

人工林間伐作業システムの開発

戸 田 治 信

はじめに

最近，素材生産業者や森林所有者の方々から，人工林間伐の機械化や作業システムについての問い合わせが林業相談室に寄せられるようになりました。道内の人工林間伐は初期間伐が主体であるため，小径木を対象に単位面積当たり出材量の少ない非効率的な作業を余儀なくされ，また，面積が小さく分散していることなどから，事業費が割高となっています。

このような課題に対処するには，従来の作業システムを改良したり，新たに機械を導入して作業システムを開発し，作業方法や作業手順を合理的に組み直していく必要があります。

ここでは，間伐作業の現状と問題点，作業システムの改良，開発などについて，事例を交えて紹介し，機械を中心としたシステム作りの方向を示すことにします。

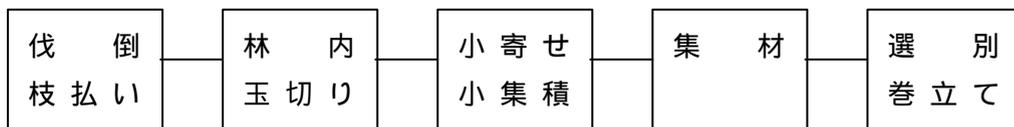
間伐作業の工程

作業方法は，集材のやり方によって全幹作業と短幹作業に分けられます。作業工程の組み立ては，地況，林況，作業員の構成，技能などによって異なりますが，全幹，短幹別の標準的な工程の流れは次のとおりです。

全幹作業



短幹作業



全幹作業は，天然林の択伐や皆伐に広く採用され，伐倒・枝払いした丸太（全幹材）を何本かまとめて集材するため能率的であり，人工林間伐でも行われています。

短幹作業は伐倒・枝払い・玉切りし，小寄せ・集積した丸太を直接トラックに積載したり，トラクタ等で集材する方法です。地形が緩やかな個所で多く行われています。

全幹作業と短幹作業の特徴

両作業方法の得失は、現場の条件や事業体の機械装備、労働力の構成などに左右されるため一概にはいえませんが、一般的な特徴は次のとおりです。

全幹作業

- ア 機械のけん引能力を最大限に発揮することができ、土場に採材の熟練者を配置すれば、効率的に、かつ付加価値の高い材の生産が可能になります。
- イ 伐倒から選別巻立てまでの一連の流れをスムーズにするため、作業員の配置換えを適宜行い、労働生産性を高めることができます。とくに、作業の開始や終わりの段階では、特定の工程に作業員を集中させて無駄を減らすことができます。
- ウ 労務班全体として作業の成果が把握しやすいので、賃金の配分をはじめ労務管理が容易に行えます。
- エ 一方、狭い樹間から全幹材を曳き出すため、伐倒方向に注意しないとウインチ木寄せの能力が大幅に低下します。また、残存立木の損傷も出やすいので、損傷防止の措置や作業員の指導が必要です。

短幹作業

- ア 各工程を独立的に処理できるため、少人数の作業が可能で、その反面、作業員の配置換えなどの調整が難しいので、作業のバランスには全幹以上の配慮が必要です。
- イ 各工程の個人別作業成果を明確にできるため、出来高制賃金により労働意欲の向上を図れます。
- ウ 玉切り（採材）が個別分散的に行われるので、付加価値を高めるための指導と、公平な検収を行う管理体制が必要です。
- エ 木寄せ・集積した材を効率よく搬出するため、トラクタのアタッチメントを変えたり付属機器の工夫などが必要です。

作業方法の選択

全幹作業か短幹作業かは、現場の条件や保有する装備、労働者の熟練度などを前提に選択しなければなりません。ここでは、作業方法の選択に当たっての考慮すべきことを述べてみます。

