

森林作業システムの基本

5-1 森林作業システムとは

Point !

経営規模に対して無理・無駄が無く合理的であることが重要

森林作業システムとは、木材生産現場における「作業」と「機械」と「人」の有機的な組み合わせであり、立木の伐倒、集材、造材、山土場への運搬等の木材生産の一連の作業プロセスと言えます。これらの工程の順番は、機械の選択や人の配置等で様々な選択肢があり、その工程の順番である森林作業システムの構築は、それぞれの事業体の経営判断に基づくとともに、経営規模に対して無理・無駄が無く合理的であることが重要です。したがって、事業体によって最適なシステムは必ずしも同じではなく、事業地の状況によっても異なるものとなります。また、森林資源を循環利用して継続的に木材等の林産物を生産していくためには、木材生産を行う段階から再造林や保育作業についても考慮することが求められます。

Point !

集材した丸太が最大の価格で販売できる合理的な仕分けの方法が重要

森林作業システムは、低コストで多くの木材を生産するだけでなく、林業経営の方針や路網整備を含んだ山づくりのビジョンのもとに、どのような製品を生産し、どこに納めていくかといった計画を立て、売上の最大化に結び付けることが必要です。

このため、集材した丸太が最大の価格で販売できる合理的な仕分けの方法を考えることが重要です。例えば、素材生産者が仕分けを

して製材所等へ直送することによる経費の縮減という方法、山から全ての丸太を製材所や市場等に納入し、機械選別などにより仕分けを行うことにより山での仕分け作業を省く方法、一部（例えばバイオマス用材）だけを山で仕分けしてストックヤード等に直送し、その他の材を市場へ運搬して機械選別等で仕分けする方法などが挙げられます。

このように、どのような製品を生産してどこに納めるかといった計画を基に、機械化やトラックの配車、ストックヤードの整備等を進めることが、合理的で適切な森林作業システムの構築に繋がります。



5-2 森林作業システムの検討

(1) 森林作業システムの種類

Point !

森林作業システムは集材方法により大別され、林地傾斜や路網計画を考慮して検討

森林作業システムは、伐倒した木を森林作業道や林業専用道まで集材する方法により、グラップルや単胴ウインチによる車両系とタワーヤード、集材機等を使用する架線系に大別されます。

車両系の森林作業システムは、集材距離が短いことから、比較的高い路網密度が要求されます。架線系は急傾斜地など路網整備が困難で路網密度が低くなる現場や架線の架設・撤去の手間を考慮しても車両系よりも高い生産性が確保できるような条件の現場で採用されます。

林地傾斜は路網計画に密接に関連することから、森林作業システムも林地傾斜と路網計画に密接に関連しています。これらの関係を大まかに整理すると、以下の表のようになります。

区分	分類	最大到達距離(m)		森林作業システムの例			
		基幹路網から	細路網から	伐倒	集材	造材	運搬
緩傾斜地 (0~15°)	車両系	150 ~200	30 ~75	ハーベスタ チェーンソー	グラップル ウインチ	ハーベスタ プロセッサ	フォワーダ トラック
中傾斜地 (15~30°)	車両系	200 ~300	40 ~100	ハーベスタ チェーンソー	グラップル ウインチ	ハーベスタ プロセッサ	フォワーダ トラック
	架線系		100 ~300	チェーンソー	タワーヤード	プロセッサ	トラック
急傾斜地 (30~35°)	車両系	300 ~500	50 ~125	チェーンソー	グラップル ウインチ	プロセッサ	フォワーダ トラック
	架線系		150 ~500	チェーンソー	タワーヤード 集材機	プロセッサ	トラック
急峻地 (35°~)	架線系	500 ~1500	500 ~1500	チェーンソー	タワーヤード 集材機	プロセッサ	トラック

(路網・作業システム検討委員会最終とりまとめから一部改変して引用)

※1 グラップルにはロングリーチグラップルを含む

※2 車両系にはスイングヤードを含む

(2) 高性能林業機械の性能を最大限に発揮

Point !

一番処理能力が高い機械を森林作業システムの中心に置いて生産工程を組む

効率的な森林作業システムを構築するためには、使用する林業機械の中で一番処理能力の高い機械を把握するとともに、その稼働率をできるだけ高くする必要があります。

そのためには、集材木の大きさによって異なりますが、一般的に1日当たり50 m³から100 m³を超えるような作業が可能とされる、ハーベスタやプロセッサをシステムの中心に置いて生産工程を組むことが重要です。



緩傾斜地では、ハーベスタが林内を走行して伐倒・造材を行い、フォワーダが集材して回る短幹集材システム（Cut To Length=CTLシステム）が挙げられます。これは、各工程1機種で、それぞれ独立した1人1台の作業システムであることから、ハーベスタ・フォワーダそれぞれの能力を最大限活用することができます。

中・急傾斜地においては、車両系では、一定の場所に全木で集材した後に、プロセッサで造材を行うことで、プロセッサによる造材作業を独立させて効率化を図る方法、架線系では、集材距離により集材木の荷掛本数を調整して、集材・造材工程の連携を向上させる方法により、プロセッサの能力を最大限活用することができます。



プロセッサによる造材作業を独立



集材・造材工程の連携を向上

Point !

