

## 林内作業車と集材

徳 島 県

上 勝 町



①  
伐採前の標準地調査



②  
ウインチによる  
木寄せ作業  
オペレーターは  
奥様である



③  
実車走行  
見通しを良くするためバックで走行



④  
荷卸し土場  
1人で実施  
  
車種  
チクスイヤマビコ  
BFY901

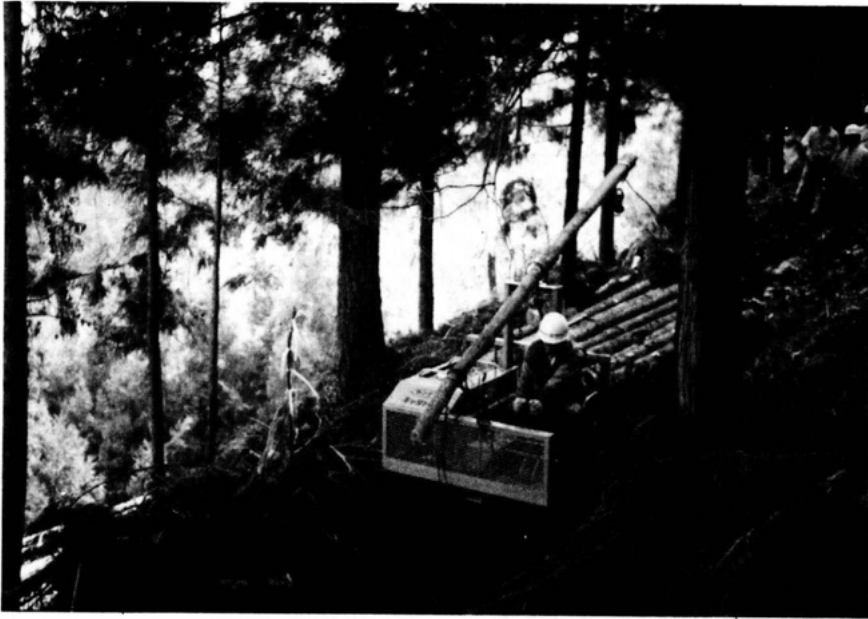
美 郷 村



①  
ウインチによる木寄せ作業



②  
簡易クレーン  
アームは手造りの  
カシの木



③  
実車走行  
前進で走行



④  
荷卸し土場  
道路ぎわでトラ  
ック積込の容易  
なところを選定

車種  
ヤンマーキャタトラ  
YCT20W-2

## 林内作業車と集材

### I はじめに

徳島県の人工林面積は 186 千 ha に達したが、間伐対象森林は、その 56% (スギ、ヒノキ 4～7 令級) を占めている。

一方、木材価格の低迷は、依然として続き、林家の経営意欲は減退の一途である。

このような中で、低コスト林業が叫ばれているが、この一方策として林内作業車が導入されつつある。

この林内作業車の効率的な使用指針を作成するため、事例調査及び資料収集を行った。

しかしながら、全くの同一条件で調査することは不可能であり、事例数も少ないため、文献を多数参考にしていく。

そのため資料間にバラツキはあるが、森林の施業条件も千変万化であるので現場に応じた資料等を参考にしてもらいたい。

### II コスト低減の基本的な考え方

#### 1. 作業仕組みの合理化

木材搬出は機械化が進んだとは言え、人力作業の占める割合が多い作業であって、一事業地における機械の損料・燃料等の経費は比較的少ない。

従って、木材搬出のコスト低減は労働生産性の向上と直結し、合理的な作業仕組みこそ第一である。

#### 2. 合理的作業仕組みのフローチャート

事業地が決まったら、選木から運材までの各作業工程に於て、作業仕組みを十分検討し、フローチャートを作成する。

また事業実施中も常に現状分析を行い合理的な作業仕組みを維持する。



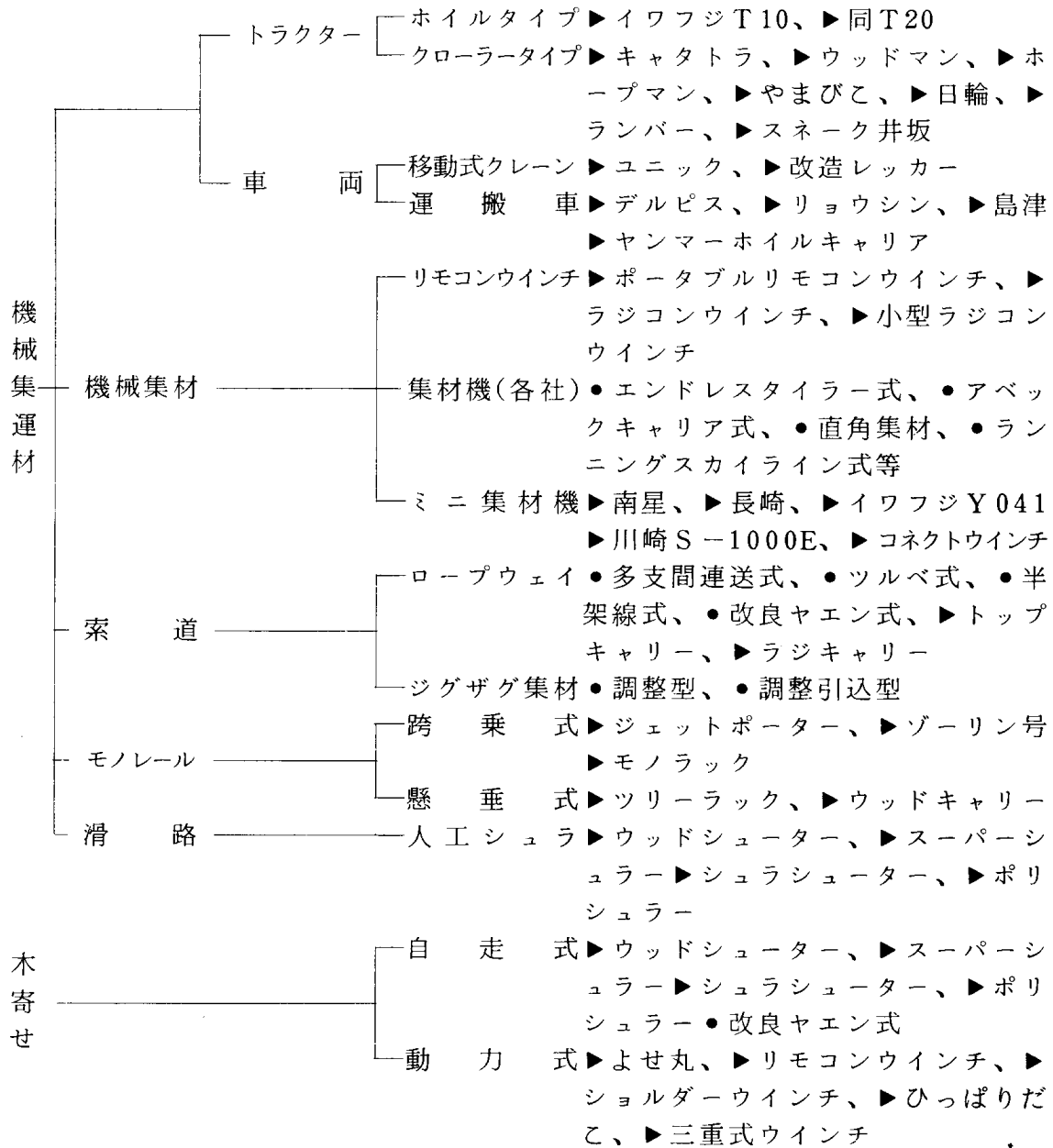
### Ⅲ 搬出方法の選択

搬出機械及び搬出方法について、主要なものを分類すると表-1のとおりである。搬出方法を選択するうえで大切なことは、林地の形態、経級（重量）、ロット（1団地の生産量）、伐採林地から路網までの距離等、例えば架線搬出の可否、林内作業車の可否、傾針の度合い等を考慮しなければならない。すなわち第一に伐出林分に計画している搬出方法が適合するか否か、第二に労働生産性（コスト）がどうなるかを検討することが重要である。

## IV 搬出方法に対する適応条件と労働生産性

表-2は適応条件であり、地形、傾斜、搬出距離等で搬出方法の決定に利用する。表-3は搬出別の労働生産性を示したものであり、表-4はその順位を示したものである。また表-5は森林総合研究所が300ヶ所を調査して取りまとめたものである。

表-1 搬出方法の分類



- 注 1. •印を付したものは索張方式または集材方法  
 2. ▶印を付したものは商品名または名称



表-2 搬出方法と適応する条件

搬出方法		適応する地形	搬出距離	搬出方法	林地の傾斜等	搬出できる木材の大きさまたは1荷の荷量	搬出する木材のめやす
架	改良ヤエン式	谷越え 下降斜面	100m以内	下げ荷	支間傾斜角 5~15度	50kg以内	小径材
	ラジキャリー	谷越え 下降斜面	200m以内	上げ荷 下げ荷	支間傾斜角 25度以内	1線式250kg以内 2線式400kg以内 (型式04型)	小径材~中径材
線	ジグザグ集材	下降斜面 上昇斜面	300m以内	上げ荷 下げ荷	林地の傾斜 25度以内	160kg以内	小径材~柱材
	架線集材	下降斜面 上昇斜面	400m以内	上げ荷 下げ荷	傾斜25度	500kg以内 (アベックキャリア式 スパン500m)	小径材~大径材
その	人工シュラ	下降斜面	100m以内	下げ荷	林地の傾斜 15~25度	柱材 (型式30型)	小径材~柱材
他	林内作業車	走行可能なところ	300m以内	主として 下げ荷	傾斜20度以内で 作業路のあるところ	最大積載量1,800kg (型式キヤトラ)	小径材~大径材

表-3 搬出方法別、距離別、生産ロット別の労働生産性

搬出距離	搬出方式	作業内容 ロット 架設 搬収	作業所要人員(人工)									労働生産性(m <sup>3</sup> /人日)		
			木寄せ			搬出主作業			計			20m <sup>3</sup>	50m <sup>3</sup>	100m <sup>3</sup>
			20m <sup>3</sup>	50m <sup>3</sup>	100m <sup>3</sup>	20m <sup>3</sup>	50m <sup>3</sup>	100m <sup>3</sup>	20m <sup>3</sup>	50m <sup>3</sup>	100m <sup>3</sup>			
100	改良ヤエン式	人工	8.0	20.0	40.0	7.1	17.9	35.7	15.5	38.9	77.7	1.29	1.29	1.29
	ラジキャリー	1.5	2.0	5.0	10.0	2.2	5.6	11.1	5.7	12.1	22.6	3.51	4.13	4.44
	ジグザグ集材	4.0	8.0	20.0	40.0	2.5	6.3	12.5	14.5	30.3	56.5	1.38	1.65	1.77
	架線集材	6.0	1.8	4.5	9.0	2.6	6.5	12.9	10.4	17.0	27.9	1.92	2.94	3.58
	人工シュラ	8.0	20.0	40.0	3.7	9.3	18.5	12.7	31.8	63.5	1.57	1.57	1.57	
	林内作業車	-	3.2	7.9	15.9	4.3	10.9	21.7	7.5	18.8	37.6	2.66	2.66	2.66
200	ラジキャリー	2.0	2.0	5.0	10.0	3.6	9.0	18.0	7.6	16.0	30.0	2.63	3.12	3.33
	ジグザグ集材	6.5	8.0	20.0	40.0	2.5	6.3	12.5	17.0	32.8	59.0	1.18	1.52	1.69
	架線集材	13.0	1.8	4.5	9.0	2.8	6.9	13.8	17.6	24.4	35.8	1.13	2.05	2.79
	林内作業車	-	3.2	7.9	15.9	4.7	11.8	23.5	7.9	19.7	34.9	2.53	2.53	2.53
300	ジグザグ集材	9.0	8.0	20.0	40.0	2.5	6.3	12.5	19.5	35.3	61.5	1.02	1.42	1.62
	架線集材	18.0	1.8	4.5	9.0	3.0	7.4	14.8	22.8	29.9	41.8	0.87	1.67	2.39
	林内作業車	-	3.2	7.9	15.9	5.1	12.8	25.6	8.3	20.7	41.4	2.41	2.41	2.41
400	架線集材	25.0	1.8	4.5	9.0	3.2	8.0	16.0	30.0	37.5	50.0	0.66	1.33	2.00



## V 主な搬出用機械器具

最近は、特に間伐の搬出関係に主に使われている機械器具の性能等は次のとおりである。

表-6 1) 林内作業車

タイプ	機械名	主要性能					特徴
		車体幅	最高時速	登坂能力	最小旋回半径	積載量	
ク ロ ー ラ	キャタトラ	m 1.35	km 5.3	度 30	m 1.6	kg 1,800	接地圧が少で、軟弱地の走行が容易である鋼製クローラ
	チクスイヤマビコ	1.12	6.0	35	1.3	750	接地圧が、軟弱地、急傾斜地の走行に威力を発揮する。
	ウッドマン	1.25	8.3	30	1.5	800	着脱容易なホイール式トレーラを装備し長尺材の積載も可能であるゴム製クローラ
	日輪	1.20	5.1	25	1.4	1,000	ウインチ、エンドレスドラムによる簡易集材、長尺材の積載、山土場製材もできる機能的な林内作業車 ゴム製クローラ
ホイール	リョウシン号	1.40	15.0	37	4.2	2,000	前輪の揺動懸架により不整地走行が可能、油圧ウインチを装着グラブ付きクレーン型式もある
	デルビス号	1.2	14.2	25	2.8	1,200	三輪駆動型、トレーラ搭載、ウインチ、ユニック付き

