



生産性向上ガイドブック

生産性の高い林業の確立に向けて

まえがき

森林・林業基本計画に定める各種目標の達成に向け、生産性の高い林業を確立することが必要です。

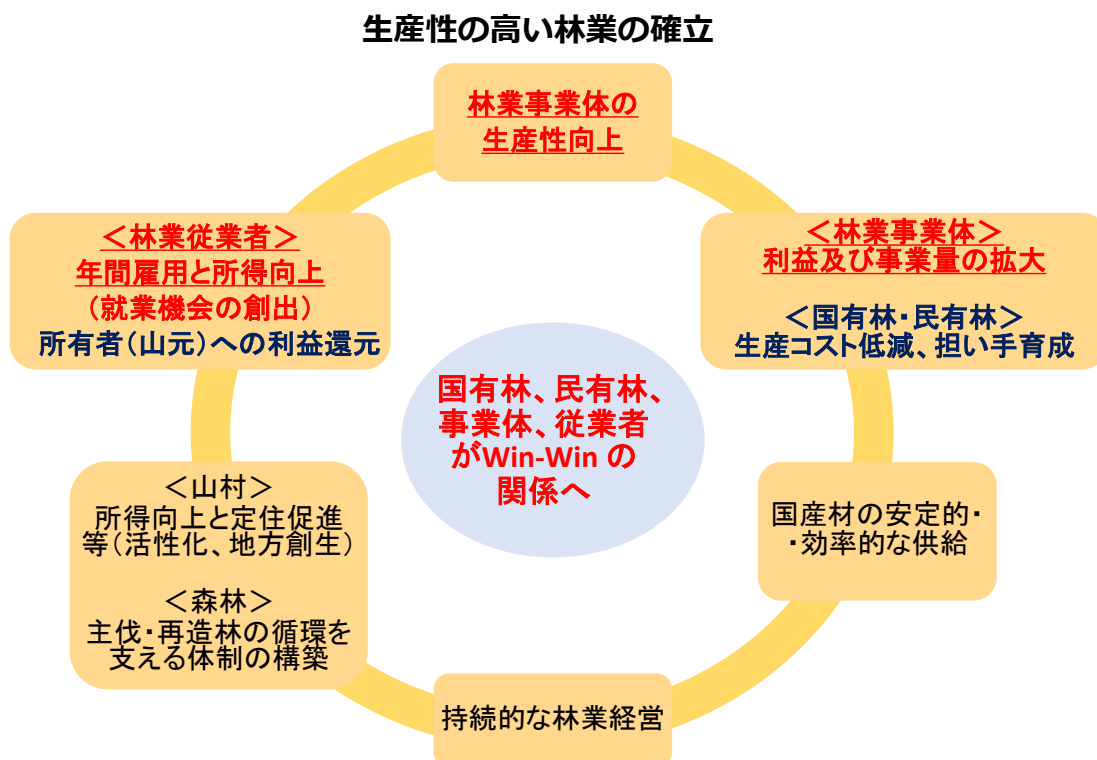
生産性向上は、国有林野事業の円滑な事業実施の課題であるとともに、地域林業を支える担い手の育成、国産材の供給の増大につながり、我が国林業の成長産業化にも貢献する取組です。（下図）

国有林野事業では、国有林全体、全局署等において、直轄事業を主体とする工程管理等を通じた生産性向上に取り組みます。これにより、作業システムの最適化や作業改善等を図り、高い生産性を実現できるよう、林業事業者と連携した取組を実践していきます。

生産性の向上については、自動車などの製造業においては「限られた空間の中でいかに効率的に作業を行うか」を追求してきました。地形・地質、林木、気象など多様で厳しい条件下で作業を行う林業の素材生産と工場では異なる面が多いですが、製造業の考えは林業においても活用可能です。

これを踏まえ、生産性向上の効果的な手法の普及・定着を図ることを目的として、「林業事業者の生産性向上手法検討委託事業」において検討委員会を設置し、局署や林業事業者が生産性向上に取り組む際に参考となるよう、工程管理の基本的な考え方、具体的な事例、改善ポイント等を体系的かつ具体的にとりまとめました。

平成 30 年 1 月



注：林野庁業務資料より

本書の構成

- ① 生産性向上の基本的事項を整理しました。
 - ・ 林業経営に工程管理がなぜ必要なのか、生産性向上における工程管理の必要性を理解していただくことがねらいです。
 - ・ 林業経営において工程管理の基本となる日報の付け方と活用方法を解説し、これから日報を付ける林業事業体や日報の改善を検討している林業事業体の参考情報を提供します。
 - ・ 工程管理の基本的な考え方として、「計画策定」「PDCA サイクル」「改善の視点（ECRS）」について製造業の知見も踏まえて解説します。
- ② 生産性向上の取組を実践する林業事業体の事例をとりあげ、先進的な林業事業体の作業システム、工程管理の手法や作業現場における工夫を紹介しました。
- ③ 生産性の高い林業経営に向けた、先進的な企業の手法、経営や作業の効率化の留意点等について概説しました。

本ガイドブックは「林業事業体の生産性向上手法検討委託事業」において作成したものであり、以下の委員会にて検討を行いました。

林業事業体の生産性向上手法検討委員会

(委員)

酒井 秀夫	東京大学大学院 農学生命科学研究科 名誉教授（座長）
岡 勝	鹿児島大学 農水産獣医学域農学系 農学部 教授
川端 省三	全国素材生産業協同組合連合会 専務理事
堀江 賢一	株式会社 堀江林業 代表取締役
成瀬 力造	株式会社 DAY BY DAY 代表取締役 CEO

(受託者)

有限責任監査法人トーマツ
株式会社森林再生システム（再委託先）

(発注者)

林野庁国有林野部業務課

目次

第1章 生産性向上の基本的事項	p.5
1 生産性向上と工程管理.....	p.6
(1) 生産性向上の必要性.....	p.6
(2) 生産性とコスト.....	p.9
(3) 工程管理の意義.....	p.14
2 工程管理の基本.....	p.15
(1) 作業日報の活用.....	p.15
(2) 見える化、ボトルネック等.....	p.18
3 工程管理の応用.....	p.22
(1) 作業計画と進捗管理.....	p.22
(2) PDCA サイクル.....	p.25
(3) 改善の視点.....	p.27
(4) 現場が動く仕組み.....	p.29
第2章 生産性向上の実践例	p.33
1 事例からみる改善ポイント.....	p.34
(1) 経営の視点.....	p.34
(2) 日報の活用.....	p.36
(3) 現場での工夫.....	p.38
2 事業体の取組 (10 事例)	p.40
(1) 佐藤木材工業株式会社/現場職員の意識改善、機械稼働の独立化.....	p.40
(2) 有限会社下久保林業/運材工程の改善、現場確認と対話を重視.....	p.43
(3) 速水林業/機種統一、自前メンテ、現場に考えさせる.....	p.46
(4) 株式会社ヨシナリ林業/班単位での生産性向上努力を給与等に反映.....	p.49
(5) 飛騨市森林組合/改善のモチベーション、現場が考えて動く.....	p.52
(6) 西間林業/機械化・多能工化により最少人数で作業.....	p.55
(7) 株式会社八木木材/少数精鋭でオールマイティな作業員を育成.....	p.58
(8) 久大林産株式会社/大径材対応の機械の導入、日報管理のシステム化.....	p.61
(9) 有限会社川井木材/集材距離に応じた3つの作業システム	p.65
(10) 北信州森林組合/検収システムで流通改善、アプリによる日報管理	p.68
第3章 生産性向上と林業経営	p.71
1 先進企業の手法から学ぶ.....	p.72
(1) 工程管理の実践.....	p.72
(2) 作業手順書.....	p.75
2 経営システム.....	p.76
(1) サプライチェーン.....	p.76
(2) 林業生産の社会的責任 (環境配慮等)	p.78
3 ICT の活用.....	p.80
(1) 森林・林業における ICT 活用.....	p.80
(2) 生産工程管理と ICT.....	p.82
4 効率的な林業生産に向けて (留意事項)	p.84

■ 本書の使い方

本書は、木材生産における生産性向上を図ることを目的としており、主な読み手として、国有林の生産事業担当者と、林業事業者の経営者・現場代理人を想定しています。

なお、民有林を含め、国産材の生産・販売全般に共通する参考情報としても利用頂けると考えます。

◇ 掲載内容と読み手 (注：◎は○より関連度が高いことを示しています)

ガイドブックの掲載内容			読み手		
			国 (局・署)	林業事業者 代表 現場代理人	
第1章 生産性向上の 基本的事項	生産性向上と 工程管理	・生産性向上の必要性 ・生産性とコスト ・工程管理の意義	◎		
	工程管理の基本	・作業日報の活用 ・見える化、ボトルネック等	○	◎	
	工程管理の応用	・作業計画と進捗管理 ・PDCAサイクル ・改善の視点 ・現場が動く仕組み(チェックリスト含む)	○	◎	
第2章 生産性向上の 実践例	事例からみる 改善ポイント	・経営の視点 ・日報の活用 ・現場での工夫	◎	◎	
	事業者の取組(10事例) ・佐藤木材工業(北海道)・下久保林業(青森) ・速水林業(三重)・ヨシナリ林業(茨城) ・飛騨市森林組合(岐阜)・西間林業(岩手) ・八木木材(兵庫)・久大林産(大分) ・川井木材(高知)・北信州森林組合(長野)		○	◎	
第3章 生産性向上と 林業経営	先進企業の手法 から学ぶ	・工程管理の実践 ・作業手順書	○	◎	○
	経営システム	・サプライチェーン ・林業生産の社会的責任 (環境配慮等)	○	◎	○
	ICTの活用	・森林・林業のICT化 ・生産工程管理とICT	◎	◎	○
	効率的な林業生産に向けて(留意事項)			◎	○

■ 本書の用語及び考え方

・**生産性と工期**は同義 (productivity) で使用しており、単位当たりの生産量です。**工程**は、仕事や作業を進めていく順序・段階 (process)、**工程管理** (process management(control))はその管理手法になります。

・**生産性向上**は国や事業者など林業関係者に共通する課題です。**工程管理**は本来事業者が行うものですが、生産性向上に必要な手法の一つとして、国と事業者と連携して取り組むことが重要と考えています。

第 1 章 生産性向上の基本的事項

1 生産性向上と工程管理

(1) 生産性向上の必要性

ポイント

- 生産性 (m³/人日) の向上は、事業の利益と作業員の雇用改善に繋がります。

■ 生産性の意味

生産性とは、一般には経営資源投入量あたりの生産量のことです。経営資源には、ヒト・モノ・カネがあり、ヒトという経営資源に着目した生産性が労働生産性です。

生産量を増大させるためには、一定の時間でより多くの素材を生産する必要があります。林業では、人の作業が不可欠なため、人の作業時間あたりの素材生産量 (= m³/人日) が素材生産の効率性を表す指標になります。1人が1年間に働ける時間は決まっていますから、その限られた時間(人日)でより多くの生産を行うことが生産量の向上にとって重要です。

労働生産性の向上は、事業体の経営と雇用の改善と関連性を持って図られるものです。その基礎になるのが、生産性の向上により経営と雇用の改善の好循環を目指すという経営理念です。このことが従業員に周知・浸透し、組織の中で、さらなる好循環を生むという正のスパイラル(生産性向上→組織の利益→雇用改善→生産性向上)を生み出すことが、生産性向上の真の目的といえるでしょう。

■ 作業時間の集計範囲

素材生産に関する生産性は、ある作業地で作業員1人が1日に平均で何m³の素材を生産したか、全体の投入人工数で生産量を割って算出するのが一般的です。正確に測定するためには、分母の「人日」に素材生産のための作業を全て含める必要があります。

本書では、生産性を林内の生産性として捉えており、伐採からトラック積込地への集積までの範囲とし、作業道作設を含む工程で考えています。概ね次の工程の作業時間(投入人工数)を日報により集計することで、生産性を算出することができます。

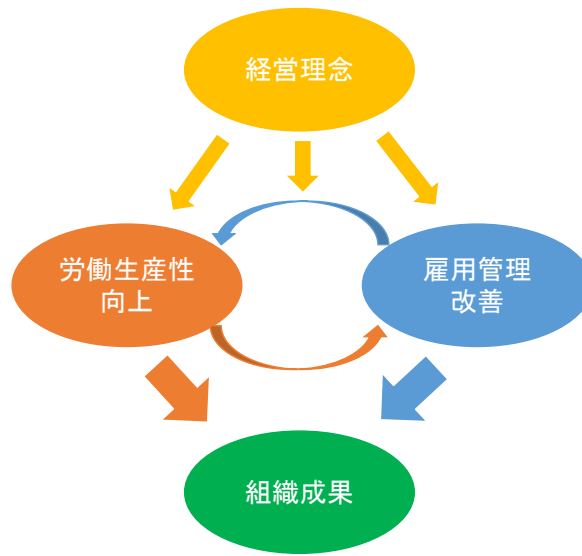
なお、伐倒・集材・造材・運材といった主作業の他に、付帯作業(準備・片付け)・待機時間・移動時間も集計し管理する必要がありますが、生産性を高めるためには、これらの間接作業の時間を少なくし、全工数に占める直接作業時間の割合を高める必要があります。(下記の集計項目例を参照)

また、安全・品質・環境を犠牲にして高い生産性が得られるということはありません。粗雑な作業は、結局は作業ストップや生産物として必要な品質が得られない原因となり、生産性を下げる結果となります。

集計項目例

- 作業道開設、伐倒、集材(木寄せ)、造材、運材、準備・片付け
- 現場指導、打ち合わせ、安全ミーティング、その他

生産性三原則

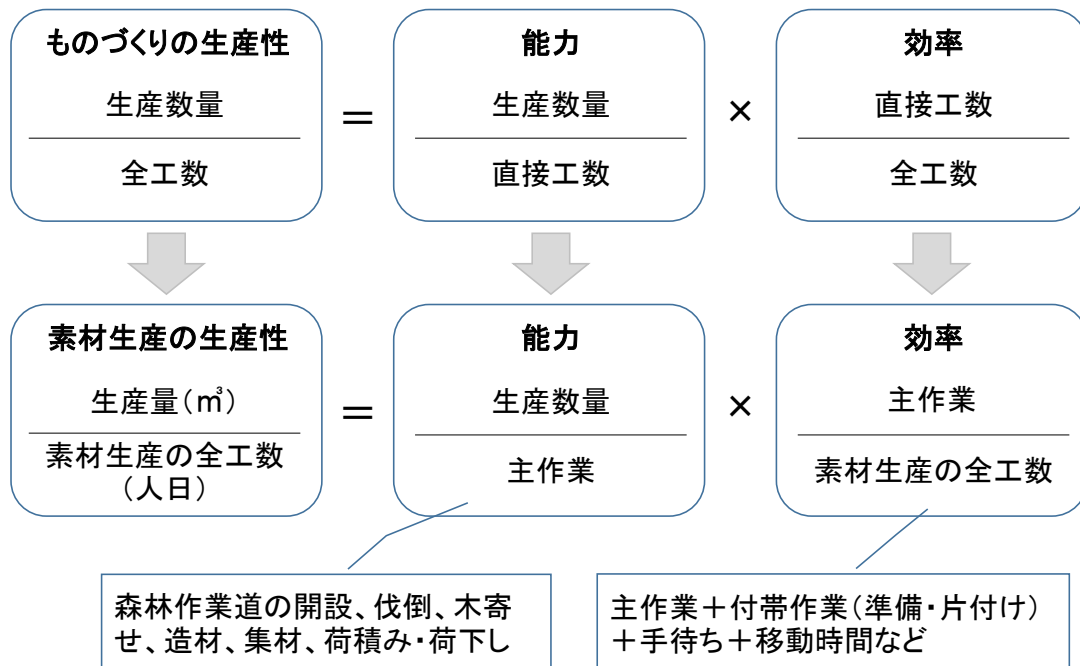


経営理念・労働生産性・雇用管理改善の三原則の向上により組織成果を高めます。

注：厚生労働省「働きやすく生産性の高い職場のためのポータルサイト」(HP) 出所

<http://koyoukanri.mhlw.go.jp/award/>

能力と効率



注：「生産性を科学的に改善するVPM」(HP) 参照

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20121214/256615/>

■ 林業における生産性向上

(生産性の考え方)

林業は野外での作業が主体で、地形や路網整備の状況、作業システムなどの現地条件が大幅に異なること、事業者ごとの作業のやり方も異なることから、その生産性を単純に比較することはできません。また、他の事業地や事業者と比較して一律にその水準で評価するために用いるものでもありません。

生産性は、事業者の作業能力や経営努力を評価し、改善目標として設定する指標にすることが望ましく、中長期の改善方向に向けて、分かりやすく、継続して使用できる算定方法とすることが重要です。

(生産性向上の条件)

生産性向上によるコスト削減は、直接的には事業者の利益となりますが、これを原資として、自らの事業利益、作業員の利益(賃金)、森林所有者の利益(立木価格)を向上させることが可能となります。

以下に、生産性が、7 m³/人日(生産費)の場合と、10m³/人日(生産費 5,400 円/ m³)の場合について、具体的に数字で示してみます。

この試算例(詳細は13頁参照)では、作業員の賃金を上げつつ、生産性向上による生産費の削減 1,600 円/ m³ を事業利益に 470 円/ m³、立木価格に 1,130 円/ m³ を配分しています。

(注:①イメージを掴むための試算であり、実例ではありません。②素材価格、運材費は平均的な価格を参照にしました。

③生産費(労賃含む)は9頁、12頁の試算法によっています。④事業利益は現状(製造業平均程度)を倍にすると仮定しました。⑤立木価格は素材価格から生産費、事業利益、運材費を差し引いた残余として試算しています。)

< どのように経費や利益を配分するか? (試算例) >

※全て1m ³ 当たり金額		
11,600円	素材価格	11,600円
2,000	運材費	2,000
430	事業利益	900
6,600	生産費	5,000
2,570	立木価格	3,700
【 生産性 7 m³/人日】		【 生産性 10 m³/人日】

・ 利益率 3.7% → 7.8%

・ 賃 金 12千円 → 17千円

そもそも、生産性向上は、作業員にメリットがないと実現できません。生産性向上によるコスト削減の利益が作業員に配分されることで、作業員の生産性向上のモチベーションが高まります。賃金という雇用条件の改善です。

さて、単純に、作業員の給与=賃金×雇用日数と考えますと、賃金が増えても雇用日数が確保できなければ給与は上がりません。そして、雇用日数は、事業者が地域で相当の事業量(民有林の立木購入等を含む)をこなしていないと確保できません。生産性向上と事業量の拡大が一体的に行われることが重要です。

(2) 生産性とコスト

ポイント

- 1日当たりのコストを概算することにより、生産性はコストに換算できます

■ 1日当たりのコストとは？

前述のとおり、賃金等雇用条件の改善が生産性向上の大きな狙いとなります。

実際の作業を進めるに当たっては、生産性を高めることによるコスト削減の効果がはっきりすると説得力があります。対策と効果を具体的に説明することで、現場の作業員の意識を高めることができます。

例えば、次のような説明が考えられます。

- ・人と機械の経費で1日1人当たり●万円の経費が掛かる。
- ・1m³当たりの生産費を●千円/m³以内にしないと十分な給与が払えない。
- ・このため、1日●m³、1人当たりの●m³生産することを目標とする。

次に、目標とする生産性を達成するための具体的な方策を話し、実践することになります。機械化や基盤整備も重要ですが、一方で、この管理手法として後述する「工程管理」が重要となります。

まず、生産性とコストは、以下の関係式となります。

$$1 \text{ m}^3 \text{ 当たりのコスト (円/m}^3) = \frac{\text{1日当たりの経費 (円/人日)}}{\text{生産性 (m}^3\text{/人日)}}$$

1日当たりの経費を次のように計算します。作業実施に必要な経費は、①機械経費、②人件費、③間接費に大別されます。これらは、年間を通じた経費として一定の仮定の下で概算できます。生産性は、その現場での作業員と機械の配置を考えた上で、全体の生産量を投入人工数で除して算定します。

(注：計算方法は12頁を参照)

※ コストの算定因子

- ・経費は、直接費と間接費に分かれます。
- ・直接費は機械経費と人件費を、間接費は直接費の一定割合で算定します。
- ・主な経費内訳は以下のとおりです。

直接費		間接費
① 機械経費 ・減価償却費 ・維持管理費 ・燃料費 <稼働する機械分>	② 人件費 ・賃金 ・福利厚生費 <配置人員分>	③ 直接経費の一定割合 <17%>

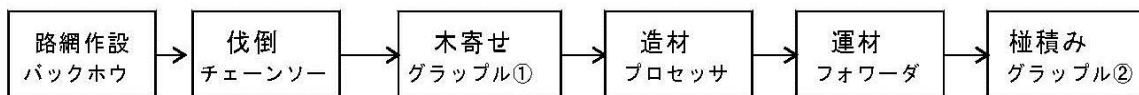
注：「平成28年度森林総合監理士フォローアップ（作業システム）研修」（長谷川尚史氏）等を参照

■ 1日当たり経費の試算

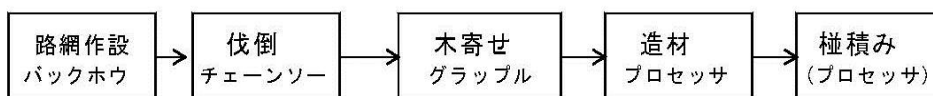
- ・ 1日当たりの経費は作業システム(機械と作業員の配置)により異なります。
- ・ 次の4つのシステム(車両系2、架線計2)について試算例を示します。

① 車両系

【システムA】 プロセッサ+フォワーダ

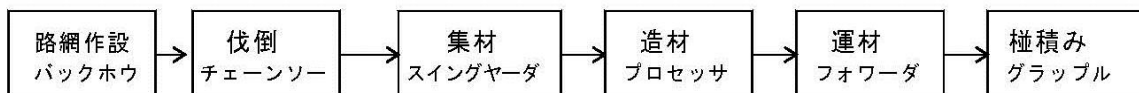


【システムB】 直取り集材

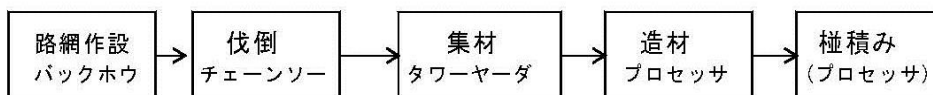


② 架線系

【システムC】 スイングヤーダ+フォワーダ



【システムD】 タワーヤーダ



③ 経費の試算結果

作業システム		主要機種 (プロセッサは共通)	1日の経費 (うち機械経費)	作業員数 (路網開設含む)	1人当たり 経費(円/人日)	想定される生 産性(m3/人日)
車両系	システムA	フォワーダ	250千円 (112千円)	5人	50千円	10m3程度
					⇒コスト5千円/m3程度	
	システムB	グラップル (直取り)	134千円 (53千円)	3人	45千円	10~20m3程度
					⇒コスト3千円/m3程度	
架線系	システムC	スイングヤーダ フォワーダ	235千円 (39千円)	6人	40千円	5m3程度
					⇒コスト8千円/m3程度	
	システムD	タワーヤーダ	277千円 (134千円)	5人	55千円	5~10m3程度
					⇒コスト6~7千円/m3程度	

注：①「平成28年度森林総合監理士フォローアップ(作業システム)研修」(長谷川尚史氏)等を参照して試算しました。

②試算の方法は12頁の例を参照。カッコ書きの機械経費は直接費分。機械の取得価格は、プロセッサ2000万円、フォワーダ1000万円、タワーヤーダ4200万円、スイングヤーダ1500万円として試算。人件費のうち日額賃金は17千円

■生産性とコストの関係

○試算結果を基に、以下のように取りまとめできます（前ページ③経費の試算結果）。

- ・システムAは一般的な車両系作業システムで、1人1日約5万円（前ページ③経費の試算結果）の経費が掛かります。

生産性 $10 \text{ m}^3/\text{人日}$ を達成すれば、コストは $5 \text{ 千円}/\text{m}^3$ 以下になります。

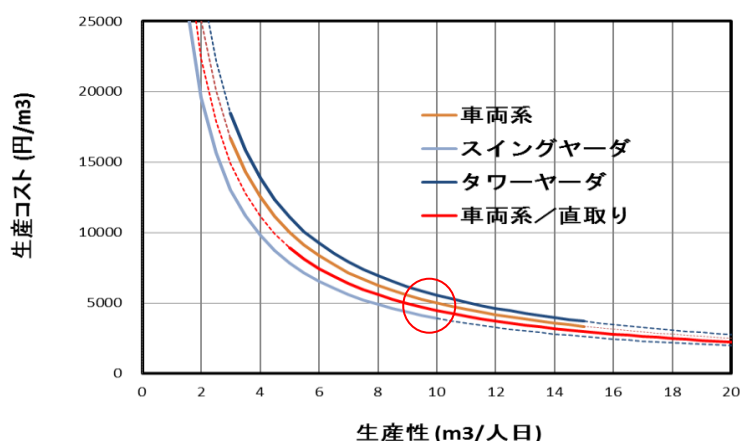
- ・システムBは直取り集材で、生産性は高く、コストは $3 \text{ 千円}/\text{m}^3$ 以下にできます。
- ・システムCは簡易な架線集材。生産性は低く、コストは $8 \text{ 千円}/\text{m}^3$ 程度と思われます。
- ・システムDは欧米型の架線集材。生産性とコストはシステムCより改善します。

○1日当たりの経費を概算することにより、生産性とコストの関係は、次のような双曲線のグラフになります。

この双曲線をよく見ると、次のようなことが分かります。

- ① 生産性 $10 \text{ m}^3/\text{人日}$ の時に、コストが $5 \text{ 千円}/\text{m}^3$ となるポイントがあります。当面の目標と考えている生産性とコストに相当します。
- ② このポイントの左側は生産性の低い場合です。双曲線が立っており、生産性向上によるコスト低減の効果が大きいことが分かります。低生産性のものを底上げすることで大幅なコスト低減効果があることを意味しています（底上げ効果）。
- ③ このポイントの右側は生産性の高い場合です。双曲線が寝ており、生産性を高めてもコストの削減量は少なくなります。これは、相当の効率性(生産性とコストの水準)が確保された状態です。この段階は規模拡大で総収益を上げる領域となります。
②と③は、経営面で別の重要な意味があります。つまり、②はコストの変動が大きく経営が安定しない状態です。③は、高生産性で、コスト変動が少ないため、経営が安定化します。この段階に移行することが経営上極めて重要です。
- ④ 各システムの現実的な位置を実線で示してみました。例えば、車両系/直取りのシステム（赤色線）は生産性が高く、 $20 \text{ m}^3/\text{人日}$ を突破することはできると思われますが、外の3システムがそのレベルまでいくのは難しいことが想定されます。特に、スイングヤード（水色線）は通常は $10 \text{ m}^3/\text{人日}$ が限度と思われます。

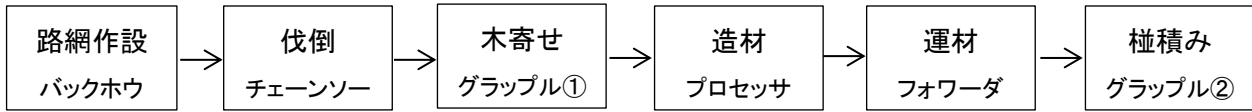
生産性とコスト(双曲線)



注：林野庁業務資料より

(補足 1) 経費の試算方法 (例)

システム A について、経費試算の方法を説明します。



① 機械経費 以下のとおり算出します。

・減価償却費 (円/日) = 取得価格 ÷ 耐用年数 ÷ 稼働日数

	チェーンソー	バックホウ	グラップル	プロセッサ	フォワーダ
取得価格	24 万円	800 万円	1,000 万円	2,000 万円	1,000 万円
耐用年数	3 年	6 年	6 年	6 年	6 年
稼働日数	150 日	160 日	140 日	120 日	140 日
減価償却費(円/日)	533 円	8,333 円	11,905 円	27,778 円	11,905 円

・維持管理費 (円/日) = 減価償却費 × 保守修理率

	チェーンソー	バックホウ	グラップル	プロセッサ	フォワーダ
保守修理率	2.0	0.3	0.4	0.5	0.8
維持管理費(円/日)	1,067 円	2,500 円	4,762 円	13,889 円	9,524 円

機械損料
(減価償却費
+
維持管理費)

・燃料費 (円/日)

	チェーンソー	バックホウ	グラップル	プロセッサ	フォワーダ
燃料費(円/日)	1,100 円	4,200 円	4,200 円	8,000 円	4,200 円

・以上を併せて、1 日当たりの機械経費を算出します。

このシステムでは、機械経費は 1 日 111,516 円 かかる計算になります。

	チェーンソー	バックホウ	グラップル	プロセッサ	フォワーダ	計
機械経費(円/日) A	2,700 円	15,033 円	20,867 円	49,667 円	25,629 円	—
人員・機械配置 B	1	1	1.5	1	0.5	—
システム全体の 機械経費(円/日) A×B	2,700 円	15,033 円	31,301 円	49,667 円	12,815 円	111,516 円

② 人件費

賃 金	人件費(円/人日)			人員数	人件費(円/日)
	日 当	諸手当	計		
福利厚生費	労災保険料	1,020 円	3,518 円	5 人	102,590 円
	雇用保険料	162 円			
	厚生年金保険料	1,486 円			
	健康保険	850 円			