適切な集材距離で使用機械の能力に応じた方法による作業を行うことが重要

プロセッサ等の稼働率を向上させて効率的な集材を行うには、適切な集材距離で作業を行うことが重要です。集材方法や使用機械の構造等によって異なりますが、大まかに整理すると、集材距離の目安は以下の表のようになります。小型の機械で大径木を集材するなどの、使用機械の能力を超えた無理な作業を行うことは、生産性が低下するだけでなく、労働災害や機械の破損にも繋がるため注意が必要です。

使用機械	集材距離の目安
ハーベスタ ^{※1}	6～10m程度
グラップル ^{※1}	樹高+6～12m程度
単胴ウインチ	樹高+30m程度
スイングヤード	100m未満
タワーヤード ^{※2}	100～500m
集材機	500m以上

※1 ロングリーチを含む

※2 タワーヤードの性能によって異なる

Point !

流域単位で小規模な団地を繋ぐ利用度の高い林業専用道を整備して運材を効率化

造材した丸太を効率的に運搬することができないと、山土場に造材木が溜まってしまい、プロセッサ等の稼働率の低下に繋がります。

プロセッサ等で造材した丸太は、トラックやフォワーダで運搬しますが、フォワーダの走行距離が長くなると、運材工程がボトルネックとなり生産性が低下します。このため、造材場所からトラックで直接運び出すことができれば理想的であり、森林作業道と同時に林業専用道をどこまで整備できるかが重要となります。

林業専用道は、小規模な団地や現地の傾斜が急な場所では、作設経費が高くなるほか作設できる場所も限られるため、流域単位での整備が求められます。また、いくつかの小規模な団地を繋ぎ合わせることで、その利用度を高めることが必要です。なお、運材については、4トン車3台で運ぶより10トン車1台で運ぶほうが、コストは安く効率的ですが、事業規模によっては、10t車以下の利用も考慮した柔軟な考え方が必要です。

5-3 森林作業システムの基本原則

Point !

森林作業システムを組む場合の基本原則は5つ

森林作業システムにおける使用機械や路網は、地形や事業規模、経営形態等によっていろいろと考えられますが、複数の機械を組み合わせ、伐倒から集材、造材、小運搬までのシステムを組む場合の基本原則は、以下のような事項が挙げられます。

- 基本1 工程数を最小にする。
- 基本2 工程間の労働生産性のバランスをとる。
- 基本3 工程間の作業待ち時間を少なくする。
- 基本4 ネックとなる工程の作業時間短縮を行う。
- 基本5 工程ごとの作業重複時間をできるだけ増やし、森林作業システム全体の作業時間を縮減する。

森林作業システムは工程管理等を徹底して生産性を向上させますが、既存のシステムの生産性向上等に一定の限界がある場合、更に生産性を上げるためにはシステム自体を見直す必要がでてきます。

森林作業システムを見直す場合、最少の人員と機械を用いて、基本1に従って工程数を最小にし、基本2の工程間の労働生産性のバランスをとることが最も重要であり、基本2～4は現場の工夫で解決できるものです。また、基本1はイノベーション（技術革新）の母体になりえます。なお、システムを効率化するためには、作業日報等から現状のシステムにおける作業工程別の労働生産性を把握するとともに、データを蓄積しておくことが重要です。

労働生産性の計算式（直列作業）

工程1の労働生産性（ q_1 ）、工程2の労働生産性（ q_2 ）、工程3の労働生産性（ q_3 ）…とした場合、直列作業における森林作業システム全体の労働生産性は、下の計算式（調和平均）で求める事ができます。例えば、伐倒（30 m³）・集材（10 m³）・造材（30 m³）・小運搬（20 m³）とすると、全体の労働生産性は、4.6 m³/人日となります。

$$\frac{1}{\frac{1}{q_1} + \frac{1}{q_2} + \frac{1}{q_3} \cdots + \frac{1}{q_n}} = \text{全工程の労働生産性}$$

