

【資料5】

生産性の高い林業の確立に向けて

令和3年12月20日

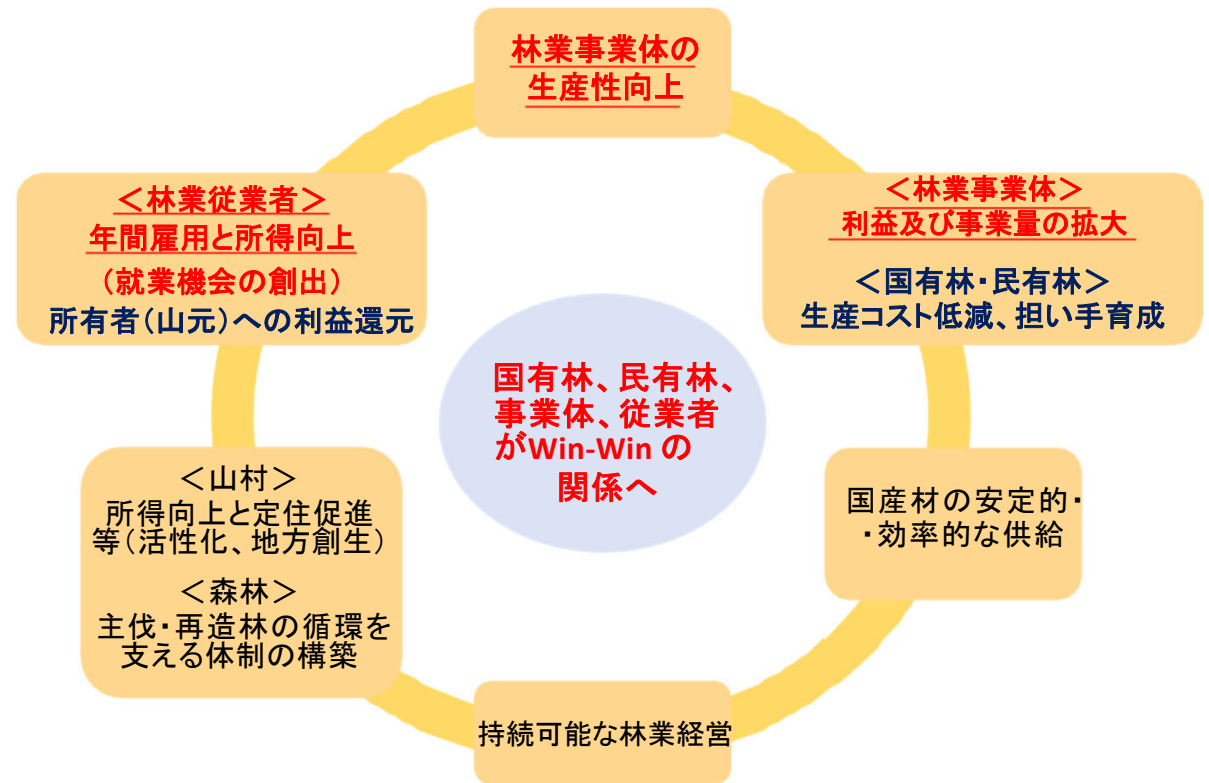
近畿中国森林管理局

はじめに

・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。(右図)

・工程管理等を通じた生産性向上に取り組み、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、林業事業体と連携した取組を実践していきます。

生産性の高い林業の確立



近畿中国森林管理局では、平成30年度から、各署等における生産事業請負契約において生産性向上モデル事業地を設定し、作業日報による工程管理と改善を図り、システム全体の生産性向上を図る取り組みを行っています。

生産性とは

- ・経営資源(ヒト・モノ・カネ)投入量あたりの生産量で、ヒトに注目した生産性が労働生産性です。
- ・林業では、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。
- ・限られた時間(人日)でより多くの生産を行うことが重要です。

○生産性向上の効果

- ・生産性向上によるコスト(生産費)削減は、事業者の利益となり、経営の安定化・拡大につながります。
- ・利益を賃金等の雇用条件に改善につなげるなど、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)を生み出します。
- ・また、機械や人材への投資の安定・拡大、雇用条件の改善により、安全性の向上にもつながります。

※全て1㎡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㎡/人日】 【生産性10㎡/人日】

- ・利益率 3.7% → 7.8%
- ・賃金 12千円 → 17千円

①生産性向上により費用の低減が図られ、損益分岐点が左に移動(早く利益が上がる)すると同時に、利益の幅が大きくなります。

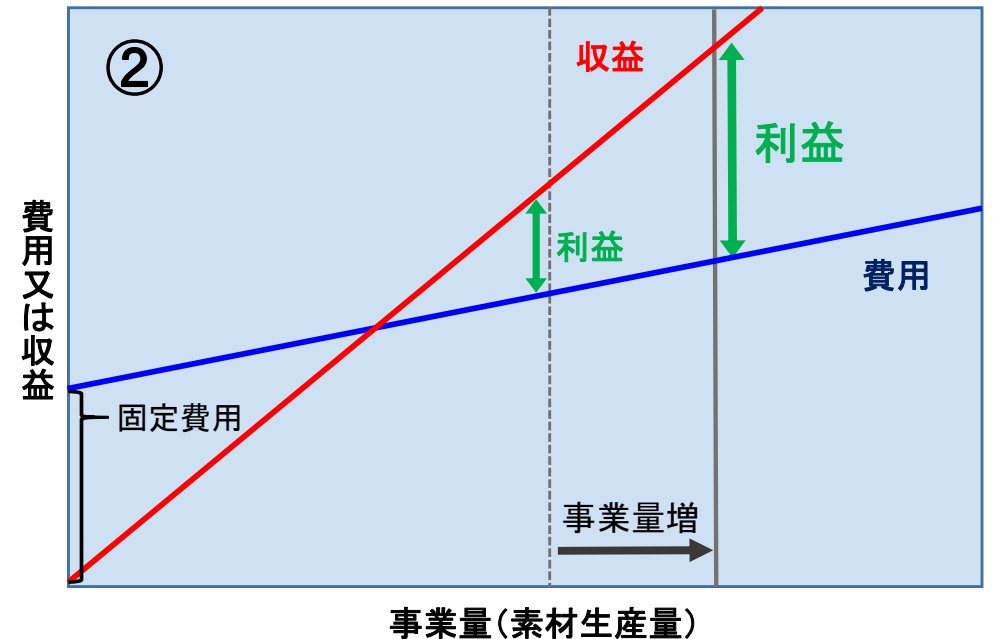
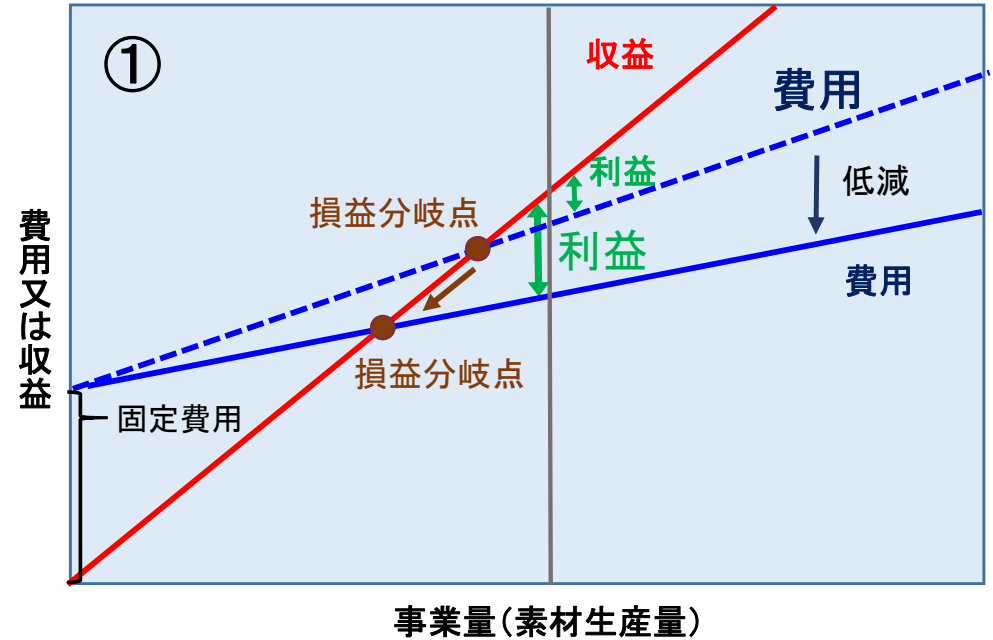


