

伐出用小型機械器具の安全性能の確保と合理的使用技術に関する研究

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	西泉,敏行
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	9号
巻号補足	
掲載ページ	p. 71-86
発行年月	1984年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



伐出用小型機械器具の安全性能の確保と 合理的使用技術に関する研究

西 泉 敏 行

I はじめに

現在最も需要の多い伐出作業関係の小型機械について安全性、能率性に関する実証的調査研究を行うとともに、現場作業条件に応じた合理的な使用方法を究明し、伐出作業の機械化の推進を図る。

今回の供試機械は新しく開発されたトップキャリア「自走式架線運搬機」による間伐材の搬出作業で、この方式は樹間をぬって主索（本線）と誘導索（テール線）の2本を集材区間に引き回して、高さ1.5 mから2 m程度に架設する。この主索下をエンドレスドラムを内蔵した自走本機が荷掛リフトに積込んだ丸太を誘導索を介して自走し集材する独特の架設方式である。

なお、この課題は、国補メニュー試験として実施したものである。調査にあたりご指導ご援助を頂いた機械メーカー、試験地の提供をいただいた森林所有者、森林組合、八幡浜地方局林業課、宇和出張所林業課、松山地方局林業課の各位に厚くお例申し上げます。

II 研究期間

昭和56年度～58年度

III 研究方法

1 実施場所

温泉郡川内町大字則之内（林試講内）

八幡浜市日土町字ゴウノトウ

温泉郡重信町大字上林字水の元

東宇和郡野村町大字野村字深山

2 使用機種 トップキャリア（自走式架線運搬機）

仕 様	
機 体 寸 法	全長1260mm 全幅380mm 全高 530mm
重 量	115g
エ ン ジ ン	型式ヤマハMT-110MBR・最大出力4.3PS/5,000rPm・始動方式リコイルスタート
ブ レ ー キ	オームギヤー
変 速	前進 2段・後進 2段
燃 料	混合油 25：1
支 持 金 具	左カーブ用・右カーブ用・引下げ用・直線用・中間カーブ用
ワイヤーロープ	主索6×7C／L10mm・テール線6×19O／O6mmフィラー形
台 付 ロープ	クレモナロープ12mm
チルホール	700 kg引き

3 調査方法

(1) 性能調査

走行速度、ブレーキの性能、緊急ブレーキの性能、登坂限界と最大積載量、最小曲線、主索、テール線張力、機材器具張力、ウインチ巻き速度、ウインチのけん引力装置の作動状況および運転操作等の調査を行う。

(2) 作業条件調査

調査を行う間伐作業現場の概況及び作業条件調査。

(3) 作業能率調査

作業時間、集材量、作業方法、作業人員、作業条件による適用範囲の検討、ウインチ利用による積込み搬出と人力でリフト積込み搬出の工程、ウインチによる木寄せ作業時間等工程調査。

(4) 経済性の検討

使用機、作業量等の作業実績から、所要諸経費を算出し経済性の検討を行う。

IV 結果と考察

1 性能調査

林業試験場構内に架設して実施した。(別紙図-1 参照)

(1) 走行速度調査

架線延長164 m、架線勾配7度～41度、積載重量301 kg (0.374 m³), 測定距離20mで傾斜度10度、20度、40度、の区間を設定した。

空車と実車の登坂時と降坂時の走行速度を低速と高速で10回繰返し測定したその平均速度は表-1 のとおりである。

また、傾斜度40度の実車走行速度は積載量206 kgで測定した。

表-1 走行速度性能

傾 斜 度	空 車 走 行 速 度 (m / 分)				実車走行速度 (m / 分) 積載 ^{301 kg} _{206 kg}			
	登 坂		降 坂		登 坂		降 坂	
	低 速	高 速	低 速	高 速	低 速	高 速	低 速	高 速
10	^m 37.6	^m 75.0	^m 38.7	^m 77.4	^m 34.3	^m 68.2	^m 35.3	^m 71.0
20	37.6	75.0	39.5	77.4	34.3	66.7	35.3	78.6
40	37.5	72.7	39.8	78.4	33.9	—	37.5	—

(2) ブレーキ性能調査

空車と実車（傾斜40度で積載重量206 kg、20～10度で301 kg）で登坂時と降坂時の停車ブレーキの精度を高速、低速別に作動レバーを手動で操作し、作動から停止までの距離を

10回繰返し測定して平均停止距離を算出したその結果は表－2のとおりである。

表－2 ブレーキ性能

傾 斜 度	空車レバー操作による停止距離				実車レバー操作による停止距離積載 ^{301 kg} _{206 kg}			
	登 坂		降 坂		登 坂		降 坂	
	低 速	高 速	低 速	高 速	低 速	高 速	低 速	高 速
10	0 ^{cm}	0 ^{cm}	0 ^{cm}	0 ^{cm}	0 ^{cm}	0 ^{cm}	55 ^{cm}	101 ^{cm}
20	0	0	0	0	0	0	56	108
40	0	0	0	0	0	0	60	—

(3) 緊急ブレーキ性能調査

積載重量301 kgで傾斜40度の降坂場所でテール線を切り放し緊急ブレーキ性能のテストを行なった。緊急ブレーキ板の厚さが5 mmでは暴走し支持金具に当り機関車、吊り荷とも脱索落下した。次に緊急ブレーキ板の長さを20mm伸ばしたその厚さを9 mmの2枚重ねに改良して同一条件で2回繰返してテストをした結果は、緊急ブレーキが作動し停止したが停止距離はそれぞれ1.5 m、2.1 mであったが主索の素線は2回とも2本切れた。

