

試 験 地 設 定

区 分	指 示
-----	-----

水 俣 営 林 署

(様式1)

開発課題	非皆伐施業における伐出法				期 間	自54年度 至59年度	
開発目的	非皆伐施業地の伐出にあたり、残存木ならびに後継樹の被害を最小限にとどめる伐出法と、間伐材分における合理的伐出法を開発する。						
設 定	場 所	営 林 署	担 当 区	国 有 林	林 小 班		
		水 俣	大 川 内 久 木 野	古 后 木 折 平	6 6 ㍍ 2 8 ㍍		
	数 量	面 積	数 量				
		0.92ha 1.00 "	44.91㎡ 30.03 "				
	設 定 年 月 日	58年1月25日 58年12月21日		終 了 年 月 日	59年度 60年3月30日		
	担 当	営 林 局	作 業 課 係				
		営 林 署	経 営 課 調 査 係				
地況及び 気 象	標 高	方 位	傾 斜	基 岩	土 壌 型	土 性	
	400㍍ 700 "	S W S E	20度 25 "	宛岩類	BD(d)	壤 土	
	深 度	堅 密 度					地 位
	中	軟					スギ ヒノキ

林	林 令	林 階	樹 種	混 交 率	胸 高 直 径	樹 高	材 積	本 数	相 対 照 度	下 層 植 生
	20	人 工 林	ヒノキ	100	14	10	44.91	983	24	易
	35	"	スギ ヒノキ	32 68	12	9	3003	518	20	易
況	<p style="text-align: center;">設定前の施業経緯</p> <p>植栽本数 ha3500~4000本であり除伐1~2回実施してあるもN除伐は実施してなく被圧木はあるが枯死は到っていない過密林分、又枝打している。</p> <p>林内植生は侵入広はあるがほとんど4cm以下径級である又裸地下している箇所もある。</p>									
全 体 計 画	<p>1. 既往の実行結果の分析</p> <p>(1). 伐出方法</p> <p>(2). 搬出方法、工期</p> <p>(3). 被害調査</p> <p>2. 伐倒方法の検討</p> <p>3. 搬出方法の検討</p> <p>(1) 主索循環式</p> <p>(2) リモコンウインチ</p> <p>(3) ジェラ(人工)</p> <p>(4) その他</p>									

記載要領 1. 区分は指示、自主、任意課題別とする。
2. 全体計画は年度別、実施事項及び目標、また、林試等の指示内容を記入する。

試験地設定

区分指示

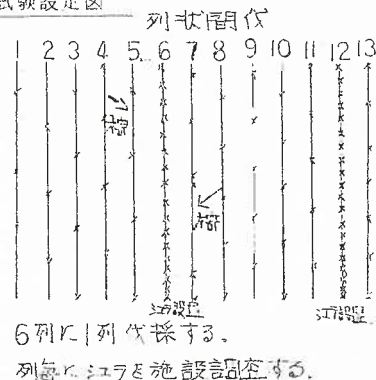
水俣 営林署

(様式2)

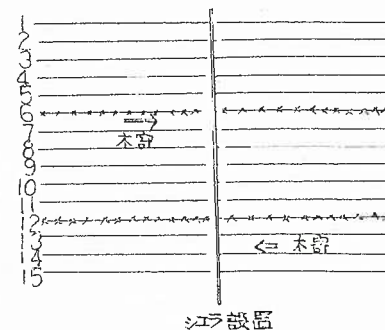
実施計画

1. 実施経過 46年から実施している樹下粒栽試験地において植栽時の上木の伐倒(状伐)及び植栽後の照度調整伐(間伐)と50年度後実施する。
2. 間伐林分におけるシラ搬出と合理的選木法について。
 - (1) 列状間伐等の選木法(6列に1列伐採)
 - (2) 普通又は変形列状間伐の選木法。
3. 調査項目および要領
 - (1) 林分伐倒木(利用するもののみ)の長枝、枝積を毎木測定する。
 - (2) 傾斜度及び斜距離を測定する。
 - (3) シラ施設距離。(1セット 4m×13本=52m)
 - (4) 木割距離(施設シラまでの平均距離)
 - (5) シラ施設の移動距離
 - (6) 各種工程調査
 - ア. 施設時間、集材時間と測定する(時間は分秒単位)
 - イ. 現在の施設から新たな間伐列に施設するための撤収、運搬時間。
 - ウ. 造林木の樹高成長、肥大成長を調査する。
 - ア. 樹高はm単位とし単位以下1位を二捨三入して0.5mにする。
 - イ. 直径は1.2mの位置を直径巻尺でmm単位とする。
 - ウ. 3年毎に調査区内を精査毎木調査する。
 - (8) 照度調査 相対照度とし地表1.0mを測定する。

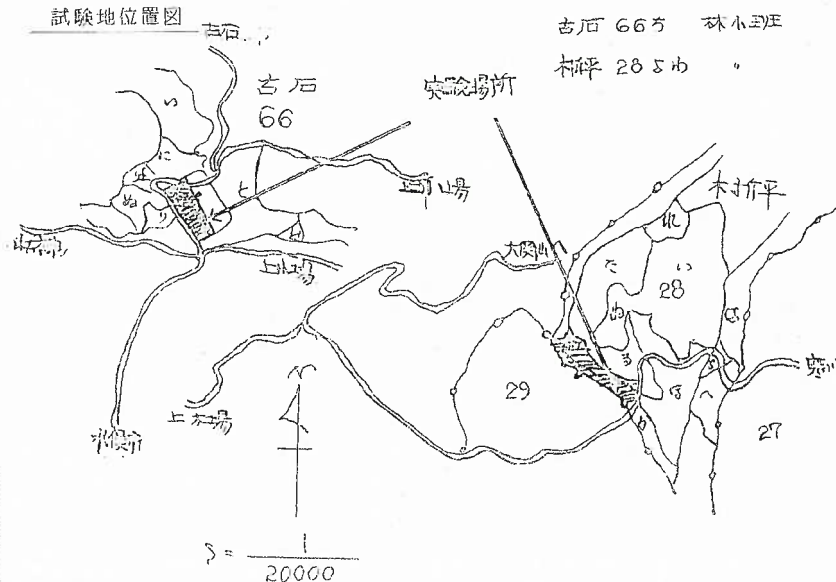
試験設定区



変形列状間伐



試験地位置図



試験経過記録

区分 指示

水保 営林署

(様式4)

昭和57年度

1. 実験地設定 58.1.25~27

(1) 場所 古石国有林66林班古小班

(2) 面積 0.92 ha

(3) 樹種 材積本数 Σ キ 983本 44.91 m³

(4) 間伐率 本数率 39% 材積率 25%

(5) RY値 間伐前 0.73 間伐後 0.55

(6) 間伐列数 16列

(7) 間伐列平均距離 54 m (25m~83m)

(8) 傾斜度 20度 (18度~22度)

(9) その他 20年生人工造林地

(10) 間伐率の列および列間の割合

本数率(列40列間60%) 材積率(列53%列間47%)

2. 工程調査 58.3.17~24

(1) 設置

人工シラ1本(長さ4m×30cm)あたり $\frac{12.1}{65 \sim 75}$ 分
100m設置で $\frac{0.8}{0.5 \sim 1.2}$ 人

(2) 木寄せ運材

木寄せ距離 伐採列では $\frac{45}{36 \sim 50}$ m 3伐採列で $\frac{135}{125 \sim 144}$ m であり
集積運材を区分しなかつたため連続投入となり個々の工程把握
はできず合わせて算出した。なお短材は1人作業、長材は2人作業
と行った。

ア. 短材(12~40m) (時間当り)0.404 m³ 1日当り 2.422 m³

イ. 長材(伐倒後材) " 0.260 m³ " 1.558 m³

ウ. 搬出平均距離 短材 30 m
長材 37 m

(3) 撤収(解体)

人工シラ1本あたり $\frac{5.2}{30 \sim 70}$ 分
100m撤収で $\frac{0.4}{0.2 \sim 0.5}$ 人

(4) 間伐列別木寄せ運材

ア. 伐採列毎シラ設置(1日1人6時間労働)

ア. 短材 1.254 m³

イ. 長材 1.214 m³ (1.134 m³~1.260 m³)

イ. 2伐採列に1箇所シラ設置

ア. 短材 2.880 m³

イ. 長材 1.808 m³ (1.512 m³~1.992 m³)

(5) 林分全体の作業工程

工程	短材		長材		林分平均	
	時間(分)	比率	時間(分)	比率	時間(分)	比率
設置	88	22	592	28	680	28
木寄せ	270	67	1,157	60	1,427	60
撤収	44	11	247	12	291	12
計	402	100	1,996	100	2,398	100

直接作業平均 40%

間接 " 60%

(6) 材種別平均木寄せ搬出量(設置,撤収含まない)

ア. 短材 3.651 m³

イ. 長材 2.688 m³

試験経過記録

区分 指示

水俣 営林署

(様式4)

(7) その他

- ア. 林分枝積 44.91m³のうち人工シラカより搬出シ量は 11.378m³
木齋のみ量 8.296m³である。
- イ. 総搬出量 19.674m³ 43.8%
- ウ. 搬出量のうち人工シラカ分 57.8%

間伐後 1年目 58年度

1. 成長量調査 58.11.24.