②生産性の向上により①の効果に加えて事業量の増加が可能になり、より大きな利益が得られます。



- ・企業経営の安定・拡大
- ・機械や人材への投資の安定・拡大
- ・雇用条件の改善(担い手の確保)
- ・地域経済、林業・木材産業の発展への貢献

安全性の向上



生産性向上の基本的事項

○工程管理によるボトルネックの把握

- ・ボトルネックとなる工程を把握し、より良い作業システムとするよう検討を繰り返し行い、作業システム高度化の判断材料とします。
- ・工程管理には日報を活用し、各工程ごとの生産量と作業時間を記録することで、工程ごとの生産性を算出し、ボトルネックを把握することができます。

○ボトルネックの見える化

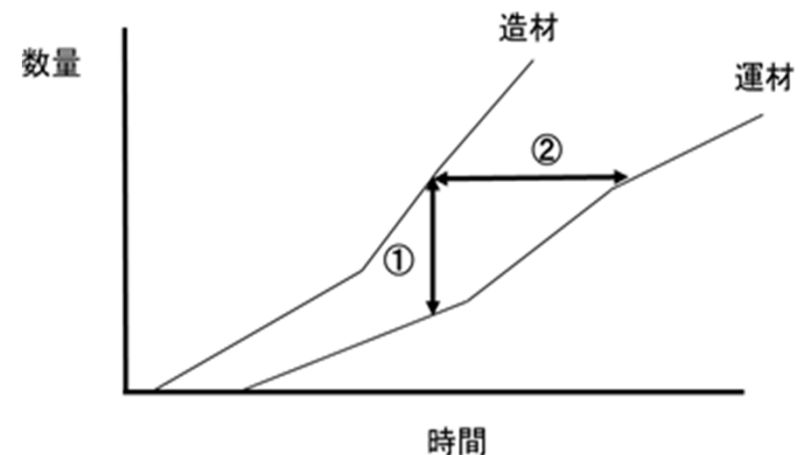
- ・作業量累計のグラフ(流動曲線)で「見える化」します。

【例】作業量や搬出までの時間(リードタイム)の把握

・右図は造材(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(搬出までの時間(リードタイム))です。



○ボトルネックの分析と改善

- ・工程ごと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。これを踏まえて、生産性の低い工程の改善について検討します。
- ・通常、造材(プロセッサ)は大量の材を処理できるため生産性は高くなり、運材(フォワーダ)は移動に時間がかかるため生産性は低くなります。
- ・このような工程間の生産性の差を次のような方法を組み合わせて改善を図ります。

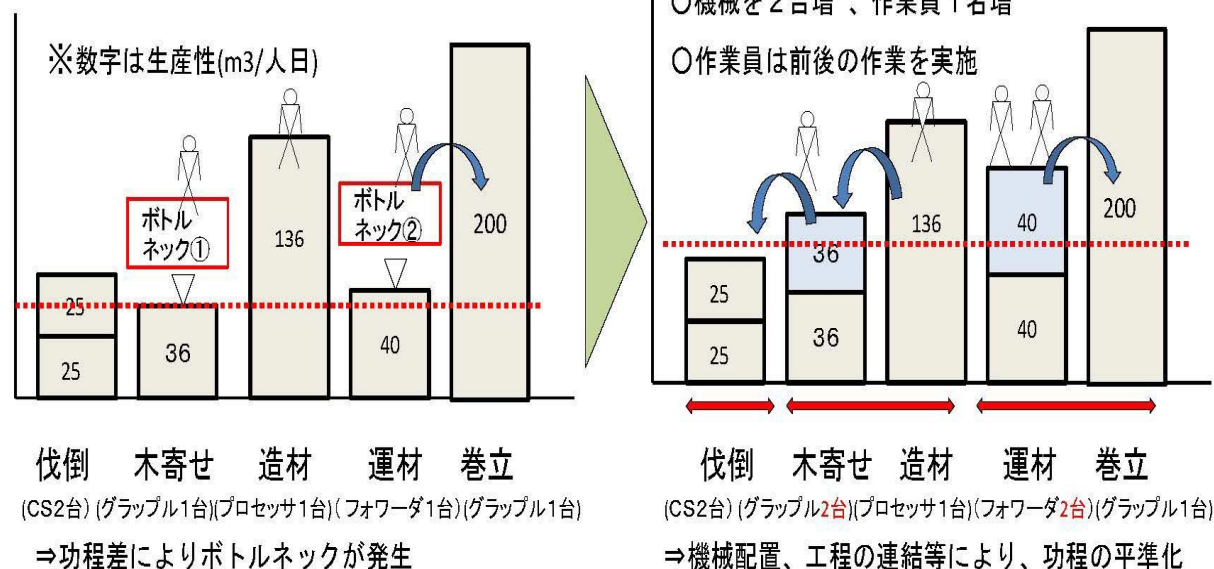
① 作業分担の見直し

② 作業順序の工夫

③ 機械の配置

④ 次の工程を考えた作業

○ボトルネック改善の1例 (イメージ)