③ 1 日当たりの経費

直接費			間 接 費	計
(機械経費)	(人件費)	(計)	(17%)	1 日当たり経費 250,504 円/日
111,516 円	+ 102,590 円	= 214,106 円	36,398 円	{ 1 人 1 日当たり経費 50,101 円/人日 }

注：林野庁業務資料より

(補足2) 経費及び利益配分の試算(例)

コスト試算A (賃金12,000円 生産性7m³/人日の場合)

◆ケース①

グラブブル木寄せ・プロセッサ造材

(注: 全国林業改良普及協会「機械化のマネジメント」を基に業務課で作成)

○セット人員 5名

○作業システム



○人件費

賃金	日当	10,000
	諸手当	2,000
	日額賃金	12,000
福利厚生費	労災保険料	720
	雇用保険料	114
	厚生年金保険料	1,049
	健康保険	600
	日額福利厚生費	2,483
日額人件費 円/人		16,967
人件費 円/班		84,833

○機械経費

	チェーンソー	バックホウ	グラブブル	プロセッサ	フォワーダ	計
取得価格(補助なし)	240,000	8,000,000	10,000,000	20,000,000	10,000,000	
償却年数	3	6	6	6	6	
年間稼働日数	150	160	140	120	140	
減価償却費(円/日)【A】	533	8,333	11,905	27,778	11,905	
維持管理費(円/日)【B】	1,067	2,500	4,762	13,889	9,524	
日額損料(円/日)【A+B】	1,600	10,833	16,667	41,667	21,429	
燃料費(円/日)【C】	1,100	4,200	4,200	8,000	4,200	
計【A+B+C】	2,700	15,033	20,867	49,667	25,629	
人員配置(人)	1	1	1.5	1	0.5	
日機械稼働費(円/日)	2,700	15,033	31,301	49,667	12,815	111,516

◆シミュレーション

生産性 7 m³/人日

○1日当たり経費

セット人員	5	m ³ 当たり経費
人件費	84,833	2,424
機械経費	111,516	3,186
直接費計	196,349	5,610
間接費(17%)	33,379	954
合計	229,728	6,564
1人1日当たり	45,946	⇒6,000円

○生産費(コスト)

※生産費(円/m³)=1日当たり経費/生産性

生産性(m ³ /人・日)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
生産性(m ³ /人・日)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
生産量(m ³ /日)	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	37.5
生産費(円/m ³):直接費	8,727	7,854	7,140	6,545	6,042	5,610	5,236
生産費(円/m ³):間接費含む	10,211	9,189	8,354	7,658	7,069	6,564	6,126

生産性(m ³ /人・日)	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5
生産性(m ³ /人・日)	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5
生産量(m ³ /日)	47.5	50.0	52.5	55.0	57.5	60.0	62.5
生産費(円/m ³):直接費	4,134	3,927	3,740	3,570	3,415	3,272	3,142
生産費(円/m ³):間接費含む	4,837	4,595	4,376	4,177	3,996	3,828	3,676

コスト試算B (賃金17,000円 生産性10m³/人日の場合)

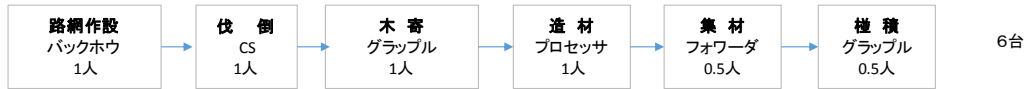
◆ケース①

グラブブル木寄せ・プロセッサ造材

(注: 全国林業改良普及協会「機械化のマネジメント」を基に業務課で作成)

○セット人員 5名

○作業システム



○人件費

賃金	日当	14,000
	諸手当	3,000
	日額賃金	17,000
福利厚生費	労災保険料	1,020
	雇用保険料	162
	厚生年金保険料	1,486
	健康保険	850
	日額福利厚生費	3,518
日額人件費 円/人		20,518
人件費 円/班		102,590

○機械経費

	チェーンソー	バックホウ	グラブブル	プロセッサ	フォワーダ	計
取得価格(補助なし)	240,000	8,000,000	10,000,000	20,000,000	10,000,000	
償却年数	3	6	6	6	6	
年間稼働日数	150	160	140	120	140	
減価償却費(円/日)【A】	533	8,333	11,905	27,778	11,905	
維持管理費(円/日)【B】	1,067	2,500	4,762	13,889	9,524	
日額損料(円/日)【A+B】	1,600	10,833	16,667	41,667	21,429	
燃料費(円/日)【C】	1,100	4,200	4,200	8,000	4,200	
計【A+B+C】	2,700	15,033	20,867	49,667	25,629	
人員配置(人)	1	1	1.5	1	0.5	
日機械稼働費(円/日)	2,700	15,033	31,301	49,667	12,815	111,516

◆シミュレーション

生産性 10 m³/人日

○1日当たり経費

セット人員	5	m ³ 当たり経費
人件費	102,590	2,052
機械経費	111,516	2,230
直接費計	214,106	4,282
間接費(17%)	36,398	728
合計	250,504	5,010
1人1日当たり	50,101	⇒5,000円

○生産費(コスト)

※生産費(円/m³)=1日当たり経費/生産性

生産性(m ³ /人・日)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
生産性(m ³ /人・日)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
生産量(m ³ /日)	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	37.5
生産費(円/m ³):直接費	9,516	8,564	7,786	7,137	6,588	6,117	5,709
生産費(円/m ³):間接費含む	11,134	10,020	9,110	8,350	7,708	7,157	6,680

生産性(m ³ /人・日)	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5
生産性(m ³ /人・日)	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5
生産量(m ³ /日)	47.5	50.0	52.5	55.0	57.5	60.0	62.5
生産費(円/m ³):直接費	4,507	4,282	4,078	3,893	3,724	3,568	3,426
生産費(円/m ³):間接費含む	5,273	5,010	4,771	4,555	4,357	4,175	4,008

注: 林野庁業務資料より

(3) 工程管理の意義

ポイント

- 全体の低コスト化、生産性向上を実現するためには、各工程の生産性管理が必要です
- 工程管理は、漠然とではなく、意識的、具体的に取り組みます

■生産性向上と工程管理

一般に、作業システム考えた場合、生産性の低い工程があると、その工程が足を引っ張り全体の生産性の向上を妨げます。「ボトルネック¹」の存在です。工程管理の目的の一つは、ボトルネックを明らかにし、これを改善することにあります。ボトルネックが改善されないと、生産性が高まらない⇒生産力が低い⇒生産規模を拡大できないという状態から抜け出すことができません。

工程管理は、例えば、次のようなやり方が考えられます。

- ・作業日報を確認して、作業員の配置が合理的になっているかを確認する。
 - ・作業員の投入人工数と工程ごとの作業量(伐倒、集材、造材等)を算出し、各工程の生産性を確認する。
(生産性の低い工程がボトルネック)
 - ・ボトルネックを改善し、全工程を通じた生産性を高めるため、機械と作業員の配置を工夫する。
- 以上の作業を毎日繰り返すというプロセスが工程管理です。

■工程管理の目指すもの

工程管理により、現在の作業システムの各工程が具体的な数値で確認でき、生産性向上に寄与します。工程管理の徹底は、現技術の下での最高の生産性を達成することに繋がります。

一方で、工程管理により現システムの潜在的な生産力の上限も見えてきます。規模拡大を検討する場合、どのような機械を購入し、作業システムをどう変えるか、検討する必要がありますが、この際、工程管理の実行結果があれば、数値に裏打ちされた実際的な検討ができます。

このように、工程管理は、機械と作業員のパフォーマンスを高めるとともに、より高度の作業システムに移行する時の判断材料を提供するものです。

一般の企業では、資源(ヒト、モノ、カネ)を合理的・効率的に使用するため、数量、品質、コストをベースに事業計画を精密に作成し、実行と進捗状況について管理し、フィードバックを徹底すること等が実践されています。工程管理は、製造業で発展した手法であり、複雑で多様な工程を制御する仕組みとしてビルトインされています。

林業における素材生産(生産から運材までの過程)は製造業の現場に似ています。生産性を大づかみにするだけでなく、工程ごとの生産性を随時把握し、意識的に管理する必要があります。林業でも虚心坦懐に、また具体的に取り組んでみましょう。現場に大きな効果と変化をもたらすポイントが見えてきます。

¹ 一番の制約という意味。瓶のサイズがどれほど大きくても、流出量は狭まった首のみに制約を受けることからの連想。

2 工程管理の基本

(1) 作業日報の活用

ポイント

- 作業員毎に、その日の現場名と作業時間・内容を記録します
- 生産性・安全・品質に関する情報を明らかにします

■ 日報の必要性

作業日報を毎日つけることの必要性等が正しく理解されることが重要です。

日報は、記入するのは手間がかかりますし、現場作業の結果を記録した事務的なものと考えられがちです。また、日報が個々の作業員を評価するためのものと誤解されると作業員に敬遠されます。

日報は、現場の事実を正確に記入するためのものであり、現場の仕事を改善していくために活用することができます。また、生産性等を分析する客観的なデータを提供します。

ただし、記入欄が多すぎて、記入に時間がかかりすぎては定着しません。他の情報源がある場合にはその項目は設けないようにします。日報は必要最低限で要を得たものとしします。

■ 日報の入力と集計 ～工程ごとの生産性の算出～

工程毎の生産性を算出する場合、方法は以下のとおりです。

① 日報に作業工程と生産量を記入します。

工程毎の作業量は m^3 単位で記入し、投入人工数を記録します。

m^3 単位の把握が困難な場合は、例えば伐倒は伐倒木の本数、集材・運材ではフォワーダの往復台数といった単位で大まかに生産量を把握することができます。

② 日報（紙）を表計算ソフトに入力し、工程毎に集計します。

あらかじめ定めた作業区分毎に生産量を集計し、生産性を算出します（24 頁参照）。

作業区分は、細かすぎると日報の記入が煩雑になりますので、どう作業改善に活かすかを念頭に置きながら、できる限りシンプルな区分とします。

日報の記入事項（例）

月日	曜日	現場名	個別作業	作業量					電話番号	出荷	列払機	伐倒 チェン ソー	集材 スウィング	造材 プロセッ サ	小運搬 グローブ	作業路 バック フォー	運搬材 グラブ ル	補助車両				備考	
				伐倒(本)	集材(本)	造材(本)	運搬(車)	作業道										ダンプ	ユニック	軽トラ	軽ダンプ		
9月1日																							
9月2日																							
9月3日																							
9月4日																							
9月5日																							
9月6日																							
9月7日																							

従事工程の作業量を本数やフォワーダの車数で記載

使用機械と作業時間をまとめて記載

■ 日報に記録するデータ

日報はシンプルにしますが、必要に応じ様々な情報を記入することができます。

以下のような経営情報を記録するのが一般的です。

安全対策や環境保全、積載量 (フォワード、トラック等)についても日報で確認し、チェックを行うことができます。日報の記載内容から問題点が判明すれば、現場に是正を指示することができます。

なお、天候、出来事などをメモしておく、現場の思い出も含め、味のある記録ともなります。

① 労務管理・給与計算

日報を出勤簿と位置付けると、各人が記入した作業時間は給与計算の根拠資料です。正確な給与計算のために、日報を付けることは当然のことです。

② 現場別損益の把握

日報の作業記録を基に変動費を計算することができます。日報の作業時間×給与単価で人件費を計算できます。さらに、使用した機械と作業時間を日報に記録し、燃料代を計算します。生産・出荷記録から売上高を計算します。

現場別損益の計算において、日報を基に計算した変動費に、減価償却費等の固定費を加えることで、その現場の損益を把握します。

③ 生産性のボトルネックの把握

日報に工程毎の生産量と作業時間を記録することで、工程毎の生産性を算出し、生産性の低い工程(ボトルネック)を数値として把握します。

④ 安全・品質の管理

ヒヤリハット、作業前のチェック項目、事務所出発時間などの安全・品質を管理するための情報となります。

使用機械（燃料）情報の収集

作業日報

氏名
作業年月日

年 月 日

作業内容と従事した時間を記載

現場名	作業種	作業時間				使用機械	使用時間及び燃料					備考
		開始	終了	～	：		・	Hr			ℓ	
				～	：							ℓ
				～	：							ℓ
				～	：							ℓ
				～	：							ℓ
				～	：							ℓ
				～	：							ℓ

機械のメーターから使用燃料量を記載

ヒヤリハット情報の収集

特記事項(トラブル、反省点など)

トラブルの報告やヒヤリハットの報告を、日報を使って行っている

ヒヤリハットを必ず記入してください

ヒヤリハット 何時ころ	何の作業で	どうなったか

作業前のチェック

現場ごとに作業前チェックを実施

■ 作業前チェック項目(メンバー全員が確認しチェック)

- 小班境界は明確
 作業林分、内容、手順を把握
 機械点検シートのチェック
 安全装置の指差呼称
 ゴミ等が残っていない
 土壌侵食、崩壊等がない
 渓流水が濁っていない
 貴重な動植物がない

備考(

)

(2) 見える化、ボトルネック等

ポイント

- 工程毎の生産性を計算し、ボトルネックとなる工程の改善策を考えます
- 作業量累計のグラフ（流動曲線）で「見える化」します

■ ボトルネックの分析と改善

工程毎に生産性の値を算出すると、生産性の高い工程と低い工程が明確になります。これを踏まえ、生産性の低い工程（ボトルネック）の改善について検討します。

通常、造材（プロセッサ）は大量の材を処理することが出来るため生産性が高くなり、集材（フォワード）は移動に時間がかかるため生産性が低くなります。

このような工程間の生産性の差を、㊸工程数を減らす、㊹各工程の生産性を高める、㊺工程間の連結をスムーズにする、㊻作業員の数を必要最小限にするといった原則を念頭に改善していきます。次のような方法を組み合わせて、改善を図ります。

a. 作業分担の見直し（多能工化）

造材（プロセッサ）が完了しているにもかかわらず、集材（フォワード）が終わっていない場合、造材の担当者が集材も行うといった具合に、柔軟に分担を見直すことで少ない人数で生産量を上げることができ、生産性が向上します。

人が常に生産活動に従事している状況を作ることが重要です。

b. 作業順序の工夫

例えば、チェーンソー伐倒、グラップル木寄せと造材（プロセッサ）を平行的に実施する場合に、プロセッサの造材能力を極力高めるよう、先行して伐倒・集材を行います。

c. 機械の配置

多能工化や作業順序の工夫を考えたときに、機械がないために人が遊んでしまう、フォワードの輸送量がどうしてもネックになるといった場合には、機械の台数や性能を検討すべきです。

ただし、機械の台数を増やすと、その分、機械費や人件費もかかってきて、低コスト化につながらない場合がありますので、注意が必要です。

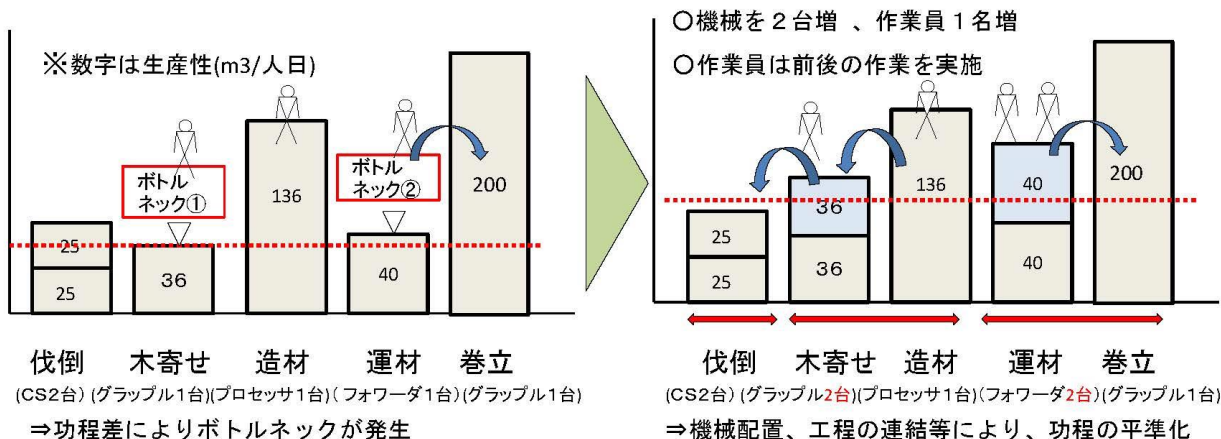
なお、複数の機械を用いる場合、その操作性やメンテナンス等を統一するために同一メーカーに統一することも有効です。

d. 次の工程を考えた作業

各工程の作業は、次の工程の作業がしやすいようにすることが重要です。「木寄せをしやすいように道方向に伐倒する」、「運材をしやすい場所・向きに造材した材を材種ごとに積み上げる」といった基本的なことで生産性が向上します。

また、作業が止まらないようにトラックの配置や機械のメンテナンスを怠らないことも重要です。

○ボトルネック改善の1例 (イメージ)



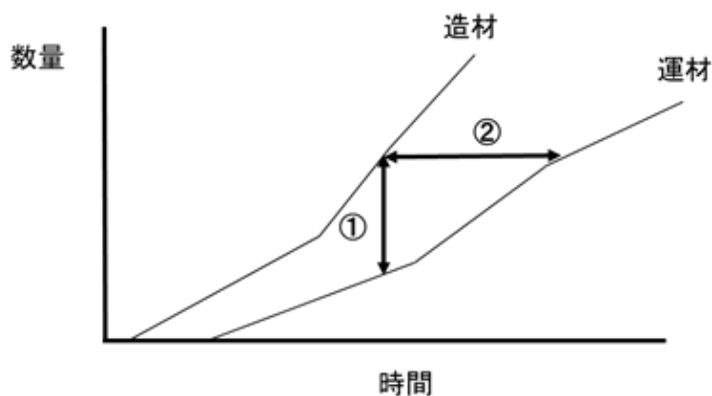
注：林野庁業務資料より

■ 作業累計のグラフ (流動曲線)

【例】作業量や搬出までの時間 (リードタイム) の把握

下図は造材 (プロセッサ) と運材 (フォワーダ) の関係をそれぞれの工程の作業量累計のグラフ (流動曲線) を用いて模式的に表現したものです。

- ①は、造材と運材の作業量の差で、未搬出の木材 (林内に溜まっている木材) の量です。
- ②は、材が林内に置かれている時間 (搬出までの期間：リードタイム) です。



注：林野庁業務資料より

造材の傾きに対して運材の傾きが小さい (開きが大きい) 場合、時間の経過とともに①、②とも大きくなって行き、作業道脇や作業ポイントなどの林内に材が溜まって行き、造材からフォワーダによる運搬までの時間が開いていくこととなります。

木材を溜めてから搬出する方法とコンスタントに搬出する方法のどちらが有利かは、様々な条件によって異なると考えられますが、大雨や大雪等によって伐倒した木材の搬出が困難となるリスクや土場における巻立の効率や安全性、運材トラックの手配などにも留意が必要です。

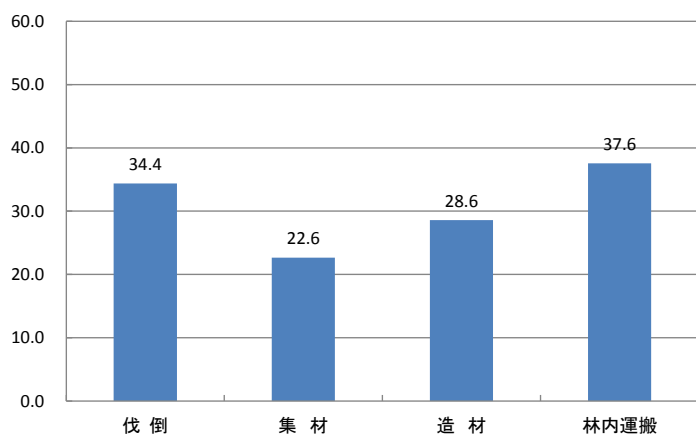
【工程別作業量や流動曲線（各工程の作業量累計のグラフ）の実例】

○ 例 1

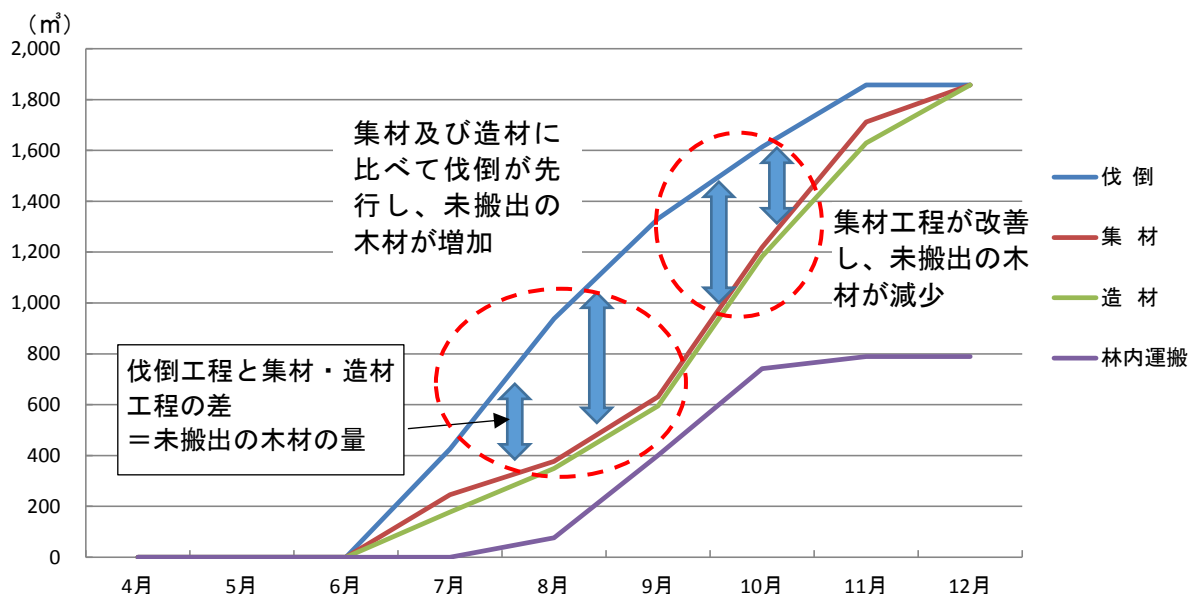
当該事業地は、皆伐-タワーヤード集材による架線系システムと作業道による車両系システムの組み合わせ。伐倒が先行し、集材・造材が次第に追いついていく形となっています。

事業当初は伐倒工程に比べて集材工程が低く、その差（=仕掛量（未搬出の木材の量））が拡大し、林内に溜まった未搬出の木材の量が増加していますが、10月から集材工程が改善し、林内に溜まった材が減少していることが分かります。集材された材は速やかに造材されています。（注：意図的に先行伐採する場合があります。）

① 工程別作業量（m³/日）（事業期間中の平均）



② 流動曲線（各工程の作業量累計のグラフ）



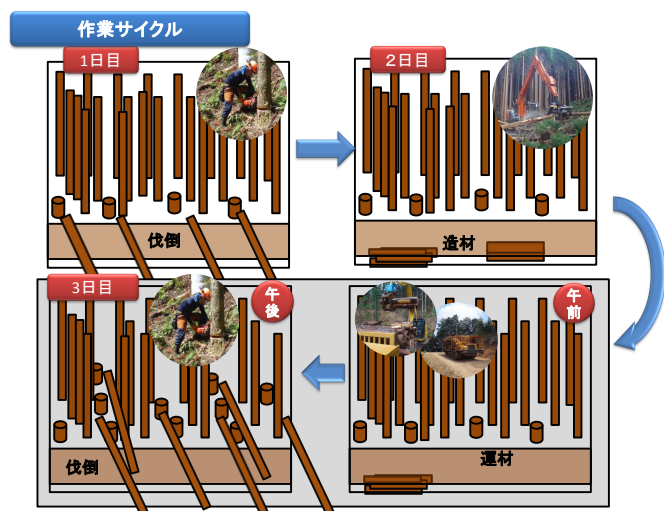
注：林野庁業務資料より

○ 例2

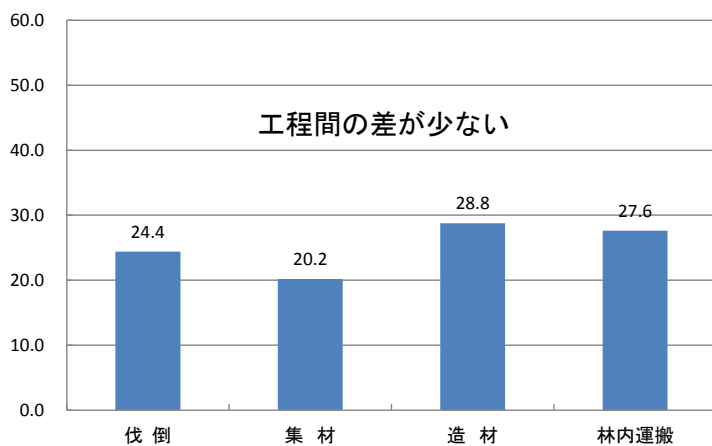
車両系作業システムによる間伐で、伐倒、集材、造材、林内運搬を3日間のサイクルで実行することを基本とする例です。

伐倒、造材、林内運搬の工程の差が殆どなく、林内に木材が溜まらず、林内運搬までの期間も短いことが分かります。

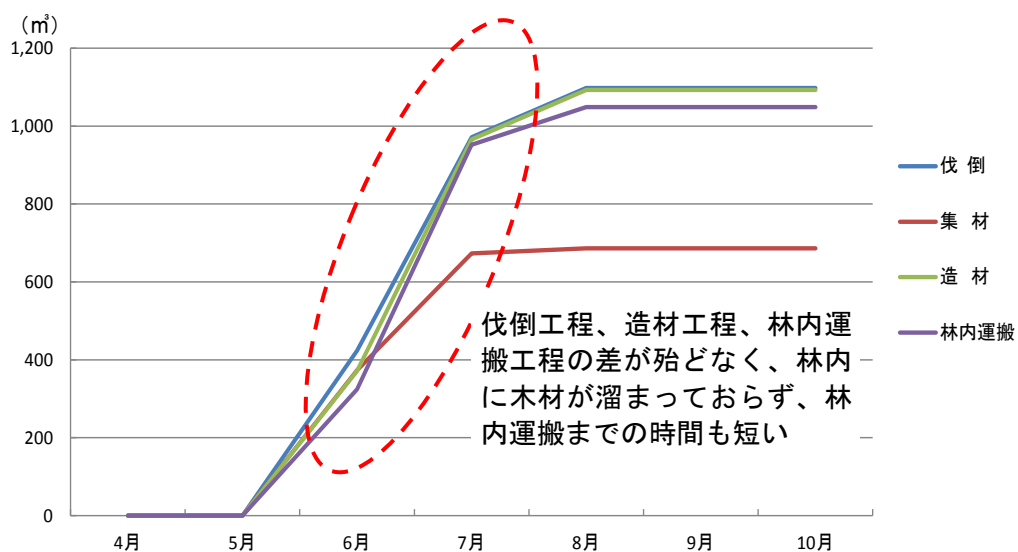
注：林野庁業務資料より



① 工程別作業量 (m³/日)



② 流動曲線 (各工程の作業量累計のグラフ)



注：林野庁業務資料より

3 工程管理の応用

(1) 作業計画と進捗管理

ポイント

- 現場の全期間の計画、月毎の計画、週や日ごとの計画を策定します
- 各段階で目標に達していない場合は、原因を検討し対策を講じます（PDCAの実行）

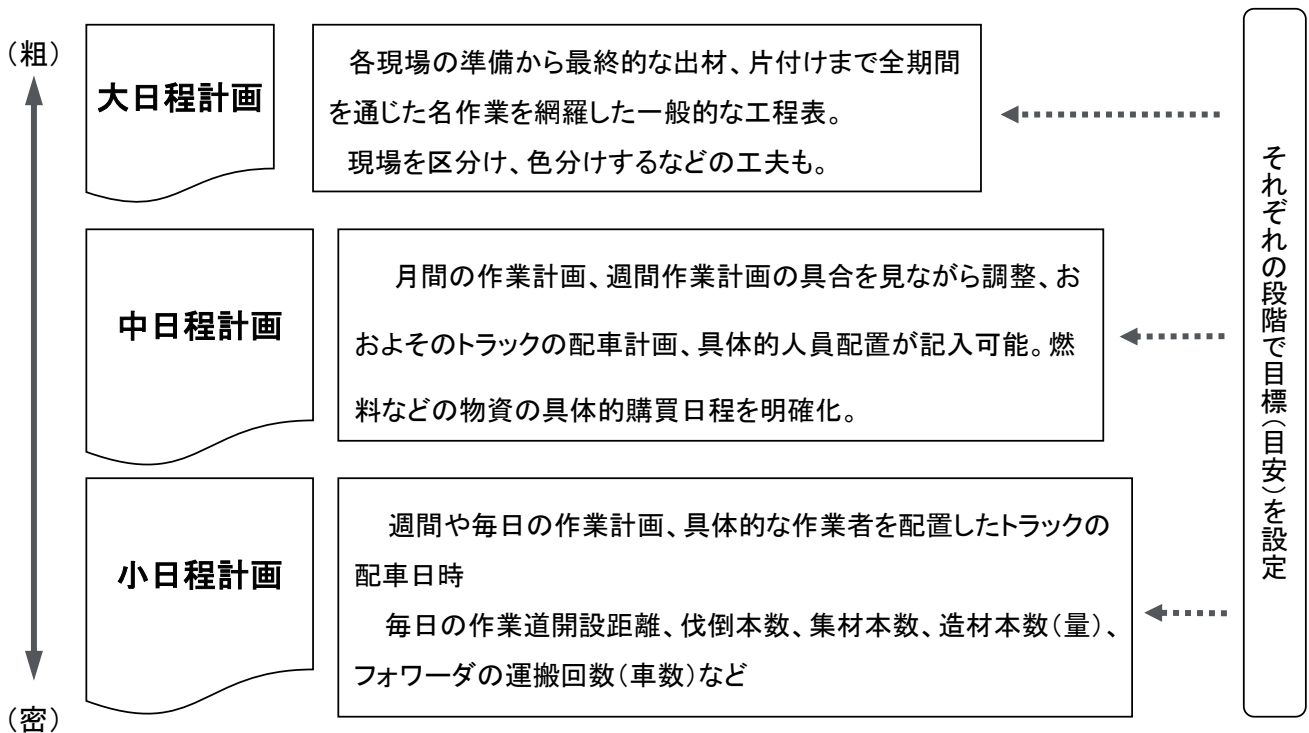
■作業計画の必要性

期間内に作業を効率的に行うためには、作業の進捗管理を行い、問題があればその原因等を把握し、早目に対処する必要があります。作業が予定どおりかどうか分かるように「見える化」し、経営者・現場監督・作業員が認識を共有できるよう、作業計画を作成しPDCAサイクル(25～26頁参照)で管理すること等が有効と考えられます。