列番	樹高 m			胸高直径 cm		
	設定時	58年	伸長量	設定時	58年	肥大量
1	10.0	10.4	0.4	14.5	14.6	0.1
2	10.4	10.6	0.2	15.8	15.9	0.1
3	9.9	10.1	0.2	14.9	15.0	0.1
4	9.8	10.1	0.3	13.5	14.1	0.6
5	10.2	10.5	0.3	14.7	14.7	0
平均	10.1	10.3	0.2	14.8	14.9	0.1

3. 成長量調査 58.4.12

残存5列を列毎に調査する。

列番	樹高 m	胸高直径 cm
1	10.0	14.5
2	10.4	15.8
3	9.9	14.9
4	9.8	13.5
5	10.2	14.7
合計	50.3	73.4
平均	10.1	14.8

列毎に 22本~30本を測定

2. 照度調査 58.11.24.

列番	相対照度 %		
	設定時	58年	増減
1	31	27	4
2	27	22	5
3	26	19	7
4	28	20	8
5	32	24	8
6	35	28	7
平均	30	23	7

4. 照度調査 58.4.12

残存5列の右側(傾斜上側)を1とし列間2345左側を6とする。

列番	相対照度
1	31%
2	27%
3	26%
4	28%
5	32%
6	35%

間伐林照度 30 %
間伐前照度 2.4 %

列毎に 10点を地上 1mを測定する。

- 記載要領
1. 調査結果及び考察を記入する。
 2. 伏座等は別途管理する。

(指示課題)

昭和57年度技術開発実施報告書

課 題	継続 新規	継続 新規	経 常	担 当	作業課 利用課 計画課	開発箇所	長 崎 人 水 俣 日向	期 間	昭和 57年度 ～ 昭和 58年度	千 算 科 目	技 術 開 発	経 費	品 名	数 量	単 価	金 額
												物件費	調査用品			千円
目的												役務費	現像焼付			
												人件費	臨時	人		
												計				
全体計画		実施経過		当年度分												
				実施計画					実施結果			評価および改良計画				
1. 既往の実行結果の分析 (1) 伐採方法 (2) 搬出方法、工程 (3) 被害調査 2. 伐倒方法の検討 3. 搬出方法の検討 (1) 主索循環式 (2) リモコンウインチ (3) 修羅 (4) その他		1. 昭和46年度から実施している樹下植栽試験地において、植栽時の上木の伐倒(択伐)及び植栽後の照度調整伐(間伐)に50年度以降各々の条件に応じた方法で実施。 2. 昭和57年度 樹下植栽(後述)水俣 3. 昭和56年度 (1) 樹下植栽(後述)長崎 主索循環エンドレスによる (2) 人工林間伐(変形列状)長崎 (3) 天然生産業樹林の択伐 日向		1. 間伐林分における合理的選木法と搬出法について。 (1) 列状間伐等の選木法 (2) リモコンウインチ、主索循環式、修羅等による搬出法 2. 非帯伐施業地(択伐)における伐出法について。 (1) 伐採方法 (2) 搬出方法					1. 長崎管林署 (1) 伐出方法 2. 伐倒定数 1. 集材は主索循環式エンドレスクレーン使用 2. 工程調査 3. 被害調査 2. 水俣管林署 (1) 変形列状間伐 2. 間伐率 本段37% 林積25% 1. 間伐方法 6列に1列 (2) 照度調査 (3) 生長量調査 (4) 工程調査							

評価および普及計画

区分 指示

水保 営林署

(様式5)

昭和57年度

本林分は20年生のヒノキ造林地で(周囲に道路が入り)道路に向って平均傾斜 20 度、距離 $\frac{64}{36-83}$ m、エラ平均施設 $\frac{36}{12-40}$ m、植生は易である比較的條件の良い箇所である。

間伐は列状(6列中1列伐採)で残存5列のうちを傾斜上側3列傾斜下側2列に区分し人工エラは伐採列に施設した。

なお搬出枝種は利用可能な枝のみを測定し、短枝は1.2m~4mとし長枝は伐倒枝打枝とした。

人工エラ設置については地形がよく石蔵が少なかつたのでロープ、木杭のみで安定を保持した。

1. 考察

- (1) 設置については地形に大きく左右されるが、特殊技能がいらなく誰にでも施設できる。
1人でも作業可能であるが組作業が能率的である。
- (2) 設置距離は一セット52m(13本×4m)であり搬出距離により調整できる。(最佳最高距離は確認できなかった。)
- (3) 土場設置については傾斜により加速・減速等必要であり枝の損傷がないう。特別な施設が必要である。
- (4) 土場附近、カーブ外側は枝の飛び出し等により危険となるので標識等の設置が必要である。
- (5) 搬送については人工エラの径が30cmでありこれ以下の径級が対象となり人工エラの直線的(ゆがみにカーブ設置できる)であるので投入枝の曲り具合を検査し、短枝・長枝・枝打等確実にする。
- (6) 土場まで枝束で滑走させるので、天候、傾斜(20度以上)、加速又は減速させなければならぬ。

(7) 投入者と土場整理者との合図連絡を充分行い安全作業を行う。

(8) 伐採列毎より2伐採列に1設置が功程はよく、また長枝より短枝の方が功程はよかつた。

今回調査できなかった3伐採列、5伐採列、又地形により伐採列を横断、斜断する方法等調査する必要がある。

また搬走距離の問題、木杭距離等発明すべき点は多い。

試験経過記録

区分 指示

水俣 営林署

(様式4)

昭和58年度

実験地の設定 58.12.21~23

1. 調査地の概要

- (1) 場所 木折平国有林 28林班よ小班
 (2) 林況 スギヒキ35年生人工造林地
 第1回間伐(変形列状 6列に1列基準)
 面積 1.00 ha 本数 518本 材積 300.3 m³
 樹高 9 m 径級 12 cm 平均材積 0.05 m³
 植生 中
 (3) 地況 小谷を中心として左右 15~30^{2.5}度の傾斜であり
 また搬出予定(人工シユラ)線も同様である。
 岩石 石灰岩の多い箇所である。

2. 実施方法

(1) 人工シユラの設置

区域内の小谷に沿って長さ4 mの人工シユラ 25本と下方から順次上方
 に向って、接続部をネジ止し、撐紐部を木杭、丸太、ロープ、
 針金等で仮固定して、最後に投入口と接続して、シユラ
 の曲り、凹凸等調整し、さらに確実に固定し安定させる。

(2) 滑走作業

既に伐徑15切(枝打済)、木寄せ作業を完了している丸太と
 玉切にある材は1人で、全幹材については2人で人工シユラ
 の中に投入し滑走作業を行い土場に集積を実施した。

(3) 搬収作業

設置とは逆に上部の方からネジを取外し人工シユラに投入
 して下方に落し搬収した。

(4) 時間観測

各作業毎に安全性も含め時間観測により功程量
 労力、経費の比較を行った。

3. 調査結果

(1) 人工シユラの設置

林分の地況に大きく左右される。1本組立時間37.5分である
 100 m設置で2.6人であった。
 (運搬0.5人 + 組立2.1人) = (177分 + 760分)

