



# 低コスト素材 生産の実践

—利用間伐事例調査  
(H15～18)報告—

平成20年3月

島根県中山間地域研究センター

## 1 はじめに

素材生産の現場では、生産コストの低減が課題となっています。各事業体においても地域や作業現場に応じた伐出作業システムを用いて、低コスト素材生産の実現に向け取り組んでいるところです。

本報告書は、島根県内の林業事業体(11森林組合、6事業体)が平成15～18年度に実施した利用間伐事業について、その結果をとりまとめたものです。

昨年度発行した「低コスト素材生産に向けて－利用間伐事例調査(H15～16)報告－」に、17年度および18年度の事例も追加し、合計183事例の調査報告となっています。

そして、平成18年度から取り組みの始まった「利用間伐推進プロジェクト」の優良事例を3事例紹介しました。

## 2 島根県の作業システム ～伐採から搬出まで～

島根県においては伐倒はチェーンソー、搬出はフォワーダか林内作業車によって実施されていました。したがって、作業システムは造材機械と集材機械の組み合わせにより表-1に示すように6つの型に分けられました。

表-1 島根県の主な作業システム

作業システム		造材功程	集材功程
架線系	I型	プロセッサ	スイングヤーダ
	II型	//	タワーヤーダ
	III型	チェーンソー	スイングヤーダ
	IV型	//	タワーヤーダ
車両系	V型	//	林内作業車、フォワーダ
その他	VI型	//	グラップル、人力など

※V型は、積載量1m<sup>3</sup>未満の林内作業車が中心

## 3 島根県の作業システムの現状

### 1. 事業面積

3.00ha以下の事業地が多く、全体の45%を占め、これらの事業地ではV型、VI型の作業システムが多く用いられていました。3.00haを超す事業面積になるとI～IV型の架線系の作業システムが多く用いられていました。

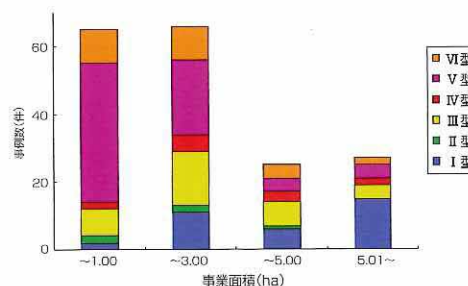


図-1 事業面積と事例数

## 2. 素材生産量

ha当たりの素材生産量についてみると、 $30\text{m}^3/\text{ha}$ 以上が以下ではほぼ同率の割合でした。I～IV型の架線系の作業システムでは、 $30\text{m}^3/\text{ha}$ 以上の素材生産を行った事例が多かったのに対し、V型、VI型では $30\text{m}^3/\text{ha}$ 以下の事例が多い傾向にありました。

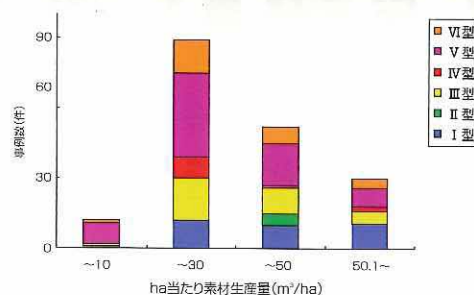


図-2 素材生産量と事例数

## 3. 労働生産性

労働生産性とは、一人役あたりの素材生産量であり、この数値が高いほど効率的に素材生産を行ったという目安になります。いずれの作業システムも $1.01\sim 3.00\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ の事例が多く、全体の70%を占め、架線系と非架線系の作業システムの割合はほぼ同率でした。 $1.00\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ 以下の事例ではV、VI型の割合が多くなりました。