作業計画は、作業の全工程を網羅的に一覧化した計画、月間や週間で区切りを詳細化した計画、さらに週間や日次に詳細化した計画の順に、粗い計画から綿密な計画（下図では、大日程計画、中日程計画、小日程計画）に落とし込んでいきます。

これにより、日々やるべきことを明確にすることで、最終的な達成水準に対する現在の状況を関係者が共有できるようになります。

段階的な作業計画



注：林野庁業務資料より

■ エリア区分することによる進捗状況の「見える化」

作業地エリアを図化することにより作業の進捗状況が分かりやすくなります。

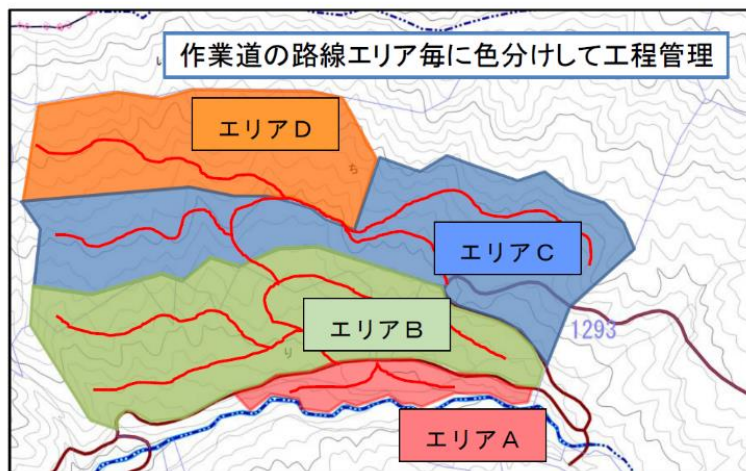
全体の計画を作業道の路線や河川を基本として事業実施エリアを色分け表示し、計画・実行の対比をしやすい例があります。管理者はもとより作業者にとってもエリア毎に進捗状況を把握する有効な手法となっています。

工程管理のためのエリア区分例

事業体 A (参考：生産性 H21～26 約 2～5m³/人日、H27 年度 (本事例) 9.25m³/人日)

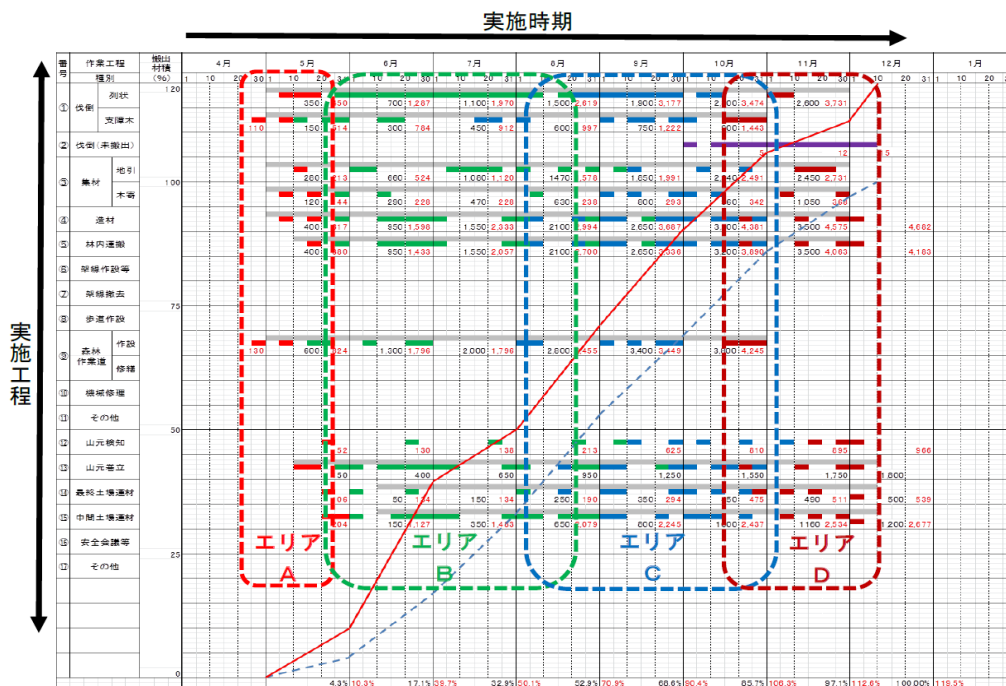
H26 林地傾斜 21 度 単木材積 0.57m³/本 生産性 5.42m³/人日

H27 林地傾斜 20 度 単木材積 0.48m³/本 生産性 9.25m³/人日



※エリアA→エリアB→エリアC→エリアDの順に進行

エリアごとの進捗管理例



※黒数字が計画、赤数字が実行量

注：林野庁業務資料より

■月別進捗管理の例

計画を達成するため、常に進捗状況を把握し、必要な改善を行います。

日報のデータを集計し、週別、月別の作業状況を整理します。定期的に、作業量、投入人工数、生産性を数字でチェックすることにより、その現場での進捗管理の課題等がはっきりしてきます。

下例のように、生産性を算出することにより、ボトルネックの原因が明確になります。

○月の作業状況(取りまとめ例)

作業地：
予定生産量：
事業期間：H00. 0. 0 ~ 0. 0

作業工程	実働日	第1週	第2週	第3週	第4週	総時間 <時間> (a)	人工数 <人日> (A=a/8)	作業量 <m3> (B)	生産性 <m3/人日> (B/A)
		3~7	10~15	18~22	24~29				
		5日	6日	5日	5日				
伐倒	チェーンソー	96	96	80	112	384	48.0	1200	25.0
	ハーベスタ								
木寄せ・集材	グラップル	84	48	48	48	228	28.5	1100	38.6
	架線								
造材	プロセッサ	2	22	16	4	44	5.5	910	165.5
	チェーンソー								
運材(フォワーダ)		14	62	50	54	180	22.5	900	40.0
作業道作設・修繕		32	36	30	42	140	17.5	4000m	
巻立て(グラップル)			12	10	14	36	4.5	900	200.0
架線・撤収									
機械搬入・搬出									
踏査		10	10	2	10	32	4.0		
打合せ		2	2	2	3	9	1.1		
その他				2	1	3	0.4		
計(時間)		240	288	240	288	1056	132.0	900	6.8
計(人日)		30.0	36.0	30.0	36.0	132.0		900	6.8

注：林野庁業務資料より

(2) PDCA サイクル

ポイント

- PDCA サイクルを効果的に回すことで、改善の仕組みができます

■ PDCA サイクルとは

PDCA サイクルは、事業活動における生産管理や品質管理などの管理業務を円滑に進める手法の一つです。Plan（計画をする）→Do（実行する）→Check（評価する）→Action（改善する）の4段階を繰り返すことによって、業務を継続的に改善します。

Plan（計画）

設定された目標を達成のために何をすべきか、その方法・手順などの筋道を立てます。誰が、何を、いつまでに、どうやって…など、具体的に数値化することが望ましく、計画は、Check（評価）により繰り返し実行結果とのかい離が検討され、修正することが必要です。

Do（実行）

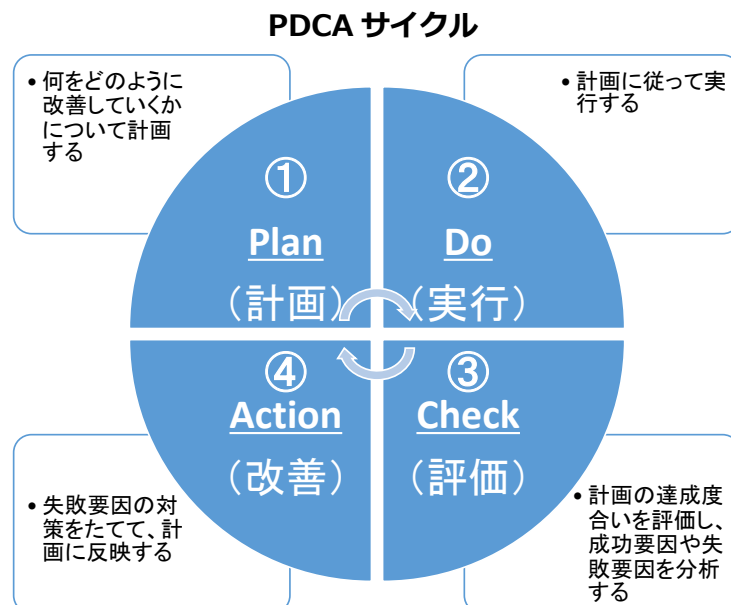
計画した方法や手順を意識し、目標達成につながるように業務を実施します。計画がしっかり実行できているか確認します。

Check（評価）

計画に沿った実行ができたかを検証します。実行した結果が良かったのか悪かったのかを判断します。その時に、数値で評価ができれば、より正確な分析となります。

Action（改善）

評価の段階で検証・分析した内容をもとに、どうすればより良く仕事ができるか、効率や品質について見直します。見直した内容を、次の計画に的確に反映させます。



■ PDCA の留意点

PDCA の留意点として、以下のような点が挙げられます。

① PDCA の計画（P）は最初はたたき台であり、まずはたたき台を作成し、現場で想定できないことが起こった場合には（D）、これに迅速・柔軟に対応し（C）、計画を見直す必要があります（A）。

PDCA は、事前に計画を作り、定期的に見直すことで進行管理しやすい業務には向いています。作業条件が刻々と変わる現場では瞬時の判断が必要であり、じっくり計画を作るというやり方は馴染まない場合があります。このため、PDCA のサイクルも、毎日、あるいは週単位といった短時間で回していく必要もでてきます。

PDCA は改善のための道具の一つであり、Pがお題目とならないよう、繰り返し回して計画と実行の
かい離を見つける必要があります。

② PDCA を行うことだけで満足しないようにしましょう。

PDCA は、生産性向上を図る場合に必要な一つの手法ではありますが、実施したからといって生産性が向上するというものではありません。これは、工程管理が生産性向上に必要でも、工程管理だけをすれば生産性が向上するわけではないのと同じです。

また、PDCA により、計画・管理・情報がきれいに整理されますが、作業そのもの(整理する作業と費やす時間)に満足し、形式的に行われる危険性もあります。

悪い PDCA サイクルの例として、現状と乖離した計画 ⇒ 責任をもたない実行 ⇒ 甘いチェック、情報操作 ⇒ 検証せず次の段階に移行、といった実例が見られます。取り繕いがちになると PDCA は形骸化します。

継続的な改善を不断に続けていくという PDCA の本来の目的を、関係者が正しく認識して取り組むことが重要です。

(3) 改善の視点 -ECRS の原則-

ポイント

- 「ECRS の原則」で工程を見直しましょう
- なぜ？を繰り返して真の原因を突き止めます

■ ECRS の原則とは

ECRS の原則とは、作業の改善をするための順番と視点を示したものです。

現場には、改善の対象がたくさんあります。例えば、生産される丸太が滞貨している、作業の待ち時間がある、機械が遊んでいるといった場合、どこかに問題(無駄、無理)があります。このような改善の必要性を意識し、不断に改善していくことが重要です。

ECRS の原則によって得られる改善効果は、一般的に E が最も大きく、C、R、S の順に小さくなるとされています。

Eliminate (排除)

無駄な工程や作業がないかをチェックし、付加価値の小さい業務をなくすことです。伐倒・集材・造材等の木を扱う作業は付加価値を生みますが、作業の待ち時間や人の移動は付加価値を生みません。

Combine (統合)

複数の工程や作業を一つにまとめられないかをチェックし、まとめて業務を実施することで効率化を図ります。具体的には、類似する作業工程を一つに集約すると、必要な設備・工具等を減らすことができ、作業者個人の負担も軽減することが期待できます。

Rearrange (交換・順序変え)

工程や作業の順序の変更はできないかをチェックし、順序を変更することにより業務の効率化を図ります。具体的には、作業順序・作業場所・担当作業者を入れ替えることで、工程順序や作業スペースの適正化が見込まれます。また、準備・片づけ業務の効率化が期待できます。

Simplify (簡素化)

複雑な工程や作業を単純化することはできないかをチェックし、より簡単な作業に変換します。具体的には、作業を標準化して誰でもできるようにする効果やミスを防ぐ効果が見込まれます。また、単純であれば判断する時間の節約が期待できます。安全作業にもつながっていきます。

注：「生産管理の基本としくみ」（田島悟、2010）参照

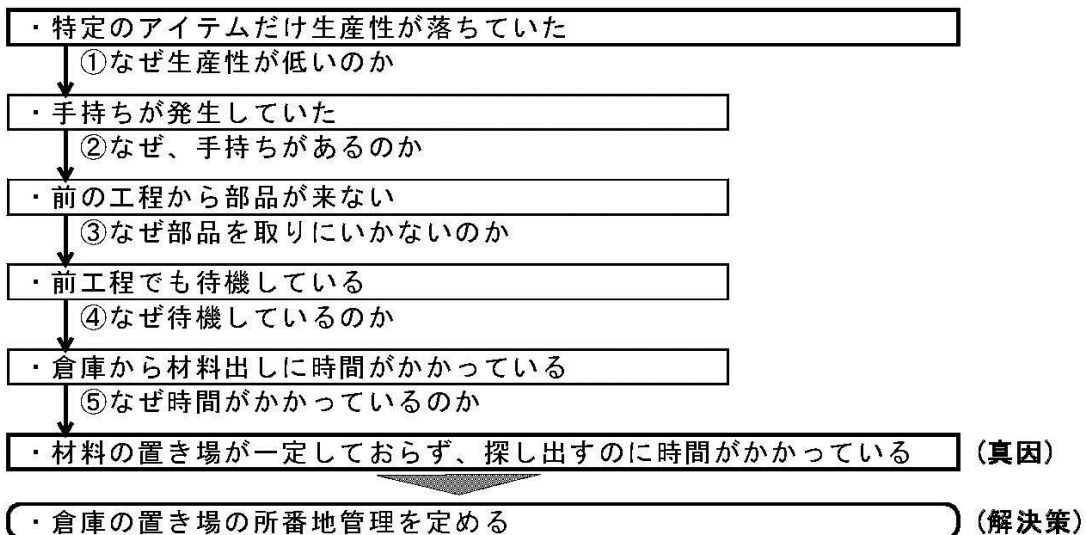
■ 5回のなぜ

トヨタ生産方式においては、原因を追及する場合、「なぜ、なぜ・・・」と5回繰り返すことを鉄則としており、これは、問題の発生に関して、真の原因(真因)をつかみ、再発防止を完全に行うためとされています。

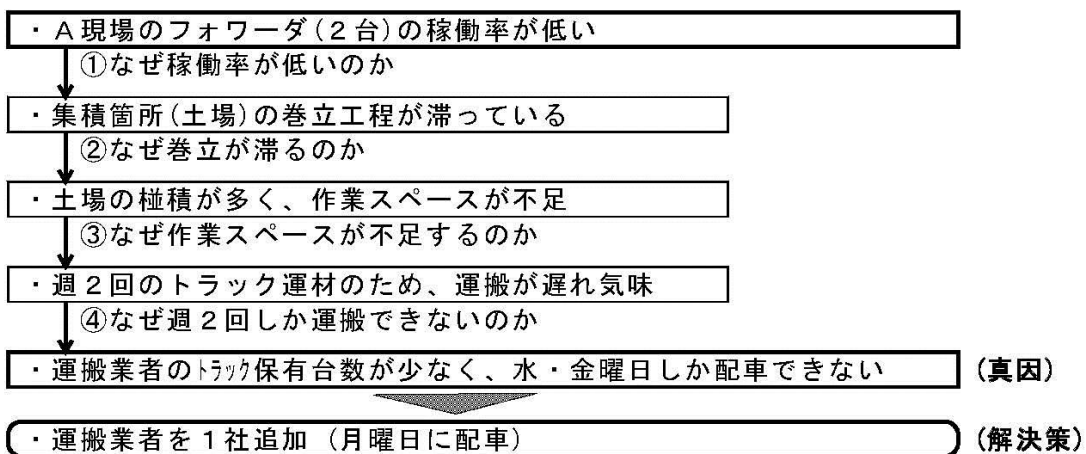
5回繰り返す理由は何か。原因を短絡的、又は表面的に考えないようにするためです。5回程度問えば、途中で思考停止することもなく、改善すべきポイントにたどり着けるということです。したがって、必ずしも5回でなくてもかまいません。大事なのは考え抜くということです。

現実には、原因が複数あり一つに特定できない場合もあります。この方法は、最も関係あると思われる原因を挙げ、その状態となった主な理由を究明していきます。重点化し、シンプルに考えることで、当面の改善点がはっきりします。このステップを繰り返すことで、様々な問題点を取り除き、全体を改善することができるようになります。

< 5回のなぜ / 例 >



< 生産現場では・・・ > 4回の「なぜ」で解決策にたどり着く例です。



注:林野庁業務資料より

(4) 現場が動く仕組み

ポイント

- 経営者は目標や達成方法を明確に示し、部下がこれらを理解し、自ら実践する体制にすることで現場が動きます

■ 取組が成功する条件

林業は、現場の様々な条件下で行う作業であり、細かく、定型化されたマニュアルに基づく仕事ではありません。このため、現場が自主的、かつ臨機応変に対応して、効率性の高い仕事をする必要があります。

生産性向上に取り組む理由、そして、手法である工程管理のやり方について、経営者と職員が共通の認識をもって取り組むことが重要と考えられます。

注：「生産性を向上させる 80 カ条」(坪野克彦氏)、「米軍式 人を動かすマネジメント」(田中靖治氏)を参考に作成

経営者に求められる姿勢

- 経営者は方針を明確にする。
 - ・ 何のために、どのような理由で、どのような成果を得るかを説明する。
 - ・ 目標を具体的に示す(数量、品質、時間)。目標は中途半端なものではなく、本気度が伝わるものであること。
 - ・ 仕事のルールを明確にする(規則、報告義務等)。
- 細部は部下に委ねる。
 - ・ 大筋を示す。部下が自ら実践する仕組みとする。
 - ・ 計画は硬直的でなく、現場で臨機応変に調整できる余地を残す。
- 成果を上げた職員については、給料を高くすること等を明確にする。

職員に求められる姿勢

- 仕事の目的を理解し、その成果を得る努力をする。
 - ・ 仕事の目標について十分理解する。チームで達成するという意識を持つ。
 - ・ 日々改善する。現場をよく観察し、細かい改善努力を積み上げていく。
 - ・ 改善の結果をはっきり認識する。
- 高度で専門性の高い仕事をしているというプライドを持つ。
- ルールを守り、仕事に専念する。
- いい仕事に対して、正々堂々と成功報酬を求める。

取組を妨げる原因

※一般ルール(安全対策、手続き、環境保全、会計経理、倫理等)を守ることは当然ですが、次のような状況があると取組成果があがりにくいと思われます。

- ・現状と乖離した無理な計画
- ・約束(コミットメント)しない体質 (精神論のみ、具体目標なし等)
- ・受身体質 (自分以外のせいにして逃げる姿勢など)
- ・管理依存 (言われたことだけやる。大事なことをしない等)
- ・監督や検証が不足 (ごまかし、つくろいができる。チェックされない等)
- ・事実誤認、独善 (努力したことが正当に評価されない等) 等

■生産性向上の取組に係る評価シート

生産性向上がうまくいくような仕組みとなっているか、概括的に評価することが重要です。

評価項目等を定め、定期的にチェックすることが有効と思われます。次頁と次々頁に参考例を示しました。

本シートでは、①目標の設定、②具体的な改善手法、③改善意識の共有、④安全確保、⑤その他で、50項目をチェック項目としました。このような評価項目が十分満たされていれば、現場は機能し、自ずと改善が図られる組織といえるのではないのでしょうか。

このうち、安全に関しては、生産性向上に不可分の関係にあります。事故や怪我が発生しますと、事業体にとって物的、人的な損失となり、現場作業は中断します。また、生産性の高い作業とは、無理、ムダがなく、シンプルな作業という合理性をもっていますので、安全面の向上も期待できます。

生産性向上の取組に係る評価シート（参考例）

評価シートにある項目を三段階で評価（良い○、普通△、悪い×）としていますが、×に該当した項目は、改善策の検討に優先的に着手する必要があります。

なお、○を2点、△を1点、×を0点として計算して集計したものを評価点とすることもできます（満点の場合は100点）。

【評価シート1】

No.	分類	項目	三段階評価		
			○	△	×
1	① 目標の設定	事業体としての生産性等目標を定めているか。			
2		現在の事業地の生産性等の目標を定めているか。			
3		週単位での目標を明らかにしているか。			
4		作業種ごと（伐倒、木寄せ、造材、集材等）の日々の生産性の目標を定めているか。			
5		作業員が生産性等の目標を認識しているか。			
6		生産性等の将来目標は意欲的に設定しているか。			
7	(達成状況)	事業体の年間目標は達成すると見込まれるか。			
8		生産性等の達成状況を見える化しているか。			
9		作業員が生産性等の達成状況を認識しているか。			
10	(モチベーション)	目標を達成すると、経営改善の効果があることを具体的な数値で説明しているか。			
11		目標を達成すると、作業員に成功報酬が与えられる仕組みとなっているか。			
12		職員が仕事に自信とプライドが持っているか。			
13	② 具体的な改善手法	毎日、作業前のミーティング等を行っているか。			
14		全ての作業員が、打合せの内容を理解しているか。			
15		作業後に、当日の達成状況を確認し、共通の認識をしているか。			
16		作業の進捗状況を「見える化」しているか。			
17	(作業日報)	毎日、作業日報をつけているか。			
18		日報で、工程別の生産性等を把握できるか。			
19		作業日報を分析し、作業改善に活用しているか。			
20		機械や人の配置に無駄はないか。			
21	(ボトルネック)	現在の作業のボトルネックを認識しているか。			
22		ボトルネックの解消方を検討しているか。			
23		ボトルネックは改善、又は解消されているか。			
24		機械と人の配置を柔軟に変更しているか。			
25		経営者は、作業を改善した者を評価しているか。			

【評価シート2】

No.	分類	項目	三段階評価		
			○	△	×
26	(進行管理)	現場代理人は、定期的に生産性等を分析し、経営者に報告しているか。			
27		経営者は、生産性の達成状況等を理解しているか。			
28		経営者は、作業の改善等に向け、現場代理人に的確に指示しているか。			
29		経営者と現場の打合せは、十分行われているか。			
30	③改善意識の共有	経営者と現場の信頼関係は高いか。			
31		経営者は、先進事業体の情報を示すなど、作業員の改善意欲を促しているか。			
32		先進事業体の現場を見学するなどして、職員全体で研鑽しているか。			
33		経営者は、高性能機械の導入など、将来の経営意欲を説明しているか。			
34	(自主的な改善)	経営者は現場改善が機能する体制を作っているか。			
35		現場職員は、自主改善の高い意識をもっているか。			
36		作業員は、指示待ちではなく、現場状況を観察して、現場改善を実践しているか。			
38		作業員は、次の工程を考えて最適な作業をしているか。			
39	④安全確保	経営者から現場末端まで安全第一を徹底しているか。(安全旗掲揚等)			
40		災害防止のために必要な装備、服装をしているか。(ヘルメット、防護衣)			
41		リスクアセスメントを実施し、改善しているか。			
42		危険予知活動、指差し呼称に取り組んでいるか。			
43		危険有害業務従事者安全教育を実施しているか。(チェーンソー作業従事者に5年毎の安全教育を実施)			
44		安全活動、安全教育訓練の内容を定期的に見直しているか。			
45		定期的に健康診断を実施するなど職員の体調管理に努めているか。			
46		事故や怪我のない職場を実現しているか。			
47	⑤その他	機械の機種選択やメンテナンスはよいか。			
48		路網を適切に配置し、強固にしているか。			
49		環境を保全する作業方法を採用しているか。			
50		森林所有者の意向等を踏まえているか。			
		計 (該当した項目の数)	A	B	C

注:林野庁業務資料より

第 2 章 生産性向上の実践例

1 事例からみる改善ポイント

(1) 経営の視点

ポイント

- 経営理念や従業員の考え方に応じて、評価制度を工夫します
- コミュニケーションを密にとって現場の進捗と課題を把握します
- 多能工化のためには積極的な人材育成を行う必要があります
- ICTを活用することで事務処理の効率化と現状把握・分析力を強化します

■評価とモチベーション

個々人のモチベーションが高い組織が、高い成果を上げることに異論はないでしょう。モチベーションを高めるためには、従業員の欲求にうまく答えることが大切です。

今回、生産性向上を実践している10事業体の現地調査を行いました。各事業委の経営理念や従業員の個性に応じて、それぞれの工夫がなされ、例えば、次のような取組があげられます。評価制度を工夫することが必要です。

- ・ ボーナスと連動する。班単位で一人当たりの月の生産量を決めて、それを超えた分は従業員に還元（ヨシナリ林業）
- ・ 能力評価（頑張り、技量）をみて決める（速水林業）
- ・ 生産量と給料は直接的にはリンクさせず、成績、意欲、態度等を総合的に評価している。現場が違うので、同一労働内容が同一売り上げにならない。評価は、班長、作業員両方に対して行っている（佐藤木材工業）
- ・ 人事評価が給与や賞与にリンクしている（飛騨市森林組合）
- ・ 評価を賞与に反映させている（北信州森林組合）
- ・ 現場代理人の評価は現場が安全に終わることを重視（八木木材）

■コミュニケーション

賃金、作業環境などの客観的条件とともに、職場での人間関係（仲間意識）が重要であるという経営学の知見があります。一定の雇用条件の下で、よい人間関係を作って気持ちよく仕事ができることで、モチベーションが高まり、生産性も向上するということです。

現地調査においても、「チームリーダーに自ら考えさせる」「議論する職場づくり」「夕方に帰社しコミュニケーションをとる」といった方針が聞かれ、従業員の人間関係も良好であるという声が多く聞かれました。コミュニケーションを高めることにより、現場の進捗や課題を適時に把握することができ、風通しの良い組織となります。

- ・ 林産課課長補佐が日報の集計情報を確認し、さらに現場の途中経過、特に原木のたまり具合を電話等で確認し、毎日、チームリーダーと現場進捗について確認（飛騨市森林組合）
- ・ 夕方に必ず事務所に作業員を帰所させミーティングを行うことで関係が良好になった（佐藤木材工業）
- ・ 同世代の作業員による班を構成し、議論しやすい環境をつくる（ヨシナリ林業）

■人材育成

1名の作業員で全ての工程の作業が出来る（多能工化）は、生産性向上に有効です。

このためには、人材育成を行う必要があります。若手を新しい業務に挑戦させることは、一時的には生産性が低くなるかもしれませんが、人材育成を将来のための投資と考えて、積極的にチャレンジさせる方針を持つ事業体がみられます。個人のスキルを高めることは、組織の生産性を向上させるだけでなく、個人のモチベーション向上にもつながります。

- ・ 事務所で作業班とは毎日、朝礼をするが、作業指示は敢えて出さず、班長に生産効率の良い方法を考えさせることを重視（飛騨市森林組合）
- ・ 作業員には何でもこなせるように指導（ヨシナリ林業）
- ・ 数字の作り方や伝え方を班長会議や全体会議の場で議論（速水林業）
- ・ 作業班の育成を目的として、ベテラン職員がいる班に若手を配置（北信州森林組合）

■ICTの活用

ICT（Information and Communication Technology；情報通信技術）を活用することで、入力作業を削減できる、情報をビジュアル化できる、リアルタイムで集計できる、現場で入力・閲覧可能になる等のメリットがあります。効率化と分析力強化は生産性向上の一助になるでしょう。