最近、間伐では全幹作業より短幹作業の方がコストが低いという調査結果が発表されました。*

また、全幹作業から短幹作業への転換を検討している企業も多いという情報もあります。人工林の初期間伐については、小回りのきく短幹作業のほうが有利な場合がみられるのも確かです。ただし、このような場合は次の条件が整っている必要があります。

その第1は、採材仕様を熟知した伐木作業員と十分な管理体制をもつ事業体であるということ、第2は、事業体として間伐作業の経験が十分あり、販路までよく掌握していることです。これらの条件を満たしてはじめて、集材による立木損傷を未然に避けることができるとともに、素材の販売を有利に行えます。こうした反面、天然林の大径木の伐出を主とする事業体が、そ

の合間に人工林間伐を手掛けるような場合は、作業方法を変えることによる能率の低下が著しい例がみられます。このような事業体では、全幹作業を基本として、木寄せ作業を工夫するなどの対応が望ましいといえます。

第3は、雇用が安定し作業員の流出入が少ないことです。短幹作業では採材の指導監督が行き届かないと素材の価値を高められず、かえってマイナス面が出ることになりかねません。通常短幹作業を行っている事業体でも、作業員が急に入れ替わったような場合は、全幹作業に切り替えることを検討する必要があります。

作業システムの改良，開発の事例

人工林間伐に適した作業システムの改良は様々な角度から取り組まれています。当面の課題として、全幹作業では木寄せのウインチ作業の能率を高めること、および立木の損傷を回避することが重要です。短幹作業では検収や集材を容易にするための小寄せ集積の採用、集材から選別、巻立てまでの一貫的作業の検討があげられます。また、高能率の多工程処理機を導入し、新しい作業システムを作り上げることも極めて重要です。以下、これらについて効率的な作業システムの改良，開発の事例を紹介します。

K社 - ウインチ作業の能率向上

この事業体では伐倒、枝払いした全幹材をトング（手鉤に木回しをつけた道具、図参照）を用い、ウインチで引き寄せやすい所まで木寄せを行い能率を上げています。木寄せ距離は最大で25mにもなりますが、手間はあまりかからないということです。全幹集材は8トンクラスのクローラタイプトラクタ2台で行っており、1台当たりの功程は15m³/日が標準になっています。なお、土場の選別、巻立ては、天然林伐出における方法をそのまま適用し、グラップルローダを使用しています。

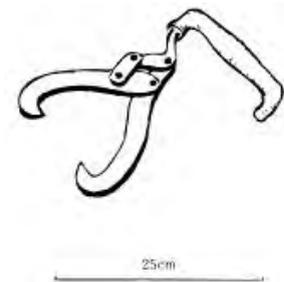


図 トング

L社 - フォーク付きトラクタの活用

この事業体では5トンクラスのフォーク付きトラクタ2台を使用し、材種別に小寄せ集積された材を前部のフォークにのせ、さらに後部のウインチでも吊り下げて短幹集材を効率よく行っています（写真1）。功程は初期間伐で1台当たり14～15m³/日です。このトラクタは土場巻立てにも併用しますので、機械の性能をフルに発揮させている事例といえます。



写真 - 1 フォーク付トラクタによる短幹集材作業

M社 - 縛り金具の考案によるけん引材積の増大

一度締めたスリングロープの輪が弛まないような金具を考案し、小寄せした短幹材をそのまま束ねて、8トンおよび予備の5トンのクローラタイプトラクタで何束もけん引し集材能力を高めています（写真2の左側）。工期は初期間伐で1台当たり28m³/日と大きく、通常は1台で集材しています。



写真 - 2 トラクタによる短幹けん引き集材作業とグラップルローダによる選別巻立作業

なお、土場の巻立てには排土板付きのグラップルローダを用い、排土板で丸太を押して選別し、材長、径級別に仕分けたものをグラップルでつかんで集積しています（写真 - 2の右側）。