（各工程の生産性の逆数）

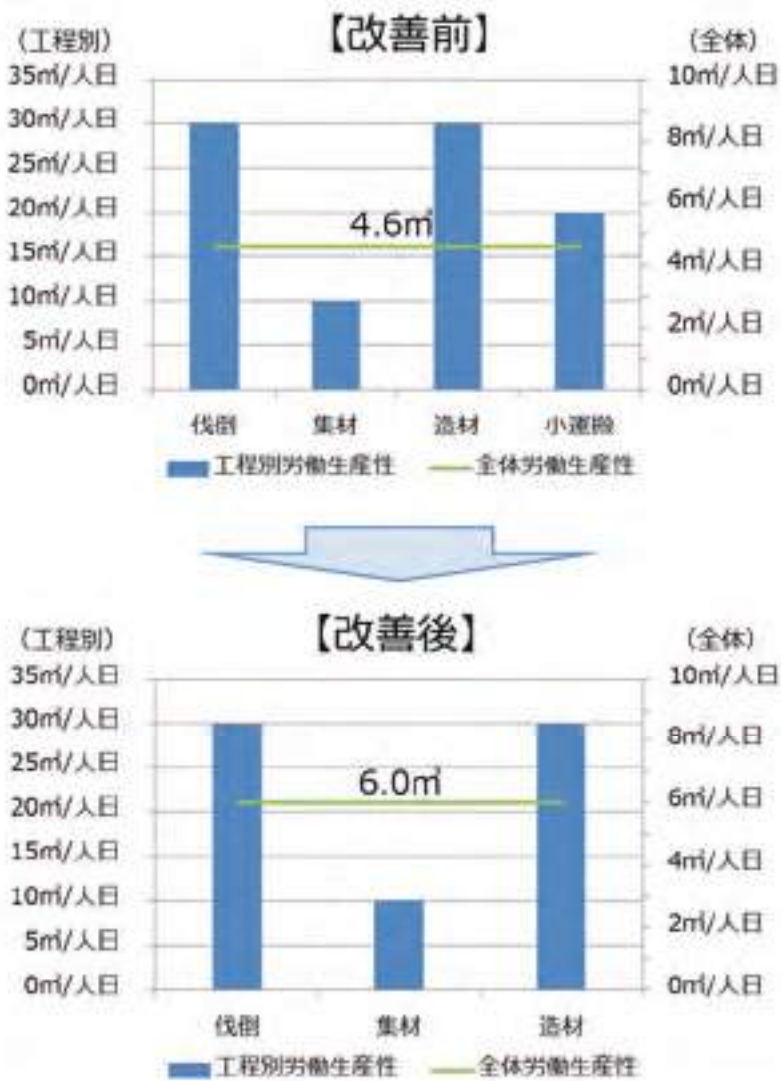
(1) 工程数の最小化 (基本1)

Point !

工程数を減らす等、単純・少人数で運用可能な森林作業システムにすることが重要

高性能林業機械を活用して高い労働生産性を実現するためには、工程数をできるだけ減らし、単純な組合せによる少人数で運用可能な森林作業システムにすることが重要です。

例えば、伐倒 (チェーンソー・1名)、集材 (スイングヤーダ・2名)、造材 (ハーベスタ・1名)、小運搬 (フォワーダ・1名) といった工程で木材生産を行った場合、大型トラックが走行可能な路網を整備することができれば、フォワーダによる小運搬の工程を省くことができるようになり、労働生産性を向上させることができます。なお、基本2と組み合わせることにより、更に全体の労働生産性が向上します。



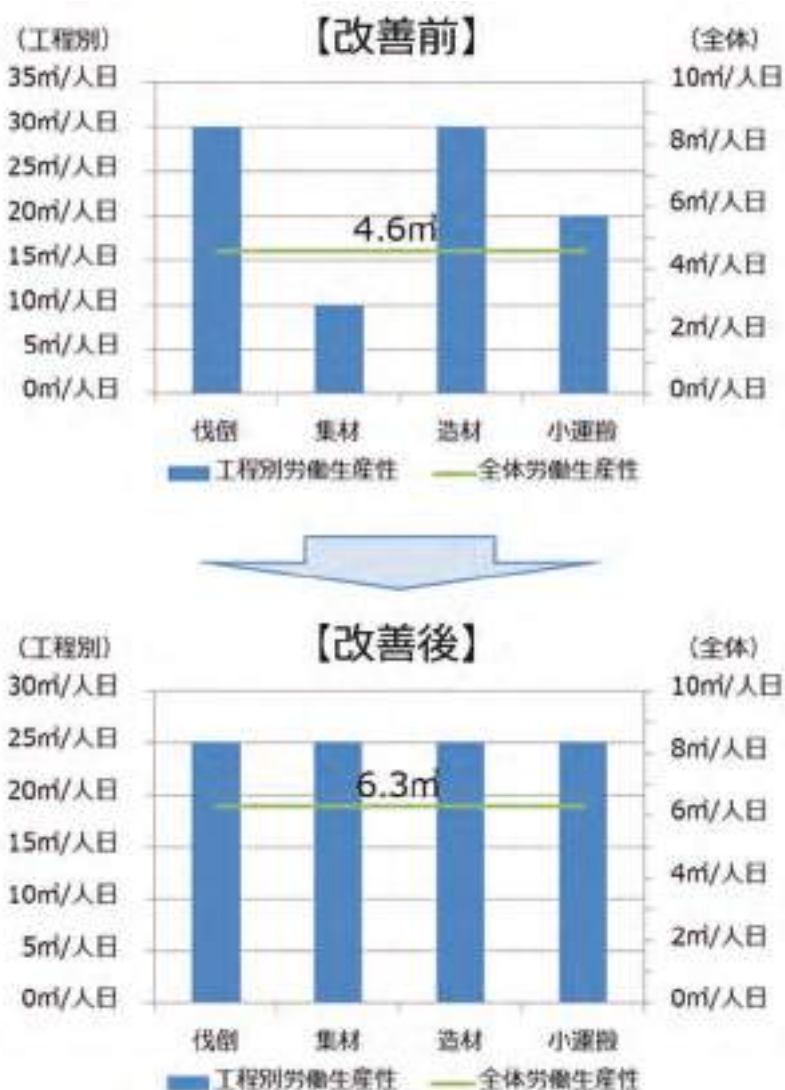
(2) 工程間の労働生産性のバランス (基本2)

Point !