ICTは林業の現場でも大きな変化を生み出すことが期待され、実際に導入する事例が増えています。

- ・ 作業日報を電子処理（スマートフォンアプリで入力等）（久大林産、北信州森林組合）
- ・ 検収システムで流通改善（北信州森林組合）

(2) 日報の活用

ポイント

- 事例調査を行った全ての事業体で日報が作成されています
- 活用しやすく、工程管理に役立つ日報にすることが重要です。

■ 日報の活用状況

今回、事例調査を行ったすべての事業体において、日報が作成されていました。改良がなされ、シンプルでより有用なものになっています。

日報は、同じものや定型的なパターンはなく、事業体ごとに異なりますが、経営者や現場代理人の考え方、また、作業条件や作業方式が異なること等を踏まえ、必要な内容が選択されています。日報が給与の計算のための出勤記録の役割を果たしているということは、全ての事業体に共通していました。具体的には作業時間や出退勤時間を記入しています。

日報の項目としては、以下のようなものがありました。

(作業内容)

- ・ 記入者、作業日、作業場所、作業時間（日単位や時間単位）、作業区分を記入します。
- ・ 作業区分の詳細さは、事業体によって様々です。作業内容を自由記述する日報もあれば選択肢を設けている事業体もあります。

(機械・燃料・原料等の使用状況)

- ・ 使用機械名、使用時間、燃料種類・使用量（概算）

(安全・品質の情報)

- ・ 特記事項、トラブル、反省点、ヒヤリハット（どの作業で何が起きたか）
- ・ 作業前のチェック項目（メンバー全員が確認しチェック）、環境・品質・安全に関するチェック

(生産量)

- ・ 伐採本数、造材数量（m）、運搬量、作業道開設距離
- ・ トラック運搬の回数から大まかな生産量を把握する、本数からmを推計するなど事業体の状況にあった簡便な方法を採用することもできます。

■ 今後の課題

生産性管理のために日報を付けるという使われ方はしていませんでした。生産性のある程度計算できるようになっているものもありますが、日報自体からは生産性の詳細な分析は行われていないということです。

この理由を考えてみます。生産性は分かっているので日報で確認する必要はないのかもしれませんが、生産性を把握する必要性を認識していないということも考えられます。

11頁で生産性とコストの双曲線をみましたが、生産性が高く、コストが安定している事業体について

は、日々の作業効率をそれほど気にせず生産できます。要所だけを捉えて、現場に作業指示をすればよいということかも知れません。一方、生産性が低くても事業体の経営に支障がない場合等は、生産性を高める動機は働かず、まして、詳細なデータを使って分析することにはならないものと思われます。

ここに議論の余地があると考えます。戦後から昭和の時代は木材価格が高く、生産性の低さは問題になりませんでした。木材価格が下がり、国際競争が厳しくなっている現在、我が国では生産性を飛躍的に高める必要があります（第3章の4を参照）。このため、製造業の手法等を参考にして、緻密なデータ管理により、ムダを削り、生産性とコストを高める必要性が高まっています（第1章参照）。

その基礎となるものが日報であり、日々の作業状況（労働投入量とその成果）のデータを客観的に分析し、改善につなげる取組の出発点となります。

日報による工程管理等を進める場合、次のような点に留意する必要があります。①生産性の目標があり、その達成に向け日報に必要な情報を記録するということが明確に理解されること（必要性）、②記入や分析に要する時間を最小限にするため、項目を絞り、集計は自動化すること（手間のかからない方法）、③集計したり分析した結果を、「見える化」したり、改善方法や作業量を具体的に示し、改善ポイント等がはっきり分かるようにすること（効果、利便性）。

日報の必要性が認識された上で、日報が現場に定着し、役立つものとなるよう、日報とその活用手法を工夫し、進化させることが重要と思われます。

(3) 現場での工夫

ポイント

- 多能工化で柔軟な作業変更を可能にします
- 機械メンテナンスを自前で行うことで、故障の際のロスを最小限にします
- 土場に材が滞留しないようにトラック輸送の配車方法を工夫します
- 次の工程を考えた機械の配置を行います

■多能工化

- ・ 班という概念がなく、状況に応じて2人、3人、4人で作業を行うが、オールマイティ化を実現できているからこそ作業員の配置を臨機応変に変えることができます。(八木木材)

■生産性の高い機械の能力を活かす

- ・ ハーベスタがフルに動けるように道を作り、木寄せを効率化するのがポイント。(佐藤木材工業)
- ・ プロセッサを移動させて常に稼働するように作業工程が組みられています。(飛騨市森林組合)

■仕分け・積み込み

- ・ 山元土場にてグラブで仕分け積み込み作業を行う際、下に丸太を噛ませて地上高を高め、視認しやすくして、トラックへの効率的な積み込みができるようにしています。(飛騨市森林組合)
- ・ 造材時に低質材、材長(2m、4m)で大まかに仕分けをし、山元土場においては、樹種とグレードに応じて、より細かく仕分けをしています。(下久保林業)
- ・ 狭い山元土場でも効率よくグレードごとに原木を仕分けするために、鉄骨製支柱を使用しています。(飛騨市森林組合)

■メンテナンスの内部化

- ・ 機械のメンテナンス及び改造を自社で行なっています。スタッフがメンテナンス担当も兼ねており、機械の不具合による作業停止が起こらないようにしています。また、不具合が発生したら、すぐに修理できる体制にしています。(速水林業)

■トラック輸送の配車

- ・ トラックの配車は飛騨市森林組合が自前で采配しており、運送は自社車両と専属の運送会社を併用しています。それにより、土場が十分に作れない現場においてすぐに満杯になってしまう原木をジャストインタイムで運搬させることにつながっており、現場が止まらずに生産性を高く維持できています。(飛騨市森林組合)

■地図上の目印

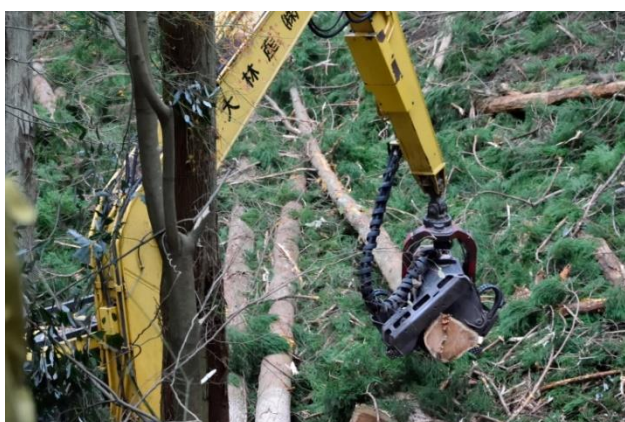
- 全員に無線機を持たせており、かつ、現場の主要な作業道の分岐点で目印となる木に番号を振り、それを地図に落としています。このような工夫を行うことにより、班員との進捗報告では、地図上の何々番まで作業が進んだというようなやり取りができ、進捗確認がやりやすくなります。(佐藤木材工業)



(タワーヤード)



(グラップル)



(ハーベスタ)



(原木量把握アプリ)

2 事業体の取組（10 事例）

(1) 現場職員の意識改善、機械稼働の独立化

佐藤木材工業株式会社（北海道）

ポイント

- 始業時、現場地図上に目印を示し、位置を確認しやすくし、無線で進捗を把握
- 月2回の会議を開き、現場設計や改善案を議論し課題等を共有

■ 素材生産の作業システム

車両系では、2パターンで作業を行っています。

一つは、グラップルで集材し、ハーベスタで造材し、フォワーダで運材するパターンで、全体の9割、



もう一つは、ハーベスタで伐倒・造材、フォワーダで運材するパターンです。



作業は、ほとんどが間伐、立木販売の場合は、一部皆伐です。生産性は7.6m³/人日で、作業現場（国有林、公有林、自社所有林）によって幅があります。（生産性は、作業設計、作業道開設、伐出、後片付けまでの工程を含めて計算）

■ 生産性向上の取組

生産性を向上させる条件は、機械化、作業員の教育、現場代理人（班長）の育成であると考えています。外国産の機械も含め積極的に台数を増やし、大型化を図っており、作業員に林業現場の基礎を学ばせるため、ドイツから講師を招いての研修をこれまで2回実施しています。

現在の現場班長は、以前に工場での生産管理を経験しているため、規律性や生産性、段取りに対する改善意識が習慣化しています。

■ 現場作業での効率化の工夫

○ハーベスタがスムーズに稼働できるように作業道を作り、効率的に集材ができるよう工夫しています。



（開設された作業道）



(ハーベスタによる造材)

○以前は、複数の機械の組み合わせによる流れ作業を実施していましたが、一台機械が止まると全体のラインが止まってしまうという問題がありました。このため、現在は機械が独立して作業をするシステムで作業を行なっています。

○全体の進捗の把握は班長が行なっています。現場設計の段階で、班長が主要な作業道の分岐点の目印となる木に番号を振り、それを地図に落としとして全員に共有し、作業が始まると無線の指示により、班員と「地図上の何々番まで作業が進んだ」というようなやり取りができ、進捗確認がしやすくなります。



(現場作業を効率的に管理するための図面)

■生産性向上の課題

機械を増やしたいと考えているものの、そのためオペレーターの養成が課題です。

工程のボトルネックについては、同様の条件の現場で、作業工程ごとに原因を分析しています。

生産性を向上させるための最も重要な要素は班長の現場設計と段取りの差によるものと考えています。



(現場を仕切る班長)

■現場進捗管理の方法

作業員は日報に0.5人日単位で従事作業等を記入し、それを事務員がパソコン入力しています。管理担当が工程毎の分析をし、その結果を社長、現場代理人、作業員に説明をしています。

進捗分析のフィードバックについては、毎日の朝礼のほか、月1回経営指針会議と月2回責任者全員の会議を実施しています。責任者会議の資料は、各班長が作成します。また、社員間、経営者と職員の意思疎通をスムーズにして現場の進捗状況を把握するために、課長は必ず毎日夕方、役付き職員は火曜日と金曜日の夕方に、事務所に戻って打合せすることをルールとしています。

<日報ひな形>

作業日報	氏名	段階	運付遅延	伐倒			木				寄			荷掛			出材予定			材	玉切	巻立	採取	修理	移動	その他	有給	計	時間外									
				チェンソー	ハーベスタ	フェルトン	グラップル	ブルウィン	ブルウィン	グラップル	コンビ	グラップル	D40	D30	コンビス	フォワーダ	G・日																					
平成	年	月	日	現場名			姓名No																															
合計人工																																						
人工当たり																																						
累計人工																																						
累計 m ³																																						
累計人工当たり																																						
進行率			%			%			%			%			%			%			%			%			%			%			%			%		

チャーター																																					
計																																					
人工借り																																					
計																																					

<佐藤木材工業株式会社（北海道）>

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">年間素材取扱量</td> <td style="width: 50%; padding: 5px; text-align: center;">51,900m³</td> </tr> </table>	年間素材取扱量	51,900m ³	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">従業員数合計</td> <td style="width: 50%; padding: 5px; text-align: right;">27名</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="padding: 5px;">正規職員</td> <td style="padding: 5px;">現場職員</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">24名</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">事務職員</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">3名</td> </tr> </table> <p style="margin-top: 20px;">所有機械</p> <p>ハーベスタ・プロセッサ : 8台 (0.45、0.6)</p> <p>フォワーダ : 6台 (ポンセ1台、IHI社のF801が3台)</p> <p>スキッド : 4台 (うち3台がベルテ)</p> <p>ブルドーザー : 7台</p> <p>グラップル : 16台 (グラップルソー含む)</p>	従業員数合計	27名	正規職員	現場職員	24名	事務職員	3名
年間素材取扱量	51,900m ³									
従業員数合計	27名									
正規職員	現場職員	24名								
	事務職員	3名								

(2) 運材工程の改善、現場確認と対話を重視

有限会社下久保林業（青森県）

ポイント

- 運材工程の原木量を確認し効率的な物流を構築
- 機械を自前でメンテナンス・修理することで修繕コストを大幅に削減

■ 素材生産の作業システム

基本は車両系。グラップルで集材、プロセッサで造材し、フォワーダで運材します。山元土場において、グラップルで荷下ろしして作業が完了します。



高密度の作業道（150～200m/ha）であるため、ウインチ集材を必要としない現場が多いのが特徴です。間伐・主伐共に行い、主伐の場合は、約 10m³/人日、間伐の場合は、約 7m³/人日の生産性です。

■ 生産性向上の取組

国有林の請負現場は、間伐作業が 2 巡目に入った関係で、間伐の ha 当たりの材積量が少なくなってきたおり、生産性が上がりにくくなっています。

このような中、生産性の低いフォワーダ運材工程の改善が大事と考えています。

また、伐採現場、中間土場（ストックポイント等）、最終土場の間の原木運搬の調整が重要です。伐採現場や土場の様子に応じて、効率的な原木の運搬とストック場所を効率的に確保する必要があります。

■ 現場作業での効率化の工夫

○造材時に低質材、材長（2m、4m）で大まかに仕分けをし、山元土場では、樹種とグレードに応じてより細かく仕分けをします。



（土場での仕分け）



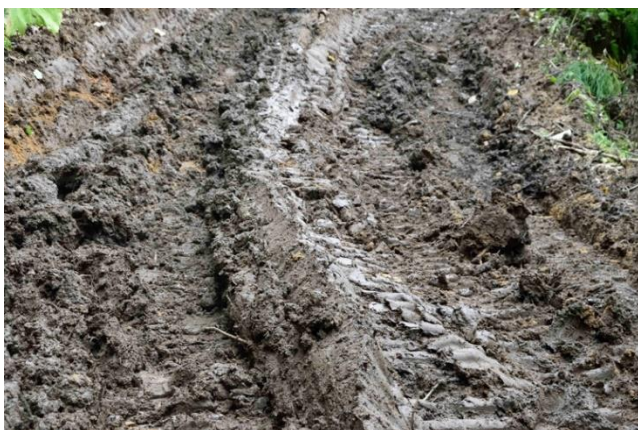
（作業道開設）

○機械の整備は 10 年前から原則としてほぼ全てを自社で行っており、これにより修理完了までの時間が短縮できるとともに、修繕費を大幅に削減できています。

■生産性向上の課題

フォワーダによる運材効率は、天候により変化する路面状況に大きく影響されます。請負作業を実施する地域は火山灰土壌で、土質が極めて悪いため、天候（雨）とそれに伴う路盤の状態がコストを左右する一番の要因になっています。

雨が降って路網がぬかるむと、フォワーダが動けなくなったり、動かしても大幅に効率を落とすこととなります。



(雨で軟弱になった路面)



(作業道に敷き詰められ枝条等)

作業道開設作業はコストがかかりますが、効率的な路線の設計を工夫し、基盤(インフラ)となる作業道を重視して開設できれば、それに続く伐出作業の生産工程は想定どおりに見込めるようになります。

現場の改善については、経営者が職員との日常の会話で、ボトルネック等の課題を把握しています。聞き取った課題に基づいて、随時、人の配置を変えるなどの工夫をしています。

作業状況が最初の想定と大幅に異なる場合、作業班から作業方法の変更提案が出ることもあり、その場合、専務が見直しを図ります。

■現場進捗管理の方法

職員は日報を手書きで記入し、パソコンへの入力は週 1 回行っています。集計結果を専務が確認し、気になる部分は個別に確認しています。

かつては、造材量、伐倒本数等の作業工程毎のデータを細かく取ったこともありましたが、現在では 1 人当たりの工程ごとの基準となる基本的な作業量について把握しており、造材量、伐倒本数等の詳細なデータを取る必要性がなくなっています。このため、日報の項目としては、工程ごとの作業量は記録せずに、工程ごとの作業時間のみを記録するようにしています。

毎日、朝礼と夕礼を行っています。また、専務が頻繁に現場に行き、土場に原木で滞貨している場合は、前後の工程の調整を行い、作業が止まらないようにしています。

<日報ひな形>

作 業 日 報

氏 名 _____
 作業年月日 _____年 ____月 ____日

現場名	作業種	作業時間				使用機械	使用時間及び燃料				備考	
		:		~	:			Hr			ℓ	
		:		~	:			Hr			ℓ	
		:		~	:			Hr			ℓ	
		:		~	:			Hr			ℓ	
		:		~	:			Hr			ℓ	
		:		~	:			Hr			ℓ	

社 長	専 務	代理人

<有限会社下久保林業（青森県）>

年間素材取扱量	31,800m ³	従業員数合計		22名
		正規職員	現場職員	18名
			事務職員	2名
		非正規職員	現場職員	1名
事務職員	1名			

所有機械
 グラップル：16台（0.25クラス2台、0.45クラス14台）
 ハーベスタ：3台（0.45クラス、ポンセ社製のヘッド）
 クローラ：4台（6トンクラス）、1台（5トンクラス）
 クレーン付きトラック：5台

(3) 機種の一貫、自前メンテ、現場に考えさせる

速水林業（三重県）

ポイント

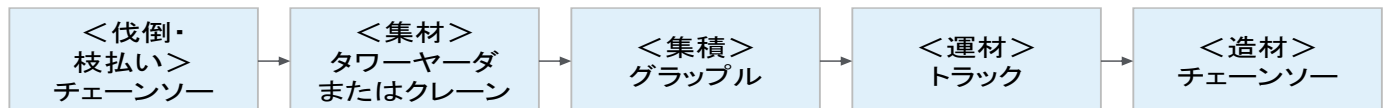
- 同一機種の一貫に一貫、自社でメンテナンスを行い、修繕コストを大幅に削減
- マーケットニーズに合った造材を行うため、造材を土場で実施

■ 素材生産の作業システム

路網方式とタワーヤード方式の2種類で作業。間伐は、チェーンソーで伐倒・枝払いし、タワーヤードまたはクレーンで全幹集材、グラップルで集積、トラックで運材。土場に運搬してからチェーンソーで造材します。

皆伐は、タワーヤードまたはクレーンで全木集材、チェーンソーで枝払いし、原木のサイズ、重量によって全幹又は短幹でトラックにより運材します。

間伐の作業システム



皆伐の作業システム



事業地は、同社所有林と民有林で、所有林は皆伐再生林、民有林は、間伐作業を主体に作業を行なっています。原木の主な販売先は、地元の製材業者や水産養殖業者、原木流通業者、バイオマス原木の集荷業者です。

■ 生産性向上の取組

現場への指示はトップダウンではなく、現場の作業員に考えさせることを心がけた現場環境づくりに努めています。

数値目標をトップダウンで現場に伝えても現場はピンとこないため、作業員にコスト意識や目標の意識を浸透させるよう、数値目標の作り方や伝え方を班長会議や全体会議の場で議論させ、自らが考えるようにしています。

■ 現場作業での効率化の工夫

長年にわたり、現場で細かな工夫を行いながら作業の工夫を行なってきました。

日本で同社にしかない海外製の林業機械1種を含めて多数所有。これらの機械のメンテナンスや修理、改造は、全て自前スタッフで行なっており、機械トラブルに迅速に対応することができ、かつメンテナンスのコストを抑えています。



(4輪ホイール式グラップル)



(価値を高めるため土場で造材)



(集材用のホイール式クレーン)



(尾鷲ヒノキの原木)



(自前メンテナンスのための古い集材機のパーツ)

自前の土場で市を行っています。長材で搬入し、マーケットニーズに合わせた造材は、全て土場に置いてから行っています。平らで広いスペースの方が安全で作業性を高めることができ、それにより価値の高い造材がしやすいからです。

■生産性向上の課題

現在の機械は新車購入し 20 年以上経ったものや、中古で購入したものをフル稼働させるため、修理ができるスタッフがいるとはいえ、もう 1 セット機械があると良いと考えています。

■現場進捗管理の方法

日報は、個人ごとの出勤表と、現場ごとの管理表の 2 種類があります。出勤表は、個人ごとに作業内容や現場、作業量を記すもので、主に給与計算に用いることを目的にしています。

現場ごとの管理表は、作業進捗を確認することを目的とした書類です。これらの日報は、週一回のペースでパソコン入力しています。

<日報ひな形>

作業日	年	月	日	曜日	緊急時待ち合わせ場所
作業地域					班名
作業内容					記入者
難易度	下	中	上		天候

	林区	小班	作業員	作業時刻	作業内容	人日	小班日計	使用道具・機械	スギ	ヒノキ	計
									混合油	チェーンオイル	軽油
1				始 終							
2				始 終							
3				始 終							
4				始 終							
5				始 終							
事務所出発	(24h)			合計人日				合計使用量			
事務所帰着	(24h)							平均			
使用機械	機械	所属	台数	使用車				車種		車番	

■作業前のチェック項目(メンバー全員が確認しチェック)
 小班境界は明確 作業林分、内容、手順を把握 機械点検シートのチェック 安全装備の指差呼称
 ゴミ等が残っていない 土壌侵食、崩壊がない 渓流水が濁っていない 貴重な動植物がいない
 備考()

<速水林業(三重県)>

年間素材取扱量	3,000 m ³	従業員数合計		16名
		正規職員	現場職員	14名
			事務職員	2名

所有機械

タワーヤード：4台(コラー社300：1台、コラー社303：3台)

グラブブル：5台(ベル社製：2台、メルロー社製：3台)

林業用クレーン：5台

(4) 班単位での生産性向上努力を給与等に反映

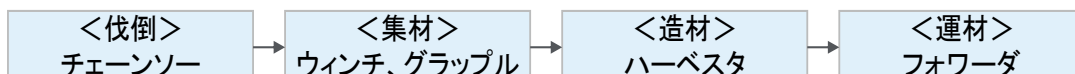
株式会社ヨシナリ林業（茨城県）

ポイント

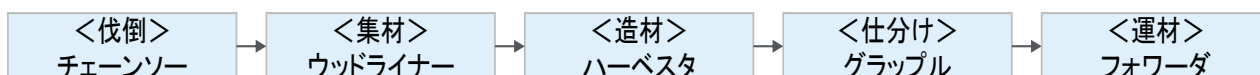
- 班単位での出来高を給与とボーナスに反映することにより、現場の率先改善を誘導
- 同世代の作業員による班を構成し、議論しやすい環境

■ 素材生産の作業システム

車両系と架線系の両方で作業。車両系の場合、フェラーバンチャーザウルスで作業道を開設し、グラップル（ウインチ）で集材、ハーベスタで造材、フォワーダで運材する流れです。



作業道がつけられない場合は、架線（ウッドライナー）で集材、ハーベスタで造材したものをグラップルで仕分けし、フォワーダで運材して、トラックで運搬します。



このような作業システムの実績は、作業道開設作業込みで、列状間伐 7.9m³/人日、皆伐 9.4m³/人日。作業道開設作業抜きで、列状間伐 9.6m³/人日、皆伐 10.9m³/人日です。（平成 28 年度の実績。生産性の計算は、準備、選木作業から現場片付けまでを含めて計算）

■ 生産性向上の取組

現場での出来高を給与（日給月給制）及びボーナスに連動させています。班単位の月生産量を決め、それを超えた分は従業員に還元させています。

給与に連動させてから、従業員の全員がチームで工程の段取りを考えるようになり、生産量確保や増大の重要性等を意識するようになりました。できるだけ生産量が増えるように雨の日でも作業ができるように工夫もしています。

一方で、作業場の現場トラブルは生産性を落とすことになり、それが給与に直結するため、無理に生産量を上げようとして、作業が雑になることはありません。

■ 現場作業での効率化への工夫

○フォワーダとマルチリフト（荷台が脱着式の荷役車）を組み合わせ使用しています。

切り株は、バイオマス用として現場で箱（荷台）に詰めて運搬し、土場で箱ごとトラックに積み替えることにより、切り株を土場にばら置きする作業を省き、フォワーダからトラックへの積込作業の効率化を図っています。



(グラップルによる集積)



(路肩に束ねた伐倒木)

○班員の編成を固定しています。

班は、6～7人の班員で構成されており、班長の他に副班長（班長が作業道開設に従事する等不在の場合に必要）も配置しています。

作業員は、30～40代が多く、班長と副班長は年齢が近く、話しやすい雰囲気を作っています。

会社として、作業員にはどのような作業も行える多能工になれるようにと指導しています。

○ロングリーチグラップル 16m (0.2ヘッド) を独自開発したこともありましたが、ヘッドが非常に重いため、現在では使用していません。



(フォワーダによる運材作業)

■現場進捗管理の方法

個人ごとに日報を書いています。日報は現場ごとに集計しています。工事台帳と連動して人件費を計算する仕組みです。パソコン入力のタイミングは毎月1回です。

ミーティングは、社員全員で安全大会を兼ねて月1回（第2土曜日）に行います。朝礼は現場で班長が行います。

事業地毎の毎月の生産性、生産量を事務所に貼り出して可視化しています。現場条件を踏まえて作業設計がされているので、作業が遅れた場合の原因は、主に天候と機械トラブルの2つです。作業遅れは、作業を急がせるのではなく、休日振替で対応しています。

<日報ひな形>

作業日報

氏名

／ (月)	天気	現場名	出勤・退勤時間 : ~ :	労働時間 時間 分
作業内容			備考	
使用機械			使用燃料	

⋮

／ (日)	天気	現場名	出勤・退勤時間 : ~ :	労働時間 時間 分
作業内容			備考	
使用機械			使用燃料	

<株式会社ヨシナリ林業（茨城県）>

年間素材取扱量	38,300m ³	従業員数合計		25名
		正規職員	現場職員	23名
			事務職員	2名

所有機械

フェラーバンチャーザウルス: 4台(0.45)、ザウルス: 1台(0.45)

ハーベスタ: 4台(0.45)(K E T O 3台、ケスラーローラー 1台)

グラップル: 16台 (0.45 0.25が2台)

ロングリーチグラップル: 1台 (ニッケン製のアーム)

グラップルソー: 3台

フォワーダ (グラップル無し): 7台 (M S T : 5台 U - 5 : 2台)

ウッドライナー: 1台 (リョウシンゴウ300Tのマストを流用)

移動式タワーヤード: 1台 (H30年6月導入予定)

粉碎機: 1台 モロオカ製 太陽光の伐採現場で粉碎

グラップル付きトラック3台: 10トン、トラック: 3台、オートチョーカー: 一式

(5) 改善のモチベーション、現場が考えて動く

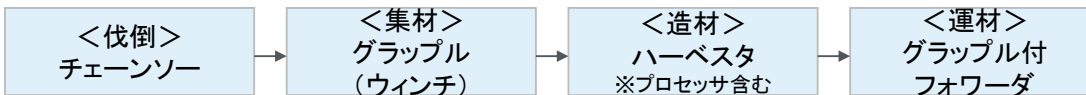
飛騨市森林組合（岐阜県）

ポイント

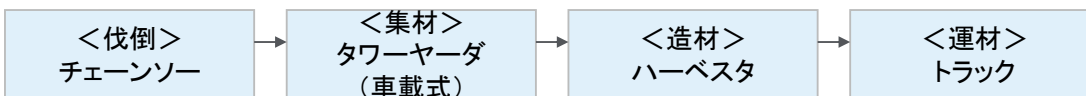
- 現場職員に月給制を採用し、個人の努力を給与に反映
- チームリーダーは自ら考えて実践、課長が朝夕のミーティングで適時アドバイス

■ 素材生産の作業システム

路網方式とタワーヤード方式の2種類で作業。路網の場合は、グラップル又はスイングヤードで集材します。プロセッサは集材ポイントを移動しながら造材、原木グレードごとにその場で仕分けをし、その仕分けした椋をフォワーダが集める作業システムです。



タワーヤードの際は、タワーヤードで集材、プロセッサで造材したものを土場に仮置きし、土場からトラックで運搬します。



生産性は、間伐 $9.5 \text{ m}^3/\text{人日}$ 、皆伐 $14.2 \text{ m}^3/\text{日}$ （生産量÷年間人工数（総時間÷8時間/日））です。

■ 生産性向上の取組

業務改善は基本的には現場作業班のチームリーダーに任されていますが、担当職員が朝と夕方にチームリーダーとのミーティングで日報情報の共有を図り、その都度アドバイスを行っています。

担当職員の中に、トヨタ改善方式を学んだ者がおり、その知識が現在の業務改善の取組につながっています。

当組合では、現場職員にも月給制を導入して、生産性の向上や作業員個人の努力が給与に反映される人事評価の仕組みを組織として構築しており現場改善のモチベーションにつながるようになっています。

■ 現場作業での効率化の工夫

○10トン車クラスのタワーヤードを配備して使用しています。現場が狭い場合は盛土により土場を作成しています。



（タワーヤード集材）

○トラックの配車は、当組合が自前で采配しており、運送については、自社車両と専属の運送会社を使っています。それにより、現場に丸太を滞貨させずに作業をスムーズにし、生産性を高く維持しています。



(自前のトラック)

○道路には原木を置かず、一般車、運搬用トラックの通行に支障のないようにしています。



(原木の仕分け)

○グラップルで積込み作業等を行う際は、下に丸太を敷いて地上高を高め、視認しやすくし、トラックへの効率的な積込みができるように工夫しています。

■生産性向上の課題

現場職員数が不足しています。また、現在の担当者以外にも、生産現場全体をマネジメントでき

る人材を育成することが必要です。

■現場進捗管理の方法

現場の進捗管理は、専属の現場管理・原木流通担当が行っています。作業者は毎日、日報を手書きし、手書き日報をエクセルに担当者が毎日入力（35人分、1時間作業）し、その情報は自動的に集計される仕組みになっています。

担当職員が日報の集計情報を確認し、さらに現場の途中経過、特に土場の原木のたまり具合を電話等で確認し、毎日、チームリーダーとの現場進捗について確認しています。日報や現場状況を元に作業に変更を加えることもあります。