表-7 2) 自走式運搬機

機械名	主要性能			特徴
	走行速度	積荷	最急勾配	
自走式ラジコンキャレー ア) ラジキャリー スカイキャリー	m/分 95 0~105	kg 400 550	度 40 40	元柱と先柱の2点間に主索兼走行索として12mmを単線又は複線に索張りし、これに動力を内蔵した搬器をのせ、エンドレスドラムで走行索を巻き込みながら搬送する。操作はラジコンにより行う。
自走式架線運搬機 トップキャリー	40~80	上り 200	40	元柱と先柱の2点間に主索12mmを地形に応じて屈曲部に支持金具を取り付けて索張りを行い、この主索に運搬機を取り付けテール線を介し、自走し運送する。

表-8 3) ウインチ

種類	機械名	主要性能			特 徴
		重 量	エンジン 出 力	索引力は 又ドラム数	
リモコン ウインチ	ポータブル リモコン ウインチ	kg 45	PS 3.3	kg 500	人肩運搬による携帯型
	ラジコン ウインチ	98	5.0	500	自走型、手動操作切り替え可能
	リモコン ウインチ U F O	450	6.0	1,500	円盤型の内部にエンジン、ウインチ無線機を組み込んだ自走型
ミニ ウインチ	アクイア ウインチ	75	kW 4.8	1,500 1コ	自走式ミニウインチ、チェーンソーエンジン
	ひっぱりだて	18	PS 1.2	2,000 1コ	可搬式小型ミニウインチ、特殊ウォームギア機構により出力大、安全重視の遠隔操作
	よせ丸	120	PS 2.2	3,000 1コ	自走式木寄せウインチ 舟底型、車体のため移動が容易である。容量の異なる2個のウインチにより簡易架線集材ができる。

表-9 4) シュラ

機械名	主要性能				特 徴
	幅	深 さ	長 さ	重 量	
シュラシューター 30 型	cm 30	cm 20	m 4	kg 8	FRP製(強化プラスチック)樋状の人工シュラで、その連結部を針金でつなぎ合わせて滑路をつくり、そなかを滑走させて搬出する。
ポリシュラ 40 型	40	肉厚 5 mm	4	15	シュートをピンとバンドで止め滑路をつくり、その中を滑走させて搬出する。
スーパーシュラ 30 型	30	20	4	15	FRP製の滑路で搬出

## VI 林内作業車の工期と作業仕組みの改善点

### 1. 路網密度と集材範囲及び林内集材作業仕組み

林業経営の合理化をはかるには、経営の基盤となる路網の整備が鍵となる。一般に作業仕組みと路網密度との関係は表-10 のようになる。

- ① 路網密度が 10m 程度の場合は集材機が多く使用され、索張り法は、ワイヤロープを張り回すモノケーブル（単線循環式）が選ばれる。次に荷卸場で林内作業車に積み込み、搬出する作業仕組みとなる。このときの木寄せ集材はモノケーブル線に近いところを機械木寄せ（リモコンウィンチ）とし、その他の区域は人力木寄せを行うことになり、一般的に人力が多く機械木寄せは少なくなる。
- ② 路網密度が 30m 以上になると、機械木寄せが主体となり、人力は従とする作業形態となる。次にこれら作業道沿線に集材された材を林内作業車に積み込んで搬出する単純な作業仕組みとなる。

表-10 路網密度と集材範囲及び林内集材作業仕組み

ha 当り 路網 密度	集材 範囲	木寄せ集材		林内集材作業仕組み (緩・中傾斜<24度まで)の場合)
		人力木寄せ	機械木寄せ	
10	480	多くなる	少ない	人力木寄せ 機械木寄せ (リモコンウィンチ) } → モノケーブル → 林内作業車
15	330	多くなる	少ない	人力木寄せ 機械木寄せ (リモコンウィンチ) } → モノケーブル またはモノレール → 林内作業車
20	240	多くなる	少ない	人力木寄せ 機械木寄せ (リモコンウィンチ) } → モノレール → 林内作業車
30	160	少ない	多くなる	人力木寄せ 機械木寄せ (リモコンウィンチ) } → 林内作業車
50	100		主とする	機械木寄せ(リモコンウィンチ) → 林内作業車

### 2. 林内作業車の一般的な工期

林内作業車の集材で最も時間を要する工期は、木寄せと積み込みであるがこれは種々の調査が行われている。しかしながら山林の条件は個々に大きく異なるので、即、現場に適合出来ない地域もあるが、代表的な調査結果は次のとおりである。

表-11 ① 林内作業車ウィンチによる木寄せ功程表

木寄せ距離	所要時間	1日当り回数	1回当り材積	1日当り材積	備考
10 <sup>m</sup>	112 <sup>sec</sup>	154 <sup>回</sup>	0.257 <sup>m<sup>3</sup></sup>	39 <sup>m<sup>3</sup></sup>	作業員2人
20	181	95	〃	24	
30	250	69	〃	17	
40	319	54	〃	13	
50	388	44	〃	11	

関係式 A：林内作業車ウィンチ B：人力木寄せ

$$A : Y = 7.252 - 0.173X + 0.0001X^2$$

$$B : Y = 0.00109X^2 - 0.13511X + 5.91$$

いずれも2人/組作業 Y：1日1人当りの功程 (m<sup>3</sup>)

X：木寄せ功程 (m)

② 林内作業車積み込み功程

関係式 A：人力1人積み込み B：人力2人積み込み

$$A : Y = 18.0086 + 503.617X$$

$$B : Y = 9.71519 + 224.226X$$

Y：1本当り積み込み時間 (秒) X：単材積 (m<sup>3</sup>)

単材積が大きいほど、1人積み込みは増大する。

3. 林内作業車と他の器具の利用判別法

集材にあたって具体的にどういう機種を選定するかが問題である。近年、森林総合研究所で取りまとめられつつあるが、サンプル数がまだ少ないので大まかではあるが紹介しておきたい。

- ① 表-12は集材条件や作業条件をスコアとして点数化したものであり、このスコアの合計点により集材に適した機種を選定する。

表-12 集材方法判別分析スコア表

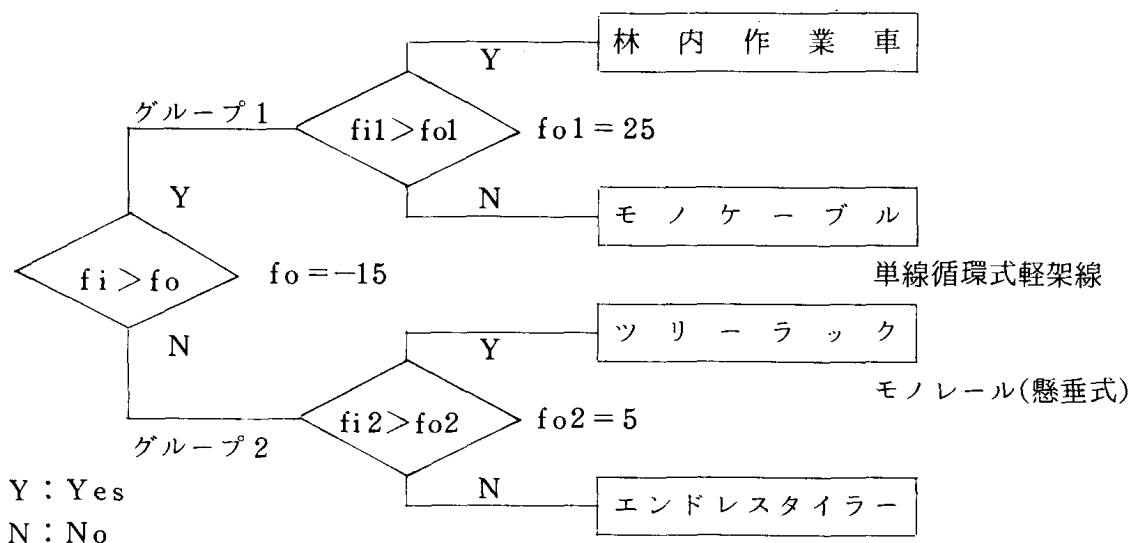
要因	カテゴリ内容			グループ1・グループ2 <sup>(a)</sup>			グループ1 <sup>(b)</sup> (林内・モノケーブル)			グループ2 <sup>(c)</sup> (ツリー・エンドレス)			
				サン	カテゴリ	レンジ	サン	カテゴリ	レンジ	サン	カテゴリ	レンジ	
				プル	スコア		プル	スコア		プル	スコア		
地形	傾斜	1	0~15	度	18	0	101	11	-51	122	7	147	174
		2	15~30		60	40		41	40		19	-16	
		3	30~		40	-61		13	-82		27	-27	
条件	地形の複雑さ	1	単純	-	23	-6	7	13	129	161	10	-38	47
		2	複雑		95	1		52	-32		43	9	
条件	下層植生	1	かん木型	-	47	-9	15	26	-18	30	31	59	98
		2	ササ草木型		71	6		39	12		32	-39	
集材	伐区面積	1	~1.0	ha	27	-5	12	15	64	176	12	143	335
		2	1.0~3.0		48	7		28	53		20	-192	
		3	3.0~		43	-5		22	-112		21	101	
条件	間伐量	1	~50	m'	32	71	111	22	16	53	10	81	574
		2	50~150		51	-40		25	-30		26	208	
		3	150~		35	-7		18	23		17	-366	
条件	伐採木の大きさ	1	~0.1	m'	48	18	136	30	-21	110	18	160	254
		2	0.1~0.2		48	-55		17	75		31	94	
		3	0.2~		22	81		18	-35		4	-10	
その他	伐区から林道まで	1	~100	m	60	-39	131	25	-42	249	35	-2	35
		2	100~300		31	-5		16	-123		15	11	
		3	300~		27	92		24	126		3	-24	

※レンジとは大値-小値で差の大きいほど特徴がある。

○内のa、b、cは、図-1を参照のこと

- ② 図-1は上記スコアの合計数により求める機種決定へのフローチャートである。グループ1 or グループ2かは  $f_0 = -15$  を境に決定する。仮にグループ1に所属したならば、この細分化は  $f_{01} = 25$  を境に機種を決定する。同様にグループ2の細分化は  $f_{02} = 5$  を境にして決定する。

図-1 集材方法の選択



③ 表-13 は判別方法の具体的事例である。現況(例)の因子を表-12 でそれぞれ対応したスコアを求めると  $f_i=168$  となる。 $168 > f_o=-15$  となりグループ1に属する。同様に  $f_{i1}=306$  となり、 $f_{o1}=25$  より大きいので求める機種は林内作業車となる。

表-13 集材方法判別事例(A現場)

要 因		現 況 (例)	STEP-1 ㉑	STEP-2 ㉒
			グループ判別 スコア	個別判別 スコア
地形 条件	傾 斜	16度	40	40
	地形の複雑さ	単純	-6	129
	下層植生	ササ	6	12
集材 条件	伐区面積	0.35 ha	-5	64
	間伐量	85 m <sup>3</sup>	-40	-30
	伐採木の大きさ	0.21 m <sup>3</sup>	81	-35
その他	伐区から林道まで	300 m	92	126
合計 (fi, fi1)		—	168	306
判 別		—	$f_i > f_o$	$f_{i1} > f_{o1}$
判別境界値 (fo, fi1) fo = -15      fo1 = 25		—	グループ1	林内作業車



#### 4. 林内作業車による作業仕組みの改善方法

種々の改善点があると思うが、代表的なものは次のとおりである。

表-14

	作業内容	改善作業
木寄せ作業	(1) ウィンチ巻取り速度アップ (2) 一荷材積の増大 (3) 簡易クレーンの活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 現在17m/mmを1速25m/mmまで早める。 なお、長距離木寄せの場合（屈曲）インダクションブロックの使用。</li> <li>○ 間伐施業では、列条間伐の検討。</li> <li>○ 木寄せ作業、積み込み作業の併用をはかる。</li> </ul>
積み込み作業	(1) 林内作業車装置簡易クレーンによる積み込み作業 (2) 専用積み込みクレーン装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 間伐材は林内に散在されていることから木寄せ積み込みを簡易クレーン積み込み作業とする。</li> <li>○ 中間土場を有する場合で一定量材積規模では専用積み込み機を設置する。</li> </ul>
荷おろし作業	(1) 荷おろし作業の荷積の簡素化 (2) 機械による荷おろし作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 土場における検尺作業から材の末口をそろえる時間の短縮</li> <li>○ 車を一挙に前進させ、材を落下させそれらの材を排土坂等で処理する。</li> <li>○ タンテーブルを油圧装置（開発）で傾かせ荷おろしする。</li> </ul>
搬出走行作業	(1) 林内走行	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 林内走行を容易にするため作業車へ排土坂をアタッチメントし、作業道作設する。</li> <li>○ 林内走行は幹線、支線の路線設定し走行速度アップをはかる。</li> </ul>
一サイクル時間と積載量	(1) 1サイクル時間の短縮  (2) 積載量の増大	<p>（現）木寄せ作業（人力）-積み込み（人力） （改善） “ （ウィンチ）-積み込み（簡易クレーン）</p> <p>（現）搬出（機械）-荷おろし（人力） （改善） “ （路網整備）-荷おろし（機械）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ バチぞり積載は積載量が少ない。積載方法はタンテーブルへ積み込む方法とする。</li> </ul>