(2) 滑走作業

- ア 滑走時間平均は100 mで10~15秒である。
 イ 滑走実績は1時間あたり62本 1.505 m³ (搬送率平均0.022 m³)
 1日(60分あたり)372本 9.029 m³
 なお、設置、搬収を含めると1日3.332 m³となる。

搬出材積 566本 13.737 m³

ウ 滑走作業と土場整理は併行実施。

滑走 484分 1.3人

整理 63分 0.2人

なお土場の条件により、滑走、と整理は単独作業可能である。

(3) 搬収作業

100 m搬収で0.6人(210分)であった。
 1本あたり8.4分

試験経過記録

区分	指示
----	----

水俣 営林署

(様式4)

(4) その他

ア. 人工シラ搬出に使用した物品金額

人工シラ 2セット (100m) $450000 \times 2 = 900,000$ 円

ロープ (8mm) (200m巻) 4850 $50m \times \frac{4850}{200} = 1,213$ 円

釘金 (8#) 10kg 1250 $2.5kg \times \frac{1250}{10} = 313$ 円

合計

イ. 林分歩留

$$\frac{13,737}{30,037} = 0.46$$

46%

記載要領

1. 調査結果及び考案を記入する。
2. 状記号は別途整理する。

評価および普及計画

区分 指示

水保 営林署

(様式5)

昭和58年度

本林分は林道沿いのスギとヒノキ35年生人工造林地で小谷を中心に左右20m~30m、傾斜平均25度で登る地形でありこの小谷に人工シラを100m設置した細長い林分で木柵は非常に作業しやすい箇所である。

間伐は小谷を中心に魚の骨状となつて変形列状で6列に1列伐採を基準とした。

人工シラは傾斜 $20 \sim 35$ 度あり木の加速がよく危険であるので途中に2箇所、土場附近に1箇所制動(減速)装置を設置して木の損傷が少なくなるよう配置した。加えて岩石、石礫等多く釘金、ロープ等により確実に固定し実施した。

1. 考察

- (1) 設置については地形により大きく左右される。
起伏に合せ埋込母杭等による高さ上げが必要である。
能率よく作業するためには投入口附近は勾配を緩くし、出口は木の加速による損傷を防ぐため、水平か逆勾配になるようにする。
- (2) 加速、減速とある程度自由に調整できる。
- (3) 各工程継続作業により一定量集積後の単一工程が能率的である。
- (4) 単独作業より2~3の組作業が能率的である。
- (5) 投入口と出口の連絡合図は確実に、土場附近は危険度の高い。

2. 工程量、労力、経費の比較

今回は搬出規模により、機械集積、人肩は除外して比較した、半馬地曳が規模相当であり比較する。

なお労力において半馬分、人換算3.1人(費金割合)は半馬地曳労力には算入してない。

種別 機法	工程量		労力		金額	
	日(360)	比率	㎡当り域	比率	㎡当り単価	比率
人工シラ	9.03 ^m	12.3%	0.34 ^人	12.1%	3,794 ^円	87%
半馬地曳	7.32	100	0.28	100	4,374	100

(1) 人工シラの減価償却について

1セット(13^台×4^台=52^台) 450,000^円

5年定額減価償却 $450,000 \div 5 = 90,000$ ^円

年間間伐伐採量、1400^m 歩留り70% $1400 \times 0.7 = 980 \approx 1000$ ^m

$90,000 \div 1000 = 90$ ^円 1セット当り90^円とある。

今回は2セットであり180^円が減価償却とある。

なお現在人工シラの市販は塩ビコンクリート、ガラスファイバ製とあるが耐久年数は実績5年以上あり普通10年位である。

(2) 機械集積と人肩の㎡当り単価(搬出量13,737^m)

A. 機械集積

B 経費 3,922^円

C " 37,547 " 合計 41,469^円

イ. 人肩

5,135^円

工程量、2.66^m 搬出延人 5.2人

1回当り搬出量 一般枝 0.09^m 伐倒枝 0.05^m

人工シラ搬出は地況による制約を受け、また岩り地であるが現在半馬等が少なくなりつつあり人工シラは、特別自衛術を必要としない、経費的には有利であることより実用化について見直す必要がある。

しかし今後の課題として、林分枝積、搬出距離、設置本数、木柵距離等まだまだ究明すべき点が多い。

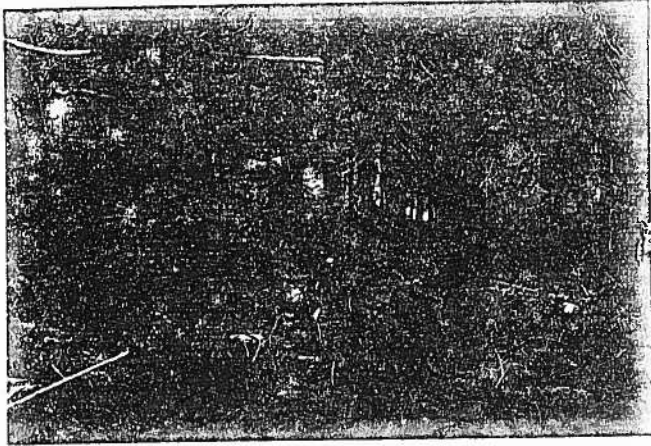
状 況 写 真

区 分 指 示

水 俣 営 林 署

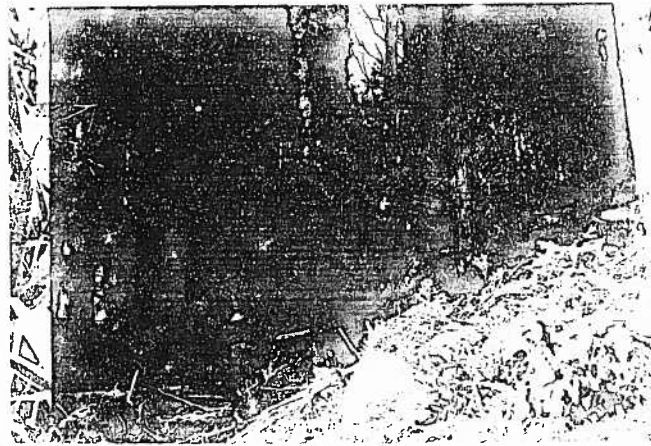
(様 式 6)

1



スギヒノキ35年生人工造林間伐状況
(変形列状間伐6列x1列)

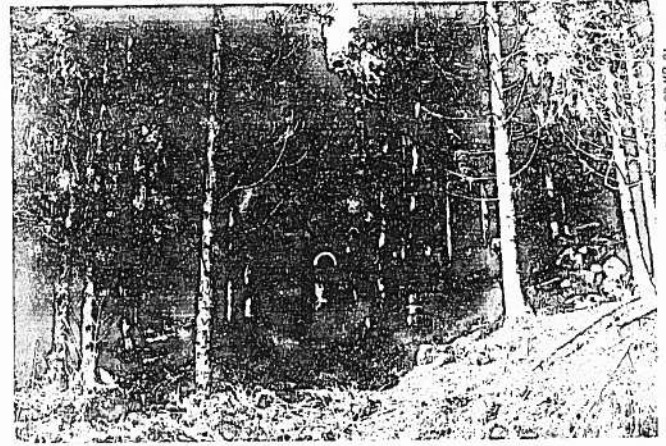
2



人工シラ敷設予定。(中30cm以上)