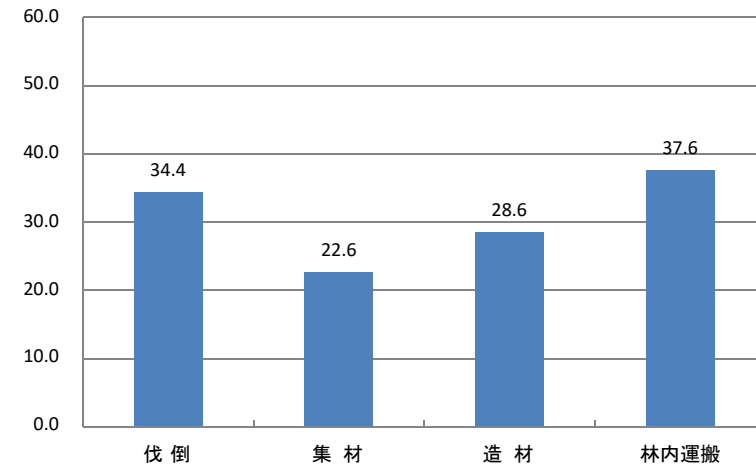


【例1】工程別作業量や流動曲線

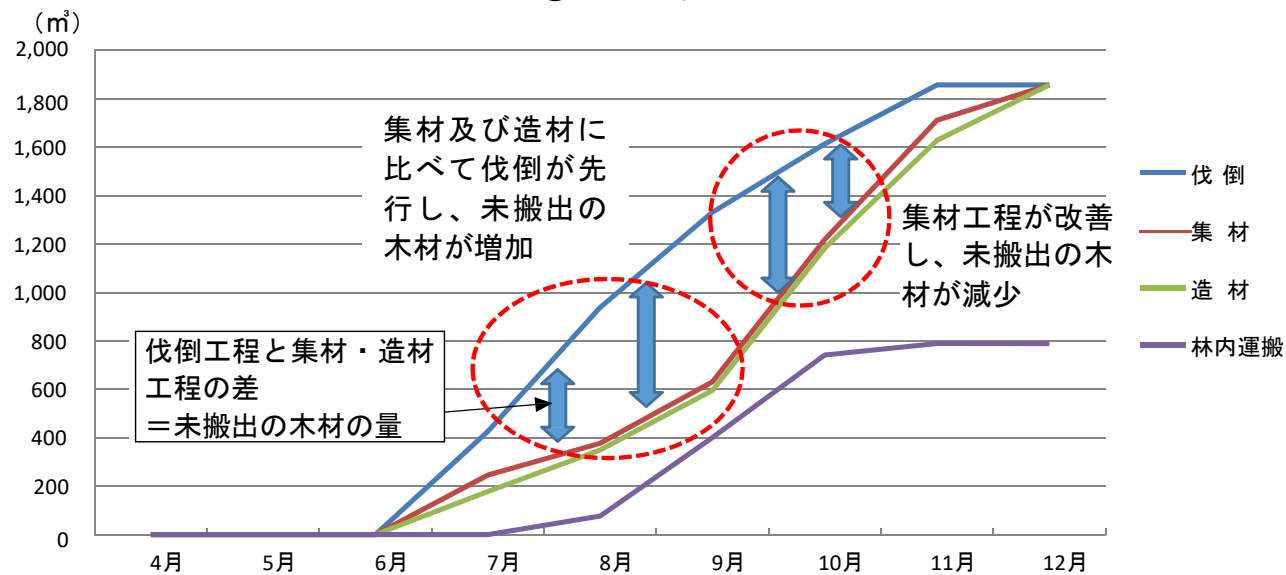
・当該事業地は、皆伐-タワーヤード集材による架線系システムと作業道による車両系システムの組み合わせ。伐倒が先行し、集材・造材が次第に追いついていく形となっています。

・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)



②流動曲線

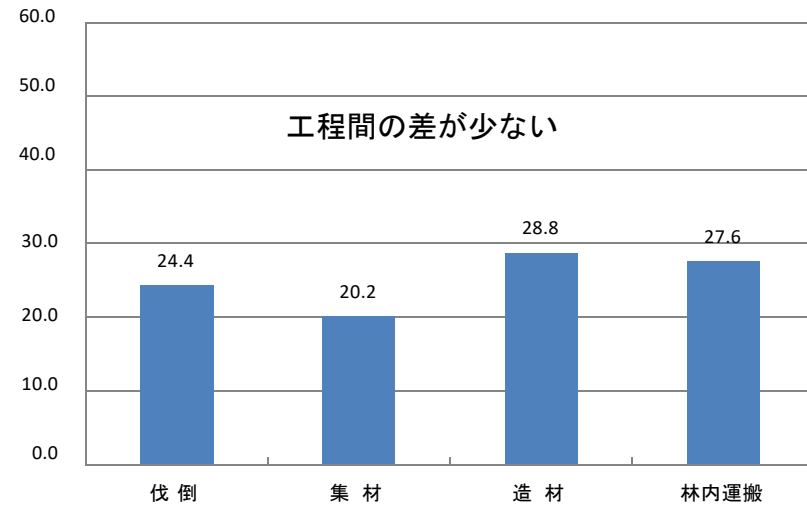


【例2】工程別作業量や流動曲線

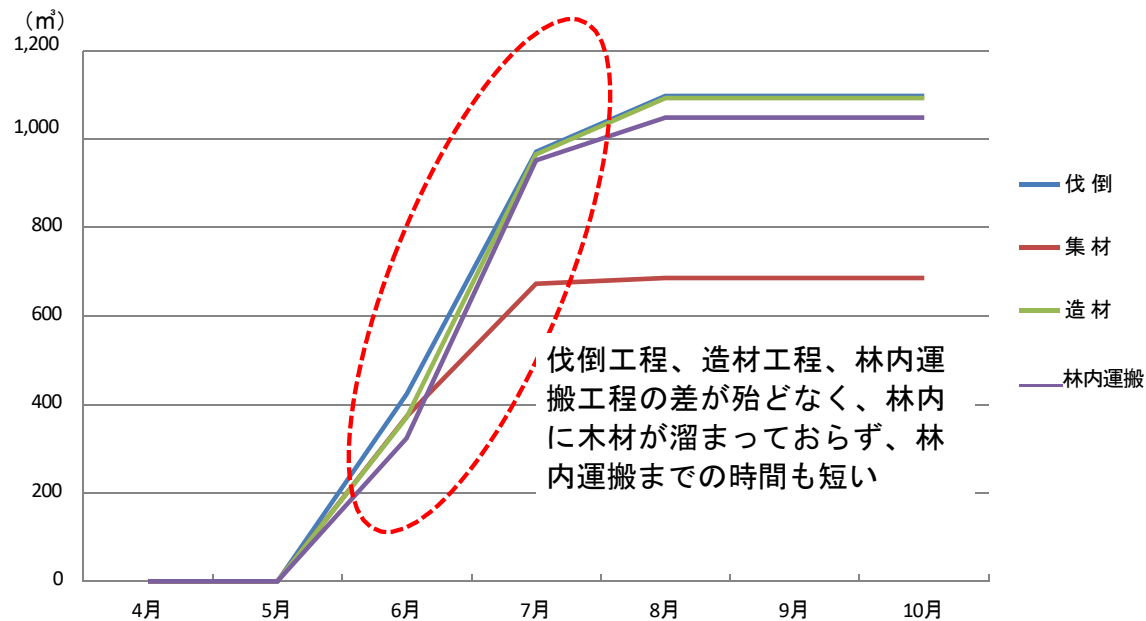
・車両系作業システムによる間伐で、伐倒、集材、造材、林内運搬を3日間のサイクルで実行することを基本とする例です。

・伐倒、造材、林内運搬の工程の差がほとんどなく、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。

①工程別作業量(m³/日)



②流動曲線



○作業システムの生産性の評価

・機械作業システムには、順次、機械を使用していく「**直列システム**」、一般によくみられる直列と並列の混合した「**並列システム**」、完全に並行して機械を使用していく「**完全並行システム**」、があります。これらシステムで 100m^3 の生産を行う場合のシステムとしての生産性を求めるには、システムの中で各機械が必要とする日数を求め、累計して求めた日数で 100m^3 を除することにより、システムの実績性を求めます。