## Ⅶ 林内作業車マニュアル

### 1. 林内作業車集材を適当とする作業条件等

#### (1) 林地傾斜

比較的緩斜地が望ましい。20度ぐらいまでが適当である。

#### (2) 土質

岩、礫の多い個所は不適當である。やむ得ず実施する場合は、岩、礫の個所を避けて搬路を作ること。

#### (3) 集材（運搬）距離

300m以内が適当である。一般に500mを超す場合は、架線集材が有利である。

#### (4) 支障木

非皆伐の場合は、伐開を多く必要とする架線材に較べて、林内作業車用搬出路（集材路）の作設時の方が支障木が少ない。

#### (5) 機動力

少量かつ分散的な間伐等の非皆伐施業においては、機動的で且つ面の作業が容易である。

#### (6) 要員数

他の器具と違って、少ない要員数で作業ができ、最小の場合は1名でも作業が可能である。

#### (7) 副作業

架線のように架設及び撤去等の副作業が無く、簡易な搬出路の作設のみで足りる。

#### (8) 残存木の損傷

集材作業による残存木の損傷が少ない。

### 2. 林内作業車搬出路の作設

#### (1) 路線の選定

あらかじめ、地図・航空写真等の資料を基に、現地調査をし、地形・傾斜・土質・伐採木の分布状況等を勘案し、運行の安全と能率的な集材を配慮して、路線を決定する。

#### (2) 搬出路の幅員

搬出路の幅員は、林内作業車の接地幅の1.2倍以上とし、曲線部は集材する材長に応じ、必要な拡幅を行う。

#### (3) 搬出路の勾配

① 搬出路の勾配は、原則として、順勾配（アップダウンの無い坂）が良い。その制限は約20度とする。

② 制限勾配に近い急勾配はなるべく直線とし、その区間は短くして、前後に緩勾配区間を設ける。

#### (4) 搬出の作業

① 搬出路の作設に当っては、林地の崩壊を誘発させないように配慮する。

- ② 斜面をよこぎる搬出路は、切り取り路面を原則とし、盛土路面はなるべく使用しない。
- ③ 急な曲線部の作設はなるべく避け、やむ得ず作設する場合は十分拡幅し曲線内部に立木を残す等脱落防止する処置を講ずる。
- ④ 降雨による流水及び湧き水のある個所は、適切な排水処置を講ずる。
- ⑤ 橋、片栈橋等は林内作業車の運行に十分耐える材料及び構造とする。

(5) 搬出路の保守

- ① 搬出路の路面は、なるべく凹凸のないようにならしておく。
- ② 路面上の崩土、落石、転材等は除去しておく。
- ③ 林内作業車の運行に支障となる路側の根株、枝条、岩石は除去しておく。
- ④ 積雪時に林内作業車を運行するときは努めて除雪する。

(6) 土場の選定及び作設

- ① 土場は土砂の崩壊、落石または流出の恐れのない場所を選定する。
- ② 材の集積とトラックの積み込み、林内作業車とトラックの方向転換等が安全にできる場所とする。

### 3. 林内作業車の作業

(1) 林内作業車の作業位置等

- ① なるべく平坦で、地盤の堅固なところ。
- ② 木寄せ作業の見通しの得られるところ。
- ③ 斜面の上部から浮石、材等の転落の恐れのないところ。
- ④ 林内作業車を固定するアンカーの得られるところ。

(2) 荷掛け作業

- ① 荷掛け者は、常に足場を注意し、転動する恐れのある材の上に乗らないこと。
- ② 重なりあっている材は、上部のものから順次荷掛けを行うこと。
- ③ 荷掛け者は、材の重量目測を的確に行い、許容加重を超えた荷掛けをしないこと。
- ④ 合図は荷掛け終了後退避場所に退避し、周囲の安全を確認してから行うこと。

(3) 木寄せ作業

- ① 林内作業車と木寄せ方向が同一線となるよう滑車等を使用して木寄せすること。
- ② 木寄せ中、林内作業車が引き寄せられたり、転倒の恐れあるときは、木寄せの反対方向のアンカーにワイヤロープで固定すること。
- ③ 木寄せは荷掛け者の合図を確認し、応答してから行うこと。
- ④ 急斜面の木寄せで、斜面に対し横引き、又は斜め引きは、材が横転して障害物にかかりやすくなるので避けること。
- ⑤ 荷掛け者は木寄せの進行状況をよく監視、障害物にかかったときは直ちに運転者に合図して適切な処置を講ずること。
- ⑥ 木寄せ中、障害物にかかったときは、ウィンチロープを完全にゆるめて障害物を避けるか、

取り除くこと。

- ⑦ ボールを使用時の木寄せは、ボールの倒壊を防ぐためボールに控えをとること。

#### (4) 荷はずし作業

- ① 荷はずし者は常に足場に注意し、転動の恐れのある材の上に乗らないこと。
- ② 荷はずし者はウィンチ及びスリングロープを完全にゆるめ材が安定してから行うこと。

#### (5) 林内作業車の積み込み作業

- ① 林内作業車は駐車ブレーキをかけ歯止めす等、車体の移動を防止すること。
- ② 林内作業車は地盤の堅固なところを選び、なるべく車体を水平にたもつこと。
- ③ 積み込みに使用する栈木は通直で十分な強度のあるものとし、はずれないよう確実にかけること。
- ④ アウトリガーは堅固な地盤にタイヤが浮き気味に固定し、均等に荷重が加わるようにすること。
- ⑤ クレーンの荷掛け者はジブの伸長状態における制限荷重を超えた荷掛けはしないこと。
- ⑥ クレーンのジブ傾斜角は、指定された範囲を超えて使用しないこと。
- ⑦ ジブの旋回は静かに行い、材を他のものに接触させないこと。
- ⑧ 集積材の荷掛けは上部から順次に行うこと。
- ⑨ 荷掛けの位置は材の重心近くを水平になるようにし、タコ足吊りにしないこと。
- ⑩ 運転者は材を吊ったまま運転位置を離れないこと。
- ⑪ 林内作業車で材を吊ったまま走行しないこと。
- ⑫ クレーンに材を吊ったまま長時間放置しないこと。
- ⑬ 荷はずしはクレーンロープ及びスリングを完全にゆるめてから行うこと。
- ⑭ 荷はずし後、スリングロープの抜き取りは退避場所に退避してから行うこと。

#### (6) 林内作業車の積載作業

- ① 林内作業車に最大積載荷重を超えて積載しないこと。
- ② 林内作業車の重心が低くなるように積載すること。
- ③ 林内作業車に偏荷重が生じないようにすること。
- ④ 大経材の積載は、目落とし積みとすること。
- ⑤ 材の斜め積みをしないこと。
- ⑥ チャンネルに接する最上部の材は、その直径の半分以上をチャンネルにかけること。
- ⑦ 積載木材の上部はカマボコ型に整えること。
- ⑧ 荷縛りロープは材に対して直角になるようにかけること。
- ⑨ 荷縛りロープは荷締め専用器具を用いて確実に固定すること。

#### (7) 林内作業車の荷卸作業

- ① 荷縛りロープの解きははずしは、材の転落の恐れのないことを確認してから行うこと。
- ② 荷卸は上部より順次行い、中抜きをしないこと。
- ④ 荷卸中は材の転落する方向に立ち入らないこと。

(注) このマニュアルは林内作業車の一般的なマニュアルであるが使用機種によって必要な事項を加入すること。

## VIII 林内作業車による生産コスト試算マニュアル

林内作業車を使用して集材作業を行った場合の作業仕組み、労働生産性及び生産コストの試算マニュアルを示せば別表のとおりである。

### (1) 試算の前提とした作業条件等

- ① 間伐
- ② 林地傾斜……………20度以内
- ③ 搬出距離……………200m以内
- ④ 作業仕組み、機械台数、要員数等は別表のとおりである。
- ⑤ 木寄せは、距離、傾斜等により作業能率を考慮し、生産量30%を人力によるものとする。
- ⑥ 林内作業車機種……………チクスイやまびこ BFY901

1日の工期： $5\text{ m}^3/\text{台}\cdot\text{日}$ （本県は初心者が多かったが熟練したら十分行える）

木寄せの距離： $15\text{ m}$ 程度

- ⑦ 年間機械稼働日数……………150日

### (2) 年経費の積算内訳

- ① 年間生産量

林内作業車1台の年間使用日数から $5\text{ m}^3/\text{台}\cdot\text{日}\times 150\text{日}=750\text{ m}^3$ とする。

- ② 償却費

ア) BFY901の購入価格750,000円/台

1台1日当りの償却費は、

$$\frac{\text{購入価格}\times 0.9}{\text{耐用年数}\times \text{年間稼働日数}} = \frac{750,000\times 0.9}{6\text{年}\times 150\text{日}} = 750\text{円}/\text{日}$$

(113,000円/年、150円/ $\text{m}^3$ )

イ) チェンソーの購入価格

1台1日当りの償却費は、

$$\frac{150,000\times 0.9}{3\text{年}/150\text{日}} = 300\text{円}/\text{日}$$

1台1日の工期を $3.5\text{ m}^3$ とすれば $1\text{ m}^3$ 当りの償却費は、 $300\div 3.5\approx 86$ 円によって年間生産量に対する償却費は $86\text{円}\times 750\text{ m}^3\approx 65,000$ 円

- ③ 整備修理費

$$\text{m}^3\text{当り機械償却費}\div \frac{\text{償却費率}}{\text{定期整備費率}}\times \text{年間生産量}$$

ア) 林内作業車

$$150 \text{ 円}/m^3 \div \frac{0.9}{0.75} \times 750 m^3 / \text{年} \doteq 94,000 \text{ 円}$$

イ) チェンソー

$$86 \text{ 円}/m^3 \div \frac{0.9}{0.75} \times 750 m^3 / \text{年} \doteq 54,000 \text{ 円}$$

④ 燃料費

ア) 林内作業車

$$5^L / \text{日} \times 150 \text{ 日} \times 65 \text{ 円} / L$$

イ) チェンソー

$$0.6^L / m^3 \times 750 m^3 \times 125 \text{ 円} / L$$

⑤ 労務費

ア) 林内作業車運転手

$$9,000 \text{ 円} / \text{人} \cdot \text{日} \times 150 \text{ 日} = 1,350,000 \text{ 円}$$

イ) 伐木造材手

$$750 m^3 \div 3.5 m^3 / \text{人} \cdot \text{日} \doteq 214 \text{ 日} \quad 9,000 \times 214 \text{ 日} = 1,926,000 \text{ 円}$$

ウ) 人力木寄せは現場の傾斜、木寄せ距離、引き下げ等、作業能率を考慮し、有利な個所で実施することとし、生産量の30%程度を見込み所要人工数45人(150日×0.3=45日)とする。

$$9,000 \text{ 円} / \text{人} \cdot \text{日} \times 45 \text{ 日} = 405,000 \text{ 円}$$

(3) まとめ

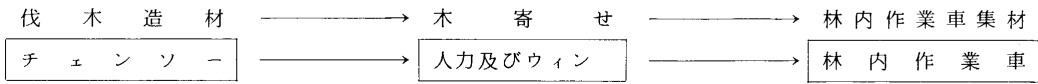
- ① この試算は、使用する林内作業車の処理能力を基礎とし、年間生産量を積算したもので、それぞれの前提作業条件下においては、当然のことながら工期と稼働日数の変動により年間の生産量も変動する。なお、本県は導入され始めてから間がないため、初心者が多くとりわけ調査事例がそうであったため、福岡・愛媛等の工期を参考にして5m<sup>3</sup>で試算した。
- ② また、この試算では複雑さを避けるため林内作業車1台使用として積算したが、この機種の場合には実態として2台(オペレータ2名)と木寄せ手1名の組み合わせによる実施が、より効率的で、この場合はさらに生産量の増大を期待することができる。
- ③ この試算では林内作業車道の作設費は除外したが、一般的には必要に応じてm当たり300～1,000円で作設しているので状況に応じて積算することが必要である。
- ④ 林内作業車は比較的低価格で採作も簡易な上、副作業も少なく、少ない要員で機動的に使用できるので、緩中傾斜地の少量分散的林地や、間伐等に好適であり、生産量が多い場合には、複数台数の効率的組み合わせを考慮すれば対応が可能であるが、集材距離や集材量、作業道の状態等によって使用する機種を選定に慎重を要する。

別表

生産コスト・労働生産性の試算

1. 作業仕組み等

(1) 作業仕組み



(2) 配置台数 チェンソー 3台 林内作業車 1台

(3) 要員数 伐造 3名 木寄せ 1名 運転 1名

(4) 機械購入費 チェンソー 150,000円 / 台 林内作業車 750,000円 / 台

2. 年経費

区分	チェーンソー	木寄せ	林内作業車	計
機械償却費	65,000	—	113,000	178,000
整備修理費	54,000	—	94,000	148,000
燃料費	56,000	—	49,000	105,000
労務費	1,926,000	405,000	1,350,000	3,681,000
計	2,101,000	405,000	1,606,000	4,112,000

3. 労働生産性

年生産量 ÷ 延べ人数 =  $750m^3 \div (150 + 214 + 45)人 = 183m^3$

4. 生産コスト (  $m^3$  当り )