工程間の労働生産性のバランスをとることで森林作業システム全体の労働生産性が向

森林作業システムは、一つの工程に生産性が高い機械を導入しても、前後の能率が見合わなければ、作業の待ち時間が生じてしまい、機械の能力を発揮することができません。

図のように、工程間の労働生産性のバランスをとることでシステム全体の労働生産性を向上させることができます。工程間のバランスをとるためには、基本3にある工程間の連携を向上して作業待ち時間を少なくするとともに、基本4のボトルネックとなる工程の作業時間短縮を図る必要があります。



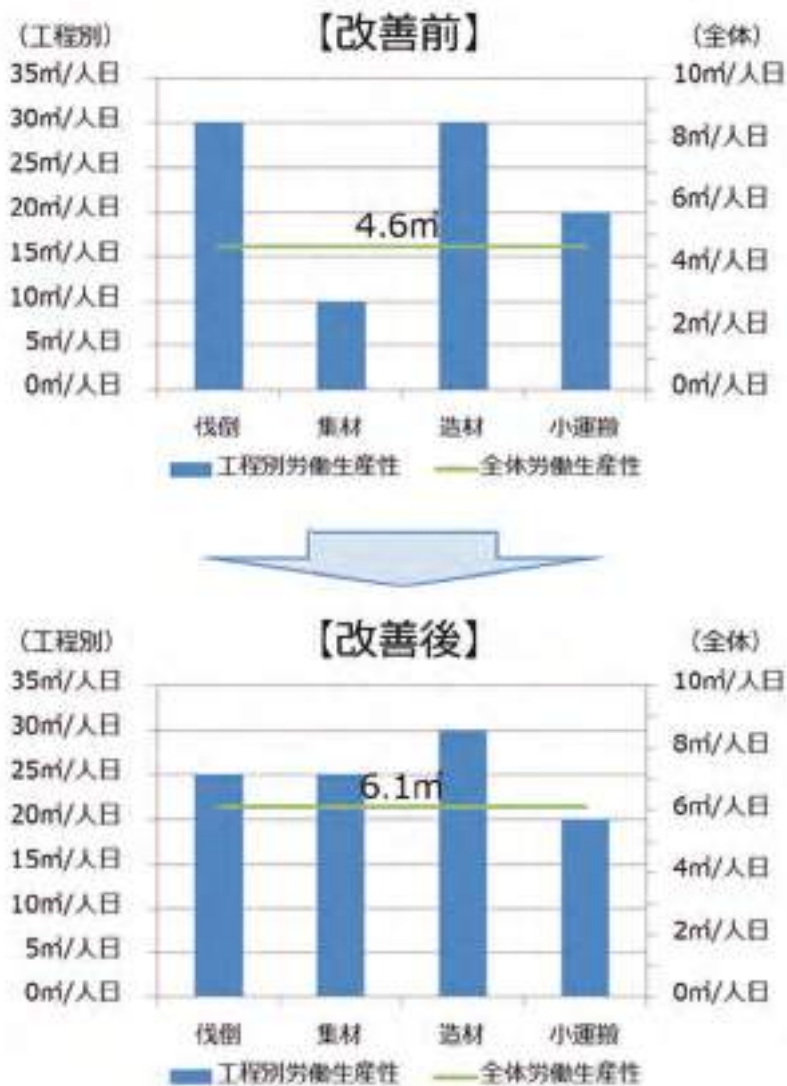
(3) 作業待ち時間の短縮 (基本3)

Point !

各工程の処理能力と工程間の連携を高め森林作業システム全体の労働生産性を向上

森林作業システムは、各工程の処理能力を高めるとともに、工程間の連携を円滑なものにして、作業の待ち時間を少なくすることが重要です。新しい機械を導入するだけでなく、現場での作業の工夫によってシステム全体の労働生産性を向上させることができます。

例えば、伐倒と集材の連携を向上させるため、集材しやすい方向に伐倒した場合、作業に手間がかかり伐倒工程の労働生産性が多少低下します。しかし、荷掛け作業が容易になり、集材工程の労働生産性が向上するので、全体の労働生産性は向上します。