① 直列作業

・作業システムを順次行っていくシステムで、例えば、チェーンソーによる先行伐採などがこのシステムとなります。いま、伐木作業、集材作業、造材作業それぞれで 100m^3 の生産を行わなければならないので、順次、各作業での必要日数を計算します。

・伐木作業(チェーンソー)に必要な日数は、 $100 \div (8 \times 2) = 6.25$ 日 となります。

・集材作業(タワーヤーダ)に必要な日数は、3人で1日 36m^3 の生産を行うので、必要に数は、 $100 \div 36 = 2.77$ 日 となります。

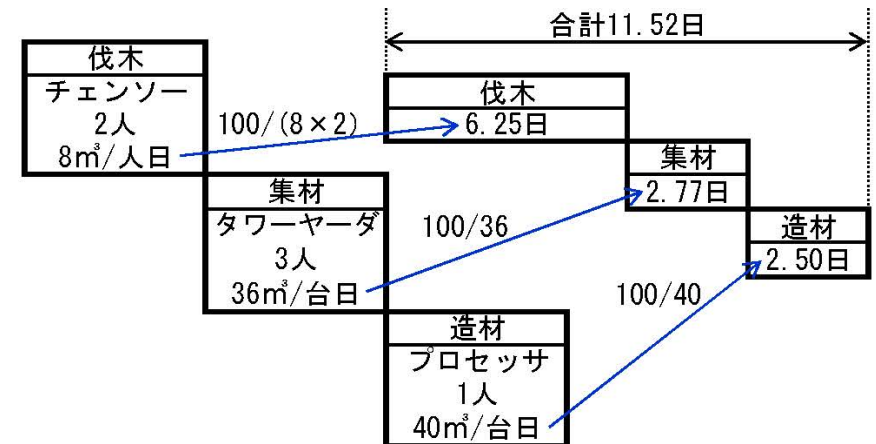
・造材作業(プロセッサ)に必要な日数は、1人で1日 40m^3 の生産を行うので、必要に数は、 $100 \div 40 = 2.50$ 日 となります。

・これらを加算して、必要な日数は、 $6.25 + 2.77 + 2.50 = 11.52$ 日 となります。

・よって、システムの実績性は、 $100 \div 11.52 = 8.68\text{m}^3/\text{日}$ となります。

システム実績性<直列作業>

直列作業の場合、 100m^3 の伐出に要する時間は、

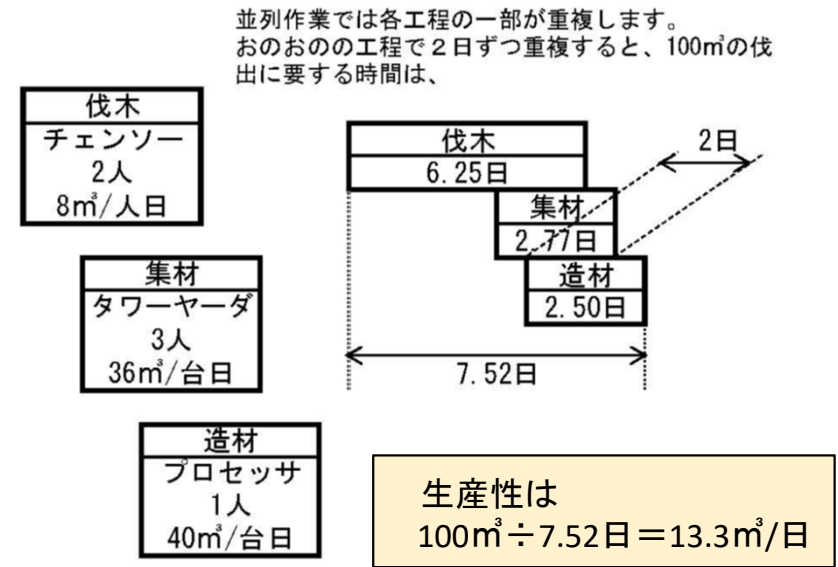


生産性は $100\text{m}^3 \div 11.52\text{日} = 8.68\text{m}^3/\text{日}$

システム生産性<並列作業>

② 並列作業

- ・それぞれの作業が、並列となるものと直列になるものとが混合するシステムです。一般的なシステムといえます。
- ・重複する部分は、伐木と集材で2日、集材と造材で2日としているので、合計4日 となり、直列の場合は11.52日となっているので、この並列システムの場合の必要な日数は、 $11.52 - 4 = 7.52$ 日 となります。
- ・よって、生産性は、 $100 \div 7.52 = 13.3 \text{ m}^3/\text{日}$ となります。

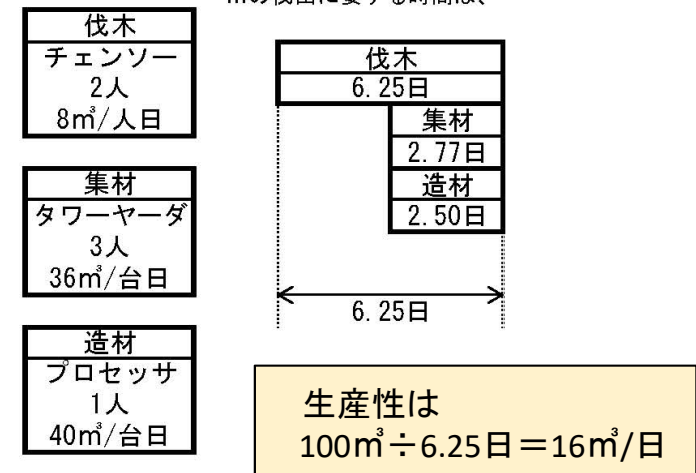


③ 完全並列作業

- ・各作業を並列に同時に行う作業システムです。この場合は、伐木作業、集材作業、造材作業を同時に行うので(一般的に同時に行うことはできないが)、最も日数が必要な伐木作業の6.25日 となります。
- ・よって、システムとしての生産性は、 $100 \div 6.25 = 16 \text{ m}^3/\text{日}$ となります。

