

素材生産事業に関する解析・考察

関東森林管理局 福島森林管理署（元 日光森林管理署）山本 要
日光森林管理署 石川 いずみ

1. 課題を取り上げた背景

近年、我が国では森林蓄積が年々増加しており、本格的な利用期を迎えています。特に人工林に注目すると、一般的な主伐期である 10 齢級以上の面積が全体の半数以上を占めており（図 1）、積極的な利用で木材生産量を増加させていくことが望まれています。しかし、丸太価格の多くを伐出・搬出コストが占めており（図 2）、木材生産にかかるコスト面が問題視されています。これを解決し、伐採から造林までのサイクルを確立させるためにも、作業システムの生産性(m³/人日)向上が重要視されています。

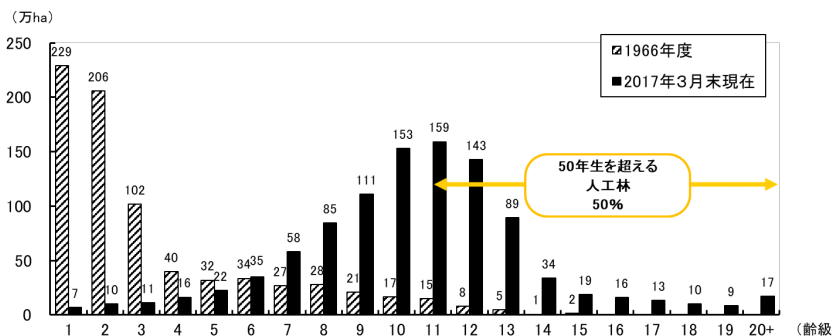


図 1：人工林の年齢構成

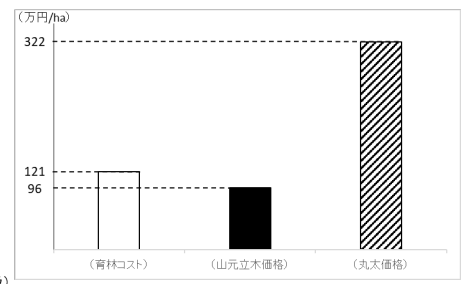


図 2：生産コストのイメージ

前述の課題に対し、林野庁では効率的に木材生産を行うべく取り組みを行っています。関東森林管理局管内では、作業日報の分析から作業ごとの生産性を算出し、工程管理への活用を進めています。また、林業事業者や市町村担当者とともに現地の作業風景を視察し、効率化のポイントや改善点等を議論する検討会を各署で開催しています。

こういった背景を踏まえ、日光森林管理署では令和 2 年度において生産性の向上をテーマに、より詳細な解析・考察を行うべく以下の 2 つの調査（1）、（2）を実施しました。

2. 調査・解析手法

(1) 調査：生産性への影響力に対する要因ごとの評価

ア. 調査の概要・目的

生産性を評価する際、必然的に傾斜や搬出距離等の搬出条件によって左右されてしまいます。例えば、現場ごとの生産性に差がみられた場合、それが搬出条件からどれだけ影響を受けたのか、また複数考えられる要因のうち、どの要因が影響を及ぼしたのか判断することが困難です。

そこで、調査（1）ではそういった環境等の要因が持つ影響力の大きさに着目し、統計手法を用いて定量化をすることを目的としました。

イ. 作業システムと人員配置

全事業地を同一事業者が担当しており、基本的に 1 班 3 名体制で作業に従事しています。特に

作業道作設を重視し、専任の作業員がグラップルバケットを用いることで効率的に路網開設を行っています。また、作業道作設以外の工程においては進捗状況に応じて人員を配置する方針を採用しています。



図3：請負事業体の作業システム

ウ. 集計方法

生産性に影響を与える可能性がある要因として、以下①から⑦の7つのデータを集計・解析しました。今回の調査では令和元年度及び令和2年度に日光森林管理署が実施した素材生産事業全15事業地を集計対象とし、全132週分のデータを得ました。このデータには皆伐・列状間伐・定性間伐等様々な伐採種が含まれており、搬出条件等も現場によって異なります。なお、データの集計にあたっては作業日報と国有林GISを使用しました。

- ①傾斜(°) ②平均単木材積(m³) ③雨の日の割合 ④山元土場までの搬出距離(m)
 ⑤作業道作設距離(m) ⑥主伐 or 間伐 ⑦低質材の割合

エ. 解析方法

解析には重回帰分析という手法を用いて解析を行いました。この手法は、複数のパラメータからある数値を予測する際に用いられます。今回の場合、(1)のウで挙げた7つの要因から、生産性を予測するということとなります。その際、元となるデータに標準化という処理を加えることで、得られた数値(標準偏回帰係数)の大小から生産性への影響を要因ごとに比較することができます。なお、データ解析については統計ソフトのRを使用して行いました。