$4,112,000 \div 750m^3 = 5,500円$  (注) この他に、林内作業車用の作業道を開設したときは、作設費を加算すること。

## Ⅹ 徳島県における林内作業車の工期事例

### 1. 事例のとりまとめと考察

#### ① 事例のとりまとめ表

実施場所		上勝町	海南町	美馬町	上那賀町	美郷村	三好町	平均	
作業 条件	樹種(林令)	すぎ18年	すぎ30年	ひのき 30年	すぎ29年	すぎ・ひ のき25年	ひのき 43年	すぎ26年 ひのき33年	
	面積	0.44 ha	0.30 ha	0.85 ha	0.47 ha	0.75 ha	0.29 ha	0.52 ha	
	ha 当り	本数	2,360本	850本	1,858本	1,300本	1,380本	997本	1,458本
		蓄積	221 m <sup>3</sup>	381 m <sup>3</sup>	298 m <sup>3</sup>	467 m <sup>3</sup>	244 m <sup>3</sup>	168 m <sup>3</sup>	297 m <sup>3</sup>
	間伐率	本30% 材24%	本32% 材15%	本64% 材54%	本20% 材20%	本36% 材29%	本47% 材42%	本38% 材31%	
	傾斜	22°/ 20~25°	35°/ 32~38°	10°/ 5~15°	30°/ 15~40°	26°/ 24~38°	7°/ 1~16°	22°	
	木寄せ方法	ウインチ・ 人力10m	ウインチ・ 人力25m	人力10m	人力30m	ウインチ・ 人力23m	ウインチ・ 人力9m	18m	
間伐回数	2回目	2回目	2回目	1回目	2回目	3回目	2回目		
作業車機種	チクスイやまびこ BFY901	〃 GC554C	〃 BFY902	〃 BFY901	ヤンマー キャタトラ	チクスイやまびこ GC553	チクスイor やまびこ		
作業 別 所要 時間	空車走行	4分09秒	10分01秒	12分30秒	6分12秒	3分49秒	18分27秒	9分17秒	
	木寄せ	26:58	25:42	7:42	39:10	24:27	36:10	32:31	
	荷積み		9:57		9:28	12:57			
	実車走行	7:56	11:09	19:35	10:00	5:03	28:17	13:40	
	荷卸し土場整理	2:55	3:04	3:34	3:12	5:52	6:09	4:07	
	計(a)	41:08	59:53	43:21	68:02	52:08	89:03	59:35	
搬出距離(作業車)	218 m	260 m	470 m	160 m	90 m	390 m	265 m		
1サイクルの集材量(b)	0.904 m <sup>3</sup>	1.122 m <sup>3</sup>	0.814 m <sup>3</sup>	0.972 m <sup>3</sup>	1.518 m <sup>3</sup>	0.793 m <sup>3</sup>	1.02 m <sup>3</sup>		
1日の行程数(c) $\frac{360}{a}$	8.8回	6回	8.3回	5.3回	6.9回	4.0回	6.6回		
1日の搬出量(d) b×c	7.96 m <sup>3</sup>	6.73 m <sup>3</sup>	6.75 m <sup>3</sup>	5.15 m <sup>3</sup>	10.47 m <sup>3</sup>	3.17 m <sup>3</sup>	6.73 m <sup>3</sup>		
作業組人員 e	2名	2名	4名	2名	2名	2名	2.3名		
1人当りの搬出量 $\frac{d}{e}$	3.98 m <sup>3</sup>	3.37 m <sup>3</sup>	1.69 m <sup>3</sup>	2.57 m <sup>3</sup>	5.24 m <sup>3</sup>	1.59 m <sup>3</sup>	2.93 m <sup>3</sup>		
出材々積	8,826 m <sup>3</sup>	12,789 m <sup>3</sup>	56,127 m <sup>3</sup>	19,878 m <sup>3</sup>	38,434 m <sup>3</sup>	17,404 m <sup>3</sup>	25,576 m <sup>3</sup>		
収支	収入( ) m <sup>3</sup> 当り	98,394 (11,148)	247,901 (19,384)	1,667,978 (29,718)	347,020 (17,457)	645,345 (16,791)	323,584 (18,593)	555,037 (21,701)	
	支出( ) m <sup>3</sup> 当り	87,000 (9,857)	210,463 (16,457)	764,783 (13,626)	247,392 (12,445)	430,286 (11,195)	286,043 (16,435)	337,661 (13,202)	
	差引( ) m <sup>3</sup> 当り	11,394 (1,290)	30,001 (2,927)	903,195 (16,091)	99,628 (5,011)	215,059 (5,595)	37,541 (2,157)	217,376 (8,499)	



## ② 考察

### ア) 作業工程について

木寄せ距離は各地区の平均で 18m、搬出距離は 265m であり、1 日の搬出量が  $6.73 m^3$  で 1 日 1 人  $2.93 m^3$  であった。2 人／組の作業で実施したところが多かったが、1 サイクルの所要時間 59 分 35 秒であった。木寄せ・荷積みに 54% の時間を要している。このときのウインチ操作者に暇がありすぎる。

このため 3 人／組の 2 台が効率的であるので林内作業車の相互手間がえを凶るべきである。また木寄せは、伐開路をできるだけ作設して林内に作業車を乗り入れて木寄せ距離を短くした方がよい。大きめの丸太 (16cm 以上) や、上げ荷のときはウインチを使用する方がよいが、その他の場合で人力木寄せが有利なときがある。荷積みはできるだけ 1 人で実施できるよう熟練したほうが良い。

### イ) 間伐材の販売結果について

平均単価 21,701 円/ $m^3$  と間伐材にしてはやや高いが、ひのきを一部含んでいるためである。根元の曲がり材や消端部は価値が少ないため切り捨てた。また、収入間伐では多少は優良木の伐彩もして採算がとれるようにしなければならない。このための一手段として選木育林は効果的である。

### エ) その他

本県では林内作業車の導入状況は遅く、その大半はしいたけ原木の移動に使われているため、集材には経験が少ない。このため事例調査に協力した林家も殆ど初心者であったため、他県の事例に比べて効率が悪い。また本県は急峻地帯が多く路網密度も低い、利用方法とりわけ作業仕組みと一つ一つの工程の熟練によりかなりのものがクリアできると思われる。

一方、小規模林家の家内制労働には技能面、価格面からも最適であるので将来の多行程処理機械の導入へのつなぎ機種としても大いに注目できる。それゆえ今後とも林内作業車の工程調査研究を継続していきたい。

## 参考文献

林業改良普及双書 99 森林路網

徳島県 間伐材搬出の手引き

日本林業技術協会 間伐の手引き

岐阜県 非皆伐施業における伐出コスト低減のための作業仕組

林業技術開発普及研究会 身近な最新技術事例集

林業機械化協会 効率的な機械化作業の事例集

森林総合研究所 小型運材車による間伐材搬出に関する事例分析

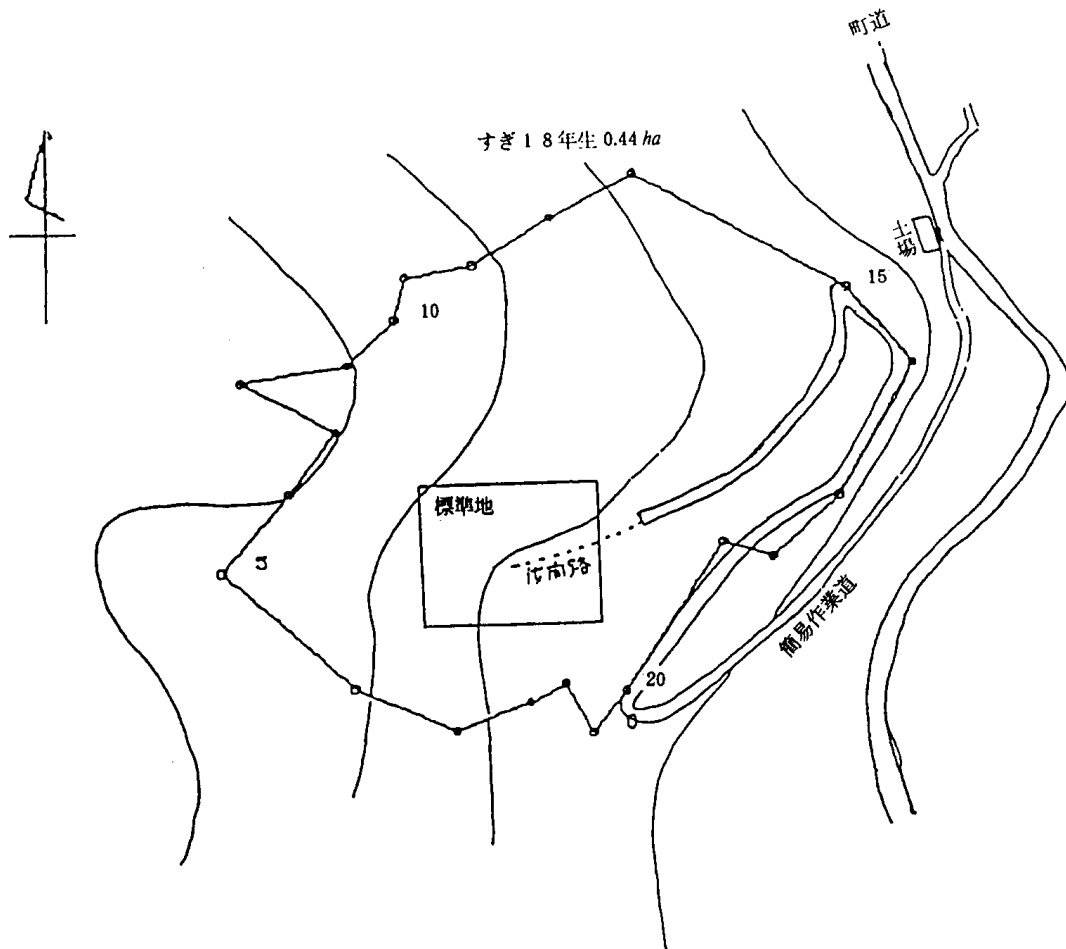
森林総合研究所 昭和 60 年度林業試験研究報告書

## 2. 上勝町における具体的事例報告（参考）

### (1) 事業地の概要

- |          |                               |
|----------|-------------------------------|
| ① 調査地    | 勝浦郡上勝町大字生実字雄中面                |
| ② 伐出期間   | 平成元年 10 月 15 日～平成元年 11 月 23 日 |
| ③ 対象面積   | 0.44ha                        |
| ④ 樹種及び林齢 | すぎ 18 年生                      |
| ⑤ 全立木材積  | 97m <sup>3</sup>              |
| ⑥ 伐採立木材積 | 23m <sup>3</sup>              |
| ⑦ 間伐率    | 材積率 24% 本数率 30%               |
| ⑧ 事業主体   | 個人                            |
| ⑨ 概略     |                               |

事業地の雄中面地区は、標高 600m で人工林率は 80% である。この地区の緩傾針地に調査地 0.44ha を設定した。調査地は、以前の畑の跡地で石積みの段となっており、傾斜 20° ～ 25°、すぎ 18 年生、平均樹高 11.0m、平均胸高直径 13.4cm、平均単木材積 0.09m<sup>3</sup> で、収量比数は 0.73 である。この林地内に伐開路を作り、林内作業車で集材を実施した。なお、林分調査については標準地 0.10ha を設け、Ry0.73→0.62 になるよう選木した。



## (2) 作業条件

樹種	すぎ 18 年生	
面積	0.44 ha	
ha 当り	本数	2,36 本
	蓄積	221 m <sup>3</sup>
間伐率	本数率 30% 材積率 24%	
傾斜	22° / 20° ~ 25°	
木寄せ方法	林内に作業車を入れ、同ウインチ(20m)又は人力による集材	
運材 (土場まで)	方法	林内作業車(チクスイやまびこ)
	距離	218 m (平均)
道路からの距離	作業道約 120 m が林内に入っている	
作業員の構成	2 人組(男 1 人、女 1 人)	

## (3) 林分構成

林分構成については、標準地 0.10ha を調査した結果次のとおりで、間伐は収量比数 Ry を 0.73 → 0.62 にした。間伐率は本数率で 30%、材積率で 24%である。なお、この林分は過去収入間伐を 1 回実施しており、今回間伐で 2 回目である。

## 標準地(0.10ha)調査結果

胸高直径	樹高	本数	単本材積	材積	左の間伐本数	間伐材積
5 cm	6 m	6 本	0.01 m <sup>3</sup>	0.06 m <sup>3</sup>	4 本	0.04 m <sup>3</sup>
6	7	4	0.01	0.04	4	0.04
7	7	2	0.01	0.02	0	0.00
8	8	8	0.02	0.16	6	0.12
9	8	8	0.03	0.24	6	0.18
10	9	18	0.04	0.72	8	0.32
11	10	10	0.05	0.50	6	0.30
12	10	22	0.06	1.32	4	0.24
13	11	40	0.08	3.20	8	0.64
14	12	52	0.10	5.20	12	1.20
16	12	28	0.13	3.64	6	0.78
18	13	30	0.17	5.10	2	0.34
20	14	6	0.22	1.32	2	0.44
22	15	2	0.28	0.56	2	0.56
計		236		22.08	70	5.20

## (4) 供試機種

林内作業車 (チクスイやまびこ BFY901・W2タイプディーゼル)

機種	林業用運搬車		車体重量	640 kg	
型式	BFY901・W2タイプ		最大作業能力	1,000 kg	
車体寸法	全長	2,060 mm	最小回転能力	1,500 mm	
	全幅	1,240 mm	登坂能力	25°(500kg積載時)	
	全高	2,195 mm	最低地上高	160 mm	
履帯ゴム	接地長さ	960 mm	速度	前進	4
	幅	230 mm		後進	2
	中心距離	730 mm		最高速度	6.7 km/h
荷台内寸	長さ	1,800 mm	最低速度	1.6 km/h	
	幅	600 mm	クラッチ	ベルトテンション式	
	高さ	505 mm	ブレーキ	内拡式ブレーキ	
エンジン	連続定格出力	7.0PS/2,600 rpm	履帯	ゴム	
	最大出力	8.0PS/2,600 rpm	ウインチボール吊上能力	200 kg	
	始動方式	増速ハンドル式	直引能力	800 kg	

## (5) 作業工程調査

事業地には既設作業道があり、新たな作業道の作設は不要であった。また伐開路については、数本の伐根を切り下げたのみ（時間は微小）で、林内作業車の進入は容易になった。これにより作業車を林内に入れ、木寄せ距を短くして集材をした。作業員は男1人、女1人、計2人で実施し、サイクル当りの時間は次のとおりである。

## 1 サイクル当り集材時間工程等調査

区分	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	%	
作業別所要時間	空車走行	4分44分	3秒50分	3秒58分	4秒20分	3秒54分	4秒09分	10
	木寄せ(10m/0m~22m)	22分10秒	25分14秒	24分36秒	26分38秒	36分14秒	26分58秒	66
	荷積み							
	実車走行	5分40秒	5分59秒	6分40秒	8分01秒	7分12秒	7分06秒	7.17
	荷卸し土場整理	3分05秒	2分50秒	3分13秒	2分27秒	2分59秒	2分55秒	7
	計(a)	35分39秒	38分53秒	40分27秒	40分26秒	50分19秒	41分08秒	100
搬出距離(作業車)	218 m							
1サイクルの集材量(b)	0.904 m <sup>3</sup>							
1日の行程数(c) 360分/(a)	8.8回							
1日の搬出量(d) (b)×(c)	7.96 m <sup>3</sup>							
作業人員(e)	2人							
1人当りの搬出量(d)/(e)	3.98 m <sup>3</sup>							
(参考) 伐開路作りはわずかであったので、木寄せ・荷積み時間に含む。						1日6時間とする。		

