

低コスト・高効率な

作業システムの構築

技術研究部 與儀 兼三

はじめに

林業の採算性が悪化しているなかで、林業コスト全般の縮減を図る取り組みが不可欠となっており、施業の集約化や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が急務となっています。

そこで、林業技術センターでは、平成19年度から21年度の3カ年にわたり林野庁の補助事業（平成19・20年度は日本林業技士会、21年度は日本森林技術協会が事業主体）である「低コスト作業システム構築事業」に北海道（釧路・名寄）、岩手・山形・長野・静岡・福井（19年度のみ）・愛媛・高知・熊本・鹿児島各県において、森林総合研究所や岩手・名古屋・高知の各大学機関、北海道・長野県・高知県の試験研究機関とともに取り組んできました。

この事業では、作業システムを実証するモデル林を設定し（全国12モデル林）、①路網と高性能林業機械を組み合わせた低コスト作業システムの開発、②低コスト作業システムの実証、③低コスト作業システムの普及促進を行いました。

広島モデル林と作業システム

広島モデル林は、19年度が県の分収造林地（北広島町）、20・21年度が市行造林地（三次市）へ設置しました。そこでの作業システムは、「グラップル系作業システム」と「スイングヤーダ系作業システム」を実施しましたが、今回は、誌面の都合上、グラップル系作業システムについて紹介します。

実施した作業システムは、①チェーンソーによる伐倒、②グラップルによる木寄せ、③ハーベスタによる造材、④フォワーダによる積込運搬・巻立作業を基本としました。作業形態からみると①が独立作業、②および③が連携作業となり、作業の流れからみると①と②が直列方式、③と④が並列方式となります（19年度は②・③・④が並列作業）。

路網配置は、幅員3mの作業道上から木寄せ距離が25m以内となるように路網密度をha当り200m以上の高密路網に計画しました。実際に開設した作業道は、19年度275m/ha、20年度390m/ha、300m/ha、21年度310m/ha、420m/haとなりました。使用した機械は、表1のとおりです。

開発・実証試験の結果

広島モデル林で実施した開発・実証試験から生産性とコストについて試算した結果、次のようになりました。

(1)生産性

作業道作設の生産性は、初年度にバックホウとグラップル機能を併せ持ったザウルスロボによる作業工程を比較した結果、表土積みや支障木・伐根処理作業でグラップル機能が活かされたザウルスロボが作業全体で1.35倍の作業効率となったので、2年目からはザウルスロボ2台による作設としました。

高密路網とグラップル+ハーベスタ+フォワーダを組み合わせた労働生産性は、初年度は5m³/人・日でしたが、2年目からセット人員を4人から2人へ半減させるとともに、機械についてもグラップルにウインチを装着し、グラップル付フォワーダをグラップル専用機+フォワーダ（グラップル無）の組み合わせに変更し、3年目にはウインチをリモコン操作により木寄せ作業を2人から1人作業とした結果、労働生産性が20年度11～14m³/人・日、21年度14～16m³/人・日となり、この事業で目標とした10m³/人・日を上回ることができました。

(2)生産コスト

セット人員を2人とした20年度と21年度の生産コストは、m³当り、5,500円～7,500円となりました。この作業仕組みでは、労務費15～18%に対して機械の償却費や管理費などの固定費が占める割合が44～50%と高くなりました。その結果、この事業で目

標とした5,000円/m³を下回るこ
とができませんでしたが、これについ
ては、作業ロットの拡大により解決さ
れるものと考えています。

広島モデル林を実施して

広島モデル林を実施して、3年間での作業道作設、伐出作業の留意点をまとめる
と次のようになります。

(1)作業道作設

高密路網では、路網作設効率が重要
となります。作業道作設は、通常1台
の機械で行いますが、バックホウとザウ
ルスロボを比較すると掘削だけならバツ
クホウ、除根・根株の据付・丸太構造
物の設置など掘み作業ではグラップル
機能を有するザウルスロボが扱い易く、
作設作業工程全体では効率的です。