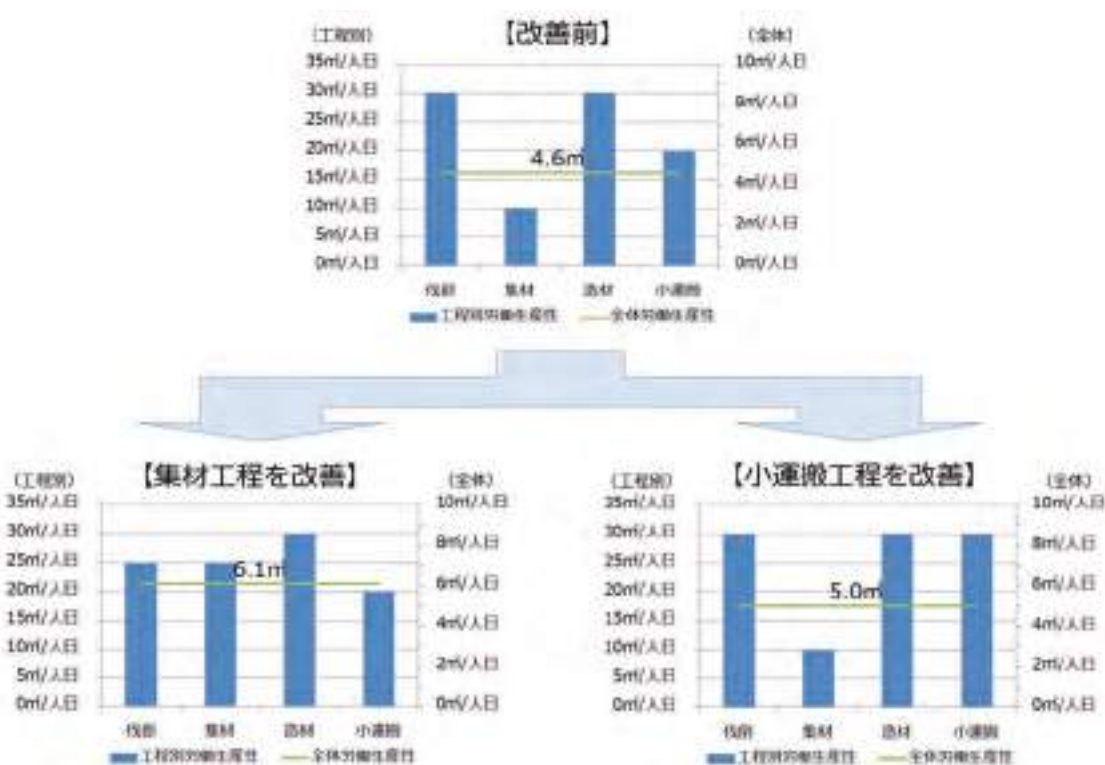
(4) ボトルネックとなる工程の効率化 (基本4)

Point !

最も労働生産性が低い工程の改善が効果的

ボトルネックとは、ウイスキー瓶のくびれ部分で流れが悪くなるように、作業が停滞してしまう工程のことです。労働生産性を高めるためには、ボトルネックとなる工程を把握し、その工程の作業時間を短くすることで、工程間の格差を縮めることが必要です。

図のように、労働生産性のバランスを取るために、集材と小運搬の労働生産性を向上させる必要があることがわかります。最も労働生産性が低い集材について、伐倒との連携を向上することで改善した場合と、次に労働生産性が低い小運搬について、フォワーダのサイズを変更したり路網を見直したりするなどして改善した場合を比べると、集材を効率化したほうが効果的です。このことから、システム全体の労働生産性を向上するためには、最も労働生産性が低い工程を改善することが効果的であることがわかります。



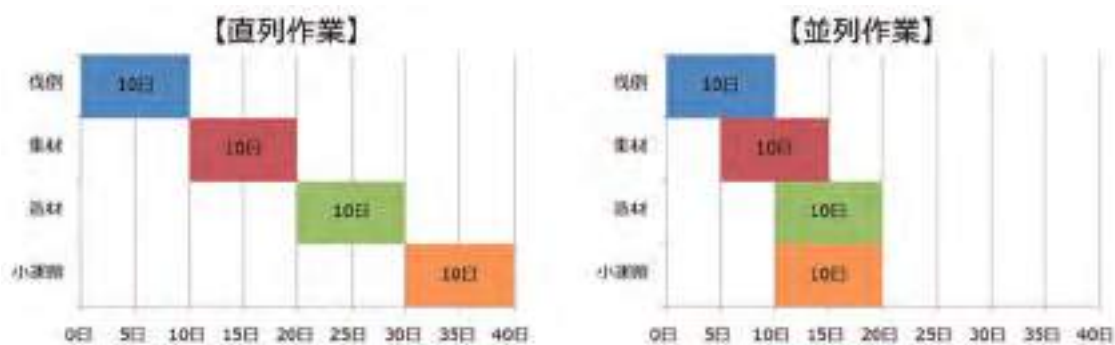
(5) 各工程を同時並列的に稼働 (基本5)

Point !