N社 - 外国製ハーベスタの導入

この事業体は昭和60年にフィンランド製のハーベスタを導入し、平坦ないし緩傾斜の間伐作業に威力を発揮しています（写真 - 3）。本機による作業は間伐木までの移動、伐倒、枝払い、玉切り、集積の工程を1台で順次繰返して進行します。当事業体の場合は、玉切り工程を省いて全幹材の集積までをハーベスタで行い、集積個所が道路際的时候は直接トラ



写真 - 3 ハーベスタによる間伐作業

ックに積み込み、林内集積のときはトラクタによる全幹集材を経て、それぞれ自社の製材工場に搬入し、工場土場で用途に合致した採材を行っています。したがって、この作業システムは、集材を除く林内作業の各工程を1台の機械に統合する一方、玉切り工程を製材工場に移行して、能率向上と高付加価値化を同時に達成しようとした点に特徴があります。

ハーベスタ作業はチェーンソーに比べ掛かり木が少ないこと、手間のかかる枝払いが瞬時に行えることから、工期はチェーンソーの3～4倍の15～20m³/日と飛躍的に高くなっています。ただし、本機の丸太切断は油圧による挟み切り方式であるため木口割れが生じやすく、また、枝払いの際、樹皮が剥がれる等の問題点もあります。

作業システム開発の方向 - むすびにかえて

今日、労働生産性の向上とコストの低減は我が国林業の最重要課題となっています。このため、現行の作業システムの改善はもとより、高性能機械の導入による新たな作業システムの開

発が急がれています。

これらの課題を解決していくためには、多くの道筋や方法が考えられますが、ここでは基本的な考え方を整理しておきます。

まず、生産コストの低減や能率の向上を図るに当たっては、チェーンソーとトラクタによる従来型の作業システムのなかに改良、改善の余地が残されていることに注意を促しておきたいと思います。作業システム改良の事例に示したように、トングの使用、フォーク付きトラクタによる集材と巻立て方法の考案、スリングロープの改良とグラップルローダによる巻立て積み込みに加える選別技術の開発など、従来の伝統的な道具に改善を加えたり、使用方法や付属機器類を考案したりして、意外な成果をあげている場合があります。こうした創意工夫の積み重ねによって力を蓄えていくことは、どの事業体にも望まれます。また、高性能の多工程処理機を導入して新しい作業システムを開発し、大幅なコストダウンを図ることも必要です。

次に、従来型の作業システムの改良や、高性能機械を中心とする新たな作業システムの開発に当たっては、伐倒から山元土場あるいは製材工場への搬入に至る作業の諸工程の流れをスムーズにすることが大切です。たとえば、ある部分の工程に高性能機械が導入され、能率が大幅に向上したとしても、周辺の工程について機械や人員配置が適宜行われなければ、一時的な突出に終わってしまいます。先にあげた作業システム改良の事例をみると、ある工程の改良、改善に連動して他の工程の改良が必ず図られています。

さらに、従来型の機械であれ、高性能の導大型機械であれ、これらの性能を十分に発揮するためには、作業道と幹線集材路の配置を適正に行うことが肝要です。走行型の機械は路面を拠点に機能を発揮しやすいので、作業道が少ない個所では幹線集材路を思いきって高い密度で配置する必要があります。

機械の種類や性能に合わせた路網の設計、作設については、実証的研究が不足しています。当场では、道路の適正配置に合わせて、国が開発したハーベスタやリモコントラクタによる間伐作業システムの開発に着手し、以上のような技術ニーズに対応することにしています。

道内には、先にシステム開発の事例としてあげた外に、外国製のハーベスタやフェラパンチヤ、スキッドなど高性能機械を導入して成果をあげている企業が出始めています。これらを中心とした作業システムが本道に定着、普及するためには、オペレータの養成をはじめ、機械の部分的改良、付属機器の開発、改良などについて、産学官の協力体制が望まれます。

*山口信幸・山崎智 1988 カラマツ人工林間伐作業の最適集材方法を求めて
北方林業 Vol. 40 4 85~90

(主任林業専門技術員)