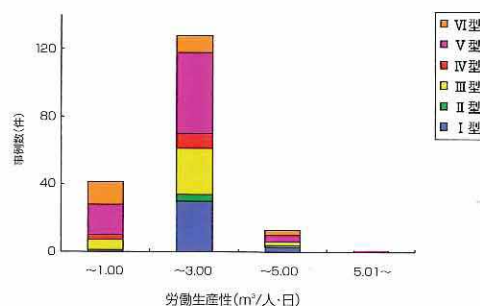


図-3 労働生産性と事例数

## 4. 素材生産コスト

$1\text{m}^3$ の素材生産コストは、 $30\text{千円}/\text{m}^3$ 以下の割合が88%を占めていました。作業システムに高性能林業機械を使用しないV型やVI型でも $30\text{千円}/\text{m}^3$ 以上かかっている事例があったのに対し、プロセッサとスイングヤードまたはタワーヤードを使用するI型、III型でも $10\text{千円}/\text{m}^3$ 以下に抑えている事例もありました。

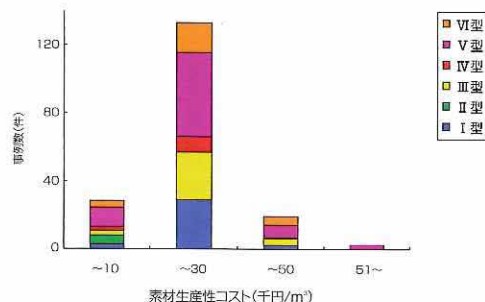


図-4 素材生産コストと事例数

また、各作業システムの事例数および、各項目の数値は表-2のとおりでした。

表-2 各作業システムの数値

作業システム	事例数	間伐方法	事業実施面積 (ha)	素材生産量 ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )	労働生産性 ( $\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ )	素材生産コスト (千円/ $\text{m}^3$ )
I型	19	列状	0.6~55.0	13~124	1.15~3.73	8~27
	15	定性	1.1~28.1	9~104	0.54~4.16	9~46
II型	5	列状	0.5~4.8	33~42	2.03~4.50	7~10
	0	定性	—	—	—	—
III型	13	列状	0.3~9.7	13~103	0.65~4.37	7~28
	22	定性	0.4~6.9	6~86	0.46~2.78	6~35
IV型	3	列状	1.0~5.0	29~99	1.27~2.40	10~21
	9	定性	0.8~6.2	10~84	0.68~2.32	11~31
V型	2	列状	1.0	10~23	1.25~3.29	14~31
	69	定性	0.1~6.8	3~150	0.23~5.01	7~57
VI型	1	列状	1.0	19	3.17	19
	25	定性	0.2~11.1	9~75	0.56~4.33	6~45

## 4 低コスト素材生産の条件

それでは低コスト素材生産を実現するための条件とはなんでしょうか。

### 1. 労働生産性

図-5は労働生産性と素材生産コストの関係を示しています。グラフをみると、労働生産性を上げると素材生産コストが下がるという傾向がわかります。仮に1m<sup>3</sup>の木材価格を1万円とした場合、素材生産コストはこれ以下に抑えなければなりません。グラフに示すとおり、素材生産コストを1万円/m<sup>3</sup>以下に抑えるには、少なくとも5m<sup>3</sup>/人・日以上の労働生産性がが必要です。