(2)伐木作業

チェーンソーによる伐木の生産性
は、作業者の移動距離とかり木処理
の有無によって決まります。列状間伐
では、かり木の発生が少なくなる反
面、移動が地形傾斜方向となるため、
傾斜が急で列長が長くなると労働負担
が大きくなります。定性間伐では、か
かり木が発生し易い反面、移動距離が
短く労働負担は小さくなります。かか
り木処理は、次の木寄せ工程で機械に
より処理した方が安全で効率的です。

(3)木寄せ作業

300m/haを越えるような超高密

路網でも林内に自由に侵入できない場合は多く、かかり木処理を含む木寄せにはウインチが必須となります。ウインチの単胴式、複胴式かの選択は、木寄せ距離、地形傾斜によって違ってきますが、30m程度までなら単胴式での直曳きが可能ですが、距離が長くなるほど労働負担が大きくなるので、ランニングスカイライン式などの索張りが可能な二胴式が効率的です。

(4) 造材作業

造材の生産性は、幹材積と機械の能力によって決まります。幹材積が大きいく機械能力が高いほど生産性は上がりますが、幹の直径は機械の玉切径まで(中型では玉切径が45cm程度)です。造材は、プロセッサかハーベスタとなりますが、高密度路網になると作業路端の林縁木が多くなるため、伐倒機能をもつハーベスタの方が伐木・造材工程が連続作業となり、木寄せ工程も省けるので効率的である。送り装置は、材の堅さによりヒノキでは油圧ストローク式、スギではフィードローラー式が効率的です。

(5) 積込運搬・巻立作業

運搬距離は、他工程との生産性のバランスで決まります。大型フォワーダほど長距離の集搬に対応できますが、フォワーダでの運搬を効率とクローラゴムの消耗で考えると500m以内が望ましく、当然ながら過積載は安全上

でも厳禁です。作業ロットが大きく中型や大型のフォワーダが導入できる現場では、グラップル専用機を配置する方が効率的です。生産ロットが小さい場合や作業の連携がスムーズにできない場合は、機械経費の係り増しにもなるのでグラップル付フォワーダとなります。

おわりに

作業システムを考える場合、機械と人員配置が重要となりますが、機械の持っている能力を最大限に発揮させるには、組み合わせる機械の能力バランスはもろんのこと、オペレータの熟度・技量にも大きく左右されます。また、それと合わせてオペレータ同士のコミュニケーションも重要なポイントとなります。

広島モデル林の作業システム・セット人員は20年度から2人としましたが、年々労働生産性を伸ばすことができた要因は、機械の能力バランスの良さとおペレータの熟度・技量の向上と合わせてオペレータ同士のコミュニケーションが良かった点にあると思います。

最後に、この事業により「路網と高性能林業機械を組み合わせた低コスト作業システム導入マニュアル」の(普及版)と(詳細版)が日本森林技術協会より発行されましたので、今後、このマニュアルが間伐作業現場で活かされることを期待しています。

参考文献 ○平成19年度 低コスト作業システム構築事業 事業報告書 日本林業技士会
 ○平成20年度 低コスト作業システム構築事業 事業報告書 日本林業技士会
 ○平成21年度 低コスト作業システム構築事業 事業報告書 社団法人日本森林技術協会
 ○低コスト作業システム導入マニュアル(普及版・詳細版) 社団法人日本森林技術協会

年度	21	20	19	
作業路作設	小松 78US/ 松本 MSE-25GZX	小松 78US/ 松本 MSE-25GZX	小松 78US	コベルコ SK60SR/ 松本 MSE-25GZX
伐木	ハスクバーナ 346XP・357XP		ハスクバーナ 346XP	
木寄せ	小松 78US/ 松本 MSE-HW23SDL/ 松本 MSE25-LGM	三菱 307B/ 松本 MSE-HW23ACB/ イワフジ GS-65LB	コベルコ SK60SR/ イワフジ GS65LJV	
造材	住友 SH75X-3B/ KESLA-20SH		住友 SH125X-3/ KESLA-20SH	
積込運搬	(木寄グラップル) + 諸岡 ST-650VDL (グラップル無)		諸岡 ST-650VDL (グラップル付)	イワフジ U-3SBG (グラップル付)
巻立	三菱 307B/ イワフジ GS-65LB	住友 SH102/ イワフジ GS-90LB		

表-1 使用した機械