

論文

島根県における利用間伐の実態調査

原 勇治・坂越 浩一

Survey and Analysis of Exploitation Thinning in Shimane Prefecture

Yuji HARA, Hirokazu SAKAGOSHI

要 旨

島根県内17の林業事業体を対象に県下全域の利用間伐の実態を調査した。収集した118事例を造材・集材工程などにより作業システムごとに分類し、素材生産コスト、労働生産性について考察した

1. 島根県における作業システムは、架線系システムと非架線系システムに大別でき、造材機械と集材機械の組み合わせにより6タイプに分類した。
2. 集材方式は2つに分類でき、1つは架線系システム主体の全木・全幹集材、もう1つは非架線系システム主体の短幹集材であった。
3. 間伐方法は定性間伐と列状間伐の2通りであった。多くの事例では定性間伐が実施されていたが、列状間伐も積極的に実施されており、全体の22%もあった。列状間伐の場合は、架線系システムによる全木・全幹集材方式が90%を占めていた。
4. m^3 当りの素材生産コストは、10～15千円の事例が多く、全体の30%を占め、もっとも低かったのは7千円であった。労働生産性は、 $1.01\sim 2.00\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ が半数以上であったが、平均 $1.6\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ 、最高で $5\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ であった。
5. 労働生産性が高くなると素材生産コストは減少する傾向であった。素材生産コストを1万円/ m^3 以下にするためには、少なくとも $3\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ 以上の労働生産性が必要であった。
6. 最も労働生産性が高く素材生産コストが低かったのは、列状間伐+プロセッサ+架線系システムの組み合わせであり、集材機械はスイングヤーダよりタワーヤーダが効率的であった。

I はじめに

本県の林業事業体では、近年、高性能林業機械を積極的に導入し利用間伐事業に取り組んでいる。しかし、地域や作業現場によっては、同じ高性能林業機械の作業システムを用いても、期待した効果が上がっていない林業事業体がある。そのため、それぞれの作業現場に適した低コストで効率的な作業システムの構築が急がれている。そこで本研究では、各事業体が効率的な利用間伐作業システムを検討するための基礎資料となることを目的に、県内の利用間伐事業の実態調査を行った。

本調査において、多大なご協力を頂きました各林業事

業体の皆様、ならびに森林整備課と各出先事務所の林業普及員の皆様に厚くお礼申し上げます。

II 調査方法

1. 調査対象および調査方法

調査は、県内17の林業事業体が平成15～16年度に実施した利用間伐事業を対象とした。作成した調査票を各事業体に送付し、回収後聞き取り調査を行った。

調査結果から、素材生産コスト（円/ m^3 ）および労働生産性（ $\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ ）を算出し、作業システム別に比較した。

2. 素材生産コストの算出

素材生産コストは、事業体により機械の所有形態が異なるなどの理由で以下の式から算出した。なお、間伐事業から、作業道開設経費は除外した。

$$\text{素材生産コスト (円/m}^3\text{)} = \frac{\text{間伐材搬出事業費 (円)}}{\text{素材生産量 (m}^3\text{)}}$$

3. 労働生産性の算出

労働生産性は、次式から算出した。

全工程の労働生産性Q

$$\text{(m}^3\text{/人・日)} = \frac{1}{1/q_1 + 1/q_2 \cdots + 1/q_n}$$

※ $1/q_1 + 1/q_2 \cdots + 1/q_n$ は各工程の生産性

III 結果と考察

調査対象地の概況を表1に示した。1事業体当たり1～12事例を収集し、合計118事例を調査した。同一事業体でも、事業地の林況や林況は大きく異なっており、所有者の間伐方法に対する要望等もあり、その作業システムは多岐にわたっていた。