(6) 間伐材の販売結果表 (上勝町森林組合木材市場 平成元年 11月)

	区 分	末口径	長さ	本数	材 積	比率	単 価	価 格	比率
す	本 売 り	5~9	2 m	41	0.351 m <sup>3</sup>	$\frac{9}{4}$	70 円	2,870 円	$\frac{9}{3}$
			3	40	0.554	6	150	6,000	6
			4	30	0.508	6	350	10,500	11
	小 丸 太	14 下	2	11	0.335	4	6,000	2,010	2
			3	2	0.102	1	8,000	816	1
			4	45	2.288	26	16,000	36,608	37
柱(適寸) 中 丸 太	14~20	4	9	1.042	12	17,000	17,714	18	
		計			178	5.180	59		76,518
ぎ	曲 り	5~16	4	107	3.646	41	6,000	21,876	22
合 計				285	8.826	100	(11,148)	98,394	100

利用率=販売素材積/伐倒立木材積=8.826/22.88=38.6%

(7) 収支計算

収支別	項 目	金 額 (円)	摘 要	
収入	木 材 販 売 代	98,394	素材材積 8.826 m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> 単価 11,148 円	
支	直 接	選 木	5,000	賃金 単価男 10,000円×0.5人役
		伐 木 造 材 費	25,000	賃金 単価男 10,000円×2人役・女 5,000円×1人役
		木 寄 せ 集 材 費	16,500	賃金 単価男 10,000円×1.1人役・女 5,000円×1.1人役
	経 費	機 械 償 却 費 (作 業 車 の み)	6,000	チクスイ借上代 1日 4,000円×1.5日(翌日返却)
		燃 料 費 (作 業 車 の み)	624	軽油 9ℓ/1日×1.1日 63円×9.9ℓ
		雑 費 等	4,928	
	計	58,052		
出	間 接	並 立 料	5,296	8.826m <sup>3</sup> ×600円
		市 場 手 数 料	6,888	木材販売代金の7%
	経 費	労 災 保 険 (直 経 分)	7,350	140/1000
		消 費 税	△ 2,586	(木材販売代×3%) - (積立料+市場手数料)×3%
		ト ラ ッ ク 運 賃	12,000	
		小 計	28,946	
	合 計	87,000	m <sup>3</sup> 当り経費 9,857円	
差 引		+ 11,394		

(8) 結果に対する考察

① 作業工程について

集材距離は0m~22m、平均10mで、1日の集材量は7.96m<sup>3</sup>であり、1日1人当りの集材量は3.98m<sup>3</sup>となった。また、1サイクル当りの平均所要時間は41分08秒、うち木寄せ・荷積みには66%の26分58秒を要している。これは男性1人、女性1人の作業仕組で、女性は

主にウインチ操作と荷積みの補助的な作業しか担当しなかった関係と、間伐材 1 本当りの材積が少なかった関係上、木寄せ積込みに多くの時間を要し、1 日当りの搬出量も少なくなったものと考えられる。

② 間伐材の販売結果について

販売素材積  $8.826m^3$  のうち、直材が 59%、曲り材は 41%と曲り材の比率が高い。また利用率は、伐倒立木材  $22.88m^3$  に対して販売素材積  $8.826m^3$  で、38.6%と低い。これは、曲り材を極力直材にしようとし、造材の際に根本曲りを切り捨てたためと、杭丸太相当の間伐材については搬出せず、林内に放置したため、歩止まりが低い結果となった。

③ 経済性について

調査結果を試算すると、販売代金 98,394 円に対して支出は 87,000 円で、差引き 11,394 円が森林所有者の手取りとなった。これを  $m^3$  当りに換算すると、11,148 円の売上げに対して経費は 9,857 円であり、1,291 円の利益となった。純利益が多少低い結果となったが、これは間伐材に小径木が多く、また曲り材の比率も高かったため木材販売価格が安くなったものと思われる。経済性を高めようとするれば、選木にあっては質の良い木も選木するとともに利用率を高め、可能な限り作業コストを低くおさえる必要がある。

今回供試機種としたチクスイやまびこは、輸送の際軽トラックで運べて便利であるし、また操作も簡単で、誰でも使いこなせるため、緩傾斜地で小規模な間伐材作業には十分な効果が期待できる。

今後は、作業道及び簡易作業道の基盤整備とともに、集材方法と作業方法の仕組みの検討、また搬出距離による経済性の検討等がさらに必要と思われる。

## 間伐材の搬出方法について

香 川 県

## 間伐材の搬出方法について

### I はじめに

最近の森林・林業をめぐる諸情勢は、外材輸入増大による国産材との競争の激化、賃金水準の上昇に伴う経営コストの増大、山村での過疎化・高齢化の進行による林業労働力の減少等、深刻な問題となっています。

一方、わが国の人工林は1,000万ha、人工林率で40%を超え、人工林面積・率では世界に冠たるもので、第一級の森林国と言えよう。

林業経営にとっては、賃金コストを押さえ労働生産性の向上を図り、労働災害防止の一翼を荷なう林業の機械化推進が強く望まれている。今回、成熟化しつつある本県の林業にとって今、最も必要と考える間伐の搬出方法とその採算性について、(1) 人力による搬出、(2) シュラーによる搬出、(3) 林内作業車による搬出の三通りのデータを取りまとめたので、今後の普及指導の参考になればと思います。

### II 本県における間伐の実情について

戦後、昭和20年代から40年代前半に造林した人工林は間伐期を迎え、その後造林した分とを合わせ間伐対象森林は、毎年間伐を推進しているにもかかわらず間伐の手遅れ林分は年々増加しています。

#### (1) 間伐対象森林現況

2.1.1 現在 (単位 ; 面積 : ha、蓄積 : m<sup>3</sup>)

齢級	区分	樹 種 別				計
		スギ	ヒノキ	マツ	その他	
Ⅳ	面積	197	1,107	1,766	94	3,164
	蓄積	11,658	48,172	86,048	2,591	148,469
Ⅴ	面積	264	793	3,057	147	4,261
	蓄積	25,694	61,744	224,591	6,353	318,382
Ⅵ	面積	304	668	2,216	125	3,313
	蓄積	44,520	78,523	214,292	4,326	341,661
計	面積	765	2,568	7,039	366	10,738
	蓄積	81,872	188,439	524,931	13,270	808,512



(2) 間伐の実績

(単位：ha)

年度	計 (①～⑤) －( )	補助造林 ①	県行造林 ②	公団造林 ③	融資造林 ④	治山事業 ⑤
58	345	206	79	10	50	
59	291	195	63	5	28	
60	252	164	70(15)	12	21	
61	333	237	94(32)	13	21	
62	371	232	92(26)	32	18	23
63	411	238	99(28)	17	12	73
元見込	376	230	115(40)	21	18	32

- (注) 1. ( )は補助造林によるもので内数。計は補助造林重複分を除く実数。  
2. 治山は除伐、本数調整伐。

これは間伐の不採算性によるもので、特に若齢林の保育間伐にその傾向が強くなっています。

間伐は主伐(皆伐)と違って残存木が障害物として存在する中での作業であり、また単位面積当たりの伐採量も少く、このことは間伐材搬出の作業能率を著しく低下する要因となっています。また間伐の対象は一般に劣勢な小径木であり、そのうえ、曲り木やニマタなどが含まれます。これらは、もちろん作業能率に好ましくない影響を与えますが、それ以上に市場価格を引下げる要因となっています。生産費が高く、その売り値が安ければ採算がとれるはずがなく、結局間伐は割に合わない仕事だという評価になります。ちなみに、壮齢林の利用間伐の場合は、対象木も大きくなり、作業能率の落込みも少なく、また市場価格もそれほど悪くないので、事業的に採算がとれる場合が多くなります。

長い目で見れば、間伐は将来の製品価値の高い優良木の生産につながるものでありますから経済的にも不利な結果にならないはずですが、しかし林業家にとって、各々の間伐時点で収益が保障されることを期待するのは当然です。

そこで、安価で安全な、しかも間伐本来の目的を達成する上で支障のない伐出方法を見出すために、これまでの実践データを紹介します。

### Ⅲ 搬出方法の種類

間伐木の搬出方法—間伐材の集材法については現在までに全国各地で採用され、今日も利用されていますが、間伐材搬出法をまとめると次のとおりです。

人力集材 { 人力木寄（人肩出し、ころがし、突落し）  
          { 人力橇集材（木馬、雪橇）

畜力集材（地曳き、橇出し）

農機集材（耕運機、農用トラクタ、雪上車）

重力利用集材 { 滑路集材（シュラー）  
                  { 重力式軽架線

モノレール集材（跨座式、懸垂式）

林内車集材（三輪式、四輪式、装軌式）

架空線集材 { モノケーブル式  
                  { 簡易架空線  
                  { 大型架空線

トラクタ集材（車輪式、装軌式）

ヘリコプター集材

## IV 搬出方法の選び方

間伐材の搬出方法を選ぶ場合、まず対象林地の所在面積、間伐率、間伐量、地形を考慮します。小面積の場合や少量の場合は簡易な方法で対応し、対象林分の林齢が若くて比較的小径木を中心とした保育間伐であれば小形システムで十分であります大径木の多い利用間伐では大型のシステムが必要となります。

地形も重要な因子の一つであり、勾配と地表の状態によって採用する搬出法が異なってきます。主な間伐搬出法について林地傾斜度に関する適応度のおおよその基準は次のとおりです。

間伐材搬出法の傾斜度適応性のめやす

種 類	林 地 傾 斜 度			
	10°	20°	30°	40°
人 力 木 寄	[斜線]			
木 馬 集 材		[斜線]		
畜 力 集 材	[斜線]			
農 機 集 材	[斜線]			
滑 路 集 材 ( シ ュ ラ ー )		[斜線]		
重 力 式 軽 架 線		[斜線]		
モ ノ レ ー ル ( 跨 座 式 )	[斜線]			
モ ノ レ ー ル ( 懸 垂 式 )	[斜線]			
林 内 車 集 材	[斜線]			
ハ イ リ ー ド 集 材	[斜線]			
モ ノ ケ ー ブ ル 集 材	[斜線]			
簡 易 架 空 線 集 材	[斜線]			
ホ イ ス テ イ ン グ キ ャ レ ッ ジ 式	[斜線]			
ト ラ ク タ ( 車 輪 式 )	[斜線]			
ト ラ ク タ ( 装 ・ 式 )	[斜線]			
ヘ リ コ プ タ ー 集 材	[斜線]			

間伐対象林が林道（作業道）に直接連絡している場合は、いずれの搬出方法も可能となりますが、歩道や農道などトラックの入れない作業道で連絡している時は、これを利用し得る搬出法、例えば林内作業車、モノレール、農用トラクター、耕運機などが対象となる。また、連絡道を使用しない架空線集材なども利用できます。

連絡道がなく、あいだに林地などが介在する場合はモノレール運搬機やモノケーブル式集材法、森林の上空に架線集材方式や重力式軽架線等が利用できます。

○ 搬出方法を選択する場合は次のとおりです。

- 現在手持ちの機械があれば、多少条件が悪くても、使用検討の対象にします。
- 搬出系統をできるだけ単純化します。
- 搬出コストによる比較をします。
- 作業工程を知る。その搬出法によって1日に何立方メートルの間伐材が集材できるか、これまでの同種の作業実績を参考にして工程を想定します。
- コスト計算には次の経費を調査します。

集材作業に必要な労賃、機械類の償却費、修理費、ワイヤロープなどの償却費、燃料などの消耗品費、作業道作設費、架設経費、その他借料損料、保険料等の経費

- 間伐材の生産予定数量と搬出経費を調べます。
- 安全な方法を選びます。

集材方法の作業指針表

機 械 名	搬出距離		100m以内						200m以内						300m以内						備 考
	緩急別	下り上り別	緩斜地		中斜地		急斜地		緩斜地		中斜地		急斜地		緩斜地		中斜地		急斜地		
			下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	
簡 易 索 道	単線循環式軽架線																				ワイヤロープ6～12mm
	川口式モノケーブル																				荷重2点吊 700kg
	宮脇式モノケーブル	○		○	○	○			○		○	○	○			○		○	○	○	ノンストップ 連続搬出可能
	グランドリード方式索道			○	○	○			○		○	○	○								
	スラックラインとばし型索道	○		○																	
	自走架線式索道トップキャリー	○		○	○	○	○			○		○	○	○			○				積載量 200～500kg
林内作業車	自動三輪車デルピス号	○		○	○	○			○		○	○			○		○	○			積載量 1.2t
	自動四輪車陵岑号	○		○	○	○			○		○	○			○		○	○			積載量 1.5～1.8t
	ヤンマーキャタトラ	○		○	○	○	○			○	○	○	○								履帯式 速度 100m/分
	ランパー	○		○	○	○	○			○	○	○	○								"
集 材 機	リモコンウインチ(RC05)	○		○	○																ワイヤロープ5%×70m
	コネクトウインチ	○		○	○	○			○		○	○									" 6%×150m耕運機利用
	KMYハンドドーザー	○		○	○	○			○		○	○									" 8%×200m
	ラジコンウインチ(PW-350型)	○		○	○																" 6%×70m
	UFO(円盤型)ウインチ	○		○	○				○		○										" 6.5%×125m
	FP-2移動ウインチ	○		○	○	○															" 8%×120m 金崎工業
モノレール	ツリーラック	○		○	○	○	○			○		○			○		○				積荷量 200～500kg
	ゾーリン号(ウインチ付)	○		○	○				○		○										" 800kg
	ジェットポーター	○		○					○		○										" 200～500kg
その他	スーパーシュラー					○															幅40cm、深さ25cm、長さ4m、PT製
	ウッドシューター					○															アル：合金製