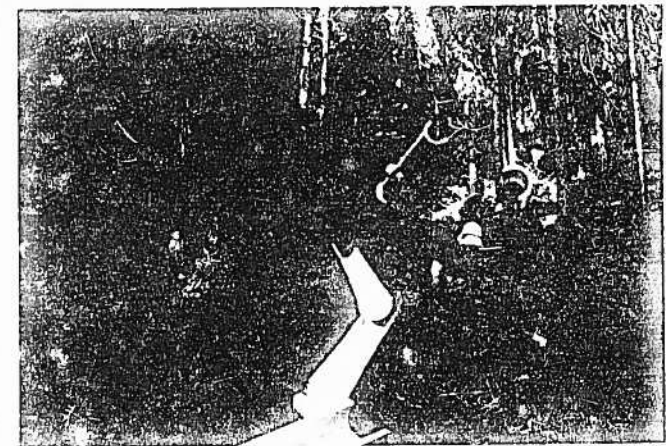
人
工
シ
ユ
ラ
ト
よ
る
搬
出
実
験

3



人工シラ運搬(女性でも可) 1本
長4m x 幅30cm

4



運搬したシラは下方より順次置いていく。

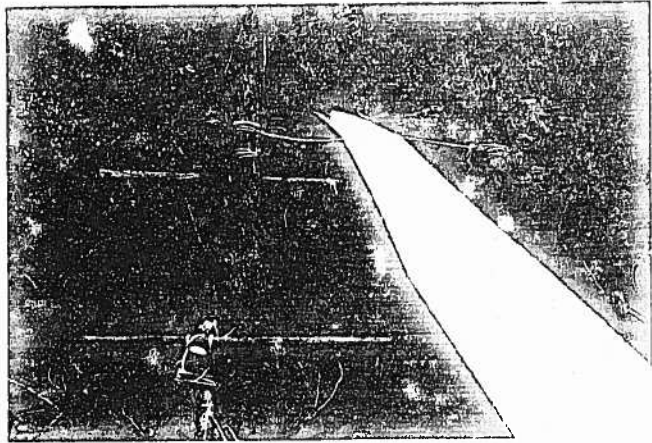
状 況 写 真

区 分 指 示

水 保 營 林 署

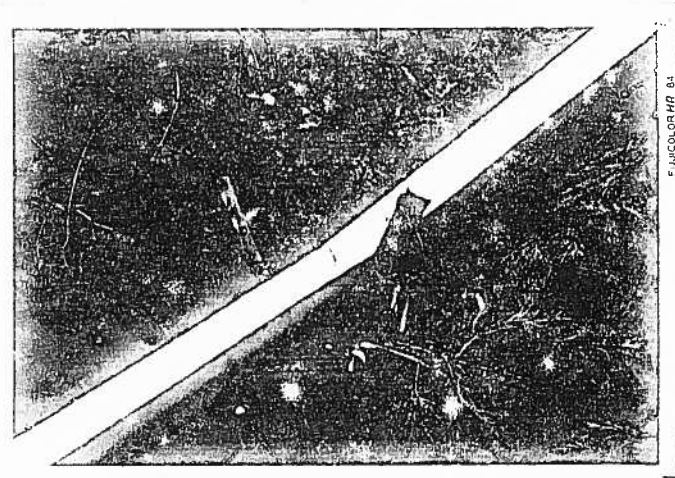
(様 式 6)

5



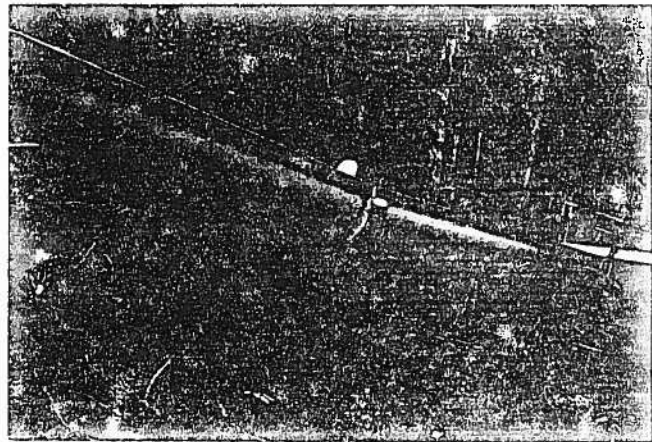
敷設完了 (投入口附近)
ロープが木に絡まる鳥居型か上、勾配調節。

7



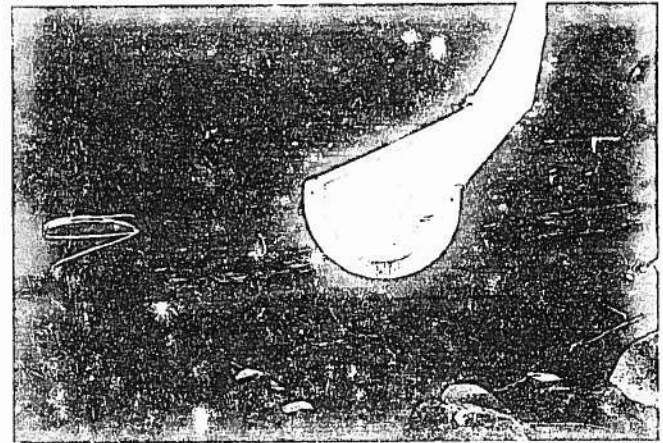
杭、杭、金環に絡め上安定

6



杭、金環、岩面に絡め安定

8



水出口附近、逆勾配又は水平に設置。

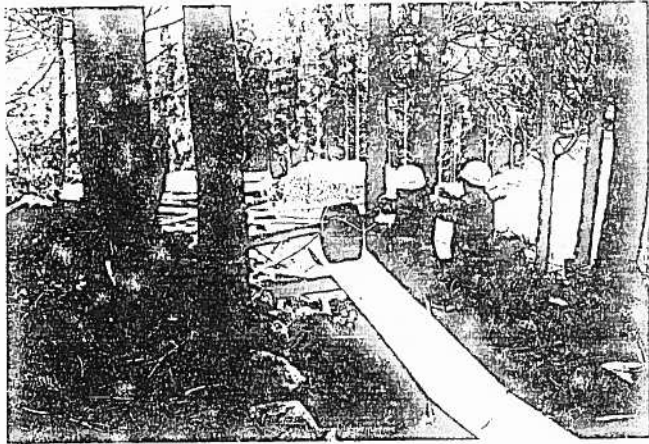
状 況 写 真

区分 指示

水俣 営林署

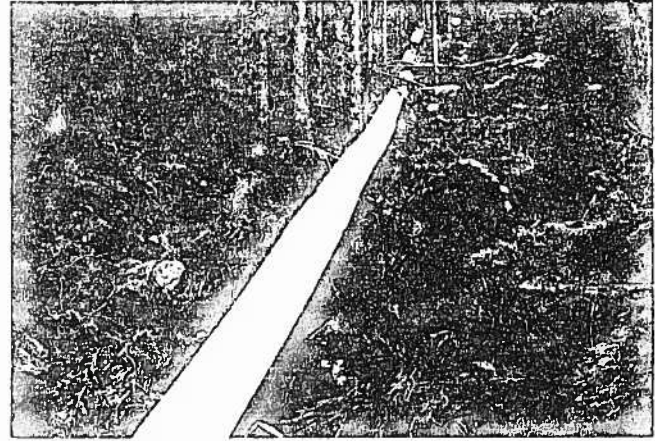
(様式 6)

9



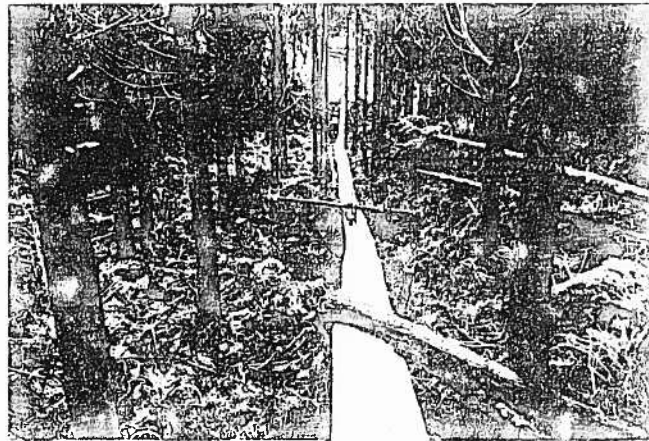
出口附近の減速装置 (タイヤの回転利用) 及上場
林道に直角であり上場より林道の視界のよい所を選ぶ