1. 作業システム

伐倒はすべてチェーンソーで、搬出は林内作業車またはフォワーダで行われ、ある程度固定していた。そこで

作業システムの分類は、タイプが多く分かれていた造材工程と集材工程における機械の組み合わせによって表2に示す6種類の型に区分した。

1) 造材工程

定性間伐が多かったこともあり、チェーンソーによる造材が大半を占めたが、プロセッサによる造材も20事例あり、全体の17%を占めた。

2) 集材工程

集材工程は、スイングヤーダやタワーヤーダなどの架線系システムと、林内作業車中心の非架線系システムの2つに分けられ、その割合はほぼ同率であった。

架線系システムでは、近年スイングヤーダの利用が増加しており、その7割を占めていた。これは、タワーヤーダに比較して架設・撤去が容易であることに加え、アタッチメントにグラップルや、バケット付きグラップルを取り付けることで、作業路開設や材の積み込みも可能となり、汎用性が高いことが理由に上げられる。

非架線系システムでは、フォワーダ集材が1事例のみであり、80%以上の49事例は積載量1m³の林内作業車による集材であった。また、その他非架線系として、グラップルや簡易ウインチによる集材事例もあった。

表1 調査対象地の概況

調査事例数	面積 (ha)	平均傾斜 (°)	樹種	齢級	平均胸高直径 (cm)	間伐前立木本数 (本/ha)	間伐回数	本数間伐率 (%)	間伐方法
118	0.1～28.0	0～35	スギ, ヒノキ	4～9	16～30	900～4,000	1～4	20～45	列状, 定性

表2 作業システムによる分類

作業システム	造材工程	集材工程	間伐方法	集材方式		事例数
				全木・全幹	短幹	
I型	プロセッサ	スイングヤーダ	列状 定性	8	0	15
				7	0	
II型	"	タワーヤーダ	列状 定性	5	0	5
				0	0	
III型	チェーンソー	スイングヤーダ	列状 定性	8	2	26
				12	4	
IV型	"	タワーヤーダ	列状 定性	3	0	12
				2	7	
V型	"	林内作業車	列状 定性	0	0	49
				4	45	
VI型	"	その他非架線系	列状 定性	0	0	11
				3	8	

※その他非架線系とは、グラップル、リモコンウインチなど

3) 間伐方法と集材方式

間伐方法は定性、集材方式は短幹集材が多かった。大型プロジェクトの研究成果（2004）において、列状間伐は定性間伐と比較してシステム全体の労働生産性は1.3～1.8倍になったことが報告されている。

本調査において、列状間伐による全木・全幹集材方式の事例数は24事例であった。これらはすべて、スイングヤーダなどを利用した架線系システムであった。そのうちプロセッサによる造材は13事例で54%を占めた。定性間伐は、列状間伐より多い27事例あった。そのうち小型林内作業車などを利用した非架線系システムは7事例で74%が架線系システムであり、プロセッサ造材も26%あった。

短幹集材方式では、定性間伐がその大半を占め、集材工期も林内作業車によるものが約70%を占めた。

2. 素材生産コストと労働生産性

1) 作業システム全体

全体の素材生産コストについて図1に示した。1m³の素材生産に係る経費は1～15千円の事例が多く、全体の30%を占めた。5万円を超える事例も3事例あったが、1万円以下の事例も12%あり、もっとも低い事例は6千円であった。

全体の労働生産性について図2に示した。事例全体の50%は労働生産性が1.01～2.00m³/人・日で実施されていたが、5m³/人・日を超えたものも1事例あった。

作業システム全体の素材生産コストと労働生産性の関係を図3に示した。バラツキがあるものの、労働生産性の増加にともない素材生産コストは減少する傾向であった。素材生産コストを10,000円/m³以下にするためには、少なくとも約3m³/人・日以上の労働生産性が必要であることが示された。