○印は適応可能

## V 人力搬出

一般に個人の場合、小規模事業地で、採算性の悪い場合が多く、こうした林分の間伐事業の実行は大部分が切り捨てにより行われているのが現状であります。しかもこの傾向は今後とも増加すると予想され、こうした材の搬出は資源の有効的活用上からも問題になってきます。

そこで、人力による搬出について、その作業工程を説明すると、

### ① トビによる搬出方法

トビは通常木寄せ作業に使用しますが、搬出はその延長であり、斜面上部より短い距離の集材を繰返し、林道端まで搬出する方法であります。この方法は本県で実施されている人力による搬出の代表的なものであります。

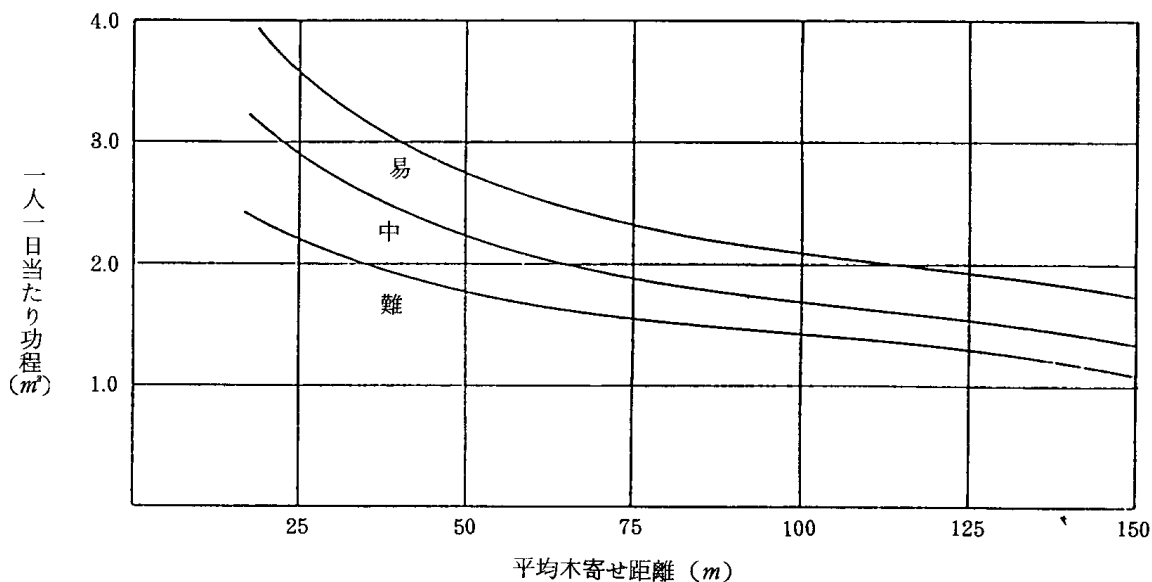
### ② 人肩による搬出方法

前記の方法が地曳きであるのに対し、人肩によるもので搬出材が大きくなれば作業が不可能となります。

### ③ 作業工程について

地形の傾斜、搬出距離、搬出材の形状により工程は異なります。人力による搬出作業の問題点はその方法も肉体的な疲労が大きいことであり、現時点での解決策としては搬出材の乾燥を十分行い重量の軽減を図ることが考えられます。

木寄せ小出し工程（人工林間伐）



(注) ①傾斜20°未満は難、20～34°は中、35°以上は易とする。 ②距離は水平距離とする。

## VI シュラーによる搬出

この搬出方法は、木材の自重と林地の傾斜を利用して滑路集材するもので、現在使用されている木寄器具は、ウッドシューター、スーパーシュラー、シュラシューターがありその仕様は次のとおりです。

### 1. 木寄器具の種類と仕様

仕 様 種 類		寸 法				重量 kg	材 質	資 材	特 徴
		幅 cm	深さ cm	長さ m	厚さ mm				
ウッドシューター	直線部	42	25	2	2	10	アルミ合金	ナマ番線( # 10~12)、杭丸太ロープ( $\phi$ 8~10)ワイヤロープ( $\phi$ 6 mm 6×19)	○全体の傾斜25度程度必要。 ○ストッパー装置あり。
	終端部	50	高さ(30)	6	2	31			
スーパーシュラー	30型	30	20	4	3	15	ガラス繊維強化プラスチック(FRP)	クレモナロープ $\phi$ 5 mm ナマ番線 # 8 杭、丸太	○全体の傾斜25度程度必要。 ○材の径に応じて、30型、40型がある。
	40型	40	25	4	3	19			
シュラシューター		30	20	4		10	ガラス繊維強化プラスチック(FRP)	ナマ番線、 # 16杭、丸太	○表面加工をしてあるため、傾斜10度程度まで可能。 ○接続に余裕があるため、カーブが容易にできる。

用具 ワイヤーカッター、モンキー、ベンチ、掛矢、クワ、腰ノコ、ナタ、ヨキ、角度測定器、連絡合図用具(トランシーバーなど)

### 2. 基本的な架設(スーパーシュラーの例)

#### ① 路線の決定

投入口と土場を決め、ポケットコンパス等で全体の平均傾斜角度を25°程度とする。

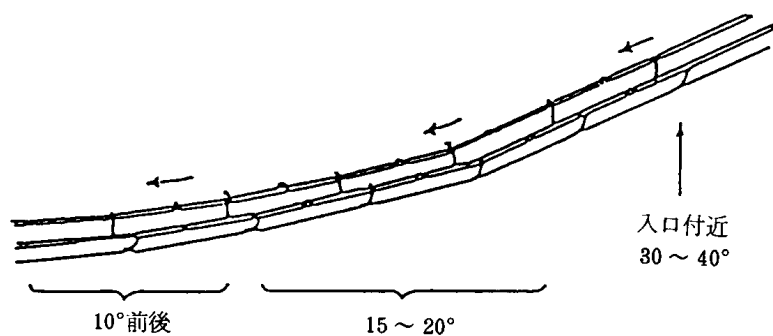
#### ② スーパーシュラーの設置

3人1組で出口地点から投入口方向に順次運搬配置し、勾配を調整しながら仮固定し全体を接続後固定します。

#### 勾 配

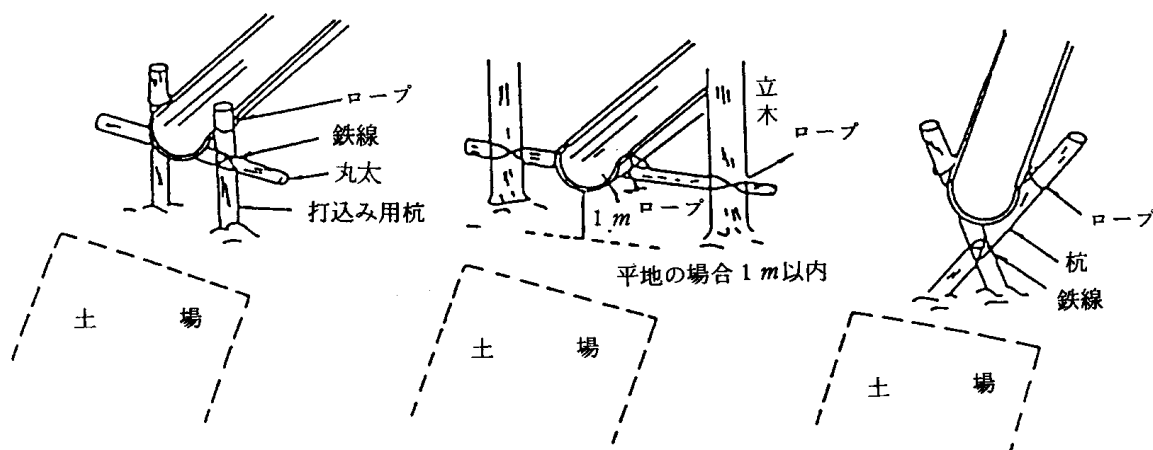
「樋」の種類によるものが、全体の傾斜を25°程度とします。

○ 勾配(傾斜)のとり方は下図のとおりです。



#### 組み立て手順

- ・ 路線に沿って灌木、植生類等を刈払います。
- ・ 「樋」を土場より路線に配置します。
- ・ 出口から組み立てます。
- ・ 各部修正、試運転を行います。



#### ③ 木寄、集材作業

木寄、集材作業は土場からはじめ順次上へ向って行います。

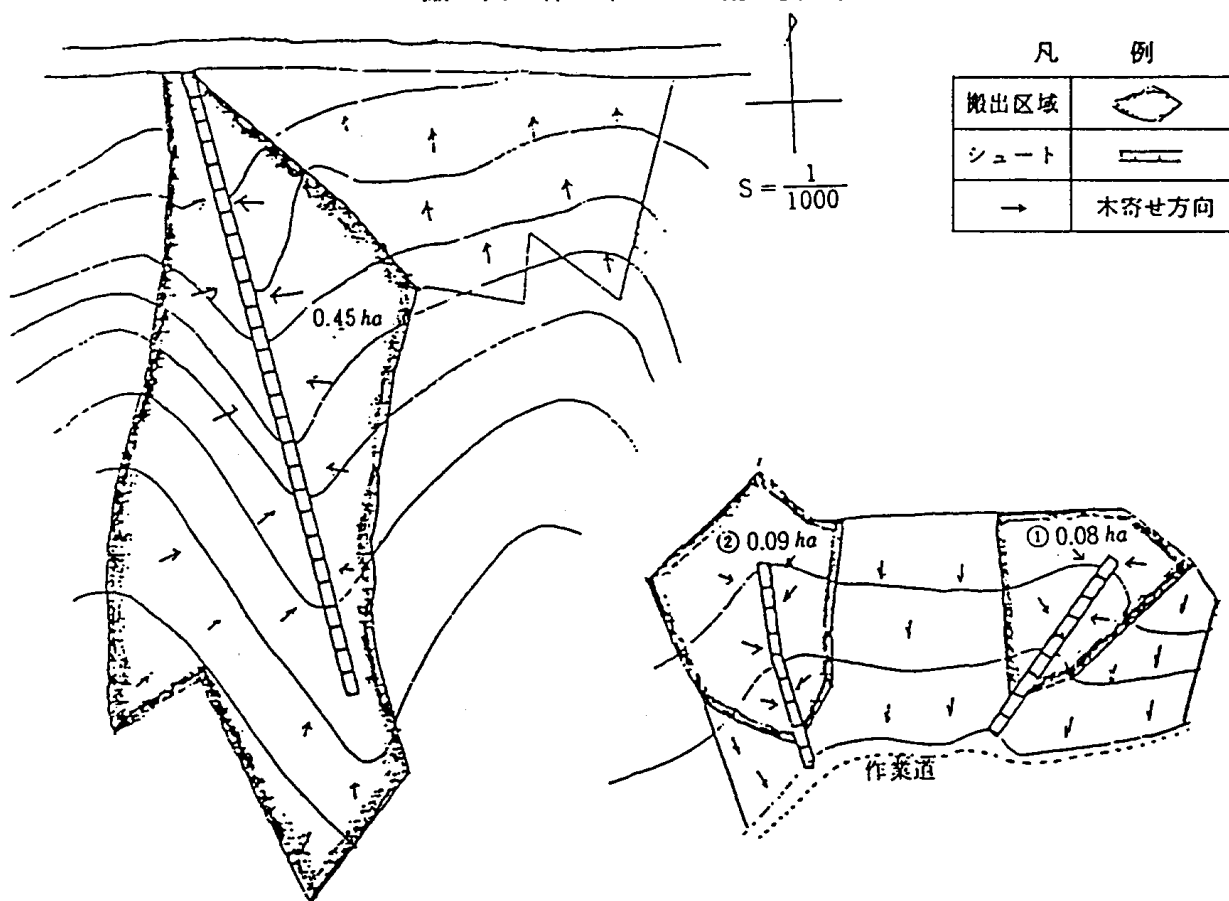
##### ○ 作業上の注意事項

- ・ 材は元口を下にして投入します。
- ・ 土場と投入口の連絡は確実に取り合い、材を投入している間は、土場の作業者は、安全な場所に退避します。
- ・ 2本同時に投入しない。
- ・ 滑走中に「樋」の下側及びカーブの外側には立ち入らないようにします。
- ・ 作業中異常事態が発生した場合は直ちに作業を中止し、点検調整します。
- ・ 毎日の作業開始前には「樋」の中のゴミ及びボルト、杭等のゆるみについて点検します。

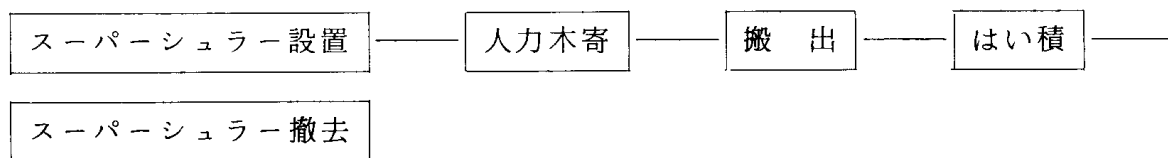
#### ④ 解体・撤去

投入口から始め、次のシュラーに乗せ下方にすべらす。二段集材の場合は横移動を行います。

## 搬出作業の概要図



一連の作業工程を示すと次のとおりである。



### 3. スーパーシュラーによる間伐材の搬出（事例）

#### ① 試験事業地の概要

所在地	香川県小豆郡土庄町肥土山嶮岨山
樹種	ひのき
林齢	23年生
面積	0.20ha
立木本数	468本 (ha 当たり 2,340本)
立木材積	29.1m <sup>3</sup> (ha 当たり 145.5m <sup>3</sup> )
平均樹高	9m
平均直径	12.9cm
実施日	昭和58年11月
事業地	小豆島のほぼ中央部に位置し、標高650m 傾斜平均10~14° と比較的緩傾斜地で実施した。