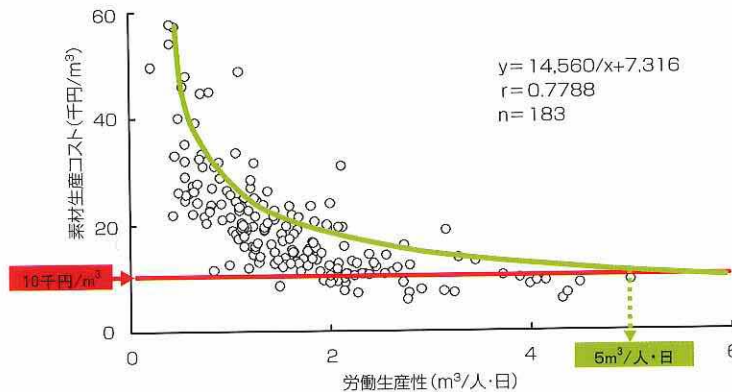


図-5 労働生産性と素材生産コストの関係

### 低コスト素材生産の条件・その1 5m<sup>3</sup>/人・日以上以上の労働生産性

### 2. 素材生産量

素材生産量自体が少なければ、5m<sup>3</sup>/人・日以上以上の労働生産性の達成は困難です。したがって作業システムを問わず、ある程度の素材生産量は確保していくことが必要です。図-5のグラフを、素材生産量30m<sup>3</sup>/ha以上の事例、30m<sup>3</sup>/ha以下の事例で色分けしたのが図-6です。素材生産量30m<sup>3</sup>/ha以上の事例が、生産性が高く低コストであることがわかります。このことから、少なくとも30m<sup>3</sup>/ha以上の素材生産量が必要といえます。

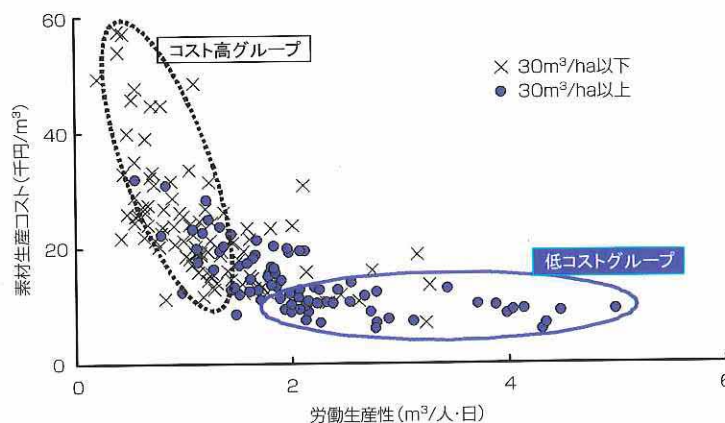


図-6 素材生産量による比較

### 低コスト素材生産の条件・その2 30m<sup>3</sup>/ha以上の素材生産量

### 3. 作業システム

低コスト素材生産の実現の条件は、作業システムによっても変わってきます。

5 m<sup>3</sup>/人・日以上以上の労働生産性を目標とし、それを達成するための条件を架線系 (I ~ IV型) と車両系 (V型) およびその他 (VI型) それぞれに示したのが以下の図です。

#### ① 架線系 (I ~ IV型)

作業システムに、プロセッサ、スイングヤード、タワーヤードといった高性能林業機械が必ず配置されます。したがって図-7に示すように、素材生産量の目安として50m<sup>3</sup>/ha以上が必要となります。そして低コストグループの中でも、列状間伐で全木・全幹集材し、プロセッサによって造材している事例は、より低コストで素材生産をおこなっていました。

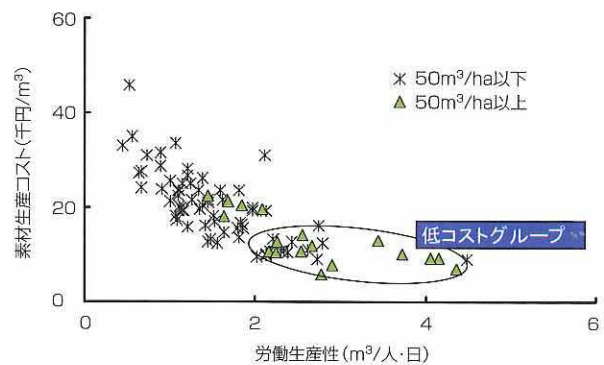


図-7 架線系作業システム (I ~ IV型)

### プロセッサ、スイングヤード、タワーヤードを用いたシステムのポイント 「列状間伐 + プロセッサ造材 + 素材生産量50m<sup>3</sup>/ha以上」

#### ② 車両系 (V型)、その他 (VI型)

集材方式は、林内作業車、グラップル、人力など多岐におよんでいます。架線を張らず、チェーンソーで造材するのが特徴です。したがって、大面積の事業地や急傾斜の事業地では不利といえます。図-8においては、事業面積1ha未満かつ平均傾斜25度未満の事業地の事例が低コストグループにはいっていません。