事務所で作業班と毎日、朝礼をしますが、細かい作業指示は取って出さず、チームリーダーに生産効率の良い方法を考えさせることを重要視しています。

また、作業上のノルマの指示も出していませんが、これまでの実績から生産性の目安として、スギ 10m³/人日、ヒノキ 7m³/人日としており、その数字は現場に浸透しています。チームリーダーは、人件費など作業にかかるコストについて把握しているため、おおよそ計画どおりに実施することができています。



(原木の仕分けのための鉄骨製支柱)

(6) 機械化・多能工化により最少人数で作業

西間林業（岩手県）

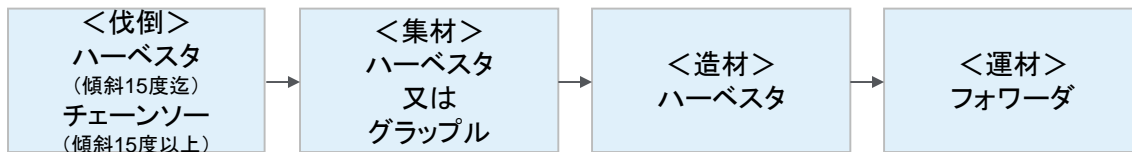
ポイント

- 最大3名という少ない人数で、集材・運材
- 人数が少なくても効率的に作業ができるよう機械化と多能工化を促進

■ 素材生産の作業システム

基本は車両系。傾斜が15度まではハーベスタで伐倒をし、15度以上はチェーンソーで伐倒を行います。集材は、直接ハーベスタ又はグラップルで行いますが、ハーベスタの方がリーチが長いため、より効率的に作業を行うことができます。その後、ハーベスタで造材し、運材はフォワーダで行なっています。

作業道がつけられないところはタワーヤードにより集材しています。その際、中間支持器を設置しなくてもよい100～150mの距離の範囲で作業します。



当社は、作業請負が主体であり、元請業者の事業地（国有林、民有林、公有林など）が作業現場となっています。生産性は8.6m³/人日（皆伐）、2～5m³/人日（間伐）です。（生産性は、作業道開設作業を除いた工程で計算）

■ 生産性向上の取組

昭和43年に林業を始めて以来、現場において、1名の作業員で全ての作業を行うことを目標としてきました。そのための第一歩として機械化を徹底してきました。

グラップルを使った集材は、ラジコンウインチを用いて1人作業で行うことにより、荷掛け・荷卸しの人数を減らしています。

■ 現場作業での効率化の工夫

現場の作業効率を上げるのは、機械化と道具の工夫だと考えています。例えば、ウインチのスリングに掛けやすいT型の金具を作りました。

また、玉掛け時のワイヤーの引っ張り作業は大変でしたが、大幅な軽労化につながる繊維ロープをウインチ用に使用することを検討しています。



(独自作成の玉掛用のT型金具)



(運材用のフォワーダ)



(集材用のウインチ)

■生産性向上の課題

フォワーダ運材においては、スピードと積載量が生産性のポイントだと考えており、スピードが速く、より多く積載できる外国製のホイールタイプフォワーダを導入したいと考えています。

また、雨の日でも休まず作業ができるよう機械にはキャビンが必要だと考えています。

ボトルネックは、他の事業体の作業現場を見学させてもらい、自社との比較をすることで見つけています。社長は、研修講師をやることが多く、色々な作業現場を見る機会を通じて勉強しています。時には海外視察を行ったり、インターネットで作業の動画を見て情報収集したりします。

■現場進捗管理の方法

日報は、社長と従業員が2名でそれぞれに手書きして、日報のひな形は特になく、市販のスケジュール帳（左のページがカレンダー、右のページがフリー）にフリースタイルで手書きしています。

月末に2つの日報を照合して確認をしています。日報は、給料と支払先、燃料費等を記載し、月末に手書きで集計して、コスト管理の情報として活用します。

進捗管理は、現場までの移動距離が長いので、現場に向かう道中に車の中で打合せをしています。図示はせず、現場において口頭で作業指示をします。

<日報ひな形>

摘 要	月				月				月			
		1 日		16 日		1 日		16 日		1 日		16 日
	2 日		17 日		2 日		17 日		2 日		17 日	
	3 日		18 日		3 日		18 日		3 日		18 日	
	4 日		19 日		4 日		19 日		4 日		19 日	
	5 日		20 日		5 日		20 日		5 日		20 日	
	・ ・		・ ・		・ ・		・ ・		・ ・		・ ・	
	・ ・		30 日		・ ・		30 日		・ ・		30 日	
	15 日		31 日		15 日		31 日		15 日		31 日	
出勤	日			出勤	日			出勤	日			
欠勤	日			欠勤	日			欠勤	日			
早退	日			早退	日			早退	日			
遅刻	日			遅刻	日			遅刻	日			

<西間林業（岩手県）>

年間素材取扱量	6,000 m ³	従業員数合計		4名
		正規職員	現場職員	3名
			事務職員	1名

所有機械

ハーベスタ：1台（0.45クラス）

グラップル：1台（0.45クラス）

フォワーダ：2台（ヤンマー5tと4t）

トラック：所有していない

タワーヤード：1台（コラー303）

ザウルス：1台（0.45クラス）

(7) 少数精鋭のオールマイティな作業員を育成

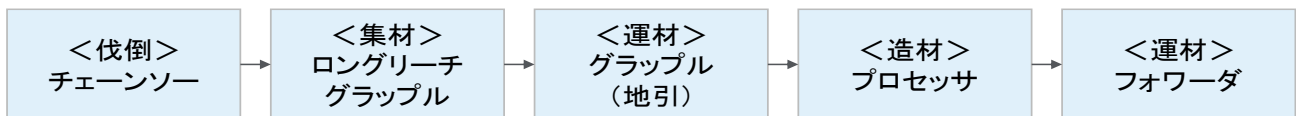
株式会社八木木材（兵庫県）

ポイント

- 若い人材で、既成概念に捉われない自由な発想での作業
- 現場の状況に応じて、作業員の配置を臨機応変とすることで効率化

■ 素材生産の作業システム

路網方式で作業。ロングリーチグラップル又はウインチで木寄せを行い、グラップルで運材、プロセッサで造材、フォワーダで運材する作業システムです。



列状間伐の平均生産性は 10.3m³/人日。（伐倒、作業道開設、トラック土場までの運搬工程で計算）

■ 生産性向上の取組

作業員のオールマイティ化（多能工化）を図っています。作業員 4 名のうち、昨年入社した 1 名を除く 3 名は、機械のオペレーションを含む全ての作業が可能な技能を習得しているため、状況に応じて 2 人作業、3 人作業、4 人作業で効率よく作業をこなすことが可能となっています。このため、「班」という概念は持たずに、状況に応じて作業人数を臨機応変に変えます。

主に作業員のリーダー 2 名が 35 歳前後という若い組織であるため、既成概念に捉われない発想で現場作業を実施しています。

■ 現場作業での効率化の工夫

○ウインチ又はロングリーチグラップルで集材したのち、プロセッサのある場所までグラップルで地引運搬をします。プロセッサを動かさないことにより、その位置に原木がたまっていきます。



（グラップルによる集材）

フォワーダは、原木を集めて回るのではなく、たまった原木を効率的に運搬します。

造材後は、細かに仕分けせず、フォワーダで、下に一般材、その上に低質材を載せて運びます。造材現場で原木をこの 2 種類に区別さえできていれば、フォワーダが一旦、荷を下ろす土場では、製材・合板用とバイオマス用を分けて椚積みする

ことができ、トラックへの行先別の積込効率が上げられます。製材・合板用材は、八木木材が連携する協同組合兵庫木材センターに運搬され、選木機にかけてグレード別に分けられます。



(運材用フォワーダ)

間伐は、搬出道に対し斜め方向の列状間伐と定性間伐を組み合わせています。この方が通常の列状間伐に比べて伐倒木を集材しやすく、作業効率が良い上、残存木に傷をつけにくくなります。



(路網に対して斜め方向の列状間伐)



(効率よく集められた原木)

■生産性向上の課題

ポイントは、作業員の配置だと考えています。現場の状況に応じた人数で作業員を的確に配置させることが、生産性向上へ大きく影響するため、オールマイティ化や新人が働きやすい雰囲気づくりが重要だと考えています。

■現場進捗管理の方法

現場進捗管理の指標は材積としています。出荷先の協同組合兵庫木材センターに一旦、全ての原木が行くので、同センターで材積を月ごとに把握しています。

日報は、毎日、紙ベースで記入し、保管しています。作業時間を書く項目はなく、生産性等については日報からだけでは把握できません。日報では安全面の部分に注目しており、安全対策を書かせることにより、安全に対する意識を高めています。

進捗確認は、少数精鋭のため、事務所から現場への行き帰りの車中で実施しています(会議は行わない)。

<日報ひな形>

安全日報

年月日	平成 年 月 日 ()		天気	
場所	午前			
	午後			
氏名				
出欠	・1日=○ ・半日=△			
作業内容 & 機械管理	午前		写真の有無	
	午後		写真の有無	
安全対策		その他		

<株式会社八木木材（兵庫県）>

年間素材取扱量	12,000m ³ /年 (H28 年度)	従業員数合計		7名
		正規職員	現場職員	4名
			事務職員	3名

所有機械

ザウルス : 1台 (0.45)

グラップル : 3台 (0.45)うち、ロングリーチグラップル : 1台

プロセッサ : 1台 (0.45)

油圧ショベル : 1台

フォワーダ : 2台 6トン

(8) 大径材対応の機械の導入、日報管理のシステム化

久大林産株式会社（大分県）

ポイント

- 大径材対応の機械システムを導入することで効率化
- 日報管理のシステム化、機械管理の徹底

■ 素材生産の作業システム

作業システムは、路網方式（路網密度は約 200m/ha）。ロングリーチグラップル（独自開発）又はグラップル（ウインチ付き）で集材。プロセッサで造材し、フォワーダで運材します。作業道開設作業の際は、フェラーバンチャーザウルスを使っています。

生産性は、平成 28 年度の実績で皆伐 10.5m³/人日（伐倒～搬出まで）、間伐 7.0m³/人日（伐倒～搬出まで）です。



■ 生産性向上の取組

毎日、職員全員で朝礼、体操をし、安全指示、工程指示を出しています。班ごとに、職員全員の前で担当者から当日の作業予定を説明し、職員持ち回りで当日の安全目標を発表してもらっています。

現場責任者が作業員に指示を出す際には指示が明確に伝わるようにして、後から言った/言わないと責任の擦り付け合いをしないようにしています。

給与体系としては、最初は日給月給制からスタートし、一部月給制に移行しています。今後も頑張っている職員を月給制に移行していく予定、頑張りが給与に反映される仕組みを導入しています。

■ 現場作業での効率化への工夫

○職員には次の工程を考えた作業をするように教

育し、それにより事故防止と赤字防止につなげるようにしています。



（ウインチ集材）

○コストがかかる作業道開設作業において、フェラーバンチャーザウルスを使うことで、支障木の伐倒と移動、路網作設を、オペレーターが機械を

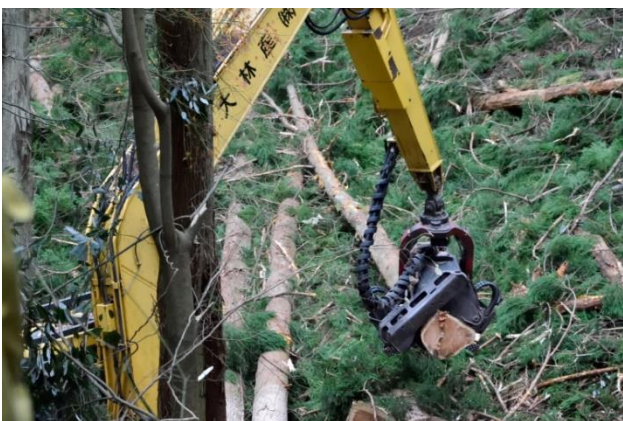
降りることなく一人作業で効率的に作業をしています。

○0.45クラスの機械を基本としていますが、2年前から0.7クラスの機械の導入を始めました。これは、立木が大径化してきており、0.45クラスの機械では十分に取り扱いができなくなっているからです。具体的には、集材した伐倒木をグラップルで思い通りに取り扱えない、ハーベスタ造材の際に重みで割れが入ってしまう等の不具合が発生しています。



(作業道開設用のフェラーバンチャーザウルス)

○多くの機械を所有しており、機械のメンテナンスを自社で行うことで、現場作業を止めないようにし、同時に機械修理のコストを削減しています。



(大径材のハーベスタ造材)

■生産性向上への課題

フォワーダ運材作業がボトルネックになっています。火山灰土壌の森林が多く、地面が柔らかいため現状のフォワーダでは効率性に課題があります。ホイール式フォワーダで運材のスピードアップも図りたいと考えていますが、土質を考えると限界があります。

作業現場までアクセスする一般道が狭いことも課題になっています。大径材対応の大型の機械を導入し、林内に林業専用道を開設したとしても、集落内の一般道が狭いため、それらの機械の回送ができないことが効率化の支障となっています。

■現場進捗管理の方法

日報は、現場職員が毎日、作業工程ごとに手書きとパソコン入力を行っています。パソコンのシステムは、4年前に導入した独自開発のシステムで、これにより日報入力と分析作業の手間を減らすことができました。

日報を分析することで、人別表（給料の計算）、工程別表（オペレーターの技量の確認、現場状況把握）、機械別表（コスト把握、機械更新の判断）を出力します。

機械の台数が増えてきたので、修理代、部品代が把握しにくくなってきていましたが、機械別表を見ることにより、機械の修理代の把握や買い替えの時期を判断できるようになりました。

効率よく次の現場の段取りを進めるためには、1か月前には現在の現場の終了時期が分かっている必要があるため、現場の責任者に約1か月単位で現場進捗の把握をさせて確認を行っています。

この一連の作業は林業の全てのことを知っていないとできないため、班長は現場管理に関して幅広い能力を身に付ける必要があると考えています。

<日報ひな形>

月 日(天候)		(現場)												
安全目標														
注意事項														
作業者名	伐倒	作業道 新設	造材	集材	ワイヤー 引き	積込	運搬	はい 作業						
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
使用機械	使用者	アワーメーター・燃料・数量					使用機械	使用者	アワーメーター・燃料・数量					
6 pc-160-7 ハーバスターNo1			h	L	m	8	フォワーダ No1			h	L	m		
11 pc-160-8 ハーバスターNo2			h	L	m	10	フォワーダ No2			h	L	m		
15 pc-160-8 ハーバスターNo3			h	L	m	17	フォワーダ No3			h	L	m		
22 pc-160-8 ハーバスターNo4			h	L	m	3	C50R(ヤンマー)			h	L	m		
			h	L	m	4	BキャリアーNo2			h	L	m		
7 pc-136-8 ザウルス No1			h	L	m	5	BキャリアーNo3			h	L	m		
20 pc-136-8 ザウルス No2			h	L	m	21	10tキャリアーNo1			h	L	m		
28 pc-136-8 ザウルス No3			h	L	m	25	10tキャリアーNo2			h	L	m		
13 フェラーバンチャ No1			h	L	m	2	B-50(ヤンマー)			h	L	m		
18 フェラーバンチャ No2			h	L	m	26	PC-30			h	L	m		
19 0.7フェラーバンチャ No3			h	L	m	27	PC-40			h	L	m		
24 0.7フェラーバンチャ No4			h	L	m									
			h	L	m									
9 pc-126-2 松本グラップル			h	L	m	4tユニック					L			
23 pc-126-8 イワフジグラップル			h	L	m	2トダンブ					L			
12 pc-138 松本グラップル			h	L	m	人員搬送車					L			
1 SK-135 グラップル			h	L	m	チェンソー		台		L	オ			
14 EX-120 グラップル			h	L	m	草刈機		台		混合油	L			
16 日立 プラキオ			h	L	m	鉄打ち機		台		混合油	L			
			h	L	m			台			L			
免税軽油	L	ガソリン	L							修理・部品				
軽油	L	オイル	L											
オイル	L	作動油	L											
協議事項等														

<日報入力システム>

日報入力

印刷 登録 中止 削除 閉じる

日報No: 33305

作業日付: 2017年11月17日 天候: [] 備考: []

作業者: [] 現場名: []

作業内容	時間	使用機械	アワーメーター	作業量	使用機械	燃料の種類	給油量(L)	チェンソー油(L)
作業道新設	8.0	138フェラーバンチャ-No1	1234	10.0	138フェラーバンチャ-No1	軽油	150.0	0.0

作業時間計: 8.0

相手先	車種	修理項目・部品	備考	数量

＜久大林産株式会社（大分県）＞

年間素材取扱量	29,300m ³ /年 (H28 年度)
---------	-------------------------------------

従業員数合計		21 名
正規職員	現場職員	18 名
	事務職員	1 名
非正規職員	現場職員	0 名
	事務職員	2 名

所有機械

ベース：1台（0.45 クラス）

フェラーバンチャ-：2台（0.7 クラス） 2台（0.45 クラス）

フォワーダ：2台（10 トンクラス） 4台（モロオカ、6 トンクラス） 1台（4 トンクラス）

ザウルス：3台（0.45 クラス）

グラップル：4台（0.45 クラス） グラップル：1台（0.2 クラス）

ハーベスタ：4台（0.6 クラス 1台、バルメットのヘッド、油量を増やすため）

プロセッサ：なし

ロングリーチグラップル：1台（0.45 クラス、14.5mリーチ）

バックホウ：3台（0.2 クラス）

(9) 集材距離に応じた 3 つの作業システム

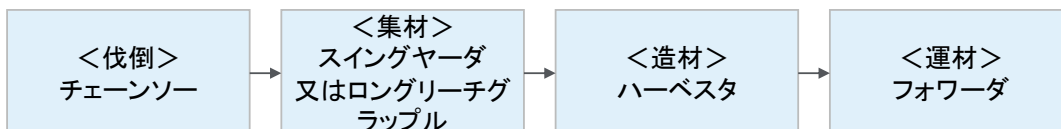
有限会社川井木材（高知県）

ポイント

- 作業システム 3 種類を使い分け
- 大径材に対応したシステム改善

■ 素材生産の作業システム

作業システムは、路網活用（短距離集材）、タワーヤード集材（中距離集材）、架線集材（長距離）の 3 種類。路網を使用した短距離集材は、ロングリーチグラップル又はスイングヤードで集材（ランニングスカイライン主体）、ハーベスタで造材、フォワーダで運材します。



中距離集材時（集材距離 400mまで）は、式タワーヤード（搬器はウッドライナー）で集材、プロセッサで造材し、トラックで運材します。



長距離集材（集材距離が 400m以上）は、定置式集材機で集材し、プロセッサで造材したものをトラックで運材します。



■ 生産性向上の取組

職員の頑張りにより会社を得る利益をできるだけ職員個人に還元することで、林業業界においても安定した収入が得られる会社になりたいという社長の思いから、平成 28 年度初めに歩合制（出勤日数で評価）を導入しています。



（ロングリーチグラップル）

■現場作業での効率化の工夫

架線による集材作業が、ボトルネックとなる工程だと考えています。



(列状間伐現場)

以前使用していたプロセッサは直径 40 cm の原木までしか造材できず、それ以上の原木はチェーンソーで手造材をしていました。そのような状況の中で、造材作業が間に合わなくなり、集材をストップせざる得ないことが度々ありました。

そのため、大径材にも対応した海外製のハーベスタヘッドを導入したところ、直径 60 cm まで造材できるようになり、集材作業をストップさせることが減り、全体の生産性が高まりました。



(大径材対応可能な海外製のハーベスタヘッド)



(牽引式タワーヤードによる集材作業)

■生産性向上の課題

今後、ますます立木径が大きくなると、現在の機械規模だと効率的に生産できなくなることも考えられます。機械システムを見直す時期が来ると考えています。

■現場進捗管理の方法

日々の職員の労働管理は、日報で管理しています。作業員が毎日 1 人 1 枚、手書きで書き、給料の締め日に合わせてまとめて事務所に提出する仕組みです。日報を受け取った事務員が月 1 回、パソコン入力を行っています。

現場の進捗については、現場でのミーティングや班長との電話でのやりとりで把握しています。ミーティングは週に 2~3 回する場合もありますが、現場で特に問題がなければ月 1 回の場合もあります。

社長が現場で機械オペレーションをすることも多く、現場の進捗状況を直接見えています。そのため、仮に、社長が現場に行って指示できない場合、班長への電話の指示で十分に現場管理ができています。ただし、作業の工程を毎日、変えなければならない様な現場の場合、社長が朝礼時に直接作業の指示をしています。

<日報ひな形>

作 業 日 報		平成 年 月 日 ()	No.
部署 (現場)		天候	風力
		晴・曇 雨・雪	強・中 弱・無
記入者氏名	欠勤者氏名	遅刻・早退者氏名	
作業者名		()	
残業者名		(時間 分)	
作業内容 (業務) 進行状況			
原料・機械等使用状況		備 考	

<有限会社川井木材 (高知県) >

年間素材取扱量	9,000m ³ /年 (H28 年度)	従業員数合計		8名
		正規職員	現場職員	7名
			事務職員	1名

所有機械

ハーベスタ：2台 (0.7クラス1台、0.45クラス1台)

プロセッサ：1台 (0.45クラス、南星製)

ロングリーチグラップル兼スイング：1台 (0.7クラス)

フォワーダ：モロオカ1500グラップル付き：1台 (5トン)

グラップル：3台 (0.45クラス)、集材機：4台 (5トン3台、4トン1台)

バケットグラップル：ザウルス0.25クラス

タワーヤード：TW-20 (トラクター)、コンラッド牽引式KMS12U

ホイールローダー：1台、924K

11トン回送車：1台、11トン運搬車：1台

7トンユニック車：1台、4トンアームロール4WDトラック：1台 (平コンテナで運材)

3トンドンプ (4WD)：1台

(10) 検収システムで流通改善、アプリによる日報管理

北信州森林組合（長野県）

ポイント

- 独自開発の検収システムにより、土場に材を溜めないことで現場作業が止まることを防止
- IT技術を駆使し、日報管理アプリを開発

■ 素材生産の作業システム

路網方式で作業。チェーンソーで伐倒し、グラップルまたはスイングヤードで集材する仕組みです。プロセッサは、集材ポイントを移動しながら造材し、グレードごとにその場で仕分けをし、フォワーダで運搬する作業システムです。



列状間伐を主に行っており、生産性は、 $5.3\text{m}^3/\text{人日}$ （労働時間は0.25～1.0日単位）です。

■ 生産性向上の取組

○ 独自開発の検収システムを活用

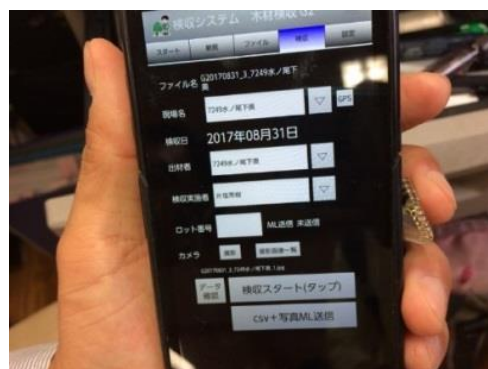
トラックによる配送は、長野県森林組合連合会（北信木材センター）に委託しており、その際、原木量の情報は、独自開発した検収システムを活用し、メールで毎週水曜日に送っています。翌週の配車情報が、その週の金曜日に組合に届きます。

トラック配車を自前で行っていた時は、管轄エリアが広く、土場からの出材量に対応するため、トラックが取り合いになることがありました。

現在ではコントロールしやすくなり、それが現場作業を止めないことにつながっており、生産性が向上しています。



（独自開発した原木量を把握するためのアプリ）



（入力画面：現場状況入力画面）

■現場作業での効率化の工夫

○粘土質（火山灰土）の土壌が多いため、雨が降ると道が泥濘化します。そのため、路網には枝条を敷き詰めて機械が土に埋まらないようにしています。



（土質が軟弱なため枝条を敷き詰めた路網）



（スイングヤードによる集材）

○作業班の育成を目的として、ベテラン職員がいる班に若手を配置するなど、配置に気を配っています。それにより作業効率は落ちることになりますが、先々の効率性を考えて、このような仕組みを採用しています。



（新人とベテランを組み合わせた作業班）

○造材作業では、プロセッサを常に稼働するように作業工程が組まれています。同じ作業ポイントであっても、支障木伐倒後、グラップル集材後、ウインチ集材後の3回、プロセッサが移動してきて造材します。

■生産性向上の課題

事務を効率化するためのITシステムを拡充していく予定です。特にスマートフォンアプリを活用した日報管理のシステムを現在開発中です。このアプリが完成すると、現場で入力した作業情報が、ネット経由で事務所に情報が集約されるようになります。また、GPS情報とすでに構築しているレーザ解析単木情報を組み合わせることにより、作業進捗を管理することもできるようになります。

■現場進捗管理の方法

現場別収支表を作成しています。これは、日報や木材販売、諸経費などの情報を元に作成されています。現場担当者（プランナー）がこの表を日々確認し、現場担当者が班長と適宜相談をして現場の進捗管理をしています。

<日報ひな形>

個人別作業日誌 平成29年 5月

出役日数 20日

氏名

月日	曜日	現場名	作業概要	個別作業	業務番号	出函	刈払前	伐倒	集材	造材	小運搬	作業路	運搬材	補助車両		備考	
								チェーンソー	スイング	プロセッサ	フォワーダ	バックホウ	グラブ	ダンプ	軽トラ		軽ダンプ
5月17日	水																
5月18日	木																
5月19日	金																
5月20日	土																
5月21日	日																
5月22日	月																
5月23日	火																
5月24日	水																
5月25日	木																
5月26日	金																
5月27日	土																
5月28日	日																
5月29日	月																
5月30日	火																
5月31日	水																
								17日～までの合計 刈払機チェーンソー稼働時間Hで入力									

<北信州森林組合（長野県）>

年間素材取扱量	17,500m ³ /年（H28 年度）	従業員数合計		55 名
		正規職員	現場職員	30 名
			事務職員	24 名
		非正規職員	派遣社員（総務）	1 名

所有機械

スイングヤーダ：5 台（0.45 クラス 3 台、0.25 クラス 2 台）

プロセッサ：4 台（0.45 クラス 2 台、0.25 クラス 2 台）

ハーベスタ：1 台（0.45 クラス 1 台）

フォワーダ：5 台（5 トン 2 台、4 トン 2 台、3 トン 1 台）

第3章 生産性向上と林業経営

1 先進企業の手法から学ぶ

(1) 工程管理の実践

ポイント

- あらゆる分野で、技術革新が進み、ICT やロボット技術、人口知能の活用等の企業改革の努力が見られます

1 製造業の生産性

消費者は、質が高く、かつ、多種多様な製品を求めています。これにうまく対応したのが、多品種中量生産を実現したトヨタ生産システムでした。日本の自動車産業や家電メーカーは同様に生産システムを改善し、競争力を強化しました。

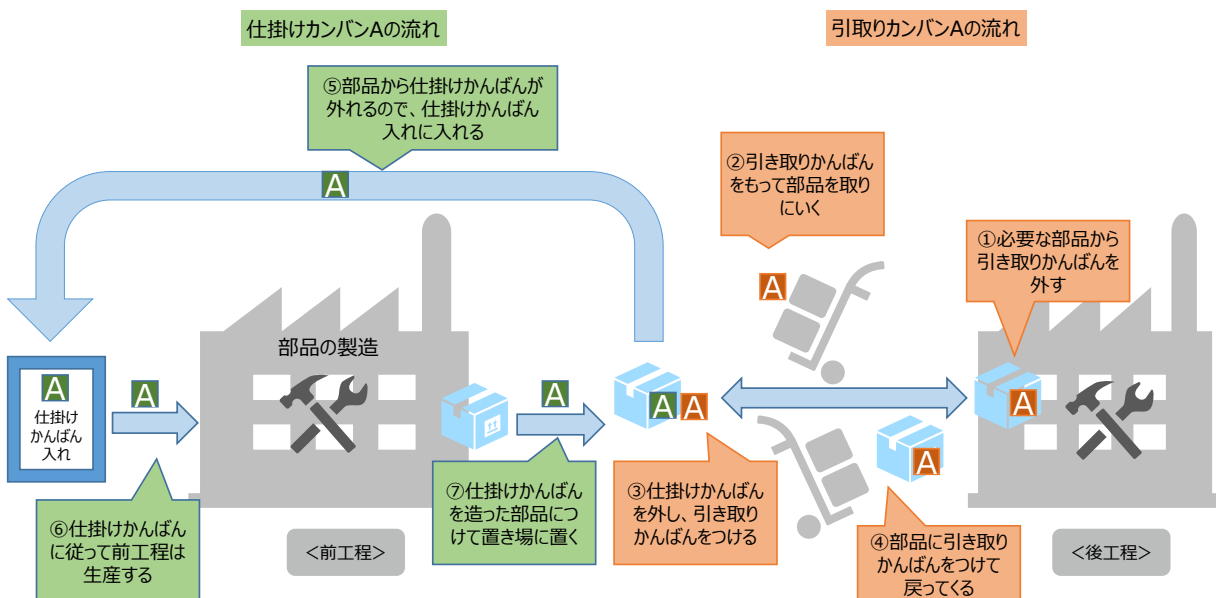
多品種を量産するために、迅速な段取りに加えて部品供給体制（カンバン方式）、欠陥品の排除・品質向上（カイゼン・QC サークル）、マーケット・インの思考といった種々の工夫が生み出されました。