② 間伐について

間伐は、初回間伐であるので、定量的間伐で中仕立となるように実施した。

間伐本数率 20%、本数 94 本、材積  $3.27m^3$ 、利用材積  $1.49m^3$

③ 実施経過

間伐・搬出工程調査

(1) 調査地設定 周囲測量 2 名、伐開 2 名で実施した。

所要時間 1 時間

(2) 立木調査 記帳 1 名、ナンバーテープ 1 名、輪尺 2 名の組によって実施した。

所要時間 1 時間 30 分

(3) 選木 間伐率 20%、94 本の選木を 4 名で実施した。

所要時間 1 時間

(4) 伐木 チェンソー 3 台 3 名と補助人夫 1 名で実施した。

所要時間 1 時間 18 分

(5) 枝払造材 チェンソー 2 台 2 名とオノ 1 名及び採材 1 名で実施した。

所要時間 1 時間 20 分

(6) スーパーシュラー設置 作業員 4 名で 40m を設置した。

所要時間 45 分

これは調査地のほぼ中央部に設置し、横取を左右 20m ずつとした。スーパーシュラー設置傾斜角は  $10\sim 14^\circ$  で平均勾配は 21.5% であった。

搬出施設 スーパーシュラー 30 型、幅 30cm、深さ 20cm、長さ  $4.15 \times 9$  本 = 36m、重さ 12kg 曲線部を 1ヶ所設置  $2.15 \times 2$  本 = 4m、重さ 6kg

(7) 人力木寄搬出 人力木寄は人肩で行い搬出を行うのに 4 名で実施した。

所要時間 1 時間

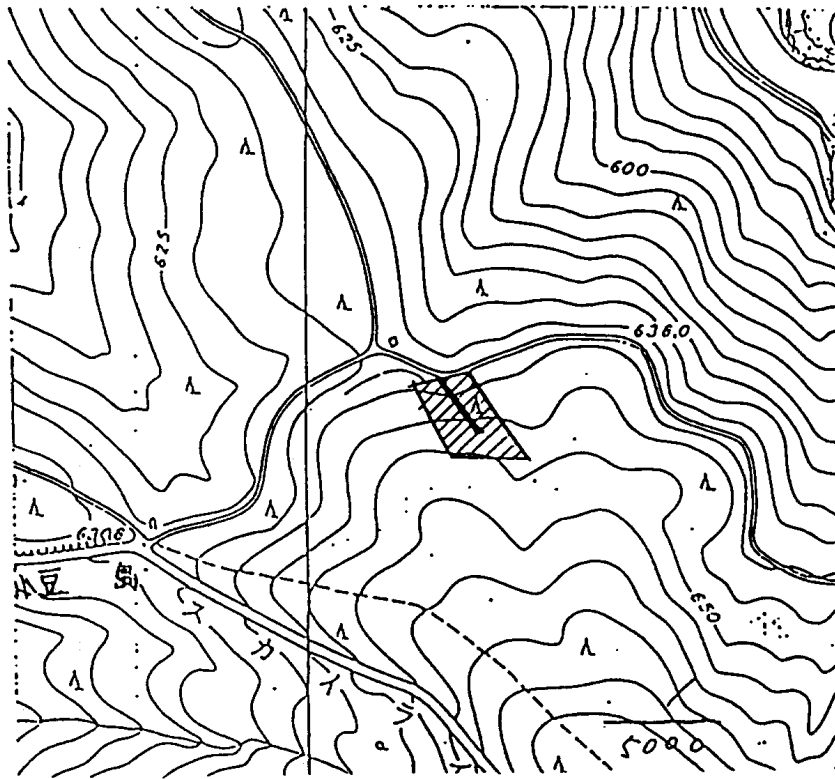
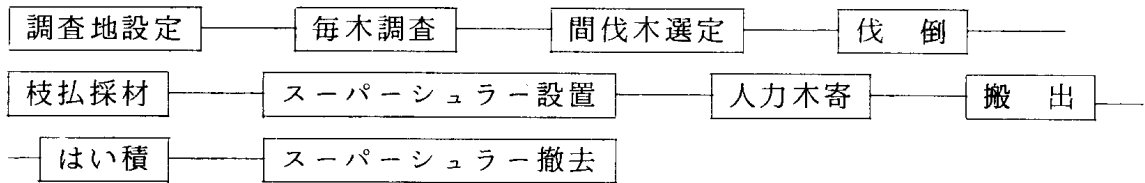
(8) はい積 道路横に 2m、3m、4m、6m 材に分類して積むのに 4 名で実施した。

所要時間 10 分

(9) スーパーシュラーの撤去 上方から順次解体して撤去するのに 4 名で実施した。

所要時間 15 分

(10) 作業工程を示すと次のとおりである。



試験事業地の概要

④ 収支計算

1ヘクタール当たりの作業工程及び費用

作業区分	人数	費用	備考
調査地設定	3.75 人	29,006 <sup>円</sup>	日当 7,735 <sup>円</sup> × 3.75
立木調査	2.5	19,337	日当 7,735 × 2.5
選木	2.5	19,337	日当 7,735 × 2.5
伐木	3.25	35,100	日当 10,800 × 3.25
枝払・採材	3.33	35,964	日当 10,800 × 3.33
スーパーシュラー設置	1.88	14,541	日当 7,735 × 1.88
木寄搬出	2.5	19,337	日当 7,735 × 2.5
はい積	0.42	3,248	日当 7,735 × 0.42
スーパーシュラー撤去	0.63	4,873	日当 7,735 × 0.63
計	20.76	180,743	

伐木・枝払・採材の賃金単価については、昭和 63 年度森林組合統計の主として伐出事業単価

10,800 円、その他については造林事業単価 7,735 円を適用した。

1 ヘクタール当たりの収入内訳

区 分	収 入 金 額	備 考
間 伐 材	1 4 3,4 1 2 円	7.4 5m <sup>3</sup> × 1 9,2 5 0 円 / m <sup>3</sup>
間 伐 補 助 金	5 5,0 0 0	
計	1 9 8,4 1 2	

高松市のひのき市場価格 9～12cm14,500 円、12～13cm30,000 円、平均 22,250 円、山元価格 19,250 円として算定した。

#### ⑤ 実施結果

1. 本県において間伐技術指針を作成するのに当たり調査された、単線循環式架線の標準作業  
 工期 59 人/ha、一昨年調査したコネクトウインチを使用して実施した実証事業の 44 人/  
 ha より、それぞれ 38 人、23 人、少ない結果となった。
2. 今回の調査地は初回間伐であったため、曲木が多く歩止りがやや低下し搬出が困難であっ  
 た。
3. スーパーシュラーの傾斜角は山の地形から 10～14° で設置したが、滑走が悪いため注水す  
 ることによって滑走がよくなり搬出を可能にした。全体の勾配は 25 度が理想的であるこ  
 とがわかった。
4. スーパーシュラーの設置撤去は軽量で容易に作業が出来るので、初心者にも問題はなく研  
 究会員には好評であったが、作業の危険性は大きであるので合図等を十分に行って安全に作  
 業することが大切である。

#### ⑥ 地域普及への期待

林道、作業道の開設が進んだ地域では、軽量で作設、撤去の容易な小径木搬出用といを使って  
 間伐木の搬出をすることは、今後の間伐の推進に大いに期待が持たれる。

しかし、その場合においても間伐小径材の販路の拡大が重要課題である。また、しいたけ原木  
 の搬出もノレン等を設けて原木のいたみを小さくすれば十分使用可能であると思われ、この方面  
 にも小径木搬出用といの活用が期待され、実証を試みる必要がある。

## VII 林内作業車による搬出

### 1. 林業における機械化の目的

#### ① 作業の能率化

高度な機械を導入することにより人件費の上昇を吸収し、労働生産性を高め、生産コストの低  
 減を図ることができる。このことは林業経営の合理化上、重要な課題である。

#### ② 計画的な作業

人力作業では、現場条件、自然条件、個人差等により作業量に変動が生じやすいので機械を活

用することにより、計画的な作業が可能となる。

### ③ 安全性の向上

林業は建設業以上に、労働災害の発生が多い産業である。機械化を図ることは、人力作業を軽減するとともに、安全性の向上につながり、ひいては若者に好まれる職場、女性にも就労が可能な職場、人手不足解消する職場へと改善されていくと考えられる。

以上のようなことから、林業における機械化の必要性は認められているものの、他産業と比較すると大きな遅れが見られる。

## 2. 林業機械化の困難性

### ① 林業の自然的環境

林業の現場は野外で、天候気象の影響を受けることは勿論、森林の急傾斜等の地理条件が、機械化を進める上に大きな障害となっている。

### ② 林業の社会的環境

従来、林業は他産業に比して遠隔地で作業することが多く就労人口が少ないこともあって林業労働安全に対して他産業に比べて関心が薄く、しかも資本蓄積が乏しいこともあって、機械導入への機会を失ったことが指摘される。

### ③ 林業の経営構造

林業の経営構造、あるいは森林の所有形態が小さく機械を有効に稼働させるだけの事業量を確保できないことも機械導入を阻む理由である。これに対応すべく最近では伐採搬出作業の協業化も促進され、この障害を取り除く努力がなされている。

### ④ 林業の産業的性格

林業は労働投下量の少ない産業で、林産物の単位面積当りの毎年の取得価格も低く、その上収穫までには長年月を要する。このため、大規模で、高能率な高価な機械は林業では採算的にも難しく、その効果も期待できない。少なくとも機械の選択の面で、このような林業の本質的な性格は大きな制約となることが考えられる。

### ⑤ 林業機械の性格

林業機械は、使用する機種は多いが、同一機種の所有数量は、他産業のそれと比較してきわめて少ない。従って大量生産方式をとれないことから高価となり、機械化普及の障害となっている。

## 3. ミニパワーショベルによる作業路の開設と林内作業車による間伐材の搬出（事例）

### ① 試験事業地の概要

所在地	香川県大川郡引田町川股
樹種	ひのき
林齢	16年生
面積	0.20ha
立木本数	537本（ha当たり2,685本）

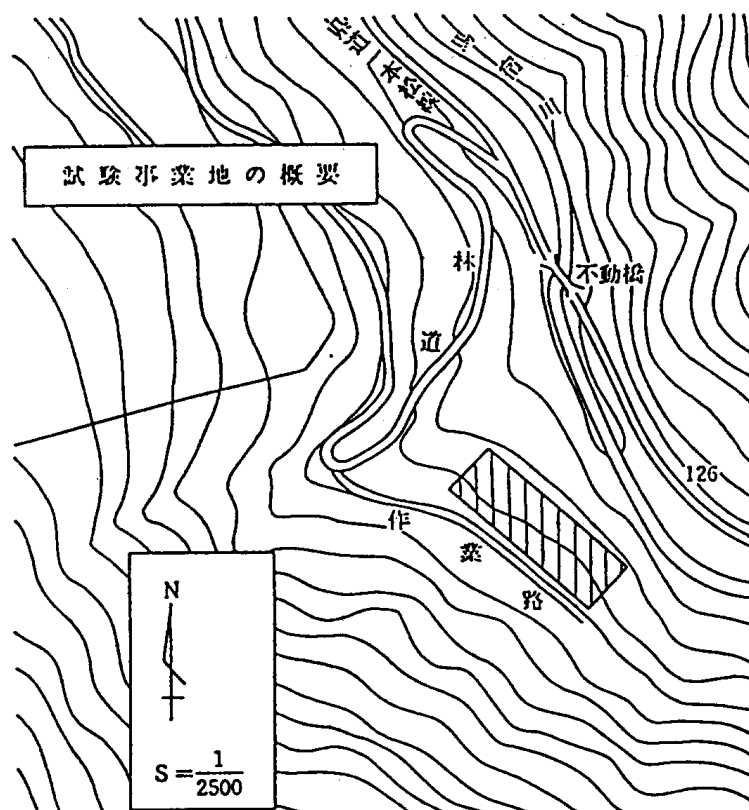
立木材積  $12.4m^3$  ( $ha$  当たり  $62.0m^3$ )  
 平均樹高  $7m$   
 平均直径  $8.6cm$   
 実施日 昭和 61 年 11 月 26 日  
 事業地 引田町役場から  $6km$  に位置し、標高  $150m$  傾斜平均  $30$  度と比較的急傾斜地である。

② 実施経過

県道から調査地の近くまで幅員  $3.0m$  の林道が開設されているが、間伐材の伐出経費の軽減に努めるため、作業道と林内作業車を組み合わせた作業体系について検討した。

③ 使用した機械の種類

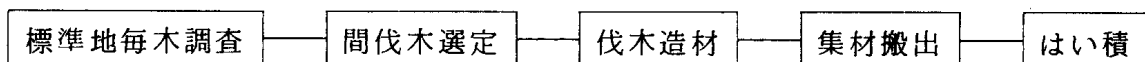
ミニパワーショベル コマツ PC40、出力 36PS、バケット容量  $0.2m^3$   
 林内作業車 ヤマガチ号、ウインチ装備、出力 7 PS、最大積載量 750kg



試験事業地の概要

④ 間伐

率 10.8%、本数 58 本、材積  $1.07m^3$ 、利用材積  $0.315m^3$ 、利用率 29.4%



⑤ 収支計算 (試験事業地は  $0.20ha$  であるが、 $1ha$  当たりに換算をした)

(a) 1ヘクタール当り作業工程及び費用

作業区分	人数	費用	備考
標準地毎木調査	1.25 人	10,000 <sup>円</sup>	日当 8,000 <sup>円</sup>
間伐木選定	1.31	10,480	日当 8,000
伐木造林	3.92	40,006	日当 10,540 (チェーンソー2.61人) 日当 9,540 (補助人夫1.31人)
集材搬出	3.72	35,489	日当 9,540
はい積	0.22	1,760	日当 8,000
計	10.42	97,735	

(注) 標準地毎木調査面積は、0.20ヘクタールとする。  
 参考事項 素材1 $m^3$ 当り6.62人 1人当り伐採搬出量0.15 $m^3$  利用率29.4%