システム生産性<完全並列作業>

完全並列方式で行われた場合、100 m³の伐出に要する時間は、



OPDCAサイクル

- ・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。

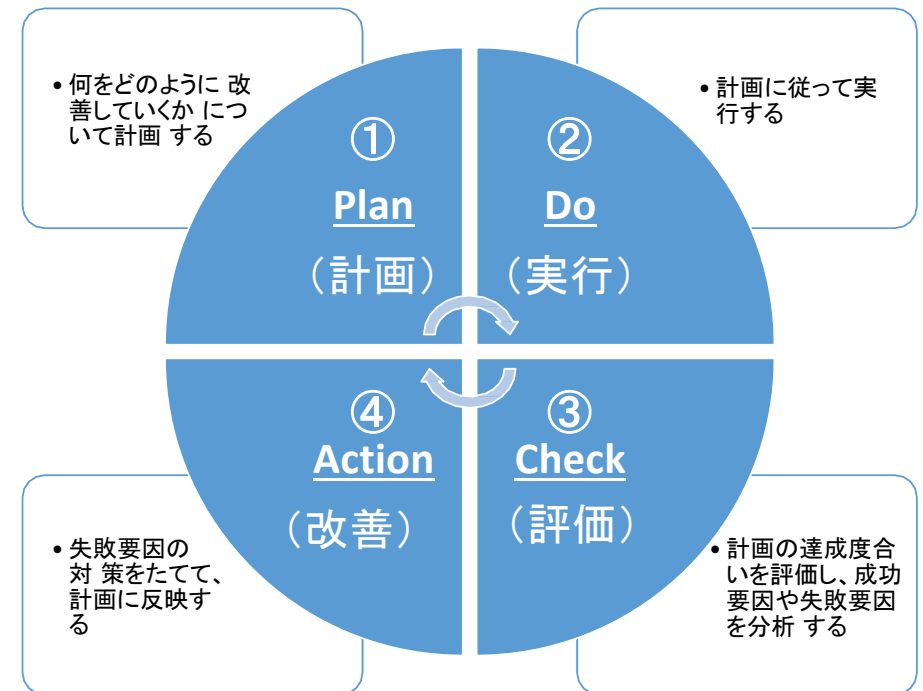
Check（評価）

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。

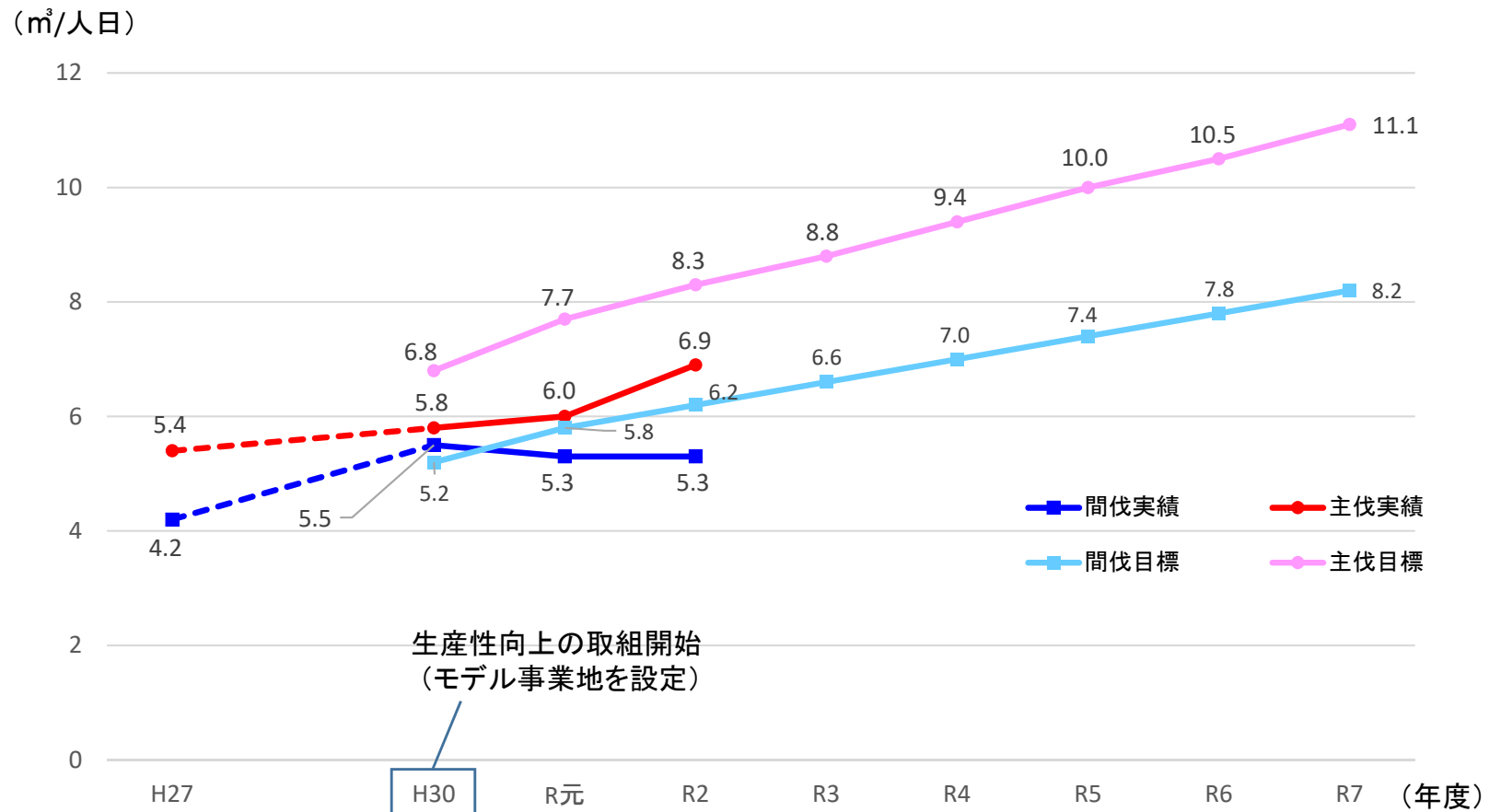
PDCAサイクル



近畿中国森林管理局の取組

○管内の生産性の推移と目標

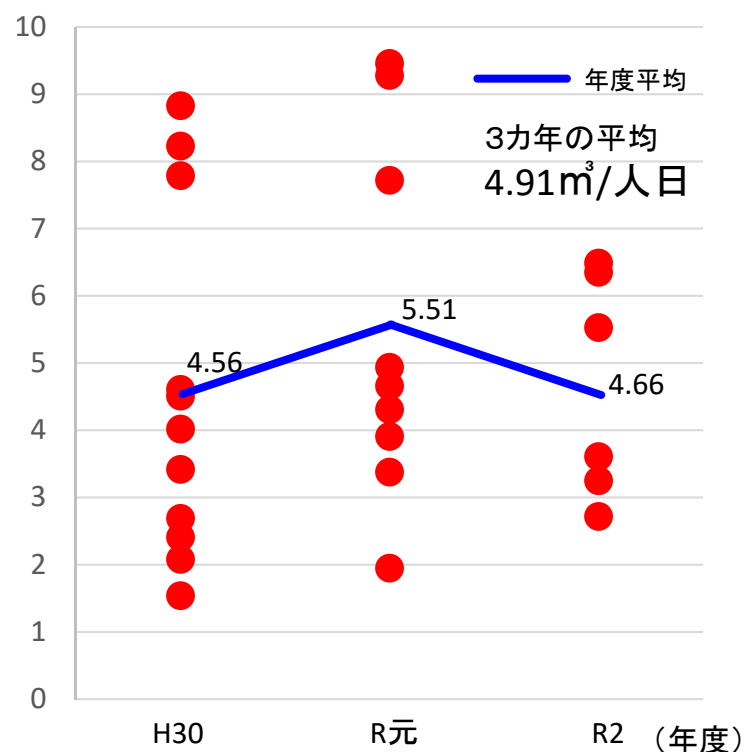
- ・近畿中国森林管理局では、令和7年における生産性目標を主伐:11.1m³／人日、間伐:8.2m³／人日として取組を行っています。