並列作業により木材生産にかかる作業日数を短縮

森林作業システム全体の労働生産性を向上させるためには、高性能林業機械を導入して一部の作業工程の労働生産性を向上させるだけでなく、作業工程の連携を調整することが重要です。

作業工程の連携は、直列作業と並列作業に分類されます。直列作業は1つの工程が終わってから次の工程に進むため各作業工程が重複しない連携方法です。並列作業は、作業工程が重複して作業をすすめる連携方法です。多くの作業工程を連携させることができれば木材生産にかかる作業日数を短縮することができます。



Point !

作業日数を短縮できた分、事業量を拡大

並列作業にした場合、各工程の連携が向上して作業日数が短縮するため、労働生産性が向上します。連携を図るためには、現場に投入する人員を増加させる必要がありますが、作業日数を短縮できた分、年間の事業量を拡大させることができます。

労働生産性の計算式 (並列作業)

並列作業の労働生産性は、各工程の作業時間合計と伐出時間 (各行程の作業時間合計から作業重複時間を引いたもの) 及び直列作業の労働生産性から求める事ができます。

$$\left(\frac{\text{各工程の作業時間合計}}{\text{伐出時間}} \right) \times \text{直列作業とした場合の労働生産性 (調和平均)} = \text{並列作業の労働生産性}$$

Point !

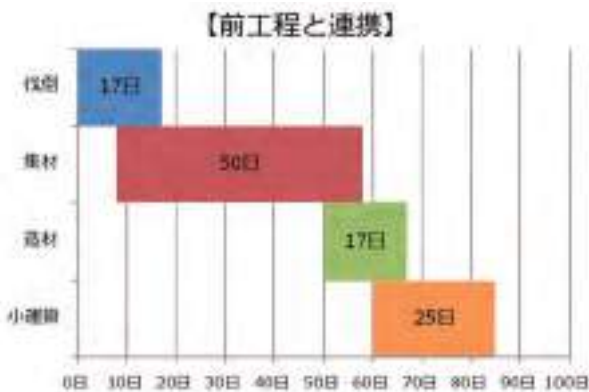
可能な限り同時並行的に作業を行うことで木材生産に係る作業日数を縮減

並列作業を行い、工程ごとの作業重複時間を増やすことにより森林作業システム全体の労働生産性を向上させることができます。例えば、出材量が 500 m³とした場合、各作業工程で必要な作業日数が下表のようになります。(各工程の作業時間合計 109 日、直列作業での労働生産性 4.6 m³/人日)

作業工程	労働生産性	作業日数
伐倒	30 m ³ /人日	17 日
集材	10 m ³ /人日	50 日
造材	30 m ³ /人日	17 日
小運搬	20 m ³ /人日	25 日

※1 出材量 500 m³、作業日数は端数切上

それぞれ前工程と重複するように連携を高めて伐出時間が 85 日間となった場合は、森林作業システム全体の労働生産性は 5.9 m³/人日となります。さらに、集材・造材・小運搬が同時に稼働するように連携を高めて伐出時間が 66 日間となった場合は、森林作業システム全体の労働生産性は 7.6 m³/人日となります。



区分	値
各工程の作業時間合計	109 日
前工程との作業重複時間合計	24 日
伐出時間	85 日
森林作業システム全体の労働生産性	5.9 m ³ /人日



区分	値
各工程の作業時間合計	109 日
前工程との作業重複時間合計	43 日
伐出時間	66 日
森林作業システム全体の労働生産性	7.6 m ³ /人日

このように、同時並行的に作業を実施することが多くなるほど、木材生産にかかる作業日数が少なくなり、森林作業システム全体の労働生産性が向上することがわかります。このため、高性能林業機械の稼働状況や人員の配置を考え、可能な範囲で並列作業となるようなシステムを検討することが重要です。

なお、伐倒作業を先行して行い伐出時間が75日間となった場合は、森林作業システム全体の労働生産性は6.7 m³/人日となります。



区分	値
各工程の作業時間合計	109日
前工程との作業重複時間合計	34日
伐出時間	75日
森林作業システム全体の労働生産性	6.7 m ³ /人日

Point !

一つの現場にとらわれることなく、同じ機械や人員での年間素材生産量の増加を考える

各現場において、並列作業を行い、一つの現場にかかる作業時間を短くすることにより、労働生産性を向上させるとともに、多くの事業量をこなすことができれば、売り上げの増加と機械経費等の経費の削減に繋がり、経営上非常に有利になります。このため、現場技能者は、現場の状況に応じた効率的な森林作業システムを検討し、労働生産性の向上を図ることが求められます。しかし、現場の状況によっては、効率的なシステムを構築することができないことも考えられます。

このようなことから、複数現場で同時並行的に作業を行うことで、各現場において、最低限必要な機械と人員を計画的に配置することにより、一つの現場にとらわれることなく、同じ機械や人員での年間素材生産量の増加を考えることも重要です。この場合、機械を回送する回数が増加しますが、ハーベスタやプロセッサの稼働率を向上させることができれば、回送に係る経費以上に利益を生み出すことができます。

労働生産性とは、投入した労働量に対する生産量を示したものであり、「労働生産性が向上する」ということは、同じ労働量でより多くの木材を生産したことを意味します。このため、同じ人員で年間素材生産量を増加させることは、労働生産性の向上を考える上で非常に重要です。

5-4 伐採と造林の一貫作業システム

Point !