(2) 採材指示前後での生産性比較

ア. 調査の概要・目的

令和2年度においては、年度当初から新型コロナウイルスの影響により、原木価格の下落が顕著にみられました。図4からは、年度当初からスギ及びヒノキの立方単価が大きく下落し、10月頃まで回復しませんでした(図4)。なお、前年比での価格の下落は柱材のみならず原木全体で確認されていました。この影響で、民有林から低質材の出材が増加する可能性があったため、日光森林管理署では国有林から供給過多にならないように市況の変動を注視していました。

一方で、当署では7月ごろから低質材の出材が予定数量を上回るペースで進みました。その際、システム販売の予定数量を十分達成する見込みであったことから、買受者と相談し請負事業体に指示書を出しました。具体的には、図5に示すように搬出する低質材のうち、小径材については出材を控えるよう請負事業者及び監督職員に通知をしました。

この通知によって、低質材に占める小径材の割合は減少し、柱材の割合が増えることで作業効率が上がり生産性の向上が見込まれると考えました。そして、実際にどの程度の変化が出たのかは今後生産性を向上させるうえで重要な知見となると考え、調査(2)では指示前後での生産性を比較しました。

イ. 集計方法

生産性の数値については、令和2年に日光森林管理署で実施した素材生産事業の4事業地を対象に算出しました。集計期間は6月から9月とし、1か月ごとのデータとして集計しました。これら4か月分のデータは、図の通知を8月3日付けで行ったことを踏まえ、6～7月を指示前、8～9月を指示後として比較、考察しました。

3. 調査・解析結果

(1) 調査：生産性への影響力に対する要因ごとの評価

ア. 解析結果

解析の結果から、要因ごと標準回帰係数が得られました(表1)。生産性への影響力を示したものが標準回帰係数となっており、ここでは大小を判断しやすいよう、絶対値で表記をしました。

ただし、統計的には各要因が生産性に影響を与えているのかが判断できないケースもあり、その基準としてt値やp値といった数値を算出しており、今回の解析では、t値>2、p値<0.05で有意としています。

これらを踏まえると、影響力は傾斜、主伐 or 間伐の区別、平均単木材積、作業道作設距離、山

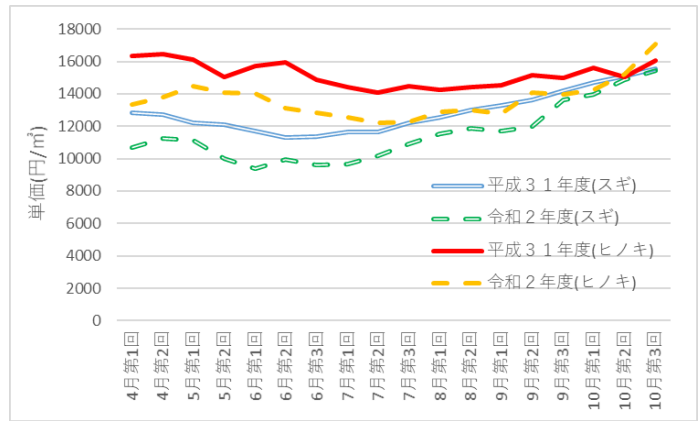


図4：原木市場における単価の推移(3m・16-20cm)

(指示内容)

本事業から出材される低質材について、作業効率及び生産性の向上の観点から、末木枝条や小径材を採材出来ない曲がり材等は搬出ししないこと。具体的には、14cm程度以下の低質材とする。

なお、保護伐(皆伐)箇所は除く。

図5：請負事業者への指示通知書(抜粋)

要因	標準偏回帰係数	t値	p値
傾斜(°)	0.120	2.856	0.040
平均単木材積(m³)	0.065	3.433	0.036
雨の日の割合	0.022	3.162	0.037
山元土場までの距離(m)	0.075	2.500	0.021
作業道作設距離(m)	0.061	2.436	0.036
主伐 or 間伐	0.110	2.738	0.046
低質材の割合	0.038	1.284	0.077

表1：解析から得られた数値

元土場までの距離、雨の日の割合の順番で大きかったことがわかりました。また、低質材の割合に関しては、今回の結果からは生産性に影響を与えているかどうかは判断できませんでした。

イ. 解析結果を踏まえた今後の施業方針について

今回の結果から生産性への影響力を定量化することができましたが、実際に現場の条件自体を改善することは困難です。そこで、特に今回最も影響力が大きいと判断された傾斜に着目し、今後の施業方針について考えました。