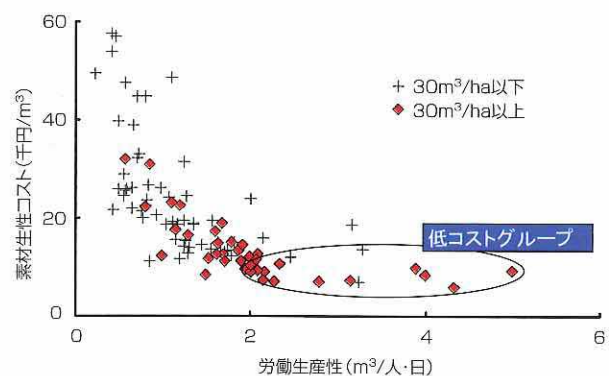


図-8 車両系 (V型)、その他 (VI型) の作業システム

### 林内作業車、フォワーダ、グラップルなどを用いたシステムのポイント 「面積1ha未満 + 傾斜25度未満 + 素材生産量30m<sup>3</sup>/ha以上」

## 「利用間伐プロジェクト事例紹介」

利用間伐の作業システムや生産性をより詳しく把握するため、平成18年度および19年度に時間観測による調査を実施しました。その結果について紹介します。各森林組合にご協力いただき、事業地にプロットを設置し、プロット内で実施される作業について、各作業工程の生産性および作業システム全体の生産を分析しました。

### 事例 1

調査年度：平成18年度

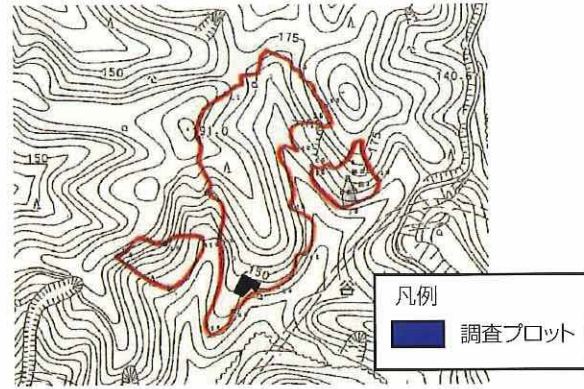
調査事業体：石央森林組合

#### 1. 地況および林況（利用間伐事業地）

所在地	浜田市三隅町井野		
標高(m)	150	樹種	スギ・ヒノキ
面積(ha)	2.53	林齢(年生)	43
平均傾斜(度)	33	立木密度(本/ha)	1,600
作業路延長(m)	—	平均樹高(m)	17
路網密度(m/ha)	—	平均胸高直径(cm)	22
素材生産量(m <sup>3</sup> /ha)	50	幹材積(m <sup>3</sup> /ha)	630



間伐前の状況



事業地図面

これまであまり除間伐が実施されておらず、立木の約半分が曲がり、折れ、被圧木といった木で占められていた。本来ならば、まず切り捨て間伐を1度実施し林内整理後に、利用間伐を行うべき森林。

#### 2. 作業システム

- 1) 間伐方法 列状間伐(放射型)(3残1伐:本数間伐率25%)  
 2) 伐倒方向 下方(土場へ向けて)  
 3) 作業システム(セット人員:2人)
- (伐倒) → (造材) → (搬出) → (運搬)  
 チェーンソー プロセッサ フォワーダ クレーン付きトラック

### 3. 調査結果

#### プロット内の作業詳細

プロット面積 (ha)	素材生産量 (m <sup>3</sup> )	労働生産性			
		伐倒	造材	搬出	全体
0.12	11.30	9.09	7.60	10.69	2.98
		54.51	45.58	64.13	17.90

※上段(m<sup>3</sup>/hr), 下段(m<sup>3</sup>/6hr)

業務日報から算出した事業全体の労働生産性 5m<sup>3</sup>/人・日

#### 収支結果

事業地面積	2.53ha	素材生産量	125m <sup>3</sup> ( 42m <sup>3</sup> /ha)
-------	--------	-------	-------------------------------------------