○これまでの取組み

- ・具体的には、平成30年度から、各森林管理署等が発注する生産請負事業において生産性向上モデル事業地を設定し、受注者が作成する作業日報により工程管理を行い、作業システムの改善等について事業体へのフィードバックを行ってきました。
- ・これまで3カ年で28個所で取組みを行ってきました。その中で、間伐を主体とする事業地における取組結果と取組事例を紹介します。

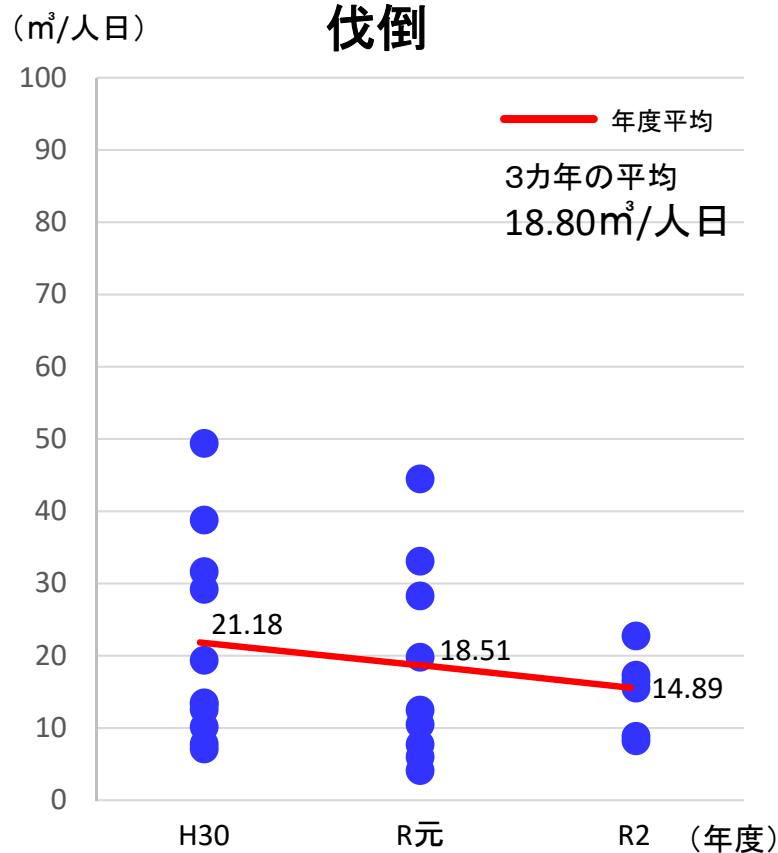
(m³/人日) 林内生産性(モデル事業地)



・間伐を主体とする26個所(車両系22個所、架線系4個所)の生産性です。

・車両系で最も多かった作業システムは、伐倒:チェーンソー→集材:グラップル→造材:プロセッサ(ハーベスタ)→運材:フォワーダ で、高い生産性も上げています。

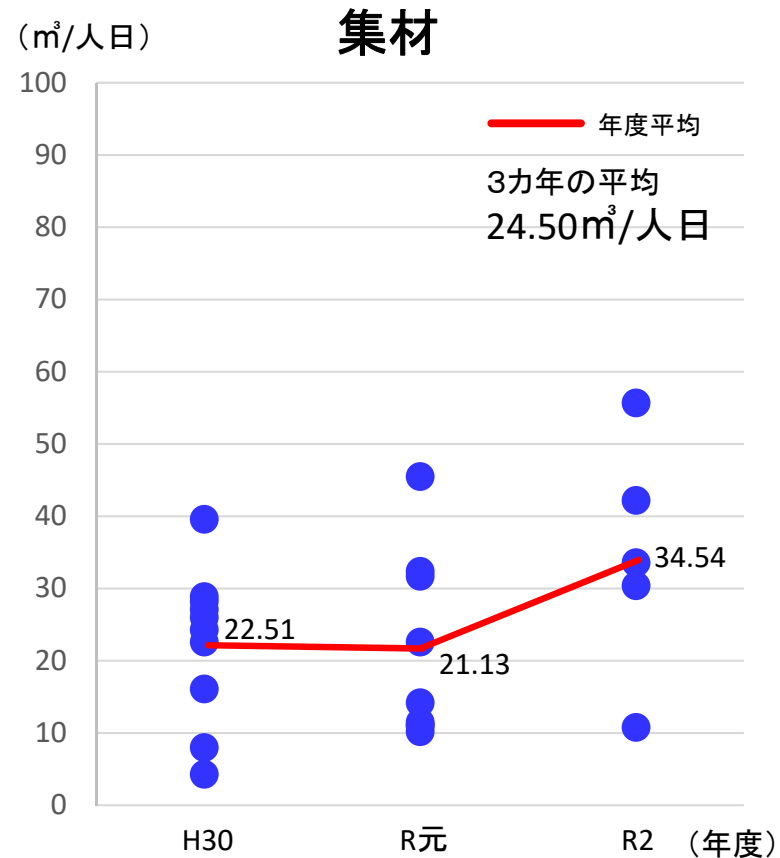
・一方で、同じ作業システムでも低い生産性となった箇所もあり、作業個所の地形、傾斜などの自然条件は異なるものの、工程の組合せや、工程ごとの人員の投入量等に改善の余地が見られました。