注：「経営史」（安部悦生、2002）を参照

◆事例～カンバン方式～

部品在庫を極小にしてコストダウンを図りつつ、常に必要な部品を供給する工夫として、カンバンと呼ばれる在庫管理表を工程間に行き来させる「カンバン方式」があります。これは、工場内だけでなく、協力工場との部品の流れにも導入されています。

カンバン方式の概念図



注：トヨタ HP を基に作成

http://www.toyota.co.jp/jpn/company/vision/production_system/just.html

2 情報化と制御技術

■ICT 活用とロボット技術による効率化

我が国においては、製造業は ICT やロボット技術により効率化を進めていますが、一方で、サービス業の生産性は高くないとされています。労働力不足が顕在化するなかで、全産業において、付加価値の低い仕事を減らし、定型化されていない仕事に人的資源を集中することが国の課題となっています。この課題に、ICT やロボットが貢献します。

例えば、ホテルの受付・清掃にロボットが利用されたり、IoT (Internet of Things ;モノのインターネット) によって家電や工場のデータをリアルタイムに収集したり、情報をクラウドに保存してどこでも適時に閲覧・分析できるといったことが現実となっています。

特に、ICT を活用し質の高い情報を効率的に収集・管理し、高度な分析につなげることで、新たな価値の創造と利益拡大につなげることが重要です。(森林・林業における ICT 活用は 80～83 頁を参照)

◆事例～鹿島建設、3 台の建機が連動して自動的に作業

鹿島建設の次世代建設生産システムは、従来のリモコン等による建設機械の遠隔操作とは異なり、人間がタブレット端末から自動化された建設機械に作業指示を出すことにより、一人で複数機械の自動運転を行うというものです。

建機は市販品をベースに、全地球測位システム、各種センサなどの計測システム、制御システムを装着し、自動化しています。建機の自動運転技術の高度化のため人工知能を活用するなど、効率的で無駄のない作業パターンを見いだします。



注：出所、鹿島建設プレスリリース (HP)

<https://www.kajima.co.jp/news/press/201505/14c1-j.htm>

<https://www.kajima.co.jp/prof/outline/index-j.html>

3 AIの活用

■AI (Artificial Intelligence;人工知能) は膨大なデータを解析し、解決策を提供できる強力なツール

AIとは、学習・推論・認識・判断などの人間の知能を持たせたコンピューターシステムのことです。AIを搭載したシステムを利用すると、蓄積されたパターンを基に、相手や状況に応じた適切で柔軟な対応を選択することができます。これにより現場の無人化、自動運転が可能となるだけでなく、研究開発、企画・設計分野での活用も始まっています。

AIの活用によって、人間は時間や労力を節約でき、その分を知的活動に集中し、生産性を高めることができます。

◆事例

①人員最適配分へのAI活用

NECは、医薬品卸売業大手の東邦ホールディングス株式会社とともに、AIを活用し、倉庫運営における人員配置の最適化を行う実証実験を2017年7月に実施し、システムの有効性を確認しました。

従来、倉庫内の作業における人員配置は、現場での管理責任者の経験に基づいていました。しかし、昨今の労働者不足や高齢化の問題により、経験豊かな管理者や作業要員の確保が困難となっており、より効率的な業務プロセスの設計や人員の適正化が求められています。

実証実験では、倉庫内の状況をAIが分析し、管理責任者に代わって最適な人員配置を設計しました。これにより、庫内作業のピーク時間帯において、最大20%生産性が向上しました。

注：出所、NECプレスリリース「NEC、東邦HDと倉庫運営における人員配置の最適化をAIで実現」(HP)

http://jpn.nec.com/press/201708/20170829_01.html

②目視検査への活用

“人の目”に依存する工場の目視検査には、膨大な時間と労力がかかるだけでなく、検査員の能力差や疲労の度合いにより作業の品質にバラツキが出るなどの課題がありました。従来の画像解析手法によって自動化しようとしてもパラメータ設定に時間と労力がかかり、また、個体差や汚れにより期待した精度が得られないなどの課題がありました。

ディープラーニング(深層学習)は、コンピュータによる学習を指し、人間の脳神経回路を模したAI(人工知能)に分析・判断をさせるものです。この技術により、お手本データから学習してキズや汚れなどを自動的に発見し、また、パターン認識など従来の画像処理手法が適用できない、個体差のある製品にも対応することが可能です。

注：出所、NEC「AIを活用した目視検査ソリューション」(HP)

http://jpn.nec.com/manufacture/monozukuri/iot/solution/AI_Visual_Inspection.html

(2) 作業手順書

ポイント

- 作業手順、安全・品質上の留意点を簡素にまとめます

作業手順書とは、職場にあるさまざまな作業を、それぞれの作業に応じて、「安全に」「良い品質の製品を」「能率よく生産、工事を行う」ための作業を進める合理的な手順と、手順ごとのポイントなどを定めたものです。

作業手順書は、安全、品質、生産性を同時に達成することを目指しますが、特に安全の確保が不可欠であることから、事故や災害の防止を第一に作成します。

■ 作業手順書の目的

- ①ムリ・ムダ・ムラをなくすことで、品質が向上する
- ②作業をやりやすくする
- ③疲れを少なくする
- ④やりやすく、疲れを少なくすることにより、災害の原因を減らす
- ⑤不安全な状態や行動を減らす
- ⑥安全・快適な職場を目指す
- ⑦労働意欲を高め、生産性の向上、品質の向上、コストの低減につなげる

■ 作業手順の必要性と効果

それぞれの作業者が今までの経験をもとに思い思いの方法で作業を行うと、安全を確保できないばかりか、仕事のやり方が人によって変わってくるため作業を円滑に進めることができないことになりかねません。また、作業者によって作業時間や仕上がりなどに差がでてきます。

そこで作業手順書を作成して、最も良い作業の順序と急所を文書化しておく、「だれがやっても基準通り」の結果を得られ、作業の中で発生する「ムリ・ムダ・ムラ」を排除することが期待できます。

また、作業手順書は未熟練作業者や新規入場者に仕事を「安全で、正確に、早く」教えるために活用できる教材でもあり、ベテランといわれる作業者に対しても、作業方法を統一することで個人差をなくすることができます。人による作業のバラつきがなくなり人とモノの安全・品質が高まります。

例えば企業所有の山林では、ある程度作業を分類して、各作業に携わった時間（人日）を概ねで分割して報告する仕組みを構築しています。こうした記録の結果を作業者間で共有し、効率が落ちた理由などを議論する場（定期ミーティングなど）が必要です。これにより、議論の場で、作業手順書の改善も行っています。作業手順書も作って終わりではなく、実施状況を確認・議論し、修正を重ねることでより良くなります。

注：一般財団法人 中小建設業特別教育協会(HP) 出所

https://www.tokubetu.or.jp/text_shokuan/part4/text_shokuan4-1.html

2 経営システム

(1) サプライチェーン

ポイント

- 木材生産は、サプライチェーンの中で最適化を図ることが重要です
- 情報を共有して、安定的な取引を実現します

■林業におけるサプライチェーンとは

サプライチェーンとは、原材料を調達し、工場へ運び、加工し、最終需要者に販売するまでの一連の流れのことです。林業、木材産業に照らして言えば、木材需要者のニーズに対して、生産・加工・流通が最適な納期とロットで供給する一連の流れです。個々の現場の作業システムもサプライチェーンの枠組みの中でとらえることが大事です。

木材が国際市場に組み込まれている以上、国際的な競争力が必要です。サプライチェーンの構築は、林業・林産業のシステム化、製品の安定供給等に必要な概念です。情報と金の流れの分析、高付加価値化を行う際にも有用です。

次頁の図は、木材の流れを、山元の準備（原料調達）生産、輸送、販売に対して、長期計画、中期計画、短期計画のマトリックスとして示したものです。このマトリックスは、原料の調達（木材生産）から、製造・加工、販売まで需給調整や在庫管理、品質管理をしながら、最適な関係を目指したものです。

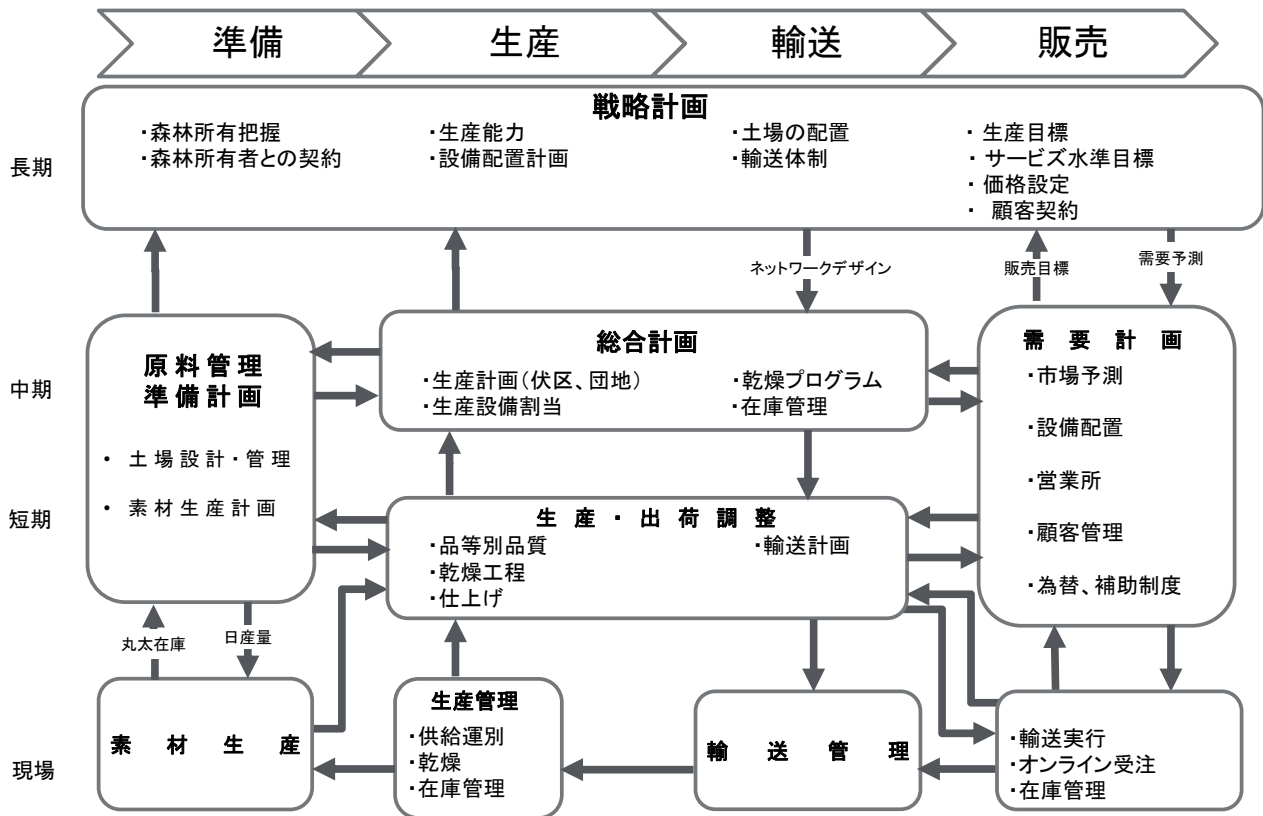
林業界では、このような関係性を構築することが十分ではなく、川上側と川下側は、長い間別々の事業として営まれてきました。しかし、それぞれが利益相反の関係ではなく、共通の利益のために連携するということが必要となっています。

それぞれの枠は、双方向の矢印＝情報の流れでつながっています。ICT を活用してリアルな情報を整理し、共有することにより、取引の不確実さを除きながら、より良い取引関係を作ります。

次頁の図の項目をチェックし、市場予測に基づく長期戦略の下で、丸太供給、品質管理、在庫管理の体制を整備し、全体の流れをコントロールしていく必要があります。²

² 詳細は、「林業生産技術ゼミナール 伐出・路網からサプライチェーンまで」（酒井秀夫、2012）

林業、林産業のサプライチェーン



<チェック項目>

1. 地域の森林所有者の境界確定、成長量、森林源構成は把握できていますか？
2. 小規模森林所有者あるいは不在山林所有者の意向を把握、調整し、経営委託契約等の道筋はできていますか？
3. 路網の必要性や意義は地域で理解できていますか？
4. 地域の年間木材成長量 (m³/ha)、可能伐採量 (m³/年) の見通しは立っていますか？
5. 事業体としての年間必要事業量の採算ベースの計算はできていますか？
6. 年間事業量に対して、必要な人員、最適な作業システム、生産能力、機械台数は計算できていますか？
7. 機械の供給体制、配置計画の見通しは立っていますか？
8. 地域の幹線林道、支線林道、森林作業道網などの路網計画は立っていますか？
9. 出材量に応じた土場の確保はできていますか？
10. 出荷先までの輸送体制は整っていますか？輸送単価の設定はできていますか？
11. どんな製品を目指していますか？出荷先、出荷量、納品単価の目標設定はありますか？
12. 伐採後の更新方法、苗木の確保、植栽樹種、目標林型、施業体制のビジョンはありますか？
13. 需要の変化に応じて、山本から消費者までの生産調整を行える情報システムを持っていますか？

注：図、チェック項目ともに「林業生産技術ゼミナール 伐出・路網からサプライチェーンまで」（酒井秀夫、2012）出所

(2) 林業生産の社会的責任（環境配慮等）

ポイント

- 森林認証を取得することで、企業としての環境配慮や CSR(企業の社会的責任)への取組をアピールし、需要者のニーズに対応できます
- 環境等に配慮する ESG 投資が広がっています

■ 社会的な責任

林業生産は、傾斜地での伐採行為で、作業面積も大きく、また、重機を用いた作業であること等から、どれほど優れた技術を用いても環境に対し何らかの攪乱を与えます。仮に経済的な効率性だけを追求し、林地保全等が不適切である場合、森林の公益的機能を著しく低下させ、社会的な批判を受けることになります。例えば、無理な路網の作設は土壌流出や林地崩壊につながり、安全面だけでなく環境面のリスクもあります。

これらを踏まえ、林業生産における社会的責任を認識し、環境保全、資源育成、地域との良好な関係等を図る自主的な行動規範を作成する林業事業者も見られます。

※ 素材生産における社会的責任

- ① 環境配慮：伐採搬出と環境保全の両立
- ② 資源再生：伐採後の資源再生まで考えた作業や連携
- ③ 迷惑防止：近隣住民等への迷惑防止
- ④ トラブル防止：誤伐による隣接所有者とのトラブル等を避けるための権利・境界の確認等
- ⑤ 労働安全：災害を起こさない。安全は全てに優先

(注：H30.1月 全国造生協・全素協中央研修会資料／宮崎大学 藤掛一郎氏を参照)

※ NPO法人ひむか維新の会の活動（宮崎県）

- ・平成 20 年度 「伐採搬出ガイドライン」を策定
- ・平成 23 年度 「責任ある素材生産事業者認証制度」を発足（注：同上）

■ 森林認証制度

森林認証制度とは、独立した第三者機関が環境・経済・社会の 3 つの側面から一定の基準をもとに適切な森林経営が行われている森林または経営組織などを認証し、その森林から生産された木材・木材製品にラベルを付けて流通させることで、持続可能性に配慮した木材についての消費者の選択的な購買を通じて、持続可能な森林経営を支援する取組です。

認証された森林から生産され、加工された木材・木材製品であることを明示するため、流通に関わる者はラベリングを行い、それ以外のものと区別して取り扱います。この供給チェーンに関する認証(Chain of Custody 認証：CoC 認証)も取得する必要があります。

国際的な認証制度としては、FSC（Forest Stewardship Council：森林管理協議会）と PEFC（Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes：PEFC 評議会）の二つが普及しています。

また、2003年にスタートした日本のSGEC（『緑の循環』認証会議）をはじめ、インドネシアのLEI（インドネシア・エコラベル協会）、マレーシアのMTCC（マレーシア木材認証協議会）など、国ごとに開発された制度もあります。

■ ESG 投資

ESG 投資とは、環境（Environment）、社会（Social）、ガバナンス（Governance）に関する情報を考慮した投資のことです。

例えば、年金基金に拠出された資金は、運用受託機関（アセット・マネジャー）から企業に投資されます。この投資運用収益が、将来の私たちの年金となります。これまでの投資では、主に企業の財務上の利益、財政状態のみを評価して、投資対象が選定されてきました。しかし、地球温暖化問題に代表される環境問題のリスク（E）、人権、労働環境等の社会的なリスク（S）、取締役会や内部統制等のガバナンスの不整備から生じるリスク（G）を加味することが、長期的に投資リターンを確保するために必要という認識が広がり、2006年に国連は「責任投資原則（PRI）」を提唱しました。

2015年9月、世界最大の年金資産規模を持つ年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）が、PRIに署名し、これを一つの契機として、我が国でも、「ESG 投資」に対する認知度や関心は高まる方向にあります。投資対象を認定する際、財務情報だけでなく、企業の社会的責任（CSR）が重視される時代となりつつあります。

林業事業者は、木材流通の中ではもっとも川上に位置しますが、川下の企業やその企業を取り巻く環境の変化と無関係ではありません。地球温暖化問題に代表される環境問題のリスクの高まりとともに林業に求められる社会的な役割や環境関連投資への注目が高まる可能性があります。林業事業者はこのような経済・社会の動きにも高く広くアンテナを張る必要があるでしょう。

ESG 投資の主な評価項目³

環境（Environment）	・地球温暖化対応 ・生物多様性の保護 ・水資源保護 など
社会（Social）	・地域社会貢献 ・女性活躍推進 ・労働環境改善 など
企業統治（Governance）	・法令順守 ・情報開示 ・株主権利の確保 など

³ 環境・社会・企業統治について、林業で考慮すべき項目については、FSC 認証の原則と基準（<https://jp.fsc.org/jp-jp/web-page/-/permalink-03>）が参考になります。

3 ICT の活用

(1) 森林・林業における ICT 活用

ポイント

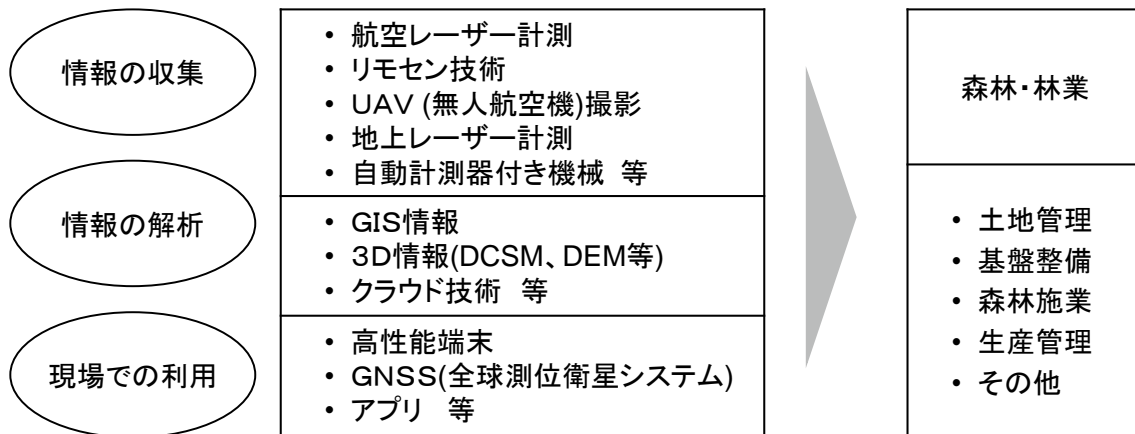
- ICT 等の先端技術を活用した「スマート林業」を展開することが課題

■技術進歩と新たな林業の創造

近年めざましい発展を遂げている地理空間情報、3Dレーザ、無人航空機等を活用して、森林施業の効率化・省力化や木材生産の効率化等が可能となり、新たな林業(スマート林業)の実現が可能となっています。

森林施業の効率化・省力化については、航空レーザ計測やドローン撮影による得られた情報を解析し、豊富な情報(地形、蓄積、路網、施業履歴等)を整備し、事業計画作成や現場での利用が迅速に活用できるようになりました。

◇様々な ICT の活用



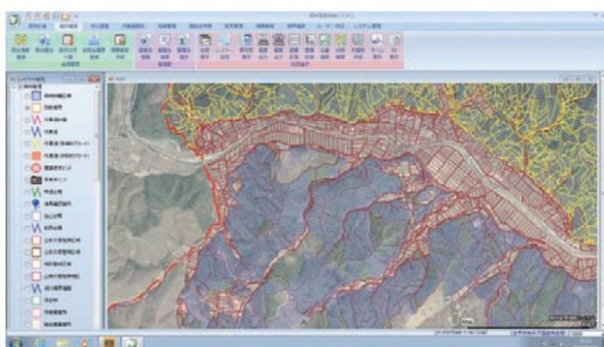
■岡山県真庭市の森林林業クラウド (実証事業)

真庭市の森林林業クラウドは、地理空間情報、森林の所有者情報や森林の現況に関する情報、航空写真等を重ねて表示できます。

森林作業クラウドの導入により、従来は数日を要していた森林所有者の把握を、画面を見るだけで可能になります。これにより、補助金申請書類に添付する図面の作成も画面の印刷のみで対応できるようになる等、大幅な効率化に繋がっています。

森林林業クラウドでは、市内全域の空中写真とその情報に基づき作成した樹種の分布図も合わせて搭載していますが、経年によって現状と乖離するという課題に対し、ドローンを用いて情報の更新をすることが可能ではないか検討されています。

森林林業クラウド（森林管理情報システム）



<真庭市役所の機能>

- ✓ 林道管理、分収林管理、保安林申請管理、地番現況図管理等の森林保全業務の効率化・高度化
- ✓ 治山台帳・砂防台帳等の防災対策 等

<真庭森林組合の機能>

- ✓ 森林における施業履歴管理、作業道管理等、森林の施業効率化・高度化。
- ✓ 空中写真やロボットセンサーのセンシング情報を活用した施業戦略の検討 等

注：「平成 24 年度補正予算 ICT 街づくり推進事業 真庭の森林を生かす ICT 地域づくりプロジェクト」真庭市 出所

森林林業クラウドの効果

森林保全と活用の両立から見た、利用効果の検証

- ✓ 林道の受益を受ける区域(利用区域)の抽出と免責の計算:従来、紙地図やエクセルを使って実施、林道一本道につき約2人日要していた作業が5分に短縮。
- ✓ 保安林管理区域の抽出(施業前に森林組合等から問い合わせを受けて、区域内かどうか確認を行う):従来、紙地図と台帳の突き合わせ、書類作成に1時間を要していた作業が5分に短縮。
- ✓ 国・県等の行政機関、団体と真庭市が締結する分収造林地が市内に約3,800haの存在する。:従来、年間数haの分収造林の施業面積を、約20ha~30haに拡大可能。(森林整備の促進)

**木質バイオマス発電所への燃料安定供給
等、森林資源の活用シーン拡大に寄与。**

林業効率化・高度化から見た、利用効果の検証

- ✓ 従来は住民等への聞き取りや、古い地籍成果の発掘により把握した森林所有者情報を、共通IDの地番現況図を活用することにより、迅速に把握。従来、2人日/1区画で要していた作業が1分に短縮。
- ✓ 空中写真やロボットセンサーを活用した森林現況把握(主に樹種別面積)が容易に可能。従来、2人日/1区画で要していた作業が1分に短縮。

注：「平成 24 年度補正予算 ICT 街づくり推進事業 真庭の森林を生かす ICT 地域づくりプロジェクト」真庭市 出所

(2) 生産工程管理と ICT

ポイント

- 木材生産において、ICT は生産計画、路網作設等のもとより、生産数量管理の有効なツールとなります

■木材生産における ICT の活用

木材生産の場面では、次のような ICT 活用が考えられます。

- ① 資源調査と生産量計画
 - ・ レーザ計測やドローン撮影により、立木情報を収集
 - ・ 樹材種別の生産材積等を推定し、生産・販売計画を作成
- ② 路網整備計画
 - ・ レーザ計測による DEM (Digital Elevation Model 地盤高データ) 等を活用して路網予定線を計画
- ③ 自動計測器付き機械による生産数量管理
 - ・ 自動計測機能付きプロセッサヘッドで、造材量を即時に把握し、工程管理に活用
 - ・ 材種別の生産数量を即時把握し、販売情報として活用
- ④ 携帯端末によるデータ処理
 - ・ 生産状況や作業員の配置について、功程管理アプリで入力し、分析
 - ・ 通信機能により、作業履歴や生産性等をリアルタイムで管理可能

■北信州森林組合の ICT 活用

○ICT 活用のメリット

林業生産の現場の ICT 化を行うことは、データの入力作業が簡便、リアルタイムで集計可能、見える化、作業履歴を閲覧可能等、様々なメリットがあります。林業の一貫したシステム化に取り組む北信州森林組合の例を紹介します。⁴

○ICT 活用例

➤ 森林調査

レーザ計測で取得したデータを解析し、高精度地理情報や森林資源の量などの情報を併せ、森林情報を「見える化」します。これらを活用しつつ、効率的な施業ができるように団地化し、施業計画を立てます。

⁴ 一般社団法人農林水産業みらい基金「農林水産業みらいプロジェクト」の助成を受けています。(参考) 一般社団法人 農林水産業みらい基金 HP 「IT で山を使いこなせ」 <http://www.miraikikin.org/activities/forestry/kitashinsyu.html>

➤ 作業計画

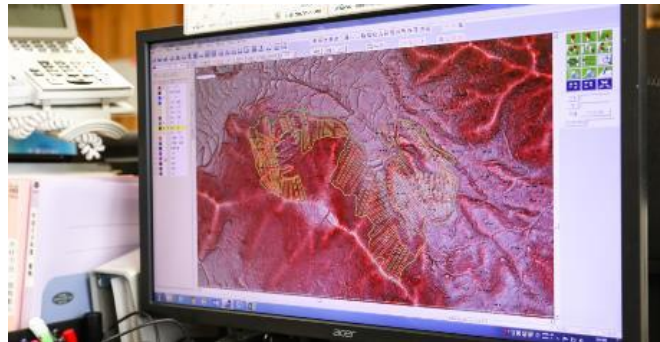
「見える化」された森林情報をもとに、施業に最適な機械と、路網（林道・作業道）を選定します。現場についたら、作業員がスマートフォンやタブレット端末のシステムで、作業計画・作業指示を確認しながら施業を行います。

➤ 生産量・工数の把握

生産量（口径・本数等のデータ）や作業工数、勤務日報を端末に入力します。これをインターネットで伝送し、リアルタイムでデータベースに反映する仕組みになっています。

➤ 出荷

中間土場には出入りする車両の重さをはかるトラック・スケールが設置されており、ここで木材の積載量が自動的に算出されます。木材の種類などの情報も、ドライバーがQRコードをスキャンするだけで簡単に入力が可能。これらのデータは北信州森林組合の事務所に送られるため、リアルタイムで中間土場の状況を把握できます。



（森林調査）



（口径・本数の入力）



（トラック・スケール）

4 効率的な林業生産に向けて（留意事項）

国有林を主体に、林業生産の効率化について検討し、生産性向上の課題等について整理しました

ポイント

- イノベーションに挑戦
- 素材生産は、路網を効果的に整備し、車両系システムを導入
- 工程数の少ないシンプルなシステムにし、人と機械の配置を最適化
- 各工程の生産性を高め、工程間の差を少なくする
- 作業員の配置は固定せず、多能工化
- 複数の事業地や相当の事業量を確保
- 改善を積み重ねる意識を現場に定着化

■ 国産材を巡る情勢

日本のスギ、カラマツ等の丸太は、国際商品としての価格帯(1 m³ 百ドル程度)で取引されています。製材、集成材などの製品も国際貿易下で外材製品と競合しています。

このような競争条件下で、国産材の丸太や製品の価格の上昇を期待することは現実的ではありません。世界的に、需要に対し資源量が不足したり、為替の変動等により木材価格が変動することはあっても、国産材のみが外材よりも価格が高くなることは当面ないと言えます。

国産材が、品質や大量・安定供給という点で、外材より優れた状況であれば話は別ですが、現実はそのようではありません。また、短期的な需給ギャップにより国産材価格が独歩高となったとしても、その状況が続けば外材や非木材の代替商品に需要がシフトし、結果、国産材は市場を失し、反動で値を下げるということになりかねません。

次に、優良材と並材との価格差がなくなってきました。例えば、歩留まりが良く偏芯が少ない二番玉が元玉より高くなり、集成材に適している中目が柱適寸よりも高くなり、強度のあるカラマツがスギより高いといった状況がでてきています。

住宅建築では、住宅の品質、性能を示すことが重視され、需要は合板や集成材などエンジニアードウッドにシフトしています。住宅工法の変化や和室の減少により、外観や意匠性に優れる木材のニーズは激減しました。木材は、一定の品質や機能、コスト条件を満たす加工用原料としての一般的な要件を満たすことが必要となっています。

このような状況を踏まえると、国有林経営の目的や手段は、加工用原料としての並材を安定的に供給することです(優良材の生産は例外的なものに限られます)。そして、国として生産・流通の合理化や低コスト化を徹底し、国際的な水準の供給力を達成することが求められています。

■ 欧州の成功事例

人工林経営は先進国で成功しており、林業は先進国型の産業とされています。オーストリアやドイツの歩んだ歴史が参考になります。

欧州では、日本より 20 年程前の 1960 年代初めから木材価格の低下が顕著となりました。このため、林業・林産業の生き残りを賭けて、安全に低コストで木材を生産するための対策が検討されました。そして、30 年余をかけて高密路網が整備され、高性能な林業機械が開発され、作業システムが革新されました。また、製材工場は大型化し、徹底的に合理化されました。