2) 作業システムおよび集材方式、間伐方法別

作業システムと間伐方法の組み合わせによる素材生産コストと労働生産性を図4および図5に示した。

また、これに集材方式を加え、素材生産コストと労働生産性の内訳を表3に示した。

プロセッサ+架線系システム（Ⅰ型、Ⅱ型）は、列状間伐で全木・全幹集材する場合、スイングヤーダと比較してタワーヤーダの方が素材生産コストは3～5割低

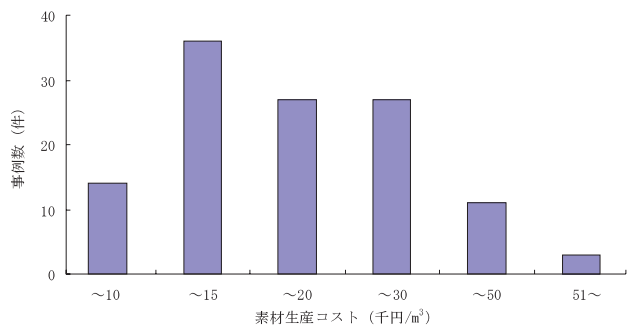


図1 全体の素材生産コスト

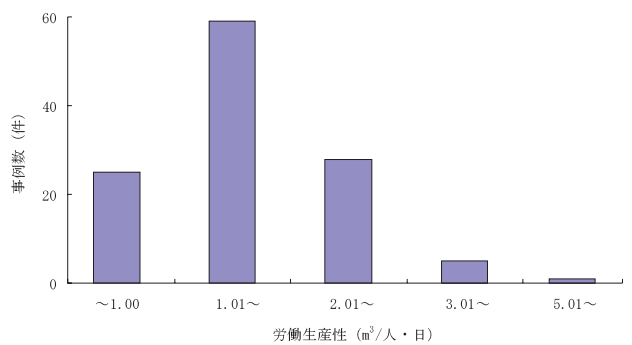


図2 全体の労働生産性

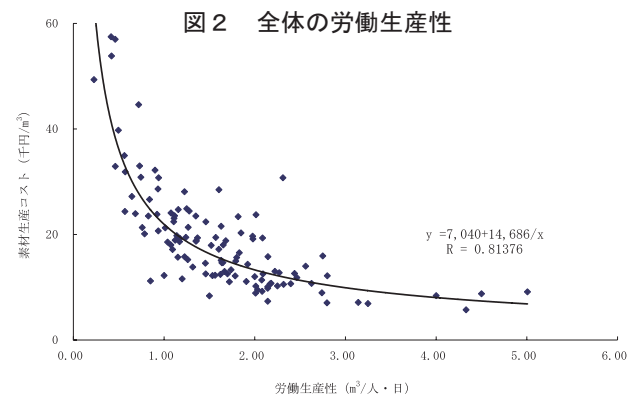


図3 素材生産コストと労働生産性の関係

く、さらに労働生産性は1.7～2.4倍になっていた。これは、タワーヤーダを使用した事業地の年齢が高く、ha当たりの搬出材積が多かったことが要因と考える。これらの事業地では、面積が0.45～4.80haと幅広かったが、どの事業地も30～40m³/ha搬出していた。一方、スイングヤーダを使用した事業地では、面積は0.60～12.00haで搬出材積も13～120m³/haとかなり事業地ごとの差が大きかった。したがって13m³/haしか搬出できなかった事業地では、素材生産コストが3万円/m³近くかかっていたが、40m³/ha以上搬出していた事業地では1万円/m³程度に抑えられていた。