※初年度は、生産性の把握に重点をおいて調査したため、収支については調査せず。

### 4. 作業システム分析結果

#### ○生産性向上に寄与した要因

- ・ 既設路網、隣接の残土処理場の有効活用  
→ 作業路開設、土場整備の経費削減が図れた。
- ・ 集材工程の省略  
→ 土場へ向けて倒した間伐木をプロセッサが引き寄せ、造材し作業効率が向上した。
- ・ 列状間伐による材積の確保  
→ 形質不良木を除去し、残存木が均等になることと、素材生産量50m<sup>3</sup>/ha以上を目指し伐採列を選定した。



残土処理場を土場として活用

#### ◎さらに生産性を上げるには

- ・ 切り捨て間伐実施後に利用間伐を。  
→ 除間伐の未実施林であったため、立木の約半分が形質不良木や劣勢木に占められ、その処理作業に時間がかかった。
- ・ 造材作業を考慮した伐倒作業を。  
→ 伐採列の設定が放射状となったため、土場の同じ箇所に伐倒木が折り重なり、造材時に材がつかみにくい場面もあった。



間伐実施1年後の状況

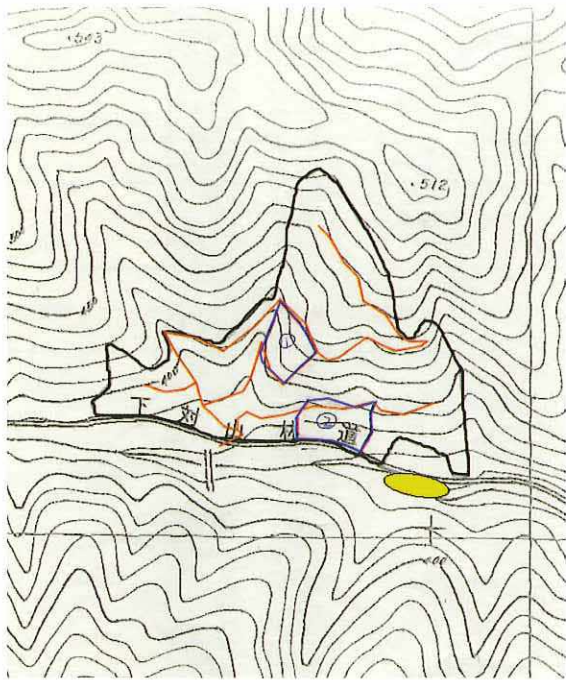
### 事例 3

調査年度:平成19年度

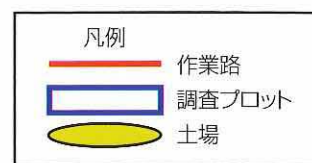
調査事業体:邑智郡森林組合

#### 1. 地況および林況 (利用間伐事業地)

所在地	邑南町瑞穂下対	プロット	①	②
標高(m)	400	樹種	ヒノキ	スギ
面積(ha)	3.00	林齢(年生)	44	44
平均傾斜(度)	30	立木密度(本/ha)	570	210
作業路延長(m)	840	平均樹高(m)	18	24
路網密度(m/ha)	240	平均胸高直径(cm)	28	36
素材生産量(m <sup>3</sup> /ha)	58	幹材積(m <sup>3</sup> /ha)	420	240



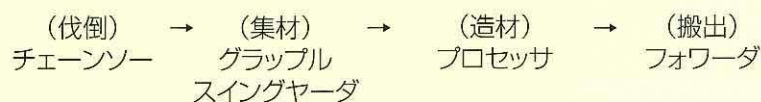
間伐前の状況



除間伐等これまでよく手入れが実施されていたため、立木密度、成長ともに良好である。既存の作業路が840mあり、事業実施に併せて補修を行った。

#### 2. 作業システム

- 1) 間伐方法 列状間伐(3残1伐:本数間伐率25%)
- 2) 伐倒方向 下方(土場,作業路へ向けて)
- 3) 集材方式 全木・全幹集材
- 3) 作業システム(セット人員:2人)