その結果、中欧諸国（オーストリアやドイツ等）の素材生産量は倍増しました。一方、日本の素材生産量は、同時期に 1/3 にまで減少しました。彼我の違いを冷静に分析しつつ、日本も先進国型の林業を確立するよう、戦略的に取り組むことが求められています。

■ 国有林における生産性向上

国有林野事業においても、当然ながら、国際的な価格水準と競争条件を前提に、木材を効率的かつ安定的に供給する必要があります。

生産部門では、低コストで生産性の高い作業システムの構築が欠かせません。林業の持続的な経営を行うためには、国際水準を上回る経営の効率化が必要となります。

戦後の造林・育成の結果、資源が充実してきています。直径・樹高の大きな立木も育ってきており、伐採可能な林分が増えてきました。森林育成から木材生産の時代へと変わってきており、生産性向上等に本腰を入れるべき段階となっています。

国有林は、一元的な資源管理、長期的な経営(伐採、路網整備、収穫、更新等の一連の作業)を実践しています。間伐と主伐・更新という手法を適宜選択して事業を自律的に実施しています。直轄事業の発注等を通じて、直接的に、効率的な作業システムの実践、林業事業体の生産力向上を図ることができます。自らの事業の中で、率先して生産性を高め、コストの低減を図ることにより、日本の林業の成長産業化を牽引するという役目を果たすことが求められています。

このような認識の下、国有林を主体に、木材生産の効率化について全般的に検討し、低コスト化、生産性向上の課題等を整理しました。

1 林業生産の効率化に係る基本的事項

(1) 基本的な検討方向

■生産性向上の条件

素材生産のコストの相当部分は人件費であり、労働生産性が高いことが低コスト化の条件です。人件費の基礎となる労賃の単価は地域差が大きく、単純比較はできないことから、以下、「生産性」に着目して記述します。

生産性の目標としては、国際的には、欧米諸国で標準となっている生産性を考慮する必要があります。我が国は、これを直ちに達成できなくとも、将来においては必ず達成し、更に、上回っていく必要があります。将来的に欧米並みの生産性を達成できないとしたら、国際競争下において、林業経営で優位に立つことはできません。

なお、林業従事者の大幅増加は期待できないことから、国産材供給量の増分はほとんど全てを生産性向上により達成する必要があります。

■生産性目標

森林・林業基本計画は、素材生産の生産性に係る「達成すべき水準」として、主伐では、 $11\sim 13\text{m}^3/\text{人日}$ 、間伐では $8\sim 10\text{m}^3/\text{人日}$ という生産性を想定しています。

この数値は、国全体の平均としての当面の目標として示したのですが、日本で既にこのレベルの生産性、数量を確保している事業体は相当数あります。

欧米では、現在は $30\text{m}^3\sim 40\text{m}^3/\text{人日}$ というレベルを達成しています。これを踏まえると、日本での最終的な目標は $30\text{m}^3/\text{人日}$ 以上になると考えられます。

$10\text{m}^3/\text{人日}$ の場合、1年間に200日働くとすると、1人当たりの1年間の作業量は2千 m^3 、4～5人の作業員では8千～1万 $\text{m}^3/\text{年程}$ の事業量になります。当面は年間1万 m^3 、将来は3万 m^3 の事業量をこなす事業体の育成が目標となります。

(注：生産性については、重機の運搬や森林作業道の開設、事前の現地踏査や撤収といった副作業も含め、生産量(丸太材積)を投入した総人工数で除した数値です。)

今後の作業システムの検討に当たっては、まず、この目標を達成できる可能性があるかを見極める必要があります。努力しても達成できない作業システムであれば、システム自体を変える選択が必要です。作業条件等の制約がない限り、機械造材や車両系の集材に変更する必要があります。

人工林資源の充実、現在の木材の需給状況等を踏まえ、国産材を効率的、安定的に供給できる作業システムを早期に構築する必要があります。林業従事者を育成・確保する上でも、技術の修得に時間の掛かる複雑な作業システムは目指すのではなく、シンプルで即応性のあるシステムが重要です。少ない工程と最小限の作業人数の組合せで構成され、かつ、生産性の高いものを目指する必要があります。

■人工林の成長と生産性

中欧(ドイツ、オーストリア等)と比較して、日本が不利な点は、地形や傾斜よりもむしろ、人工林の立木の大きさであるとの議論もあります。大木になれば生産性は高まりますが、日本は、人工林の齢級が低く、樹高・胸高直径の小さいものが多い状況です。

逆に言えば、樹木の肥大成長により生産性は徐々に高まる方向にあり、現在の人工林で 10m^3 /人日の生産性を達成できれば、将来、更に生産性を高める余地があります。

例えば、胸高直径 18cm、樹高 14m のスギの立木材積は 0.18m^3 。これが胸高直径 24cm、樹高 18m になると 0.40m^3 、胸高直径 32cm、樹高 22m では 0.82m^3 となり、単木材積がこれだけ大きくなれば、素材生産の生産性は自ずと上昇するとも考えられます。

(2) 生産性向上とイノベーション

■イノベーションとは

生産性向上を図る場合、作業システムを変えない場合は、工程管理等を徹底して、ムダのない方式とすることが必要です。一方、作業システム自体を革新(刷新)することにより生産性を高めることが考えられます。

経済学者のシュンペーターは、これをイノベーション(innovation)と呼び、新しい製品の開発、新しい生産方式の導入、新市場の開拓、新原料の確保、新たな組織の形成などによって、経済成長や景気循環をもたらされるとしました。これは、経済活動が既存のモデルから新規のモデルに移行し、社会に大きな変化(新基軸)をもたらすという広義の概念です。

一方、狭義には、「技術革新」の意で用いられます。本書では、林業生産性の向上を検討していますので、以下、林業の社会的な側面ではなく技術的な観点に絞って、イノベーションの必要性等を整理します。

■林業におけるイノベーション

林業技術については、古くは森林軌道からトラック運材への変化、架線集材技術の成熟、近年は高性能機械による欧米型システムの導入等があります。

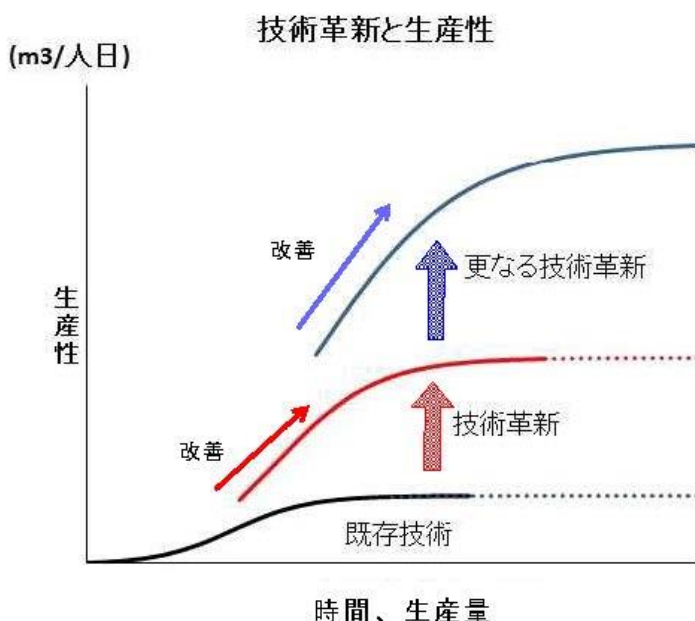
技術革新のタイプは、従来技術の延長上にあるか、既存技術とは根本的に異なる新しい技術に不連続に移行するかを区別して、既存技術の改善は「漸進的な技術革新(incremental innovation)」、新たな技術系への飛躍は「根本的な技術革新(radical innovation)」に分類されます。

一般に、時間の経過とともに生産量が大きくなると規模の経済性が働いて、生産性やコストは向上しますが、技術的な制約があって、生産性向上等に一定の限度があります。財やサービスを経済活動に投入した場合、そこから得られる効用は次第に小さくなります(限界効用逓減の法則)。システムの生産性向上に限度があるとしたら、それ以上の生産性を上げるためにはシステム自体を変える必要がでてきます。

時間の経過により環境が変化し、不連続なイノベーションが必要となる場合もあります。例えば、排ガス規制の強化により、機械の価格が上昇し多くの機械を購入することが難しくなった場合には、限られた機械で効率的な作業を行える新しい工程を考える必要があります。また、共同所有やリースが一般的になるかもしれません。環境変化に対応した現場でのイノベーションが生産性向上のためには不可欠です。

林業の生産量と生産性の関係に当てはめて、下図で示しました。ここで、右上がりのカーブを昇るのがその技術系での漸進的な技術革新で、上のカーブ(別の技術系)にシフトするのが根本的な技術革新です。

例えば、架線系から車両系システムに移行することは根本的な技術革新に相当します。架線系あるいは、車両系のシステムの生産性を最大限にしようと改善することは漸進的な技術革新となります。技術革新は、連続する場合も不連続な場合も、生産性やコスト等を向上させます。



注：林野庁資料より

■技術革新のアプローチ

技術革新は、必ずしもシステムという大きな概念だけではなく、小さなことを「改善する」ことや、ある部分を「根本的に変える」ことでも実現されます。レベルの大小に関係はありません。

どのようなことが考えられるでしょうか。思考実験してみましょう。

- ・労働力不足等のため、2人程度で集材をする仕組みが必要ではないか。
- ・自動走行技術の進歩により、フォワーダ運材は自動化できるのではないか。
- ・人工林の大径化に対応するためには、機械のスペックをどうするか。
- ・長材でトラック運搬し、末木枝条は山土場でチップ化すれば効率的ではないか。
- ・作業効率化のため、葉枯らし乾燥のニーズが高まるのではないか。
- ・新型の走行車両やアシストスーツを普及させ、労働強度を軽減したらどうか。
- ・簡易な作業ができるよう、農業用機械や電気動力が活用できるのではないか。
- ・ドローンによる資材運搬技術をもっと開発できるのではないか。 等々

このような技術革新は、作業の制約条件が厳しくなり必要となる場合、新たな技術を活用する場合など様々な条件変化に対応するものであり、いかに、柔軟に、賢く変化できるかがポイントになります。既存概念にとらわれない独創性や創造性をもって、技術革新にチャレンジする心構えが重要と思われます。林業関係者が、高い水準の林業生産を目指すという「志」(こころざし)を持って技術革新に取り組みれることを期待します。

さて、そうは言いつつも、将来のことを仮定した議論や、確証のない検討を進めることもできませんので、本項では、既存のシステム(当面の作業システム)の改善について、現時点の留意事項を整理しました。実践に当たっては、これにかかわらず、自由な発想で検討されることを期待します。

2 当面の作業システム

(1) 傾斜と作業システム

■ 検討対象

日本の森林の傾斜は大半が 10～30 度の中におさまっており、平均では 21 度です。

地域差もあります。最も緩やかな北海道地域では傾斜 20 度以下が約 7 割です。最も急峻な四国地域では逆に 20 度以上が約 8 割です。ただし、四国地域でも、30 度以上は 2 割程度です。(※「機械化のマネジメント」全国林業改良普及協会)

なお、「森林資源モニタリング調査」(H11～15)では、日本の育成林のうち、傾斜が 30 度以上のものは約 4 割、40 度以上は約 1 割としています。

このようなデータからすると、高密路網の設定が不可能、あるいは極めて困難と見込まれる急傾斜地(35 度以上)に、人工林全体の 2 割程度と見込まれます。土質や開設コスト等の検討は必要となりますが、傾斜だけでみれば、日本の人工林の大半は路網整備を軸とした車両系システムの実施が可能ということになります。

■ 傾斜と作業システム

作業システムの選択に当たって、林地の傾斜は重要な因子であり、現在使用されている機械や路網開設技術を前提に検討すると、傾斜と作業システムは以下のとおりです。

- ・ 緩傾斜地(25 度以下) ～ 高密路網 + 車両系集材(林内走行)
- ・ 傾斜地 (25～35 度) ～ " + 車両系集材
- ・ 急傾斜地(35 度以上) ～ 林道 + 架線集材

(注：傾斜度は、「森林作業道作設指針の制定」(H22.11.17 長官通知)による。)

① 緩傾斜地

25 度以下の緩傾斜地では、車両系機械の林内走行による素材生産が可能ですが、林地の保全に配慮する必要があります。

留意すべき点は、林内走行が可能だからといって作業道が不要ということではないということです。例えば、スキッド等で長距離にわたり全木を引き出すような木寄せ・集材は、効率性に劣るほか、大半が保安林である国有林では林地に与える影響からも問題があります。

林内走行が可能な場合でも、使用頻度の高いルートには幹線となる森林作業道を開設し、フォワーダ運材を行った方が、効率性や林地保全に優れると思われます。つまり、

- ・ 緩傾斜地での森林作業道の開設は容易で低コストであること
- ・ 林内走行距離の短縮化は、システム全体の生産性・コストに大きく影響すること
- ・ 林床保護のためには、森林作業道上の走行が適切であること

等を勘案すると、一定の森林作業道の密度を確保することが重要です。

将来、欧米のように低圧タイヤ等を用いて林地を痛めない機械が導入された場合についても同様と思

われます。

② 傾斜地

25～35度の傾斜地では、1ha 当たり 200m 程度の高密度路網を開設するなどして、車両系機械により素材生産を実施することができます。

路網は、目先だけではなく、2回目、3回目の間伐など、長期にわたる森林整備を視野に入れて耐久性のある路網を整備していくことが重要です。

初回間伐等では路網整備が必要で生産性は若干低くなりますが、ひとたび路網が整備されれば、2回目以降の間伐の生産性の向上が期待できます。

地形が日本に近く、所有規模も比較的小さな中欧の人工林地帯には、高密度の路網が入り、成熟した高齢林では広葉樹も導入して択伐が行われたりしています。前述のとおり、低い木材価格にも対応できるよう、路網整備等に取り組んだことによるものです。

③ 急傾斜地

35度以上の急傾斜地では、高密路網の開設は困難です。

欧米では45度程度まで車両系機械による作業(林内走行)が行われている事例もありますが、日本では、当面は主として架線集材を実施することとなります。

(2) 機械の選択

ここでは、素材生産のシステムの検討に当たり、どのような機械を選択するか検討します。

現在の日本で実際に 10m^3 /人日以上の生産性を確保している事業体の多くは、チェーンソー伐倒→グラップルによる直取り集材(木寄せ)→プロセッサ造材→フォワーダ運材という形態で素材生産を行っています。

このように、特別な仕組みではなく、一般的な機械を組み合わせ、生産性の高いシステムを構築することができます。仮にプロセッサがなくても、グラップル、フォワーダで相当の生産性を確保することは可能です。

■ 機械のサイズ

現在、一般的に使用されている林業機械は、建設系の機械をベースマシンとしており、いわゆる 0.25 サイズ～0.45 サイズが主体です。(注:バックホウのバケット容量でサイズを示すことが一般的であるため、慣用的に用いられている旧 JIS 表示容量を使用)

■ 機械の効率的な利用

高価な機械であるプロセッサについては、できる限り稼働時間を長く取る(稼働率を高める)ことが重要です。プロセッサの稼働率を高めることを中心課題に据えて、そのためには、どのようなペースで伐

倒し、どのようにして木寄せするか、造材された丸太をどのように搬出していかを考える必要があります。

0.45サイズのベースマシンに装着されたプロセッサには、おおむね1日当たり100m³/日の処理能力があります。単木材積にもよりますが、1日当たり400～600本、1時間に60～100本、1分当たり1～2本の量を造材します。この能力を十分に発揮させることがポイントです。その上で、前後の工程である伐倒と運材のやり方を考えます。

高価な機械を最高度に活用するという工夫が十分でないと投資が生きてきません。その機械を使って、どのようにして生産性を上げるか、作業員数をどうするか、作業員の待ち時間をどう減らすか、システム全体を検討していくことが重要です。

機械の無駄な稼動も減らす必要があります。グラップルによる木寄せ、プロセッサへの渡し等において、手直しや二度掴みなど無駄な動作は削っていきます。

なお、複数の機械を用いる場合、その操作性を統一することは非常に大きな効果があります。例えば、バックホウ、グラップル、プロセッサなどを用いる場合、それらのベースマシンは建設用機械であることが通例ですから、それを全て同じメーカーのものとするだけで、操作はもとより、オペレーターの交代や故障の際の対応の標準化などの面からシステム全体の生産は直ちに向上します。

■ ロングリーチの機械

グラップルやハーベスタについて、ロングリーチのアームが装着されたものがあります。これらの機械は、直取り集材ができ、生産性向上に極めて有効です。

アーム長は製品によって違いはありますが、0.45サイズのベースマシンの場合、通常のアームを装着した場合はヘッドの位置が車体中心軸から8m程度であるのに対して、ロングリーチグラップルは16～18m程度まで、ロングリーチ・ハーベスタは10～12m程度まで伸びます。(注：ヘッドが重く、伐倒時の立木の重量もかかるハーベスタのアームは、グラップルのアームほど長くすることはできません。)

この場合、アームが長いと、一杯に伸ばして全木を引き寄せる場合は、視認性の確保、木寄せ時の機械操作、周囲の立木との接触防止等に注意する必要があります。

■ フォワーダ運材の速度と距離

クローラタイプのフォワーダは、急傾斜でも走行が可能で、接地圧が低く路床を痛めることは少ないものの、走行速度は遅いこと等から全体の生産性を引き下げやすいです。

将来的には、高速走行が可能で、かつ接地圧も低い大型低圧タイヤによるホイールタイプの導入が考えられますが、当面は、クローラタイプを活用することになります。

フォワーダ運材で高い生産性を確保するためには、以下のような改善が必要です。

- ② フォワーダの台数を増やすこと (フォワーダの積載量×1日に往復可能回数から、およその搬出可能量を算定し、プロセッサの処理能力を比較して判断。ボトルネックの解消にはなるが、機械費

と人件費がかかることに注意。路網の見直しを行うことが望ましい場合もある。)

④ 積載量の大きいフォワーダを使用すること（グラップルやプロセッサが 0.45 サイズの場合、満載状態で同じ程度（積載量 6 ト程度）の大きさのフォワーダを使用）

⑤ トラック走行が可能な作業道を開設し、フォワーダ運材の距離を短くすること

一般的に、積載量 6 ト程度（材積 5～8 m³程度）のフォワーダの走行距離は、最長でも 400～500m 以内（平均で 200～300m 以内）とすることが重要です。

トラック道の路網密度を十分確保できない場合に、むやみにフォワーダ用の森林作業道の密度を上げても低コスト化にはつながりません。

なお、全木を木寄せする場合も、グラップルの木寄せ距離は 20～30m 以内に止めることが必要です。

■ 林内走行の問題点

現在のベースマシンはいずれも建設用重機であり、欧米のような林内走行を前提としたベースマシンではないことから、車体が傾斜した時、旋回部から上を水平に保つセルフレベルリング機能が備わっていません。

このため、現在の林業機械は、路網上の水平の場所で作業してこそ最大の効率が上げられます。傾いた状態で作業すると、⑦操作が困難となり生産性が下がる、⑧本来の性能が発揮できない(処理量が減る)、⑨故障を誘発したり寿命を短くする、⑩安全性が確保されない、⑪伐根を低くしなければならない等の問題を引き起こします。これはグラップル、ハーベスタ、プロセッサ、フォワーダ等全てに共通します。

日本の現状からすると、林内走行を目指すより、簡易で耐久性のある森林作業道を活用した方が現実的です。林内走行できる緩傾斜では森林作業道の作設も容易と思われる。

■ 路床と路体

クローラの接地圧は、接地面積が大きいため意外と小さく、人間の足裏の接地圧と大差がありません。人間が歩いてめり込まない程度です。

また、0.45 サイズのベースマシンの重量は 0.25 サイズの 2 倍(注：それぞれ 12t、6t)ですが、接地面積が大きくなるから接地圧は 2 割しか増えません。このように車体の大きさや重量が異なっても接地圧はあまり変わらないのが、クローラタイプの特徴です。ただし、重量の差は大きいことから、路体の強度には注意する必要があります。

(3) 森林作業道の作設

■ 国有林における森林作業道

0.45 サイズの機械の車体幅は 2.5m 程度です。機械作業の場合、車体を森林作業道に沿った方向で作業すると横転のリスクが高いことから、森林作業道に対して車体を直角とし、同時に排土板も下ろす必要があります。森林作業道に対して車体を直角とするためには、0.45 サイズでは、森林作業道の幅員は最低でもクローラ長の 3.5m 程度、できれば 4.0m 程度とする必要があります。

このように、森林作業道の幅員は、0.45サイズの作業機械や、これに対応した比較的大型のフォワーダ(5～6tの積載量)が通行するためには3.0m、作業するポイントではこれ以上の幅員が必要となります。

一方、表土ブロック積み工法などの「盛土を活用した森林作業道」は、切土法高を1.2～1.5mに抑え、傾斜30～35度あたりまでは3.0mの幅員の森林作業道が開設可能です。

なお、森林作業道の幅員を小さくするため、0.25サイズの機械を用いるという考え方もありますが、効率性や将来のことを考慮すべきです。

■路網と林地保全

森林作業道の密度については、生産性の高いグラブブルによる直取り集材を行うとすれば、200m/ha又はそれ以上の路網密度が必要です。その際、幅員が3～4mとすると、森林作業道等の面積は700m²弱、切土・盛土部分を入れると800～1,000m²程度になり、林地面積の約1割に相当することが考えられます。

災害防止等の観点から、森林作業道の開設による林地面積の損失(潰れ地)を減らす必要がある場合は、切土を直切りにしたり、盛土の勾配を上げること、支障木の伐開幅は必要最小限として切土側・盛土側ともぎりぎりまで立木を残すこと等で対応します。

なお、通常的人工林では8m程度の伐開幅までは10年でうっ閉すると言われ、切土・盛土も入れて5m程度の伐開幅であれば、将来的には空隙は残らないと考えられます。

また、残存立木本数を60年生でおよそ600本、100年生で300本とすれば、立木の間隔はそれぞれ約4m、6mとなり、森林作業道は立木間に収まることとなります。

■森林作業道作設指針

「森林作業道作設指針の制定について」(H22.11.17 長官通知)では、森林作業道の作設に当たって、土工量の縮減を通じた開設費の抑制を図る等の観点から、作業システムに対応する必要最小限の規格で計画する必要があり、幅員も必要最小限の規格とすることとしています。

具体的には、林地傾斜に応じて森林作業道の幅員目安が次のとおり示されています。

- ㊦ 緩傾斜では、切土、盛土の移動土量を抑え、土構造を基本として作設し、0.45サイズ、0.2～0.25サイズをベースマシンとする作業システムでは、幅員は3.0m
- ㊧ 傾斜地では、切土、盛土がやや大きくなり、0.25サイズをベースマシンとする作業システムの場合の幅員は3.0m、0.2サイズ以下の場合には2.5m
- ㊨ 急傾斜地では、丸太組等の構造物を計画しないと森林作業道の作設は困難であり、経済性、環境性、安全性の困難性がある場合は架線集材を検討する。森林作業道を作設する場合は、0.2サイズをベースマシンとする作業システム及び2ト積みトラックの走行に限られると想定され、幅員は2.5m

なお、森林作業道の路線計画を検討する際には、造材、積込み等の作業や、待避、駐車スペースなど、作業を安全かつ効率的に行うための空間を適切に配置します。

(4) 架線集材の考え方

■ 架線集材の特徴

架線集材は、我が国の地形に適し、戦後の拡大造林に貢献した生産技術ですが、最近は車両系システムが主流となり、架線集材を実施できる事業者が少なくなってきました。

架線系集材は、多数のワイヤーを張り、木材を空中搬送する技術であり、車両系に比べて高い技術と経験を必要とします。重量物を吊り上げたり、ワイヤロープに強い張力がかかることによる災害の危険性もあり、安全対策が必要です。

一方、車両系システムは、林業生産における低コストの必要性、未熟練の作業員の新規参入の中で、⑦シンプルで、①安全性が高く、②生産性・コストに優れているという利点があります。

このようなことから、国有林における素材生産は、生産性やコストに優れる車両系システムを主体に検討してきており、架線系システムは、急傾斜地等で車両系システムが導入できない場合や補完的に使用する場合に実施しています。架線集材は、優先順位や費用対コスト等を考慮し、⑦生産性やコストがあまり求められない場合、①地形困難、林地保全等の理由により架線しか選択できない場合等には選択することになると考えられます。なお、架線集材は大径木の全木集材に適することから、バイオマス利用を前提とする全木集材に適用することにより、地持えも含めたトータルのコストダウンが期待できます。

この場合、専門的かつ特殊な技術として架線集材を実行する作業員がいることが条件となります。技術の継承・発展のための研修等も実施されており、架線技能者を継続的に育成していくとともに、スイングヤード等の簡易集材、欧米型のタワーヤード集材等により効率化を徹底し、架線集材の効率化、技術レベルの向上を図ることが重要です。

① 欧米型の架線集材

欧米では架線集材も使われていますが、これらの架線集材システムは、⑦簡易な索張り、①搬器はヤードの大出力エンジン(300馬力以上)によって積載状態で高速移動(搬器搭載のエンジンは用いない)、②自走式搬器にリフティングラインとウインチを組み込んでおり、コンピュータ制御による半自動運転とするとともに、先山からの無線操作も可能、④プロセッサを配備し、全木集材されたものを直ちに造材・巻立てるといった、インテグレーションシステム(統合システム)です。

システムのオペレーションにおいては、⑦先山の荷掛手が無線操作で搬器を移動させ、フリーのリフティングラインを持って主索下、左右30m程度の範囲で魚骨状に荷掛けする(伐倒は先行実施)。①搬器に丸太を吊り上げ後、荷掛手の無線操作と半自動運転によって高速搬送する。②ヤードに到着した素材は自動で荷外し、ヤードのオペレーターがプロセッサ造材するといった形で、架線集材でも2人作業で実施できます。④索長は200m程度で、1～2haの林地(200m×30m×左右)を作業後、迅速に張り替えて次の作業地に移動します。

先行伐倒、架設、集造材、撤去を、2人作業で200m³程度の丸太生産を1週間(実働5日)で終了するというイメージです。なお、このシステムでは、搬器が高速移動するため、索長が長くても生産性はあまり低下しません。むしろ、索長が短すぎると張り替え回数が増え、生産性が低下します。

日本でも、急傾斜地の人工林における素材生産について将来的にはこうしたシステムを導入すること

は考えられますが、現時点においては、傾斜が 35 度を超えるごく一部の急傾斜地のために貴重な資源・費用・労働力を投入するよりも、日本の人工林の大部分を占める 10 度～35 度の傾斜地における車両系システムの導入と普及に取り組むことが優先します。

また、欧州で架線集材が高い生産性をあげている理由は、⑦人工林が成熟しており大径木が主であること、⑧傾斜はあっても、山ひだが少なく単純な地形であること、⑨個人所有林でも林地が細分化されていないこと(細分化されていても短冊状)など架線集材向きであることといった条件が揃っていることにも留意する必要があります。

② スイングヤード

スイングヤードは、100m 以内の短距離集材が多く、特に生産性が高いのは、50～70m 程度とされています。また、実際には、ランニングスカイラインなどの簡易索張りをせず、地曳き木寄せとして使用されることもあります。このような使用形態がメインであれば、高価なスイングヤードを使用せずとも、ウインチ付グラップルを導入するか、既存のグラップルに単胴ウインチを取り付けることで十分対応できます。

現在のスイングヤードでは、架設・撤去の手間と、荷掛手、荷外手という追加人員が必要であることから、グラップルによる直取り集材による車両系システムを検討する方が有効と思われます。

なお、欧米型のタワーヤードは、前述のとおり、牽引力の大きなウインチを備え、集材距離、1回の集材量等は大きいものの、架設・撤去の時間がかかること、機械の走行、設置ができる森林作業道が必要であること等に留意して、導入を判断する必要があります。

■ 伐区を取り方

架線集材の全盛期においては、その特性上、高低差が大きな伐区を取ることが一般的でした。例えば、谷筋にある林道横に集材機を設置して土場を設け、尾根に先柱を取るような形で、横取り距離は控えめに、高低差は大きめに、つまり左右は短く上下に長い伐区を取ることが効率的でした。

現在の国有林の人工林の大半は、このような架線集材による伐採跡地に造成されたものですが、路網を整備し車両系機械によって集材を行う場合は、上下に長い伐区取りではなく、上下に狭く横に長い高低差の小さな伐区が効率的です。このため、現在の人工林の林小班の形状をそのまま伐区とすることは、車両系システムには不適な伐区となりかねません。

伐区の設定に当たっては、事業の効率性を確保できるよう、既存の林小班にこだわらず、可能な範囲で適宜、複数の林小班を組み合わせたり、林小班の一部のみを伐区とする等の検討が重要です。

(5) 列状間伐について

■ 列状間伐とする理由

並材生産の場合、低質材を除去し、優良材を残す定性間伐を行うのではなく、質ではなく量(密度)の調整を主眼とした間伐を実施できます。効率性を重視する選木により、生産性も高め、コストを下げ、何よりも労働安全を確保する観点から、列状間伐を基本として実施します。

周知のとおり、林業の災害発生率は極めて高く、その災害の相当部分は伐採時のかかり木の処理に起因するものが多い状況です。列状間伐ではかかり木の発生が大幅に減りますので、作業の安全性を高めることとなります。