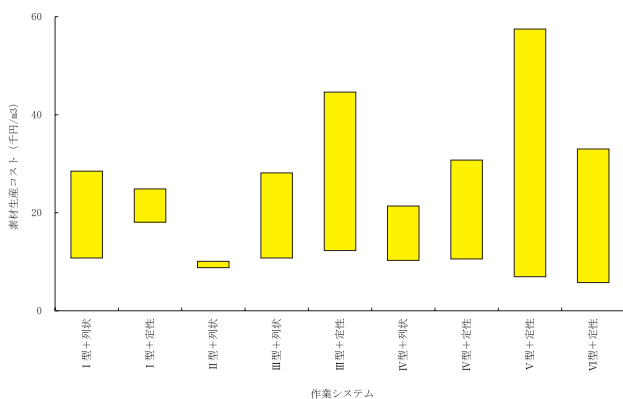


図4 作業システムと間伐方法の組み合わせによる素材生産コスト

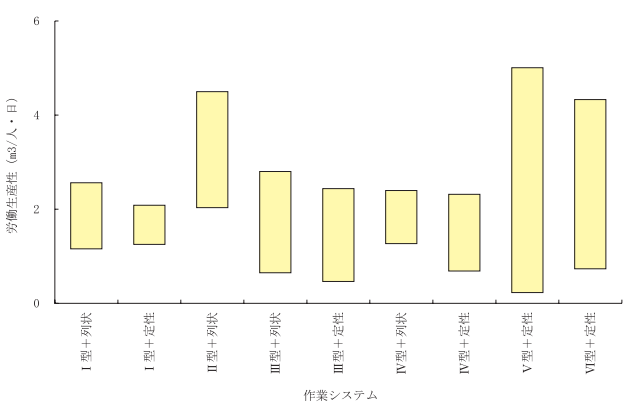


図5 作業システムと間伐方法の組み合わせによる労働生産性

チェーンソー+架線系システム（Ⅲ型，Ⅳ型）は，列状間伐とタワーヤードによる全木・全幹集材の組み合わせがもっとも素材生産コストが低く，労働生産性が高かった。逆にもっとも素材生産コストが高く，労働生産性は低かったのは，低齢級の事業地で定性間伐を実施し，スイングヤードで全木・全幹集材していた事業地であった。両者には素材生産コストで1.5～2倍，労働生産性は1.7～2.4倍の開きがあった。このシステムでは，チェーンソーで造材するため，素材生産コストを抑えるには，間伐方法や集材機械の選択だけでなく，いかに造材工程の生産性を上げるかが重要になってくる。したがって同一の齢級で同程度の搬出材積があった事業地でも，造材工程における生産性が4倍になると素材生産コストは半分になっていた。

チェーンソー+非架線系システム（Ⅴ型，Ⅵ型）は，同一の集材機械と集材方式および間伐方法の組み合わせでも，素材生産コスト，労働生産性ともかなりバラツキがあった。本県における作業システムの中でもっとも多い定性間伐と林内作業車による短幹集材方式においても，素材生産コストは7～58千円/m³，労働生産性は0.2～5.0m³/人・日と事例によって大きくばらついた。全体的な傾向としては，Ⅴ型，Ⅵ型は作業システムに高性能

表3 各作業システムの素材生産コストと労働生産性

作業システム	集材方式および 間伐方法	素材生産コスト (千円/m³)		労働生産性 (m³/人・日)	
		全木・全幹	短幹	全木・全幹	短幹
Ⅰ型	列状	11～29	—	1.2～2.6	—
	定性	18～25	—	1.3～2.1	—
Ⅱ型	列状	9～10	—	2.0～4.5	—
	定性	—	—	—	—
Ⅲ型	列状	11～28	16～20	0.7～2.8	1.1～2.8
	定性	13～45	12～19	0.5～2.4	1.1～1.6
Ⅳ型	列状	10～21	—	1.3～2.4	—
	定性	29～31	11～24	0.9～2.3	0.7～2.3
Ⅴ型	列状	—	—	—	—
	定性	24～54	7～58	0.4～0.6	0.2～5.0
Ⅵ型	列状	—	—	—	—
	定性	9～24	6～33	0.9～2.1	0.7～4.3