### 3. 調査結果

#### プロット内の作業詳細

プロット面積	面積 (ha)	素材生産量 (m <sup>3</sup> )	労働生産性				
			伐倒	造材	集材	搬出	全体
①	0.14	8.06	8.83	3.58	2.35	6.23	1.02
			52.96	21.47	14.13	37.38	6.14
②	0.17	13.09	15.55	4.97	7.27	5.78	1.74
			93.30	29.80	43.64	34.69	10.41
①+②	0.31	21.15	12.29	4.33	3.89	6.00	1.36
			73.72	25.96	23.36	36.00	8.15

※上段(m<sup>3</sup>/hr), 下段(m<sup>3</sup>/6hr)

業務日報から算出した事業全体の労働生産性 4m<sup>3</sup>/人・日

#### 収支結果

事業地面積	3.00ha	素材生産量	168m <sup>3</sup> ( 56m <sup>3</sup> /ha)
素材生産コスト		伐木～搬出	1,487千円( 8,851円/m <sup>3</sup> )
		合計	2,488千円( 14,807円/m <sup>3</sup> )
木材販売金額			2,428千円( 14,451円/m <sup>3</sup> )
森林所有者還元額			737千円( 4,229円/m <sup>3</sup> )

※合計は、作業路開設経費、トラック運搬経費、市場手数料等の経費を含んだ金額

※森林所有者還元額は、素材生産コスト、木材販売金額、間伐事業関係補助金等を精算し、支払っている。

### 4. 作業システム分析結果

○生産性向上に寄与した要因

- ・既設路網の有効活用
- ・列状間伐による材積の確保

◎さらに生産性を上げるには

- ・作業システム全体を考慮した道の配置を。
- ・径級に応じた機械の選択を。  
→ヒノキや径の大きいスギが多く、0.25m<sup>3</sup>ベースのプロセッサでは、造材時の枝払いが円滑に行えない場面があった。



径の大きいスギの造材

## 5 おわりに

成熟期に達した本県の人工林資源は、育てる時代から使う時代へと移り変わってきました。各事業体が「低コスト」を合い言葉に素材生産を進めていく中で、他の事業体がどのような作業システムの中で努力し取り組んでいるのか、本冊子が少しでもその参考になれば幸いです。

### 参考資料

- 高知県森林局森林政策課「間伐3Sun」(平成11年3月)
- 愛媛県林業技術センター「機械化作業に適した間伐方法」(平成15年3月)
- 社団法人 全国林業改良普及協会「機械化のマネジメント」(2001年3月)
- 社団法人 林業機械化協会「高性能林業機械による間伐作業方法」(平成14年9月)
- 社団法人 林業機械化協会「高性能林業機械による間伐システム」(平成15年4月)
- 島根県農林水産部林業課「高性能林業機械による利用間伐の手引き」(1999)
- 新潟県森林研究所「高性能林業機械による列状間伐マニュアル」(平成13年度)
- 広島県農林水産部「高性能林業機械普及マニュアル」(2001)
- 北海道立林業試験場「やってみよう列状間伐」(平成15年4月)
- 社団法人 全国林業改良普及協会「林業技術ハンドブック」(1998年7月)
- 植木達人編著「列状間伐の考え方と実践(全国林業改良普及協会, 2007)
- 山口県林業指導センター「列状間伐マニュアル」(平成14年3月)
- 岡山県農林水産部林政課・林業試験場「列状間伐の作業マニュアル」(平成15年3月)
- 島根県中山間地域研究センター「低コスト素材生産に向けてー利用間伐事例調査(H15～16)報告」(平成19年3月)

お問い合わせ先

## 島根県中山間地域研究センター

〒690-3405 島根県飯石郡飯南町上来島1207

tel 0854-76-2025 (代) fax 0854-76-3758

URL: <http://www.pref.shimane.lg.jp/chusankan>