11



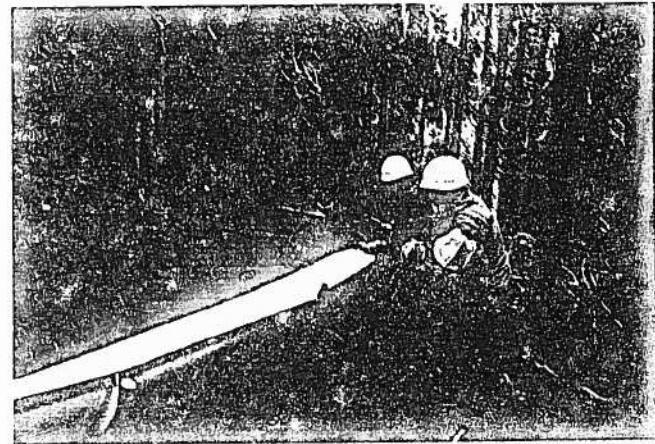
人工シラに対する木取方法。(平行又は鋭角にする)

10



丸木減速装置とシラ接入口より出口状況
平均斜度 $\frac{25}{20-35}$ 度

12



投入状況 枝打済全幹枝は隻¹にて二人作業
主切枝は一人でも充分作業できる。

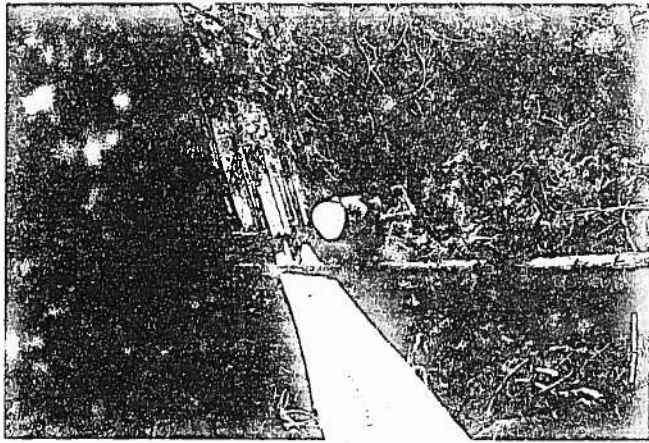
状 況 写 真

区分 指示

水俣 宮林署

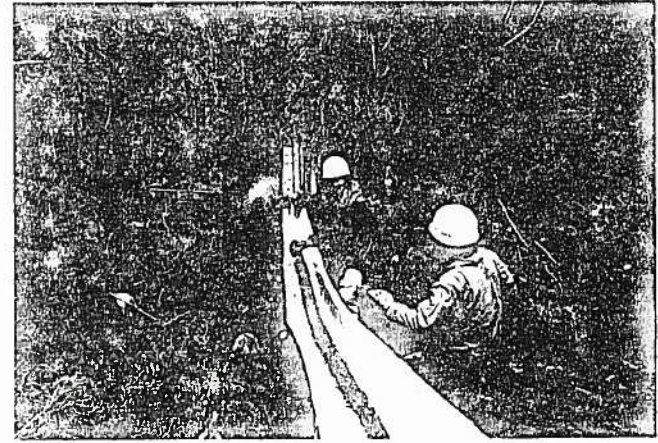
(様式E)

13



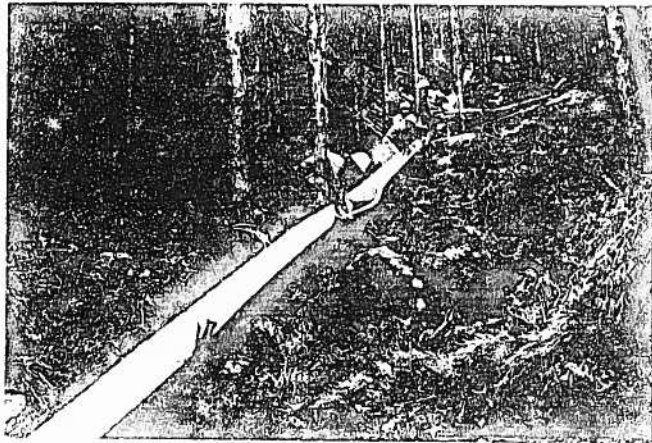
投入(中間点) 枝のぬえ上げとぬえおでシラ高の低い箇所を選ぶ。
根を、梢をて枝のスピードが変化する。

15



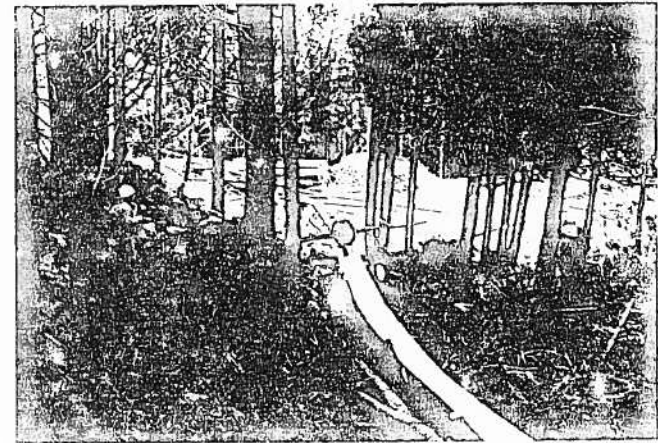
投入済。場所により投げ入、置、等によりスピード調節する。

14



シユラフ釜み、枝質がガラス繊維であり強い。
大きな釜みでは蒸気が出さずがある。

16



土場所直にみける減速装置を通り過ぎると同時枝
減速され土場に落下していく。

技術開発課題完了報告書

課 題 名	非皆伐施業における伐出法					
課 題 区 分	指 示	開 発 期 間	昭和54年度 ～ 昭和59年度	担 当	水 俣 営 林 署	
目 標	非皆伐施業地の伐出にあたり、残存木並びに後継樹の被害を最少限にとどめる伐出法と、間伐林分における合理的伐出法を開発する。					
結 果	<p>1. 修羅による間伐材搬出…特殊な技術を必要としないで、取扱いが容易で、残存木損傷度も少なく、経費的にも有利である。一方地況による制約を受け、大面積長距離搬出には不適である。</p> <p>2. 上木伐採（受索利用）搬出…樹下植栽木の被害軽減は被害率12%で十分であったが、伐倒、集材工程において副作業的要因により152%の経費増となっている。</p>					
施 業 及 び 作 業 の 内 容	項 目	内 容	項 目	内 容	項 目	内 容
	伐採の方法	間 伐	伐採の方法	上木伐採 (間伐)		
	樹 種	ヒノキ スギ、ヒノキ	樹 種	ヒノキ		
	林 齢	20 35 年	林 齢	59 年		
	胸 高 直 径	14 12 cm	胸 高 直 径	26 22 cm		
	樹 高	10 10 m	樹 高	19 22 m		
	ha当たり本数	1,068 518 本	ha当たり本数	693 892 本		
	材 積	ha当り 49 " 30 m ³	材 積	ha当り 338 " 220 m ³		
	間伐率 (本数, 材積)	30 ~ 25 %				
	R Y 値	0.73 ~ 0.55				
箇 所 数	2 箇 所	箇 所 数	2 箇 所			
<p><u>開発経過と調査内容</u></p> <p>1. 間伐林分における合理的選木法と搬出について対象林分を人工造林地第1回目間伐開始林分の選木方法をつぎのとおりとした。</p> <p>(1) 変形列状間伐法（6列に1列を全伐を行い残り5列についても選木伐採する）</p> <p>(2) 変形列状間伐法（6列に1列を基準として葉脈状に全伐を行い、残り5列についても選木伐採する）</p> <p>搬出は人工修羅（ガラス繊維強化プラスチック＝グラスファイバー製）の長さ4m、</p>						

巾 30 cm, 深さ 20 cm, 重さ 15 kg の U 型状を搬出距離にあわせ, 連続連結して人力により搬出した。修羅は材重により滑走搬出させるものであり, 林分傾斜 $12^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の箇所に設置, 平均 20° になるような林分を選定し, 面積も 1.00 ha 前後と小面積実行とした。調査項目は工程量算出のため, 設置, 搬出(滑走), 撤収の工程毎に, 時間観測により算出した。設置方法は全伐列毎, 2 全伐列に 1 回設置, 葉脈状中心に設置して, 材種は長材(枝打全幹材), 短材(1.2 m ~ 4 m の玉切材)で搬出した。