・主にチェーンソーによる伐倒である。

<改善のポイント>

・集材を意識した伐倒方向の選定により、集材作業の効率化につなげる。

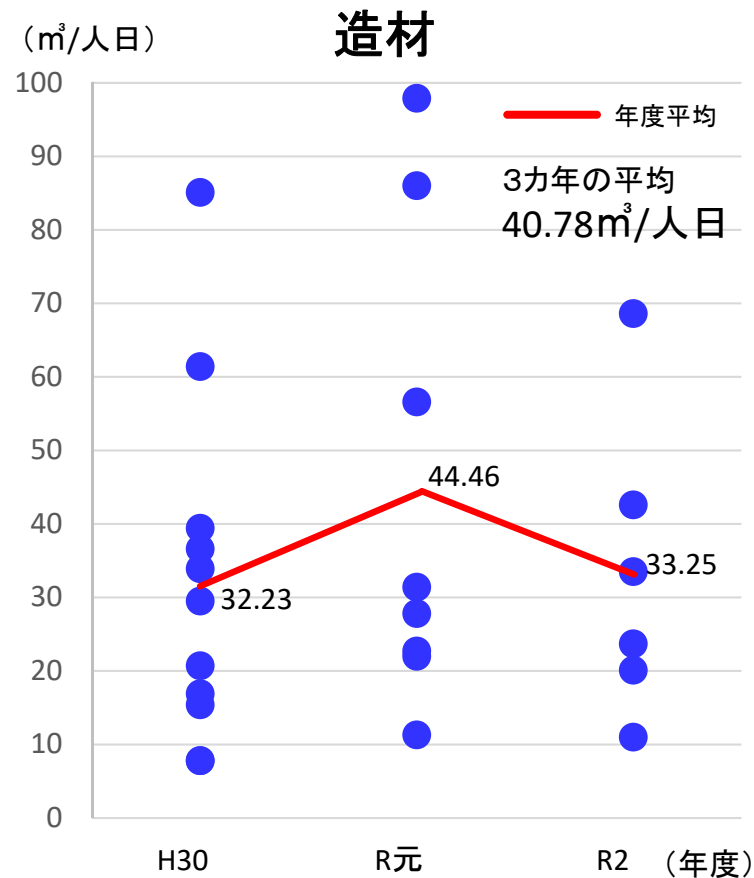


・架線系は集材機、スイングヤーダ。車両系はグラップル、ウインチである。

<改善のポイント>

・グラップル等機械のアーム長等の集材距離を意識した森林作業道の配置により効率化を図る。

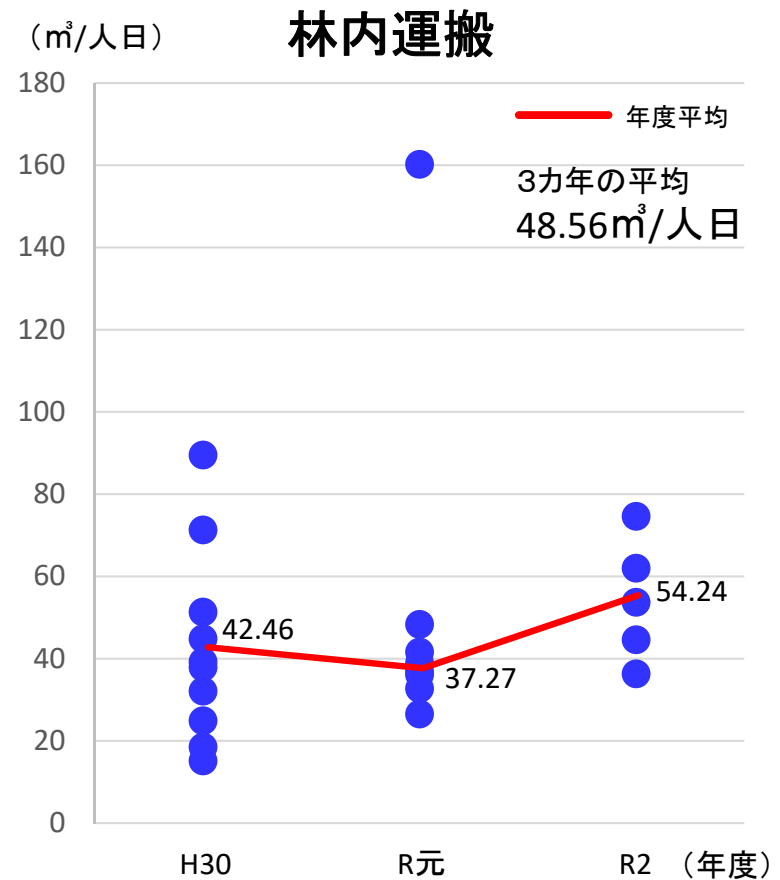
・ウインチ付きグラップルによる直取り集材。



・主としてプロセッサ(ハーベスタ)造材であるが、一部はチェンソー造材である。

<改善のポイント>

- ・プロセッサ等、生産性の高い機械を中心に仕事を組み立て、稼働率を上げる。
- ・また、複数事業地で使用することで稼働率を上げる。



<改善のポイント>

- ・運搬距離を考慮した造材ポイントの選定と集積量を工夫する。
- ・フォワーダ装備の小型グラップルから、グラップルを使用した荷の積み下ろしにより作業時間の短縮を図る。
- ・フォワーダの大型化。

取組事例1 マルチ技能者の育成・多能工化による各工程の平準化

(令和元年度国有林間伐・再造林推進コンクール表彰事例)

○林分概要

- ・主な樹種:スギ・ヒノキ
- ・蓄積:609m³/ha
- ・単木材積:0.35m³
- ・林地傾斜:25°

○事業概要

- ・搬出面積:23.06ha
- ・資材材積:6,288m³
- ・生産材積:3,730m³
- ・伐採方法:列状間伐
- ・伐採率:35%
- ・作業システム:車両系

○作業システムと生産性

生産性:10m³/人日

	作業道開設	伐倒	木寄・集材	造材	集運搬	巻立
使用機械	ザウルスロボ	チェーンソー	グラップル、スイングヤーダ	プロセッサ	フォワーダ	グラップル
生産性 (m ³ /人日)		45	55	47	69	212

○取組みの特記事項

- ・作業前ミーティングで、作業の無駄を洗い出し、1週間分の事業計画を見直しながら、その日の作業工程と人員配置を決定。
- ・柔軟な人員配置を行えるよう、チェーンソー伐倒作業と高性能林業機械作業の両方に従事できるマルチ技能者を育成。
- ・マルチ技能者を中心に、次の工程作業効率が上がるよう前工程の作業方法を見直し。
- ・各工程を効率化するとともに、工程間の生産性を平準化。



最優秀賞 搬出間伐部門 しそう森林組合(兵庫県栗市)

伐採作業と林業機械作業の兼務による効率的な人員配置をベースとした、改善の積み重ねによる生産性の向上と間伐コストの縮減

- チェーンソーによる伐採作業と高性能林業機械作業の両方に従事できる**マルチ技能者**を育成。
- マルチ技能者を中心に、次の工程の作業効率が上がるよう前工程の作業方法の見直しを全作業員で行い、実行。
- 作業員間で話し合い、毎日一週間分の事業計画を見直しつつ当日の作業を実施し、進行管理情報を共有するなど、作業員が**ONE TEAM**となり取り組んだ。
- 毎日、**少しずつ改善を積み重ねる**ことで、生産性の向上とコストを縮減。



赤:間伐区 青:主伐区

これらの地道な改善の取組みが高く評価された事例。

プロセッサによる造材

作業システム・生産性・生産コスト

- 作業システム グラップルとスイングヤーダの

一般的な車両系作業システム。作業システムと工程別生産性

改善の積み重ねで、全工程の生産性を平準化。

○ 生産性: 10.0^m³/人日

○ 生産コスト: 6,195円/^m³

	森林作業道	伐倒	木寄せ集材	造材	集搬	巻立
使用機械	ザウルスロボ	チェーンソー	グラップル、スイングヤーダ	プロセッサ	フォワーダ	グラップル
人員配置	3人	2~6人	3人	3人	1~4人	1人
生産性(^m ³ /人日)	—	45	55	47	69	212



安全確保の取組・環境配慮・担い手の育成等

○ **安全確保の取組** 毎朝ミーティングを実施し、リスクアセスメントも取り入れ安全確保を徹底。無線機を活用し、常時、上下前後方向の安全を確認。

○ **環境配慮** 谷筋箇所の立木はできるだけ残存。湧水箇所は丸太暗渠等で、少水量箇所は板状排水板(パブリックドレイン)を設置し排水。

○ **担い手の育成等** 緑の雇用により、平成30年度及び令和元年度に1名ずつ採用。経験年数の浅い者とベテランを組み合わせた班編制とし、OJTを実施。

事業個所の概要 ※単木材積、林地傾斜は平均値

- 所在: 近畿中国森林管理署管内深山国有林(兵庫県栗市)
- 主要樹種(林齢): スギ・ヒノキ(45~69年生)
- 伐採面積: 23.13ha
- 伐区概要: 本数 1,726本/ha、蓄積 609^m³/ha
- 単木材積: 0.35^m³/本(平均胸高直径 22cm、樹高16m)
- 林地傾斜: 25度