再造林の効率化を考えて木材生産を行うことが重要

我が国の森林は、森林資源を有効活用することができる時期を迎えており、森林資源の循環利用を推進していくためには、木材生産に加え、主伐後の再造林を効率化する必要があります。また、温暖湿潤で草本類やササが繁茂することなどから、一部の地域を除き天然更新によってスギ、ヒノキ、カラマツ等の森林を造成することは困難とされています。なお、従来の再造林では、植栽時期が春又は秋に限られていることや再造林を実施する林業事業体と伐採を実施する林業事業体が異なる場合が多いことから、伐採後、一定の期間を置いた後に地拵えを実施してきました。このほか、植栽現場への苗木運搬も人力で実施することが一般的であり、多くの労力と時間を要しています。

このため、再造林を効率化するための方法として、伐採・搬出作業と並行又は連続して、伐採や搬出に使用した林業機械を用いて、伐採してすぐに地拵えを実施し、これらの機械で苗木を運搬した上で植栽を行う「伐採と造林の一貫作業システム」の導入が進められています。

主伐後の再造林を効率化するためには、再造林や保育でどのような作業をするのか理解した上で木材生産を行うことが重要であり、「素材生産が終わったら植える」という考えだけでなく、木材生産の空いた時間に、地拵えしやすいように伐倒や造材で発生した枝条等を整理するといったような柔軟な発想を持つ必要があります。

【従来型の施業方法】

伐採・搬出と地拵え、植栽は、別々の事業として、異なる時期に行う。伐採・搬出から地拵えまで、作業の休止期間が生じ、伐採後に植生が繁茂し、地拵えの負担が増加する。



【一貫作業システム】

伐採・搬出と並行して地拵え、植栽を実施する作業の仕組み。伐採・搬出に使用した機械を地拵えに活用し、伐採後、あまり期間を空けることなく植栽をすることにより、地拵えや下刈りの省力化、低コスト化が期待できる。



(1) 地拵えの効率化

Point !

地拵えの目的を意識して時間をかけ過ぎないようにすることが重要

地拵えの作業方法は、人力地拵えと機械地拵えがあります。人力地拵えは、チェーンソーや木製の棒（まくり棒）等を用いて、枝条等を整理する方法です。一方、機械地拵えは、ハーベスタやグラップル、グラップル付きバケット、グラップルレーキ等の掴む機能がある機械を使って枝条等を整理する方法です。



人力地拵え



機械地拵え

機械地拵えは、人力地拵えに比べて、労働強度の軽減が図れるとともに、地拵えの生産性を高めることができます。一方で、急傾斜地で機械が林地内に入れない場合は、作業道周辺のみしか作業できず、残りの箇所を行う場合には人力での作業となります。このことから、グラップル等による作業の実施可能範囲の割合が高く、人力地拵えの必要性が低い緩傾斜地で効果的です。

また、グラップル等による集材を行う際に、地拵え作業の工程における効率化を意識して枝条整理も併せて行うと効果が高くなります。なお、地拵えは、地表を綺麗にすることが目的ではなく、植栽を行うために必要な地表整理であることを意識して、時間をかけ過ぎないようにすることが重要です。

(2) 植栽の効率化

ア コンテナ苗の活用

Point !

植栽可能期間が長く、高い活着率が見込めるコンテナ苗を活用

裸苗は、植栽に適した春又は秋に行うことが多く、適期であれば使用することができますが、一貫作業システムにより年間を通じて再造林を実施していくためには、植栽可能期間が長いコンテナ苗の活用が有用です。

コンテナ苗とは、育成孔（キャビティ）の内側にリブ（縦筋状の突起）や細長いスリット（縦長の隙間）を設けるなどにより、水平方向の根巻きによる根の変形を防止すると



ともに、容器の底面を開けることで 垂直方向に空気根切り（コンテナ下部に到着した根が空気に触れると自然に根の成長が止まること）ができる容器により育成した、根鉢付きの苗のことです。裸苗と異なり、根鉢があることで、植栽のダメージが少なく、乾燥ストレスの影響を受けにくいと考えられ、寒冷地の冬期や極端に乾燥が続く時期を除き、通常の植栽適期（春や秋）以外でも高い活着率が見込めます。

植栽時期	苗木の種類	個体数（本）			活着率（%）
		植栽本数	生残本数	枯死本数	
8月	コンテナ苗	365	344	21	94.2
10月	コンテナ苗	361	348	3	99.1
12月	コンテナ苗	343	341	2	99.4
2月	コンテナ苗	323	316	7	97.8
5月	コンテナ苗	366	351	15	95.9

※スギのコンテナ苗を用いた評価（調査地は宮崎県）

イ コンテナ苗の運搬

Point !