なお, 間伐後の造林木の生育調査(樹高, 胸高直径), 相対照度の経年変化も合わせて調査した。調査は昭和 57 年度, 58 年度 2 記番で実行した。

2. 樹下植栽箇所上木伐採(間伐)林分における伐出法について

昭和 47 年度に樹下植栽を実行し, 林齢 9 ~ 12 年生, 樹高 2.2 m ~ 2.5 m となり, 成立本数 2,289 / ha ~ 4,027 / ha の箇所において上木ヒノキ人工林林齢 59 年生, 樹高 14 ~ 19 m, 成立本数 693 本 / ha ~ 892 本 / ha, 材積 $220 \text{ m}^3 / \text{ha} \sim 338 \text{ m}^3 / \text{ha}$ の林分で樹下植栽木の被害を最少限に止め成林させる必要があり, 従来の伐出法では植栽木への被害が大きく成林は難しいとの判断でエンドレスタイラ方式による受索(引戻索利用)で対応した。

調査項目は, 工程量の把握と植栽木の被害であった工程を伐倒作業・集材作業及びこれらの準備作業については各プロット 50 本を選定し, それぞれについて時間観測を実施した。なお架線(撤収)作業については, 請負事業者からの問込み調査を行い資料として採用した。

また, 植栽木の被害率調査は, 伐倒(枝打)作業, 集材作業に区分し, 被害度を樹冠部, 樹幹の折損度合により成林見込木を基準に調査した。

評価及び普及指導

1. 修羅による間伐材搬出…現在労働力の質・量ともに低下し, 又牛馬等が少くなりつつあるので, 小面積間伐, 近距離搬出には事業化に向け検討する必要がある。
2. 上木伐採(受索利用)搬出…後継樹の植栽木被害を最少限(成林可能本数)に止める必要があるため経費のかかり増しは当然避けられない。そこで工程量を大きく左右する。林況(上木状態), 地況(場所)等慎重に選定し施業すべきである。

非皆伐施業における伐出法

1 幼令間伐林分における合理的選木法と搬出法について

1. 試験地の概況

16%

23%

(1) 変形列状間伐法（6列に1列を全伐し列間を含め間伐する）

ア 場所	字古石66林班ち小班
イ 面積	0.92 ha
ウ 樹種	数量 ヒノキ 983本 44.91 m ³ 第1回目間伐
エ 林況	20年生, 人工林, 樹高10m, 胸高直径14cm
オ 搬出因子	搬出距離 $\frac{54m}{25 \sim 83m}$ 傾斜度 $\frac{20度}{18 \sim 22度}$
カ 搬出方法	人工修羅(グラスファイバー製)
キ 間伐率	本数率 39% (材積率 25%)

(2) 変形列状間伐法（6列に1列を全伐し葉脈状に列間を含めて間伐する）

ア 場所	字木折平国有林28林班よ小班
イ 面積	1.00 ha
ウ 樹種数量	スギ, ヒノキ 518本 30.03 m ³ 第1回目間伐
エ 林況	35年生, 人工林, 樹高10m, 胸高直径12cm
オ 搬出因子	搬出距離 55m 傾斜度 $\frac{25度}{15 \sim 30度}$ (石礫多し)
カ 搬出方法	人工修羅(グラスファイバー製)

2 人工修羅の特性

現在市販されているもので、材種はガラス繊維強化プラスチック(グラスファイバー)製を使用した。形状は長さ4m, 幅30cm, 深さ20cm, 重さ15Kgであり、丸太の最大径30cmまでの搬出が可能である。

修羅の特性は、軽量で強度があり、耐久性にすぐれている。

設置スペースは、架線敷に比較して $\frac{1}{10}$, 牛馬地曳道の $\frac{1}{3}$ 程度で済むので支障木が少量ですむ。又特殊な技能資格がなくても簡単に設置できる。

設置場所は、修羅が材重により滑走搬出するものであり勾配による制約を受けるが、25度前後が適当である。

場所によっては10度~30度あっても使用可能である。

3 実施方法

(1) 修羅設置作業

区域内の設置予定箇所に沿って、修羅を下方から順次上方に向かって接続部をネジ止めし、接続部を杭、丸太、ロープ、針金等で仮固定し、最後に投入口を接続して、修羅の曲り凹凸等調整し、さらに確実に固定し安定させる。

(2) 滑走作業

既に伐倒、枝打、玉切し木寄作業を完了している丸太を、修羅の中に投入して滑走作業を行い土場に集積する。

(3) 修羅撒収作業

設置とは逆に上部の方からネジを取り外し、修羅に投入して下方に落し撒収する。

(4) 各工程の算出

作業工程毎に時間観測により工程量、労力、経費の算出を行う。材積は土場において搬出された材のみ計測した。

4 調査結果

(1) 修羅設置作業

ア. 変形列状間伐法

人工修羅1本(4m)当り $\frac{12.1}{6.5 \sim 17.5}$ 分であり100m設置で $\frac{0.8}{0.5 \sim 1.2}$ 人である。

イ. 変形列状間伐法

1本組立平均時間37.5分で100m設置2.6人、なお、平均運搬距離75m、0.5人を含む。

(2) 滑走作業

ア. 変形列状間伐法

設置箇所	修羅の 設置距離	木寄距離	1日(6時間)工程量				備考
			短材(玉切材)		長材(枝打全幹材)		
			本数	材積	本数	材積	
全伐列毎設置	(短材) 16m (長材) 20	4.5m	本 246	m^3 2.467	本 138	m^3 2.640	木寄距離が 短い ため同 一工程 として 時間観測
2全伐列に1回設置	(短材) 32 (長材) 40	13.5m	312	3.947	174	3.498	
普通設置(魚骨状の中心)	(長材) 40	31.5m			108	2.088	
平均			299	3.651	136	2.688	

なお全工程量は、短材 1人1日(6時間) 201本 2.452 m^3

長材 1人1日(6時間) 79本 1.558 m^3

イ. 変形列状間伐法

設置箇所	修羅の 設置距離	木寄距離	1日(6時間) 功程量		備 考
			長材(枝打全幹材)		木寄 平均 24m
			本 数	材 積	功程量 1,099 m ³
普通設置(魚骨状の中心)	100m	0m	372本	9,029 m ³	木寄功程は個別時間観測する。

なお全功程量は長材1人1日(6時間) 137本 3,332 m³

(3) 修羅撤収作業

ア. 変形列状間伐法

人工修羅1本(4m) 当り $\frac{5.2}{3.0 \sim 7.0}$ 分であり 100m 撤収で $\frac{0.4}{0.2 \sim 0.5}$ 人である。

イ. 変形列状間伐法

人工修羅1本(4m) 当り 8.4分であり 100m 設置で 0.6人である。

(4) 労力, 功程量, 経費の比較

ア. 各作業功程比率

選木別 材種別 時間比率	変形列状間伐(5列)				変形列状間伐(6列)		計	
	短 材		長 材		長 材			
	時間(分)	比率(%)	時間(分)	比率(%)	時間(分)	比率(%)	時間(分)	比率(%)
設 置	88	22	592	28	937	15	1,617	19
運材(木寄含)	270	67	1,157	60	5,041	81	6,468	75
撤 収	44	11	247	12	210	4	501	6
計	402	100	1,996	100	6,188	100	8,586	100

(ア) 変形列状間伐の運材 5,041分の内 4,494分(89%) は木寄時間であり最も大きなウェイトを占めている。

イ. 労力の比較

選木法 林種別 設置方法 作業種	変形列状間伐(5列)							変形列状間伐(6列)
	短 材			長 材				長 材
	全伐列置	2全伐列に1回設置	平 均	全伐列置	2全伐列に1回設置	普通設置	平 均	普通設置
設 置	0.27人	0.07人	0.09人	0.30人	0.19人	0.15人	0.19人	0.19人
木 寄								0.91
運材(滑走)	(0.41)	(0.25)	(0.27)	(0.38)	(0.29)	(0.48)	(0.37)	0.11
撤 収	0.12	0.03	0.05	0.13	0.13	0.06	0.08	0.04
計	0.80	0.35	0.41	0.81	0.55	0.69	0.64	1.25