伐採の概要

- 伐採方法: [列状間伐] 1伐2残
- 伐採立木材積: 4,658^m³ (201^m³/ha)
- 素材生産材積: 2,964^m³ (128^m³/ha)
- 利用率: 64%
- 平均集材距離: 501m



間伐後(1伐2残)



パブリックドレイン

取組事例2 繊維ロープ使用による集材作業の効率化

(令和2年度国有林間伐・再造林推進コンクール表彰事例)

○林分概要

- ・主な樹種:スギ・ヒノキ
- ・蓄積:565m³/ha
- ・単木材積:スギ0.72m³、ヒノキ0.34m³
- ・林地傾斜:30°

○事業概要

- ・搬出面積:6.22ha
- ・資材材積:3,513m³
- ・生産材積:2,336m³
- ・伐採方法:皆伐・保護伐
- ・作業システム:車両系

○作業システムと生産性

生産性:9.46m³/人日

	作業道開設	伐倒	木寄・集材	造材	集運搬	巻立
使用機械	ザウルスロボ	チェーンソー	グラップル、スイングヤーダ	プロセッサ	フォワーダ	グラップル
生産性 (m ³ /人日)		26	40	65	40	50

○取組みの特記事項

- ・集材作業で使用するワイヤーロープを繊維ロープに変えることで、作業工程のアップと作業員の負担を軽減し、プロセッサ造材の稼働率アップに繋げる。
- ・谷沿いの両岸が区域であるため、作業道を谷部に作設することによる集材作業の効率化。



優秀賞 主伐・再造林部門 笛木山国有林共同事業体

(神石郡森林組合：広島県神石高原町)
(有)中尾木材：広島県広島市)

共同事業体における効率的な事業連携による事業コストの削減

- 植付の副作業（森林作業道の補修及び刈払機による刈り直し等）を減らすため作業着手前の事業地を生産事業体と造林事業体の両担当で踏査を実施
- 造林事業も考慮した森林作業道を作設し、造林作業の生産性を向上
- 集材時における枝条の除去等の実施により地拵を削減



プロセッサによる造材



植栽器による植付

作業システム・生産性・生産コスト

- 集材作業で使用するワイヤーロープを繊維ロープに変えることで、作業効率のアップと作業員の労力負担の軽減を図った。
- 谷沿いの両岸が皆伐区域であるため、作業道を谷部に集中的に作設し、効率的な集材ができた。

作業システムと工程別生産性

	路網作設	伐倒	木寄集材	造材	集搬	巻立
使用機械	ザウスロボ	チェンソー	スイングヤーダ グラップル	プロセッサ	フォワーダ	グラップル
人員配置	4人	6人	4人	1人	2人	1人
生産性 (m ³ /人日)	-	26	40	65	40	50

安全確保の取組・環境配慮・担い手の育成等

- 作業道通行時の安全及び汚泥の流出を防ぐため、販売規格外の丸太を急傾斜地及び軟弱地盤の箇所に敷設
- 熟練した職員による新規採用者へのマンツーマンのOJTを実施
- インターンシップの受け入れにより、3名の新規採用者を確保

事業個所の概要 ※単木材積、林地傾斜は平均値

- 所在：広島森林管理署管内 笛木山国有林（広島県福山市）
- 主要樹種（林齢）：スギ（51～71年生）、ヒノキ（52年生）
- 伐採面積：6.22ha
- 伐区概要：本数841本/ha 蓄積565m³/ha
- 単木材積：スギ0.72m³/本（平均胸高直径30cm 樹高22m）
ヒノキ0.34m³/本（平均胸高直径20cm 樹高16m）
- 隣地傾斜：約30度

伐採の概要

- 伐採方法：皆伐、保蔵伐
- 伐採立木材積：3,513m³ ●素材生産材積：2,336m³
- 利用率：66% 平均集材距離：375m 路網密度：161m/ha

再造林の概要

- 地拵：省略
- 植付：植付本数3,000本/ha 苗木：コンテナ苗 使用器具：植栽器
苗木運搬：フォワーダ

取組事例3 多能工化による臨機応変な人員編成とロングリーチグラップルによる集材の効率化

○林分概要

- ・主な樹種:スギ・ヒノキ
- ・蓄積:335m³/ha
- ・単木材積:0.41m³
- ・林地傾斜:30°

○事業概要

- ・搬出面積:59.01ha
- ・資材材積:8,967m³
- ・生産材積:2,506m³
- ・伐採方法:列状間伐
- ・伐採率:30%
- ・作業システム:車両系

○作業システムと生産性

生産性:9.28m³/人日

	作業道開設	伐倒	木寄・集材	造材	集運搬	巻立
使用機械	ザウルスロボ	チェーンソー	グラップル、スイングヤーダ	プロセッサ	フォワーダ	グラップル
生産性 (m ³ /人日)		33	53	88	160	329

○取組みの特記事項

- ・作業員が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(多能工化)しており、状況に応じて臨機応変に2人作業、3人作業、4人作業で効率的に作業を実施。
- ・ロングリーチグラップルによる集材で、集材範囲が広がり、集材工程の効率化と路網密度を抑えることで林地への負担を軽減。
- ・フォワーダ運材の距離を考慮して集材ポイントを選定し、効率的に運材を実施。

効率的な林業生産に向けて(改善のポイント)

・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、各工程の生産性を高め、丸太が滞留しないようなシステムをイメージしつつ、次のような事項の考え方を原則としてシステムの改善を図ります。

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。
- ・複数の工程を処理できる新たな機械の導入や、新たな機械を導入できない場合でも、スイングヤーダによる集材から路網密度を上げて、グラップル直取り集材を増やし、その分の荷掛け・荷下ろしを不要とするなど、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。
- ・また、工程数を減らせない場合でも、フォワーダ運転手が積込み、運搬、桟積みを兼務するといった、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

- ・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します。
- ・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など、それぞれの工程の作業方法を変えたり、機械を導入したり、大型のものに換えることで各工程の生産性を引き上げることができます。
- ・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。

3 工程間の連結をスムーズにする

- ・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、材の滞留量を極力少なくすることが重要です。
- ・各工程間の生産性の違いは、人や機械の配置を変えて応援することにより調整します。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、生産性を高めます。この場合、作業員が全工程の作業を行える(全機械を操作できる)多能工であることが必要です。

4 合理的な作業配置とする

- ・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るなど、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。
- ・人的配置を固定せず、必要最小限の作業員数で実施することが重要です。

おわりに

・これまで述べてきた改善の取組を実践していくためには、生産性向上に取り組む理由や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なります。また、様々な条件下で作業を行う林業において、現場が自主的かつ臨機応変に対応し、効率の高い仕事をする「現場が動く」仕組みが必要となります。そして、改善を積み重ねる意識を現場に定着させることです。

・ここで掲載されたものは、実際の現場で必ずしもすべて有用に活用できるものとは限りませんが、生産性を高めて生産能力の拡大、収益の確保・改善、雇用の安定化を図ることで、森林・林業・木材産業が持続性を高めながら成長発展させていく「グリーン成長」に貢献する一助となれば幸いです。

<参考資料>

生産性ガイドブック(平成29年度林業事業体の生産性向上手法検討委託事業報告書)平成30年3月 林野庁