生産性が最も低下する急傾斜地においては、効率的な集材のために架線系集材システムの採用も視野に入れる必要があります。この場合は比較的成本も低いスイングヤードを採用するのが望ましいと考えられます。ただし、架線集材では設置や撤去に手間と費用がかかるため、導入する重機選定や架線の張り方を含めたシステムの構築が求められます。

また、集材しやすいように伐倒方向を徹底する、荷掛けに軽量な繊維ロープを採用するといった工程ごとの細かな工夫も、地道ではありますが各工程の生産性を上げていく上では非常に重要です。そして、生産性が大きく低下することを考慮し切り捨て間伐を実施する・一部を除地にする・針広混交林化を進めていく、こういった選択も視野に入れながら、施業を実施していく必要も考えられます。

(2) 調査：採材指示前後での生産性比較

ア. 解析結果

採材指示前後で造材工程が 1.74% 上昇し、運搬・極積工程が 2.09% 低下しました(表 2)。また、造材生産性に関しては、事業地 4 箇所ごとの比較を示しています(表 3)。指示前後での直接の比較が可能である事業地 (い)・(ろ)では、どちらも指示後の方が造材生産性は上がっていました。運材に関しては、指示前後で生産性の低下が確認されました。これについては、事業の進行に伴って作業箇所が奥地となり運材距離が増加した影響の方が大きく、結果的に生産性が低下したと思われる。

表 2：採材指示前後での生産性比較

	生産性[m ³ /人日]		増減率 (%)
	令和2年 5月～7月	令和2年 8月～9月	
伐採 (チェーンソー)	52.6	43.7	-16.93
木寄せ (グラップル)	155.2	61.1	-60.60
造材 (プロセッサ)	38.8	39.5	1.74
運搬・極積 (グラップル・ フォワーダ)	38.0	37.2	-2.09

表 3：事業地ごとの造材生産性の比較

事業地	造材生産性[m ³ /人日]	
	令和2年 5月～7月	令和2年 8月～9月
(い)	41.3	43.6
(ろ)	38.2	39.9
(は)	※	40.5
(に)	※	38.9
平均	38.8	39.5

※期間内は数値無し

イ. 採材指示について

表 4 は低資材の極における径級 14 cm 未満の割合を示しています。指示前の 7 月と指示後の 8 月で比較すると、14 cm 未満の割合は 7% ほど減少しましたが、9 月にはまた 7 月とほぼ変わらない割合となりました。採材指示については、徹底できていなかった部分があった可能性は否定できず、採材指示の目的であった工程を軽減させ効率

化につながるという意図を請負事業者や監督職員とうまく共有できていなかったのではないかと考えています。

表 4：樫における径級ごとの割合

	7/29	8/27	9/30
14cm未満 (本)	80	70	83
16cm以上 (本)	109	131	119
14cm以下の 割合(%)	42.3	34.8	41.0



図 5：実際の樫（○が径級 14 cm未満）

4 まとめ

今回、生産性に関する 2 つの取組を進めてきましたが、生産性向上を目指すうえで重要となるのは、現場ごとの条件から生産性の課題を把握し、課題に応じた適切な作業システムの選択・人員配置を行っていくことです。その際、顕著に生産性を低下させる要因に対し重点的に対策を講じることで、より効果的に生産性向上を実現できます。今回の統計解析結果では傾斜が最も生産性を低下させる要因でしたが、定期的にこのような分析を実施し、得られた結果から現場での改善を積み重ねていく PDCA サイクルの徹底が非常に重要です。

また、PDCA サイクルの徹底にあたっては、担当職員から現場作業員まで関係者の意識共有が欠かせません。担当職員やプランナーの考え方が優れていたとしても、現場作業員の改善意識が薄ければ、生産性向上はなかなか実現しません。逆も同様で、現場作業員個人で工夫や改善をしようとしてもプランナーが作業システム全体へ反映させなければ、結果につなげることは難しいです。今回、調査（2）では目的意識や改善点の共有といった部分で一部課題を残してしまったこともあり、今後どのようにして事業者との連携を強化していくのかを検討していく必要があります。

参考文献

林野庁（2020）「令和 2 年度森林・林業白書」 全国林業改良普及協会

坪野克彦・湯浅伸一(2011) 「林業再生の決め手！生産性を向上させる 80 カ条」 全国林業改良普及協会

湯浅勲・杉山要（2020）「木材生産技術の原理・原則 技術の本質を学び現場に活かす」 全国林業改良普及協会

植木達人（2007）「林業改良普及双書 No.154 列状間伐の考え方と実践」 全国林業改良普及協会

山田剛史・杉澤武俊・村井潤一郎(2013) 「R によるやさしい統計学」 オーム社