備考 (ア) () 書は木寄を含む運材(滑走) 延人である。

(イ) 1 m³ 当りの延人

ウ. 経費の比較

種別	変形列状間伐法(5列)								変形列状間伐法(6列)
	短材			長材				長材	
	全伐列に設置	2全伐列に1回設置	平均	全伐列に設置	2全伐列に1回設置	普通設置	平均	普通設置	
設置(撤収含)	2,925円	750円	1,050円	3,225円	1,950円	1,575円	2,025円	1,725円	
運材(木寄せ)	3,075	1,875	2,025	2,850	2,175	3,600	2,775	7,650	
材料費	111	111	111	111	111	111	111	111	
人工シラ減価償却費	90	90	90	90	90	90	90	180	
雑費	620	283	328	628	433	538	500	967	
労災保険料	1,523	666	781	1,542	1,047	1,314	1,219	2,380	
計	8,344	3,775	4,385	8,446	5,806	7,228	6,720	13,013	

(ア) 人工修羅の減価償却について

1セット(13本×4m=52m) 450,000円

5年定額減価償却 450,000円÷5年=90,000円

年間間伐立木量 1,400m³ 歩留り 70% 1,400m³×0.7=980≒1,000m³

90,000円÷1,000m³=90円

普通グラスファイバー製の耐久年数は5年以上ある。

(イ) 変形列状間伐法(6列, 長材)の木寄を除くm³単価は3,772円

$\frac{3,772}{13,013} = 29\%$ となり変形列状間伐法(5列)でも同傾向といえる。

(ロ) 人夫給は7,500円, 伐出夫(58年度)で算出

(ハ) 材料費はロープ代, 針金代等で雑費は10%, 保険料 25.39%で算出

(ニ) 機械集材と人肩, 牛馬地曳の搬出単価(搬出量 13,737m³)

a 機械集材 41,469円/m³ B経費 3,922円 C経費 37,547円

b 人肩 5,135円/m³ 延人 5.2人 功程量 2.66m³

c 牛馬地曳 4,374円/m³ 功程 7.32m³(牛馬人換算 3.1人は算入していない)

木寄功程までは同じとして計算する。

延人 0.28人

(5) 造林木の生長量調査

種別 調査時期 列番	樹 高				胸 高 直 径			
	設 定 時 58. 4. 12	58 年 度 58. 11. 24	59 年 度 59. 10. 8	伸 長 量	設 定 時	58 年 度	59 年 度	肥 大 量
1 列 目	10.0 ^m	10.4 ^m	10.5 ^m	0.5 ^m	14.5 ^{cm}	14.6 ^{cm}	15.0 ^{cm}	0.5 ^{cm}
2 "	10.4	10.6	10.7	0.3	15.8	15.9	16.4	0.6
3 "	9.9	10.1	10.5	0.6	14.9	15.0	15.3	0.4
4 "	9.8	10.1	10.3	0.5	13.5	14.1	14.6	1.1
5 "	10.2	10.5	10.6	0.4	14.7	14.7	15.1	0.4
平 均	10.1	10.3	10.5	0.4	14.8	14.9	15.3	0.5

ア. 林分樹高(伸長)指数は104, 胸高直径(肥大)指数103となっており経過後2年目であり結論できないが樹高連年生長量は2%で同じであるが胸高直径生長量は1%から3%と増大傾向がある。

イ. 残存列では特別の傾向は認められない。

(6) 相対照度調査

列番	年度別	設 定 時 58. 4. 12	58 年 度 58. 11. 24	59 年 度 59. 10. 8	増 減	設 定 時 に 対 する 比 率
1 列 目		31	27	10	△ 21	32
2 "		27	22	10	△ 17	37
3 "		26	19	10	△ 16	38
4 "		28	20	10	△ 18	36
5 "		32	24	10	△ 22	31
6 "		35	28	11	△ 24	31
平 均		30	23	10	△ 20	33

ア. 1年目より2年目の減が大きくなっている。このことは樹冠部の組織の充実が大きな原因である。

イ. 設定前照度は2.4%

5 考 察

- (1) 設置については、地形に大きく左右されるので、起伏に合せ埋込み、丸太等によるかさ上げが必要であり、能率よく作業するためには、投入口附近を勾配を強くし、出口(土場)は丸太の加速による損傷を防ぐために水平か逆勾配になるようにする。
- (2) 雨天または勾配が強く丸太に加速がつく場合は、減速装置を用い、好天気続き、または勾配が緩やかな場合は谷水等使用する等適宜対応できる。

- (3) 各作業を継続するより、一定量集積後の作業を行うことが能率的である。
また単独作業より2人～3人の組作業が能率的である。
- (4) 投入口と出口の連絡合図は確実に行き、なお土場附近は危険区域となるので、立入禁止の標示を行い事故防止には万全を期す必要がある。
- (5) 功程量は滑走距離により大きく変化する。100 m滑走10秒～15秒であり短距離では待機時間、土場整理等多くなる傾向にある。
また短材と長材では作業が1人作業か2人作業により異なるが長材では材重が重くなり1人では作業できなにかかり増しになる。
- (6) 間伐後の造林木の生長は樹高で1年目、2年目2%と同じであるが胸高直径は1%から3%へと増大傾向にある。
- (7) 相対照度は2年目で10%となり設定時の33%と急激な照度の低下が認められる。これは樹冠部の充実によるものと推察される。

6 おわりに

間伐を必要とする林分は急増し、また多面的機能を持つ林分の造成も多くなっている。

今回の実験により、人工修羅搬出は地況による制約を受け、労力比(牛馬地曳)で劣るものの、小規模林分の搬出については、機械集材、人肩、牛馬地曳等より経費的には有利であり、特殊技術を必要としない、また牛馬が少なくなっている現在は有効な手段であると考えられる。

一方林分の公益的機能の低下も必要最少限で設置できるので今後は実用化に向けて、見直す必要があると考えられる。

非皆伐施業（上木伐出法）について

1 試験地の概要

(1) 場所 熊本県芦北郡芦北町大字古石
高岡国有林 68 畝, か林小班

(2) 林況

ア. 高岡国有林 68 畝林小班

上木ヒノキ人工林 59 年生

本数 423 本 (693 本/ha), 材積 206 m³ (338 m³/ha), 面積 0.61 ha

平均径級 26 cm 樹高 19 m 材積 0.49 m³

下木ヒノキ人工林 12 年生

成立本数 4,027 本/ha 樹高 2.2 m 胸高直径 1.4 cm

イ. 高岡国有林 68 畝林小班

上木ヒノキ人工林 59 年生

本数 1,267 本 (892 本/ha), 材積 313 m³ (220 m³/ha), 面積 1.42 ha

平均径級 22 cm, 樹高 14 m, 材積 0.26 m³

下木ヒノキ人工林 9~10 年生

成立本数 2,289 本/ha 樹高 2.5 m 胸高直径 1.8 cm

(3) 地況

ア. 高岡国有林 68 畝林小班

傾斜 5 度の平坦

イ. 高岡国有林 68 畝林小班

傾斜 15 度の緩

両記番植生易と比較的条件の良い箇所である。

(4) 搬出状況

ア. 高岡国有林 68 畝林小班

1 段集材 新設 1 回 下げ 2 度 スパン 378 m 運搬距離 265 m

2 段集材 新設 1 回 張替 2 回 上げ 2 度 スパン 160 m 運搬距離 93 m

横取距離 10 m

イ. 高岡国有林 68 畝林小班

1 段集材 新設 2 回 張替 2 回 下げ 2 度 スパン 218 m 運搬距離 107 m

横取距離 10 m

2 試験地の設計

- (1) 伐倒作業、集材作業及びこれらの準備作業については、各プロット50本を選定し、それぞれについて時間観測を実施した。

なお、架線（撤収）作業については、請負事業者からの聞き取り調査を行い、資料として採用した。

- (2) 上木伐倒及び搬出方法

受索による伐倒方法が過去、都城署と長崎署で発表されており、これらを参考にしてエンドレスタイラー式による引戻索（HBL）を受索として使用した。

なお受索の許容衝撃については都城署¹⁾実行を採用しワイヤー径の決定を行った。

伐倒方向は、横取距離10mと短く、又主索高も10mということから傾斜面に対し横（主索に対し90度～120度）方向とし、受索設置高は樹下植栽木の樹高が $\frac{2.5}{1.8 \sim 3.6}$ mであり、上木クローネ枝張りの長さを勘案し、4～5mに設置してこれに掛るように伐倒し、受索をゆるめて伐倒木を着地させて枝打を実行した。