運搬中にコンテナ苗の根鉢が乾燥して損傷しないように注意

コンテナ苗は、根鉢を乾燥から保護し活着率を高めるため、苗木をコンテナから引き抜いた後は、できるだけ速やかに植付けることが重要です。

このため、コンテナ苗を現場の山土場までコンテナごと運搬する方法が考えられますが、運搬時のスペース効率が悪いことや現場でコンテナから苗木を引き抜く手間がかかるといった欠点があります。このことから、現在は、

コンテナから引き抜いた苗木を、ダンボールやネット等でまとめて運搬する方法が一般的です。この場合、根鉢が乾燥して損傷しないようにラップやビニール袋などで保護するほか、ダンボールを使用するときは、根鉢の水分でダンボールの強度が失われないよう、ビニールシートを内面に敷く等の対処が必要です。

コンテナ苗の運搬については、トラックで通勤して、その日に植える苗木を運搬することができれば効率的です。トラックの走行が困難な場合は、山土場まで運搬したコンテナ苗を、木材生産で使用した機械集材装置やフォワーダのほか無人航空機（以下、「ドローン」という）等を利用して運搬することを検討します。なお、フォワーダ等から植付場所まで人力での運搬をするときは苗木袋等が用いられています。このほか、コンテナが付いたまま運搬する場合には専用の背負子しょいこがあります。



ドローンによる苗木運搬



機械集材装置による苗木運搬



苗木袋による植付け場所までの苗木運搬

ウ コンテナ苗の植付け

Point !

一^{ひとくわ}鍬植えで効率的に植栽

コンテナ苗の植栽は、裸苗とちがい根系がすでに培地と一体化しており、根鉢と土壌が密着すれば良いため、丁寧植えのように土壌を耕耘する・掘り取る・植付け後に土入れする、といった作業は必要なく、植栽器具を地面に突刺して植穴を開け、そこに苗木を植える^{ひとくわ}一鍬植えが可能となるため、効率的に植栽することができます。

植栽するときは、植穴に地被物など有機物が混入しないようにするほか、器具で土壌を固めすぎないように注意して、根鉢と土の間に隙間が無くなるようにします。植付けの深さは、基本的に根鉢上面と地表が一致する深さとし、過湿地等では根鉢が少々地上に突き出るくらいにします。乾燥が懸念される場合には、植付け後の根鉢上面に軽く土をかけます。なお、根鉢上面が地表より低くなる深植えは避けるようにします。

Point !

現場の傾斜や土壌、植生等に応じて適した植栽器具を活用

コンテナ苗の植付けには、従来から苗木の植栽に用いられてきた唐クワ以外に、ディブルやスペード、プランティングチューブなど専用の植栽器具を利用します。

唐^{とうくわ}鍬については、コンテナ苗のサイズに刃の大きさを合わせ、重心の位置が刃先になるように柄が差し込む部分の厚みを薄くし重量を軽くした、コンテナ苗専用の唐^{とうくわ}鍬が開発されています。コンテナ苗を植え付ける時間については、ディブルやスペードと同程度といった結果が得られています。

使用する植栽器具の違いによる植付け作業にかかる労働生産性のばらつきが大きいことから、事業地の傾斜、土壌及び植生等に応じた植栽器具を使用し、それに適した植え方をすることによって、高能率な植付け作業が実現できます。



ディブル スペード プランティングチューブ

主な植栽器具

(ア) 唐鍬とうくわ

立地を選ばない万能な植栽器具です。堅密土壌あるいは礫混じりや根系混じり土壌でも貫入することができ、地形傾斜が急になるほど楽に作業できるようになります。また、地被物を除去することができ、堅い土壌を耕耘することもできます。しかし条件の良いところでは、他の道具と比較して、かがみ込む姿勢を取る時間が長いため労力を使います。

(イ) ディブル

先端がコンテナ苗の根鉢と同じ形状になっており、苗の形状に合わせて数種類あります。土壌に押し込むだけで植穴をあけることができますが、堅密土壌や礫、根系等の多い土壌では刺さり難いため使用することができません。

(ウ) スペード

先端が尖っていてエッジが付いています。バーに足をかけて土壌に付き差し、前後左右に動かして植穴をあけます。下層植生や根系の多いところでは、植穴を作る前に何度か刺して、根系を切断しておくとう効率的です。

(エ) プランティングチューブ

先端が閉じた状態で土壌に差し込み、ペダルを踏んで先端を開けたのち、上部から苗木を落とし込んで植付けします。全ての操作を立ったまま行うことができ、屈みこんだり、腰を曲げたりする動作が不要な労働強度の低い植栽器具です。

植付ける際には、作業開始時に先端が閉じていることが重要です。先端が開いたまま作業を始めると、開口部の内部に土壌が付着し、以降の作業ができなくなるばかりでなく、この土壌を取り除くのに手間取ります。また、ペダルを踏む都合上、傾斜地では斜面の上から下に向かって作業することができません。