(b) 1ヘクタール当り収入内訳

区分	収入金額	備考
間伐材	35,250 円	2 $m$ 材(235本×150円)
間伐補助金	55,000	
計	90,250	

間伐については、町内の土木業者に1本当たり平均150円で売却した。

⑥ 作業道の開設

(a) 工期及び開設費用

区分	人数	所要時間	1時間当り賃金単価	開設費用	備考
中心線測量 L=132 $m$	4.0 人	3.0 時間	1,193 円	3,579 円	技術員2名(日当9,540円)
		3.0 時間	1,000 円	3,000 円	技術員2名(日当8,000円)
横断測量	3.0	1.5	1,000	1,500	技術員3名( " )
支障木伐開	2.0	4.0	1,318	5,272	伐木造材 2名(日当10,540円)
バックホー運転 (掘削・運土等)		21.0	5,500	115,500	バックホー(オペレーター1名付)借上33,000円/日 6時間稼動
計	9.0	11.5 21.0		128,851	開設単価976円/ $m$

(b) 竣工数量

延長132 $m$ 、幅員2.0 $m$ 、切取土量151 $m^3$ 、盛土121 $m^3$

⑦ 結果と考察

1. 間伐林齢により利用率に差異があり、特に若い林分については利用率が低いため収支の採算性に問題がある。

間伐においては間伐工期の軽減が重要で、伐採搬出費の軽減が間伐の促進につながるものと考え、また採算ベースに乗れる林齢についても検討を加えることを今回の課題実証の一つ

と考えて実施した。

今回の間伐対象林分の林齢が 16 年生と低かったため、収支計算のとおり採算はとれなかったものの、間伐補助金を考慮して間伐を実施する場合に地形、搬出距離、間伐材の販売方法などに多少の条件面で差異はあるものの、当該実証林分以上の森林であれば、おおむね採算がとれることが実証できた。

2. ウインチによる巻き上げに際しては、見とおしの良いかつ地形の変化の少ない箇所を選ぶことが集材工期を高めることになる。
3. 林内運材車の選定にあたっては、間伐材の経級及び長さ、作業道の幅員を考慮して機種を選ぶことが必要である。アンバランスな組み合わせは、作業道開設費の損失のほか、作業工期に影響がある。
4. 今回の作業道の開設については、地元森林組合から重機（バックホウ  $0.2m^3$ ）とオペレーターを借り上げて実施したもので、開設単価も 1,000 円未満の安い経費で実施することができたことは、今後の森林組合直営による作業道開設への指標とすることができた。

## VIII 伐木造材並びに作業別木材の搬出に要する人工数等について

### 1. 伐木造材作業人工数

立木単材積 $m^3$ 事業量 $m^3$	0.050	0.055	0.060	0.065	0.070	0.075
1	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.5 <sup>人</sup>
10	6.3	6.1	5.9	5.7	5.6	5.4
20	12.5	12.1	11.8	11.5	11.2	10.9
30	18.8	18.2	17.7	17.2	16.7	16.3
40	25.0	24.3	23.6	22.9	22.3	21.7
50	31.3	30.4	29.5	28.7	27.9	27.1
60	37.5	36.4	35.4	34.4	33.5	32.6
70	43.8	42.5	41.3	40.1	39.0	38.0
80	50.0	48.6	47.2	45.9	44.6	43.4
90	56.3	54.6	53.1	51.6	50.2	48.9
100	62.6	60.7	59.0	57.3	55.8	54.3

※ 熊本県林業研究指導所資料による。

2. 人力木寄せ作業人工数

距離 $m$ 事業量 $m$	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	0.2 <sup>人</sup>	0.3 <sup>人</sup>	0.3 <sup>人</sup>	0.3 <sup>人</sup>	0.3 <sup>人</sup>	0.3 <sup>人</sup>	0.4 <sup>人</sup>	0.4 <sup>人</sup>	0.5 <sup>人</sup>
5	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4
10	2.4	2.5	2.7	2.9	3.2	3.5	3.8	4.3	4.8
15	3.6	3.8	4.1	4.4	4.8	5.2	5.7	6.4	7.2
20	4.8	5.1	5.4	5.9	6.4	7.0	7.7	8.5	9.6
25	5.9	6.3	6.8	7.3	8.0	8.7	9.6	10.7	12.0
30	7.1	7.6	8.2	8.8	9.5	10.4	11.5	12.8	14.4
35	8.3	8.9	9.5	10.3	11.1	12.2	13.4	14.9	16.8
40	9.5	10.2	10.9	11.7	12.7	13.9	15.3	17.0	19.2
45	10.7	11.4	12.3	13.2	14.3	15.6	17.2	19.2	21.6
50	11.9	12.7	13.6	14.7	15.9	17.4	19.1	21.3	24.0
55	13.1	14.0	15.0	16.1	17.5	19.1	21.1	23.4	26.4
60	14.3	15.2	16.3	17.6	19.1	20.9	23.0	25.6	28.8
65	15.5	16.5	17.7	19.1	20.7	22.6	24.9	27.7	31.2
70	16.7	17.8	19.1	20.5	22.3	24.3	26.8	29.8	33.6
75	17.8	19.0	20.4	22.0	23.9	26.1	28.7	32.0	36.0
80	19.0	20.3	21.8	23.5	25.5	27.8	30.6	34.1	38.4

人力木寄せの難易による補正

木寄せの難易	勾 難 配 (20度未満)	勾 中 配 (20度以上 35度未満)	勾 易 配 (35度以上)
補正係数	1.05	1.00	0.95



3. 集材機作業人工数

距離 $m$ 事業量 $m^3$	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	0.5 <sup>人</sup>	0.5 <sup>人</sup>	0.5 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>	0.6 <sup>人</sup>
5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2
10	5.2	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.1	6.3	6.5
15	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.9	9.2	9.4	9.7
20	10.4	10.6	10.9	11.2	11.5	11.9	12.2	12.6	13.0
25	12.9	13.3	13.6	14.0	14.4	14.8	15.3	15.7	16.2
30	15.5	15.9	16.4	16.8	17.3	17.8	18.3	18.9	19.5
35	18.1	18.6	19.1	19.6	20.2	20.8	21.4	22.0	22.7
40	20.7	21.2	21.8	22.4	23.0	23.7	24.4	25.2	26.0
45	23.3	23.9	24.5	25.2	25.9	26.7	27.5	28.3	29.2
50	25.9	26.6	27.3	28.0	28.8	29.7	30.5	31.5	32.5
55	28.5	29.2	30.0	30.8	31.7	32.6	33.6	34.6	35.7
60	31.1	31.9	32.7	33.6	34.6	35.6	36.6	37.8	39.0
65	33.7	34.5	35.5	36.4	37.5	38.5	39.7	40.9	42.2
70	36.2	37.2	38.2	39.2	40.3	41.5	42.8	44.1	45.5
75	38.8	39.8	40.9	42.0	43.2	44.5	45.8	47.2	48.7
80	41.4	42.5	43.6	44.8	46.1	47.4	48.9	50.4	52.0

集材機 の 出力 に よる 補 正

出 力 数	10 P S 未 満	10 P S 以 上 20 P S 未 満	20 P S 以 上
補 正 係 数	0.95	1.00	1.05

4. 小型林内作業車（ホイールタイプ）作業人工数

距離 $m$ 事業量 $m^3$	50	100	150	200	250	300	350	400	450
1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0
10	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0
15	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9
20	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
25	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9
30	4.6	4.7	4.9	5.0	5.2	5.4	5.5	5.7	5.9
35	5.4	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.8
40	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.4	7.6	7.8
45	6.9	7.1	7.3	7.6	7.8	8.0	8.3	8.5	8.8
50	7.7	7.9	8.2	8.4	8.7	8.9	9.2	9.5	9.8
55	8.4	8.7	9.0	9.2	9.5	9.8	10.1	10.4	10.8
60	9.2	9.5	9.8	10.1	10.4	10.7	11.0	11.4	11.7
65	10.0	10.3	10.6	10.9	11.3	11.6	12.0	12.3	12.7
70	10.8	11.1	11.4	11.8	12.1	12.5	12.9	13.3	13.7
75	11.5	11.9	12.2	12.6	13.0	13.4	13.8	14.2	14.7
80	12.3	12.7	13.1	13.5	13.9	14.3	14.7	15.2	15.6

※ 熊本県林業研究所資料による。

5. 小型林内作業車（クローラタイプ）作業人工数

距離 $m$ 事業量 $m$	50	100	150	200	250	300	350	400	450
1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
5	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	3.1	4.2
10	2.2	2.4	2.7	3.0	3.5	4.0	4.9	6.2	8.4
15	3.3	3.6	4.0	4.5	5.2	6.1	7.3	9.3	12.5
20	4.3	4.8	5.3	6.0	6.9	8.1	9.8	12.3	16.7
25	5.4	6.0	6.7	7.5	8.6	10.1	12.2	15.4	20.9
30	6.5	7.2	8.0	9.0	10.4	12.1	14.7	18.5	25.1
35	7.6	8.4	9.3	10.5	12.1	14.2	17.1	21.6	29.3
40	8.7	9.6	10.7	12.0	13.8	16.2	19.5	24.7	33.5
45	9.8	10.8	12.0	13.5	15.5	18.2	22.0	27.8	37.6
50	10.9	12.0	13.3	15.0	17.3	20.2	24.4	30.8	41.8
55	12.0	13.2	14.7	16.6	19.0	22.2	26.9	33.9	46.0
60	13.0	14.4	16.0	18.1	20.7	24.3	29.3	37.0	50.2
65	14.1	15.6	17.3	19.6	22.4	26.3	31.8	40.1	54.4
70	15.2	16.8	18.7	21.1	24.2	28.3	34.2	43.2	58.6
75	16.3	18.0	20.0	22.6	25.9	30.3	36.6	46.3	62.7
80	17.4	19.2	21.3	24.1	27.6	32.4	39.1	49.4	66.9

※ 熊本県林業研究所資料による。

6. リモコンウインチ作業人工数

距離 $m$ 事業量 $m'$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5
5	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.4	1.8	2.4
10	1.8	1.8	1.9	2.0	2.2	2.5	2.9	3.5	4.8
15	2.7	2.7	2.9	3.0	3.3	3.7	4.3	5.3	7.1
20	3.5	3.6	3.8	4.1	4.4	4.9	5.8	7.1	9.5
25	4.4	4.6	4.8	5.1	5.5	6.2	7.2	8.8	11.9
30	5.3	5.5	5.7	6.1	6.6	7.4	8.6	10.6	14.3
35	6.2	6.4	6.7	7.1	7.7	8.7	10.1	12.4	16.7
40	7.1	7.3	7.6	8.1	8.8	9.9	11.5	14.1	19.1
45	8.0	8.2	8.6	9.1	9.9	11.1	12.9	15.9	21.4
50	8.8	9.1	9.5	10.1	11.0	12.4	14.4	17.7	23.8
55	9.7	10.0	10.5	11.2	12.1	13.6	15.8	19.4	26.2
60	10.6	10.9	11.4	12.2	13.2	14.8	17.3	21.2	28.6
65	11.5	11.8	12.4	13.2	14.4	16.1	18.7	23.0	31.0
70	12.4	12.7	13.3	14.2	15.5	17.3	20.1	24.7	33.3
75	13.3	13.7	14.3	15.2	16.6	18.5	21.6	26.5	35.7
80	14.2	14.6	15.2	16.2	17.7	19.8	23.0	28.3	38.1

※ 熊本県林業研究指導所資料による。

7. 懸垂式モノレール作業人工数

距離 $m$ 事業量 $m^2$	40	60	80	100	120	140	160	180	200
1	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0
5	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.8	5.2
10	4.9	5.4	5.9	6.5	7.1	7.9	8.6	9.5	10.5
15	7.3	8.1	8.9	9.8	10.7	11.8	13.0	14.3	15.7
20	9.8	10.8	11.8	13.0	14.3	15.7	17.3	19.0	20.9
25	12.2	13.4	14.8	16.3	17.9	19.7	21.6	23.8	26.1
30	14.7	16.1	17.7	19.5	21.4	23.6	25.9	28.5	31.4
35	17.1	18.8	20.7	22.8	25.0	27.5	30.3	33.3	36.6
40	19.6	21.5	23.6	26.0	28.6	31.4	34.6	38.0	41.8
45	22.0	24.2	26.6	29.3	32.2	35.4	38.9	42.8	47.0
50	24.4	26.9	29.6	32.5	35.7	39.3	43.2	47.5	52.3
55	26.9	29.6	32.5	35.8	39.3	43.2	47.5	52.0	57.5
60	29.3	32.3	35.5	39.0	42.9	47.2	51.9	57.0	62.7
65	31.8	34.9	38.4	42.3	46.5	51.1	56.2	61.8	68.0
70	34.2	37.6	41.4	45.5	50.0	55.0	60.5	66.6	73.2
75	36.7	40.3	44.3	48.8	53.6	59.0	64.8	71.3	78.4
80	39.1	43.0	47.3	52.0	57.2	62.9	69.2	76.1	83.6

※ 熊本県林業研究指導所資料による。

8. 樹種別重量表

樹種	生 木		気 乾	
	1 m <sup>3</sup> 当り kg	1 t 当り m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> 当り kg	1 t 当り m <sup>3</sup>
すぎ	909	1.1	435	2.3
ひのき	1,000	1.0	455	2.2
あかまつ	909	1.1	526	1.9
もみ	1,000	1.0	476	2.1
なら	1,000	1.0	714	1.4
ぶな	1,111	0.9	667	1.5
くり	1,000	1.0	588	1.7
けやき	1,111	0.9	714	1.4
きり	556	1.8	303	3.3
しらかし	1,111	0.9	833	1.2

※ 林業教育研究会「伐出作業」

参考・引用文献

1. 熊本県：「非皆伐施業における小型林業機械による搬出方法」技術指針
2. 香川県：林業技術課題実証事業「シュートによる間伐材の搬出実証 — 土庄町大鐸林業研究会」  
(昭和 58 年)
3. 香川県：林業技術課題実証事業「非皆伐施業における小型林業機による搬出事業費の実証 — 引田町林業研究会」 (昭和 61 年)