搬出木はヒノキ優良材であり、有利採材という観点から全幹集材する必要があり、なお樹下植栽木を保護しなければならないので完全に宙吊りとなるよう2点吊とし実行した。

- (3) 作業仕様

従来の集造材6人セットでは手待時間等が懸念されるので、伐倒より集材を一工程として、造材は一定量集積後行うこととし伐倒玉掛2人、運転手（荷おろし含）1人の3人セットとした。

- (4) 事業実行形態

請負方式（地元林業事業者）

永年国有林伐出業に従事して、技術信頼度は確実である。

- (5) 使用機械

ア. チェンソー スチール038AV

イ. 集材機 塚本E67型（95PS）一部ヤンマー（13PS）小型

ウ. 主索 20mm 受索 16mm

3 調査結果

(1) 作業工程別延人員

試験地 調査方法 作業種	68る		68か		計	
	聞 込	評 定	聞 込	評 定	聞 込	評 定
伐 倒	11.0人	7.3人	71.0人	21.6人	82.0人	28.9人
集 材	45.0	) 41.1	140.0	) 72.9	185.0	) 114.0
造 材	32.0		53.0		85.0	
土場作設	15.0	30.0	23.7	30.0	38.7	60.0
架 線	21.0	) 52.0	57.9	) 52.0	78.9	) 104.0
撤 収	2.0		6.5		8.5	
計	126.0	130.4	352.1	176.5	478.1	306.9

※ 作業期間 58, 10, 29 ~ 59, 3, 6

68かは全面積聞込により案分計算する。

(2) 時間観測

試験地 区分 作業種	68る		68か		計	主 副 別		備 考
	単木時間	全林分	単木時間	全林分		主	副	
伐 倒	1分57秒	6.9人	1分36秒	16.9人	23.8人	23.8人	人	伐 倒 133.7人
枝 打	3,47	13.1	2,12	23.2	36.3	36.3		主 60.1
受索張替	1,49	6.4	4,32	48.9	55.3		55.3	副 73.6
移 動	1,13	4.3	1,20	14.0	18.3		18.3	集 材 218.3
集 材	4,26	15.6	5,47	61.1	76.7	76.7		主 151.7
集材準備	1,27	5.1	2,36	27.5	32.6		32.6	副 56.6
移 動	1,23	4.9	1,48	19.1	24.0		24.0	土場等 126.1
造 材		32.0		53.0	85.0	85.0		主 0
土場作設		15.0		23.7	38.7		38.7	副 126.1
架 線		21.0		57.9	78.9		78.9	
撤 収		2.0		6.5	8.5		8.5	
計	15,58	126.3人	19,51	351.8	478.1	221.8	256.3	

※ 3人セット計算

68る 423本 206 m³ 68か 1,267本 313 m³で計算

(3) 総労働生産性

試験地	伐出方法	総人工数	搬 出		総労働生産性	
			本 数	材 積	本 数	材 積
68る	普通集材	130.4人	423本	(206) 155 m ³	3.2本	(1.6) 1.2 m ³
	実験集材	126.3	"	(") "	3.3	(1.6) 1.2
68か	普通集材	176.5	1,267	(313) 235	7.2	(1.8) 1.3
	実験集材	351.8	"	(") "	3.6	(0.9) 0.7
合併積算	普通集材	306.9	1,690	(519) 390	5.5	(1.7) 1.3
	実験集材	478.1	"	(") "	3.5	(1.1) 0.8

※ ()は立木材積

(4) 単位当り生産費

試験地	集材方法	直 接 費					間 接 費	総生産性
		伐 倒	集 造 材	架線盤台	そ の 他	計		
68る	普通集材	271円	1,526円	3,045円	3,949円	8,791円	3,798円	12,589円
	試験集材	1,140	2,139	1,411	4,535	9,225	3,935	13,160
68か	普通集材	528	1,782	2,004	3,078	7,392	3,223	10,615
	試験集材	2,517	3,928	2,153	4,396	12,994	5,373	18,367
合併積算	普通集材	426	1,680	2,417	2,288	6,811	2,873	9,684
	試験集材	1,970	3,218	1,859	3,291	10,338	4,379	14,717

(5) 上木伐出時までの本数の推移

プロット別	植栽本数	枯 損 木			健 全 木	
		活着枯損木	照度不足	計	本 数	生 存 率
A列状 50%	450本	11本	107本	118本	332本	74%
A普通 50%	450	15	152	167	283	51
B列状 40%	450	13	91	104	346	77
B普通 40%	450	13	122	135	315	70
小 計	1,800	52	472	524	1,276	71
A小巾 50%	1,500	48	431	479	1,021	68
B小巾 40%	1,500	53	494	547	953	63
小 計	3,000	101	925	1,026	1,974	66
普 通 20%	525	33	75	108	417	79
普 通 30%	550	45	36	81	469	85
小 計	1,075	78	111	78	886	82
計	5,875	231	1,508	1,739	4,136	70

- ※ 68る 1,110 m² × 2, 1.8 m × 1.11 m ha 4,800本～5,000本植
 68か 1,225 m² × 4, 1.8 m × 1.51 m ha 3,700本植
 68か 4,650 m² × 2, 1.8 m × 1.72 m ha 3,300本植

(6) 上木伐出時被害木調査

試験地	プロット別	生立 本数	損傷木			搬出後 健全木	1年経過枯損木			59年度 健全木
			伐倒	集材	計		健全木	被害木	計	
68か	A列状 50%	本 332	本 10	本 23	本 33	本 299	本 0	本 6	本 6	本 299
	A普通 50%	283	21	31	52	231	11	18	29	220
	B列状 40%	345	11	30	41	305	9	14	23	296
	B普通 40%	315	18	28	46	269	15	20	35	254
	小計	1,276	60	112	172	1,104	35	58	93	1,069
68か	A小巾 50%	1,021	32	86	118	903	3	21	24	900
	B小巾 40%	953	40	69	109	844	2	14	16	842
	小計	1,974	72	155	227	1,747	5	35	40	1,742
68る	普通 20%	417	19	28	47	370	0	2	2	370
	普通 30%	469	14	27	41	428	2	2	4	426
	小計	886	33	55	88	798	2	4	6	796
計		4,136	165	322	487	3,649	42	97	139	3,607

4 考 察

(1) 事業的考察

- ア. 普通集材方法に比較して経費はかかり増しにはなるが、記番的には孫色のない箇所もあり事業実行可能である。
- イ. 伐倒集材における功程量は、単木材積、本数が大きな要因となり、また植栽木の損傷は搬出時が大きいため樹下植栽地の箇所の選定は重要である。
- ウ. 功程調査において、伐倒・集材功程の副作業の時間が大きく左右するので、これの軽減により低コスト化は可能である。

(2) 技術的考察

- ア. 受索の設置高は、植栽木の樹高及び上木のクローネ半径を考慮して決定する。
- イ. 受索の設置幅は、上木の樹高により決定する。
 樹高の $\frac{2}{3}$ 程度が適当と思われる。

ウ．受索の設置で高くなる部分は、伐倒木の掛る部分のみの調整でよく、他は任意の作業し易い高さでよい。

エ．伐倒方向は主索に直角（受索は平行）にする。

集材時の功程アップ、植栽木の被害が軽減される。

しかし傾斜下側伐倒となる場合は、受索への荷重が大となる点及び樹幹部の折損等考慮する必要がある。

オ．主索高に合わせて二点吊等考慮し、集材木が常時植栽木の上を通過するようにする。

カ．架線下における植栽木の損傷が大きいため、索受等の設置をして被害の軽減に努める。