林業機械を使用しないため、Ⅰ～Ⅳ型と比較して機械損料や機械運搬費が2割～3割程度低くなった。またⅤ型およびⅥ型では、面積が1ha未満の事業地が50～60%であったのに対し、Ⅰ～Ⅳ型では3ha以上の事業地が30～50%であった。したがってⅤ型、Ⅵ型における事業面積の大小も素材生産コストと労働生産性にバラツキが生じた要因の一つと推察された。しかし、もっとも影響を与えているのは搬出材積と考えられ、20m³/ha未満の事業地では1.5～2万円/m³以上かかっていた。したがって定性間伐を実施し、林内作業車で短幹集材方式であっても30～50m³/ha搬出すれば、素材生産コストは1万円/m³前後に抑えられると考える。しかし、そのためには林内作業車が入っていけるような集材路の整備が必要であり、事業面積が3haを超えるようであれば、幅員を広げ同様の車両系機械でも足回りが速く積載量も多いフォワーダ等を導入する必要がある。

Ⅳ まとめ

本県の人工林は、成熟し利用時期に達している。伐期の長期化に加え、持続可能な林業経営を推進するためには、利用間伐で木材収入を上げながら森林整備を進めていくことが重要である。そのためには、施業の効率化、低コスト化が大きな課題となる。本調査では、島根県全域の利用間伐作業において、素材生産コストと労働生産

性に重点をおいて、作業システムおよび間伐方法、集材方式について考察を行った。その結果、島根県における利用間伐作業の実態の一部であるが把握することができた。プロセッサによる造材や架線系システムによる集材、列状間伐が素材生産コストの低減および労働生産性の向上に寄与しており効率よく稼働していることが確認された。しかし、作業システムと間伐方法の組み合わせが合っていない事例も多く見受けられた。それらは、作業システムや間伐方法、集材方式だけでなく、素材生産量や事業面積、傾斜、林況、路網の密度や配置、集材距離など多くの要因が複合的に影響していると考えられる。今回の調査では、そこまで言及することはできなかったが、今後さらに調査を進めそれらを明らかにし、本県の実情に適合した低コスト作業システムを提言していきたいと考える。

引用文献

- 谷口真吾：高性能林業機械を用いた列状間伐の作業事例．
森林応用研究：12：181-184，2003
- 澤口勇雄・佐々木誠一ほか：列状間伐におけるスイング
ヤーダの労働生産性．岩手大学演習林報告35（2004）
- 林野庁編：大型プロジェクト研究成果，機械化作業シ
ステムに適した森林施業の開発（2004）

Investigation of Commercial thinning in Shimane Prefecture

Yuji Hara Hirokazu Sakagoshi

ABSTRACT

This is an evaluation of the production costs and labour productivity of Commercial Thinning in the Prefecture of Shimane. We took 17 Forestry Companies and studied their viability using 118 separate thinning operations as our sample. These thinning operations used a variety of different methods of delimiting, bucking and logging.

1. In Shimane, the thinning operations were split into two logging methods using either cable yarding or non cable yarding. These operations could then be further divided into 6 subgroups using combinations of delimiting and bucking machines and various types of yarder.
2. Of the two logging methods in above, Cable Yarding is used for full tree and tree logging and Non cable yarding is used for tree short logging.
3. Two methods were used for Thinning, Qualitative and Line Thinning. Qualitative Thinning accounted for 78% of the sample and Line Thinning the remaining 22%. Although not the predominant method Line Thinning performed well and was used in 90% of the plantations using the Cable yard system.
4. 30% of the samples Production costs averaged between 10,000yen/m³ and 15,000yen/m³, whilst the cheapest achieved just 7,000yen/m³. Labour Production costs were met between 1.01-2.00m³/person-day with more than half the sample operations averaging 1.6m³/person-day. The maximum labor productivity peaked at 5m³/person-day.
5. The production costs decrease as labor productivity increase. To achieve production costs below 10,000yen/m³ Labor Productivity had to increase to 3m³/person-day.
6. The Tower Yarder was found to be more effective than the Swing Yarder. The highest labor productivity and lowest production costs were achieved when a Tower Yarder was used for logging with a combination of line thinning and processor and the cable yarding system.