作業しやすい方法、生産性が上がる作業は、安全の確保につながります。列を用いて木寄せができるなど伐倒以外の作業も楽になり、残存木の損傷も減らせます。

■ 合理的な列の選定

地形や森林作業道を考慮せず、植栽に合わせて列を取るような画一的な列状間伐は適切ではありません。列状間伐のメリットである、㊲生産性の向上とコストの低減、㊱安全性の向上を最大限に活かすように、地形、路網、使用機械と作業システム等に合わせた列の取り方をすべきです。

列の取り方について画一的であってはなりません。植栽列どおりにきれいに列を取ることが行われ、時には、谷を渡り尾根を超えても列が維持されていることもあります。そのような融通性のない列の取り方は意味がありません。植栽列と異なる伐採列であっても何ら問題はなく、逆に植栽列にとらわれることが不適切な場合が多いからです。

また、収穫調査時点で予め列を定める必要もありません。

発注者は間伐木を標示せず、素材生産を行う事業体に選木を委ねることも重要です。間伐事業の品質管理は標準地調査によって行い、発注者は標準地を設けて間伐率を示します。請負事業体には本数を目安として間伐率を管理するよう指示し、具体的な選木は、事業体が森林作業道開設に合わせて適切な列を取って行います。

発注者としては、助言・指導をしたり、一般的な原則は示しますが、実際の伐採列など細かいところまで具体的な指示をする必要はありません。事業体に委ねた方が合理的です。

なお、列状間伐の跡地を検査する際には、例えば「1伐2残」を仕様として請け負わせた場合は、正確に2本おきに伐採列が取られているかを確認するのではなく、一定の区域の標準地を取って「33%の伐採率」になっているかを見ます。列を確認するのではなく、列状に行われた間伐の伐採率を確認することです。個々の伐木や伐採列の取り方を確認するのではなく、所定の間伐率で、かつ、保残木の配置が極力均等となるように間伐が行われたかを確認すればよいのです。

■ 木寄せの方向から伐採列を判断

列状間伐の目的を踏まえた列の取り方として、最も基本的な原則は、「伐採列を木寄せの方向に合わせる」ことです。車両系システムでは、森林作業道を開設した後に、森林作業道に木寄せしやすい方向に伐採列を取ることが有効です。

グラップル直取り集材(木寄せ)の場合に、伐採列と森林作業道との関係について考えてみます。

まず、森林作業道に直角の伐採列をとる場合、伐採木をグラップルで引き出し、森林作業道上に移動する時に90度回転させる必要があります。ハーベスタで伐倒・造材する場合も同様で、玉切りされた丸太を森林作業道と平行な向きを変える作業が生じます。

一方、森林作業道に対して若干斜めに列を取ると、森林作業道にグラップルで引き出すことは容易で、加えて、損傷木の発生も少なくなります。仮にグラップルから取りこぼすようなことがあっても、そのまま滑落する可能性は低くなります。このように考えると、伐採列は、森林作業道に対して若干斜めに取ることが有効です。

伐採列の方向は柔軟に変えることが必要です。森林作業道への木寄せをしやすいような列の採り方をする場合や地形に合わせた列の取り方をする場合など、列の方向は一律にはなりません。結果として列と列が交差することもあり得ますし、Y字型の列になることもあり得ます。

3 作業システムの最適化

似たような条件の作業地でも、作業方法により生産性やコストは大きく異なります。高性能機械を使えば生産性が格段に高くなるとか、ある工程の生産性を上げれば全体の生産性も上がるという、一律あるいは単純な関係ではありません。

システム全体を見て、ある工程の作業方法を変えると、関連する工程の調整や変更が必要になります。部分を変えることはシステム全体の調整を行うことです。システム全体の連携や関わり方を調整して、全体の生産性を向上させるためには、システムのチューニング、最適化が必要です。

日本でも、チェーンソー伐倒→グラップル直取り集材(木寄せ)→プロセッサ造材→フォワーダ運材のシステムで高生産性を達成する事業者があります。新たな機械の導入を進めるだけでなく、こうした事例を参考としつつ、現在の車両系システムと現有機械を使って、どのようなチューニングにより10~30m³/人日といった生産性を達成するかを検討していくことが重要です。

(1) 優れた作業システムの条件 (基本的な検討方向)

■標準化、単純化の必要性

これまで日本では、素材生産、特に架線集材による素材生産は、多人数が関わる多工程によって構成される複雑な仕事として認識され、実行されてきました。

一方、欧米で主流となっている車両系システムは、基本的には、ハーベスタ(伐倒・木寄せ・造材)とフォワーダ(集材)のみによる単純な工程です。人数も2人で実施可能です。このような標準化、単純化が進むと、地形や林分状況が違って素材生産の実施内容に大きな違いは生じません。必要な人工数やコストは簡単に計算でき、作業管理が容易です。生産性・コストの面も優れているのは言うまでもありません。

高い生産性を確保できるのは、㊦工程数が少ない、㊧工程の組合せが簡明、㊨各工程は独立して実施可能(前後の工程に左右されない)、㊩少ない作業員で実施、㊪作業員の技量に左右されにくいといったシステムの利点によるものです。

システムがシンプルだと、作業方法・仕組の合理化・標準化が図られていることにより、工程の管理もしやすくなります。また、相応の技術力を有する作業員であれば誰でも取り組めることから、新規参入も比較的容易です。

(2) 素材生産の工程と生産性

素材生産の工程をおおまかに分類すれば次のようになります。工程ごとの生産性それ自体は、現時点でもかなり高いことが分かります。

各工程の生産性が高いことは必要ですが、より大切なのは、作業システムとして組み合わせた時に、全体の生産性がどうなるかということです。

① 森林作業道の開設

バックホウの使用が一般的です。素材生産の生産性を上げるには、0.45 サイズのベースマシンが必要であるため、森林作業道も 0.45 サイズのバックホウで開設することが適切です。

前述のとおり、クローラタイプの場合、サイズにより接地圧は大きく変わりませんが、総重量は異なります。森林作業道を開設し、同時に盛土の転圧を行う際には、素材生産に使用するプロセッサ等と同じ重量の機械を使う方が合理的です。

バケットにグラップル機能を持たせた「ザウルスロボ」(正式にはフォーク収納型グラップルバケット・全旋回型)は、森林作業道開設に当たり、根株の処理、土石の活用、支障木の移動などの作業を効率的に行えます。最近では、伐倒機能のある機械(例：フェラーバンチャーザウルス)も開発されています。

② 伐倒

チェーンソー伐倒(人力)と機械による伐倒が併用されます。

ハーベスタ、特にロングリーチアームを有するハーベスタで伐倒すれば、生産性はもとより安全性も向上します。ハーベスタの生産性は 0.45 サイズであれば $8\text{ m}^3/\text{時}$ で、1日6時間稼動すれば約 50 m^3 は伐倒できます。

ハーベスタで伐採する範囲は、通常のアームでは森林作業道の左右数m程度(アーム長は 0.25 サイズで 6m、0.45 サイズで 8m 程度)、ロングリーチマシンでも 12m 程度です。200m/ha 程度の路網密度であれば、少なくとも林地面積の 2～3 割をカバーできます。

ハーベスタで伐倒・木寄せ・造材を行う場合、1人で作業ができるため、生産性は上がりますが、ハーベスタは特に高価な機械であること等を勘案する必要があります。

チェーンソー伐倒の生産性 ($3\text{ m}^3/\text{時}$ 以上)は、安全・確実な伐倒があつてこそ達成されます。伐倒時に、受け口を切り、クサビを使用するなど、基本事項を守ることが第一です。

かかり木については、その発生防止と適正な処理が必要です。次の工程を考えた伐倒という観点からは、伐倒方向が良くないと次の木寄せ工程の生産性を低下させます。伐倒木が絡み合った「やがら状」になるのも同様です。

③ 木寄せ

路網密度が 200m/ha だと平均集材距離は 15m 程度となります。通常のグラップルのアーム長は 6～8m であり、伐倒方向を適切に選ぶことで伐倒木の長さを活かし、大半をグラップルで直取り集材できます。

森林作業道側に向けて伐倒することによって、「アームの長さ+樹高」の範囲まで集材できます。例えば、樹高 14m の伐倒木であればアーム長と合わせて、森林作業道から 20m 程度まで直接集材できます。200m/ha 程度の路網密度でも林地面積の大半を直接集材することが可能です。

グラップルによる直接集材の生産性は非常に高く、0.45 サイズで $15\sim 20\text{ m}^3/\text{時}$ 程度までは可能と考えてよいと思われます。

また、200m/ha の路網密度では、最遠集材距離は 30m 程度となりますが、グラップルにウインチを

装着していれば十分に引き寄せ可能な距離です。また、このような高密にしなくても、伐倒木の樹高で木寄せ距離を短縮することもできますし、土壌や傾斜によっては、土壌流出にも配慮しなければなりません。ウインチでの引き寄せは荷掛手が必要なため生産性が一気に低下することから、直取りが不可能な部分は伐り捨てとするという判断も必要となります。

なお、プロセッサは、木寄せにも使えますが、事業事例等からすると、高価な機械であるプロセッサの造材能力をフル活用する方が重要です。グラップルによって予め道端まで材を集めておいて、次に造材する方が効率的と思われる。

④ 造材

プロセッサの造材能力は高く、1時間に 10m^3 /時程度、1日に $60\sim 100\text{m}^3$ の造材が可能です。この造材能力に伐倒・木寄せが追いつかないことが多く、プロセッサの稼働率が下がる事例が多くみられます。一方で、プロセッサを木寄せや積込みに使用することがありますが、前述のとおり、高価な機械の使用という点からは好ましくありません。

また、優良材と並材の価格差が縮まっている中、かつてのような製材用材向けのきめ細かな採材は必要性が低下してきています。一般的な採材、例えば、集成材、合板、製材いずれにも使用できる4m採材等とすることが一案です。システム販売など購入者が指定する寸法で採材する場合など、需要者のニーズが明らかな場合は別ですが、そうでない場合は、決め細かい採材による生産性低下を比較考量すべきです。

直材と曲がり込みの材との価格差が小さい場合も同様で、選別を厳格にし、曲がり部分を除去したり、採材を変えることによって、生産性や歩留まりの低下を招くこともありますので、このようなトレードオフの関係を考慮すべきです。

チェーンソーを使った人力造材については、プロセッサ造材より安全性が低くなります。伐倒、木寄せ等においても機械を使用し、人力作業は減らすことが安全確保に繋がります。

⑤ 集材

0.45サイズのベースマシンとほぼ同程度の比較的大型のフォワーダ(積載重量6トン程度)であれば 50m^3 /日の集材は困難ではありません。トラック道までの距離が短い現場では 100m^3 /日に近い数字も可能です。

集材距離は生産性に直結することから、フォワーダがトラック積込み箇所まで走行する距離を吟味し、必要に応じて作業道の開設・延長を検討すべきと考えられます。

なお、前述のとおり、日本で一般的に用いられているクローラタイプのフォワーダは林内走行を想定しておらず、森林作業道上を走行させることが適切です。

⑥ 積込み・荷下ろし

素材のフォワーダへの積込み→フォワーダからの荷下ろし→トラックへの積込みについては、意外と、人員、時間、機械、場所を必要とします。

道沿いの集積は、列状間伐では伐採列ごとに相当量の集積となります。グラップルによる直取り主体の場合、森林作業道の上下 20m を約 20 本、2～3m³ 程度集材し、作業道の数メートルごとに集積することになりますので、作業道の一箇所の集積量は少なめにしポイント数を増やし、フォワーダ 1 台の満載量と同程度の集積量とするなど工夫が必要です。

フォワーダの積込み、荷下ろしは、単体のグラップルを使用する場合と、フォワーダ装備のグラップルを使用場合があります。フォワーダ装備のグラップルは小型であるため能力が低く、グラップル重量のため積載量が約 2 割減少すること、機械自体が高価であること等から一概に有利とは言えません。運搬とグラップルの機能は分けた方がよい場合もあり、現地の条件等に応じて判断する必要があります。

トラックへの積込みについては、量的にも生産性からもグラップルの使用が適しています。なお、積込み用グラップルのヘッドは固定式の方が操作性に優れます。

(3) システム全体の生産性

個々の工程の生産性を相当に高くした上で、ボトルネックとなる工程を改善し、システム全体の生産性を向上させます。

■ 工程間の連結

各工程の生産性と作業量の差を常時把握し、工程間の連結をスムーズにします。

ある工程の作業が遅い場合は前後の工程に待ち時間が生じ、全体の生産性が下がります。このような工程調整の必要性は、現場で、どの工程に木が滞留しているかを観ればすぐに分かります。この滞留量を極力少なくすることが重要です。

多種多様な工程によって構成される複雑なシステムは、各工程の稼動状況や工程間の連携がうまくいかないと、簡単に作業効率が低下します。

■ 人と機械の配置

人と機械の配置が硬直的で、作業員の待ち時間が多くなると生産性は低下します。機械は遊んでも人は遊ばないようなシステムならまだよいですが、例えば機械オペレーターが専任となっている場合は、人も同様に遊んでいることとなります。

他の現場との競合で、機械が不足すると、大きな待ち時間が発生します。コスト面からも問題であることから、そのような状況とならないよう、必要な機械の種類・台数を確保しておきます。

一方、コストの問題としては、工程をシンプルにして必要でない機械は配置しないこと、機械運搬の経費はできるだけ減らすこと等が必要です。

■ 路網整備のポイント

① 直取り集材(木寄せ)のための路網

森林作業道の密度を高めることは、あらゆる作業の生産性を高めます。

特に木寄せ・集材の生産性に直結します。これまで述べたように、グラップルによる直取り集材が最

も生産性が高い手法であることから、立木の樹高や伐倒方向も勘案した上で、できるだけ多くの伐倒木を直取りできるように、森林作業道の間隔にも注意しつつ路網の整備を行うことが必要です。

新たな機械装備を必要としないチェーンソー伐倒+グラブプル直取り集材は、現在の日本で最も一般的に検討できます。

なお、森林作業道の切土が高すぎる場合は、上方の伐倒木の直取り集材ができないと実質的に路網密度の効果が半減することから、切土高には注意が必要です。

② フォワード集材の生産性を高める路網

クローラタイプのフォワードの走行速度が比較的遅いことから、フォワード集材の距離が長いと、システム全体の生産性は低下します。

このため、フォワードによる集材距離は最長でも 500m 程度(平均では 200~300m 以内)に収まるように、トラック道(林道・林業専用道)の開設を検討すべきです。林道・作業道の開設は素材生産とは別に発注されることが多いですが、事業間の十分な連携が図ることが重要です。

■機械の生産性、事業規模

投資効果という点で、購入した機械の稼働率を上げることは必須です。

例えば、プロセッサは通常 60~100m³/日の造材能力があり、1年で1~2万 m³以上の作業が可能です。フォワードは1日 50m³、1年で1万 m³以上の作業が可能です。それだけの事業量を確保して、機械をきちんと稼働させることが重要です。

このように、⑦機械の稼働率を上げるためには、相応の事業量を確保すること、④全ての機械の稼働率を 100%とするのは不可能としても、最も高価な機械の稼働率が高くなるように全体を調整することが重要です。

■事業体の生産性

システム全体の生産性として 10m³/人日を確保した4人チームの作業班は、1年間に1万 m³の素材生産ができます。20m³/人日であれば2万 m³です。

逆に、それだけの事業量を確保しないと、事業体としての生産性は確保できません。

事業量については、小規模な森林所有者の多い民有林では素材生産の規模を確保することは容易ではありませんが、国有林では一定の規模があり、計画的に発注できるという利点があります。生産請負事業で高い生産性を活かして競争入札物件を受注し、また、国有林や民有林の立木を購入して必要な事業量を確保することが可能です。

4 工程管理の考え方

既存の作業システムを土台として、その生産性を高めるには、生産の各工程の生産性を高め、丸太が滞留しないような作業システムをイメージしつつ、⑦工程数を減らす、④各工程の生産性を高める、⑤工程間の連結をスムーズにする、⑥作業員の数を必要最小限にするといったことを原則として、システムを改善することです。

(1) 工程数を減らす

複数工程を融合させて工程数を減らすことは、生産性向上につながります。

例えば、チェーンソー伐倒、グラップル集材、プロセッサ造材という3工程もハーベスタを使えば1工程となります。現在のところ、最少工程のシステムは、ハーベスタ(伐倒・木寄せ・造材)+フォワーダ(集材)です。極力これに近づけることが重要です。

新たな機械を導入できない場合も、あらゆる側面から工程数を減らすことを検討することが重要です。例えば、スイングヤードで50～70m程度の架線集材を実施している場合、路網密度を上げてグラップルでの直取り集材量を増やし、その分は荷掛け・荷下ろしを不要とすることが考えられます。

このほか、工程数を減らせない場合でも、プロセッサ運転者が造材のほか、木寄せや丸太集積をする、フォワーダ運転手が積込み、運搬、桟積みを兼務するという形で、複数工程を束ねた作業形態とすることが有効です。

(2) 各工程の生産性を高める

チェーンソーをプロセッサに置き換えて造材の生産性を上げるとか、フォワーダを大きなものにして集材の生産性を上げるというように、それぞれの工程の作業方法を変えたり、機械を取り換えることによって各工程の生産性を引き上げることができます。

あらゆる側面から各工程の生産性を引き上げるよう検討すべきです。

例えば、材の曲がりをチェックして曲がり材と直材を確認しながらきめ細かく採材するやり方から、直材・曲がり材を区分しないで全て同じ長さに造材するやり方に変更すれば、同じ機械・作業員であっても直ちに生産性が向上します。同時に生産歩留まりも向上することから生産性が上がります。

システム全体をよく見極めて、全体の生産性を左右している工程を見つけ出し、その工程の生産性を高めることが重要です。全体の生産性を抑えている工程(ボトルネック)の生産性が上がれば、直ちにシステム全体の生産性も向上します。

最初から生産性の高い工程の生産性をさらに引き上げても、システム全体の生産性はほとんど向上しません。例えば、運材の工程で、フォワーダの台数・能力が問題となって材が滞留しているのなら、フォワーダの台数を増やすか、能力の高い機械に買い換えることが必要です。

(3) 工程間の連結をスムーズにする

■ 工程調整の仕組み

各工程の生産性が異なる中で、全体の生産性を高めるための現場管理の手法は2通り考えられます。⑦現場代理人が職人芸で全体を調整するか、①各工程の進捗状況に応じて自動的に人の配置や機械の稼働が調整される仕組みをつくるか、のいずれかです。

現場は時々刻々状況が変わるため、調整は機動的・随時行う必要があります。優秀な現場代理人がいて全てを取り仕切るやり方では代理人不在の場合うまく機能しません。このため、職人芸ではなく、より簡易で確実な仕組みとすることが重要です。

一方、作業員全員が、最適な作業配置或使用機械を考え、工程の進捗度、材の滞留等を調整する仕組みとすれば、日々、自動的に調整機能が働くと考えられます。

車両系の素材生産システムでは、各工程の独立性が高く、各工程の組合せ方に柔軟性があります。毎日同じ人数で作業する必要もありません。複数の工程を並列に動かす場合、作業の進捗度を観て調整することが比較的容易です。このため、作業員が作業分担を変え、無駄のない作業とするなど、自発的な調整を行うことが可能です。

このように、分かりやすく合理的な調整メカニズムを定着させることが重要です。

■ 工程連結の2方法

この車両系システムの特色を生かした2つの作業仕組みを便宜的に、「並列型」、「直列型」と呼び、それぞれの特徴を考えてみます。

① 並列型の作業システム

複数の工程を同時に並列的にさせるものです。つまり、伐倒、木寄せ、造材、集材等の作業を同時並行で行うものです。

この場合の工程間の生産性の違いは、人や機械の配置を変えて、応援態勢をとることにより、調整されます。具体的には、森林作業道開設からトラック積込に至るまでの複数工程が同時進行中、どこかの工程に待ち時間が生じた場合、作業に余裕がある作業員の全部又は一部を遅延している工程の応援に回し、工程間の進捗度の違いを調整します。

どの工程でも最高の生産性を上げるよう努力することは変わりませんが、作業配置を迅速・機動的に変えることにより、システム全体としてのロスを減じ、生産性を高くすることができます。

この作業形態では、作業員が全工程の作業を行える(全機械を操作できる)多能工であること、機械の台数に余裕があることが求められます。

② 直列型の作業システム

各工程を専門チームに委ね、完全に独立させるやり方です。伐倒、木寄せ・造材、集材等の工程間の調整を行うことはせずに、各工程の作業を必要最小限の人数のチームで、最大の生産性で行い、作業が終了したら、次工程を担当する別チームに引き継ぐというものです。各工程は独立しているため、工程

を連結してもロスが生じません。

例示すれば、まず森林作業道開設チームが入って支障木の伐倒と森林作業道開設を行う、次に伐倒チームが入り伐倒を行う、ついで木寄せ・造材チームが入って造材する、そして集材チームが入ってフォワーダ集材し、最後に運材チームが入りトラック運材するという分業の体制です。現場作業は常に1チームのみとなります。

このように各工程の独立性を高め、直列作業として構成することで、システム全体の生産性を引き上げることができます。作業に当たっては、工程ごとの生産性を最高にすればよく、前後の工程のことを気にする必要はありません。ある工程の生産性が著しく劣っていたとしても、システム全体の足を引っ張ることがないため、自動的にシステム全体の生産性を上げることができます。

この仕組みは、確実に生産性向上を図ることができますが、前工程の成果品(木材)を集積するスペースが確保されることが大前提となります。1事業地の作業期間が長くなるという欠点もあります。また、小さなチームを多数維持する必要があり、各工程のチームが年間を通じて作業できる事業量を確保しなければなりません。このため、複数の事業地をもつ大きな素材生産事業体、又は協業体が行うような場合に適していると思われます。

(4) 合理的な作業配置とする

■各工程の独立性と柔軟性

素材生産の各工程の独立性が高い場合、作業員の数も自由に考えることができます。

かつての架線集材全盛期には、「セット」という概念がありました。架線集材では架線の仮設・撤去の際に一度に多数の人員を必要とする上、荷降ろし土場に全ての素材が集中し、集材、造材、運材を同時・連続的に実施しました。このため、先山の荷掛手、集材機運転手、土場での荷外しや造材作業、トラックへの積み込み等の人員が同時に必要です。素材生産は一定数以上の作業員がセットを組んで行うのが常識でした。また、全体の作業をスムーズにするため、経験と能力のあるリーダー格がセットの作業を仕切っていました。

しかし、高密路網を前提とした車両系システムは異なります。大半の作業は独立してそれぞれ別個に実施することができます。工程ごとの人数も変わって差し支えありません。セット人員が揃わず仕事ができないということもありません。人的配置を固定せず、作業は必要最小限の作業員数で実施することが重要です。

例えば、チェーンソー伐倒工程は1人、グラブプルによる木寄せ工程は1人、プロセッサによる造材は1人、グラブプルによる積み込みとフォワーダによる集材は2人で実施できることから、現場で作業する人員数は、瞬間的には1人であったり2人となります。3人、4人いれば、複数作業を並列的に実施できます。

作業員4人を常時雇用する場合について考えます。

- ㊦ 直列型の作業の場合、適切なバッファ(集積ポイント)を設けることによって、工程間の生産性の

差が吸収されるような仕組みを構築し、伐倒、木寄せ、造材、積込み・集材のそれぞれの工程について、前後の工程と関係なく可能な最大の生産性で実施するよう工夫します。例えば、4人全員で先行伐倒してから、2人ずつ2組で木寄せ、造材を行い、その後に2人ずつ2組で積込み・集材を行う等となります。

- ① 並列型の場合、全工程を動かしながら、生産性の余力のある工程の作業員が生産性の低い工程に応援に回ります。日々の工程管理や機動的な人や機械の配置を柔軟に行います。
- ② 直列・並列作業にかかわらず、複数の作業地を確保し、余力のある事業地の作業員や機械を他事業地に配置します。

これらの対応により、日々、その現場に必要な作業員数を決めていきます。

■オペレーターの育成

作業員の数を必要最小限とし、各作業員の待ち時間を減らす手段の一つが、機械ごとの専任オペレーターをなくし、作業員を弾力的に配置することです。

機械の専任オペレーターを決めることは、機械についての責任感が増す、技量が早く向上する、機械の性能を最大限に発揮する等のメリットもあるため、一概に不適切とは言えません。(専任者(スペシャリスト)育成の効果)

しかし、機械の作業能力が異なる中、機械の専任オペレーターを固定すると、処理能力の低い工程に引っ張られ、作業の無駄やムラが生じやすくなります。人の配置や生産性という点でシステム全体が硬直化しやすくなります。

これを回避する方法の一つが、作業員全員が全ての機械(チェーンソー、プロセッサ、フォワーダ等)を使えるようにすることです。このようにすれば、工程ごとの繁忙度に応じて適宜作業員を貼り付け、機械と人の口スを減らすことができます。休暇その他で人員の変動があった場合の対応も容易です。(多能工(ジェネリスト)育成の重要性)

このような弾力的な運用を行うためには、必要な台数の機械があることが条件となります。余裕のある作業員は別の機械を使って作業をします。「林業機械は高価である」と考えやすいですが、通常は機械より人件費が高くなります。人は遊ばせないことが重要です。

■必要最小限の人工を投入

生産性(m^3 /人日)を高めるためには、作業員の合理的な配置により、投入人工数を絞り込むことが決定的に重要です。

例えば、グラブプルによる直取り集材(木寄せ)ではオペレーター1名で足りませんが、スイングヤード集材で荷掛手と荷外手を追加すると、生産性は1/3以下に低下します。

また、グラブプルによる直取り集材の際、路網の関係からグラブプルで直接つかむことができないエリアについては、ウインチを装着していれば木寄せができます。この場合、最初から荷掛手を配置する

必要はなく、まず、直接集材が可能な部分を全て集材し、その後にグラップルに装着したウインチを用いて引き出すこととして、1人作業と2人作業を明確に分けることが重要です。ただし、現場状況によっては、2人作業となる部分は木寄せをあきらめ、伐り捨てとするといった対応が考えられます。無理に木寄せをする必要性はなく、経済性等を考慮して、搬出するか切り捨てにするかを判断します。

フォワーダへの積込みと集材についても、1人がグラップル運転に専念し、もう1人がフォワーダ運転に専念するような分業では、生産性は低下します。

このため、㊦グラップル積込みとフォワーダ運搬の両方を1人で実施するとか、㊧グラップル1台にフォワーダ2台として、積込みは1人がグラップルの運転、もう1人が補助となって行い、その後は2人で2台のフォワーダを運転する等の対応が可能です。

このように、全ての工程について、①必要最小限の人数で作業を実施するよう努めること、②作業員に遊びや待ち時間が生じないようにすることが重要です。

「現場に人を合わせる」べきであり、「人に現場を合わせる」べきではありません。作業班が4人であるからといって常に4人で作業をしているだけでは生産性は向上しません。1人で実施可能な工程は1人で、2人で実施可能な工程は2人で実施するというように、工程ごとに必要最小限の人数に絞り込むことが必要です。

なお、災害時の対応の問題など、安全確保の観点からは、まったくの1人作業で素材生産を行うことは問題があることから、近隣で別の工程又は作業を行っている者と合わせて複数名となるよう配置することが必要です。

優良な事業体の作業状況などをみると、作業員の待ち時間の排除に対して非常に敏感であることが理解されます。例えば、作業員の待ち時間が1分を超えるような場合は、これをなくすための工夫をするということです。

システム全体の生産性を上げるために、路網の整備や機械の導入等と並んで、作業員の待ち時間をなくす不断の努力が不可欠です。生産性向上の実践は、現場代理人や作業員にそのような意識がないと成功しません。

日本の機械や家電の生産工場では、日々、改善努力がなされ、労働生産性の向上につながっています。林業の現場でも同様の努力が必要なのは明白です。

■最後に

以上、要約すると、素材生産においては車両系作業システムが主となり、ここでは、効果的な路網整備、作業員と機械の配置のバランスが重要になります。

生産性向上の取組方向としては、㊦工程数を減らす方向でシステムを極力シンプルなものにすること、㊧機械の性能を高め、作業員数を必要最小限とする等により各工程の生産性を高めること、㊨各工程の生産性の差を調整できる仕組みとすること等が考えられ、これらを通じて、システムの最適化を図ると

ということです。

この際、実行体制としては、㊸人や機械の配置を柔軟に行える体制とすること、㊹作業員は複数の機種を操作できる多能工であること、㊺複数の事業地や相当の事業量があること等の条件を整えることが必要です。そして、㊻改善を積み重ねる意識を現場に定着させることです。

これらは、できるかできないかの問題ではなく、実践するかしないかの問題です。

関係者には、生産性向上の戦略を描き、中長期的に取り組むことが期待されています。日本において中欧のように路網が完備されるまでには更に10年以上かかるかも知れませんが、当面の制約条件の下であつても改善の余地は多いにあります。日本独自のシステムを創造できる可能性もあります。

発想を変え、手法を工夫し、一日も早く生産性の高い林業を確立することが求められています。

生産性向上ガイドブック
(平成29年度林業事業者の生産性向上手法検討委託事業報告書)
第2版

平成30年3月
(発行) 林野庁

※本資料に関する問い合わせ先；林野庁国有林野部業務課
TEL (03-3591-0884) FAX (03-3502-8053)