(4) 登坂限界と最大積載量調査

登坂能力は架線勾配40度の場所で重量を4段階に変えて実施した結果最大積載量は218 kgであった。

(5) 最小曲線の調査

最小曲線を知るためにチルホールを用いて内角を130 度から140 度まで数段階に変えて実施した結果では支持金具に当り滑車が通過できなく、内角145 度で滑車が通過した。従って最小曲線は内角145 度となった。

(6) 索の張力調査

索の張力はシーメラー式張力計（直引1,500 kg）を使用して測定した。

主索張力は積載重量301 kgで、主索にかかる張力は2,800 kgであった。また、テール線にかかる張力は275 kgの測定結果がでた。

(7) 機材器具の張力（曲げ）試験は県の工業技術センターに依頼した結果は次のとおりであった。

イ 丸棒曲げ試験

荷重1,300 kg

ロ 鋼板1枚曲げ試験

荷重1,700 kg

ハ シャフト1本曲げ試験

荷重5,500 kg

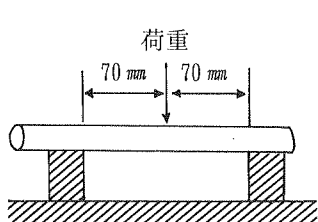
ニ 鋼板 1 枚 75mm 巾曲げ試験

荷重 1,200 kg

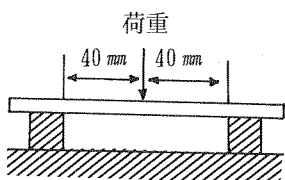
ホ ボルト 1 本曲げ試験

荷重 4,400 kg

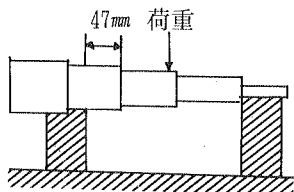
イ



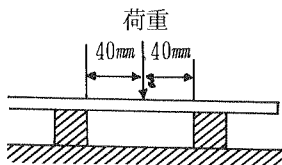
ロ



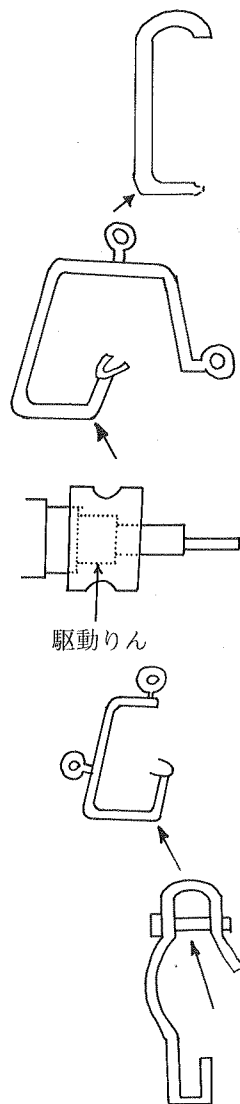
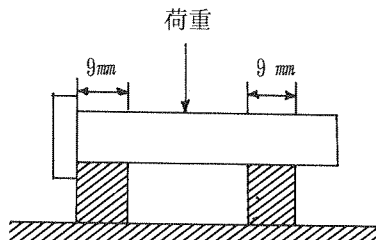
ハ



ニ



ホ



(8) ウインチ巻き速度調査

ウインチ巻き取り速度は上り勾配16度で1点吊り木寄せの走行は1速で33m/分で普通搬出走行速度よりやや遅い。

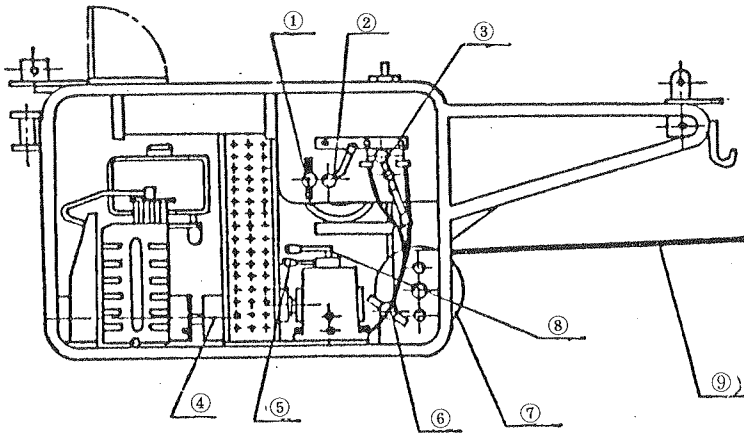
(9) ウインチのけん引力の調査

ウインチのけん引力は1速直引力で400 kg, 2速直引力は200 kgであった。

(10) 装置の作動状況および運転操作

ウインチギヤーの操作はトップキヤリーのブレーキを締めたら、アクセルレバーを縦にし、エンジンクラッチを手で、前後に回る方向に少し回す、チェンジレバーを引きぬきフリー（ニュートラル）の表示の所へ入れ、ウインチブレーキをゆるめワイヤロープを引き伸ばす。

本機の操作については、ウインチブレーキを締めアクセルレバーを縦にする。チェンジレバーを本機側に戻る状態にする。エンジンクラッチを手で前後に回る方向へ回すと、チェンジレバーは、本機に自動で帰る。チェンジレバーは、表示の所へ入れる。本機のブレーキを静かに戻すことにより走行の準備が完了する。（図－2 参照）



図－2 汽関車（ウインチ付き）

- ① ワイヤ駆動ローラーブレーキ
- ② トップキヤリーとウインチチェンジレバー
- ③ アクセル及びブレーキ操作レバー
- ④ 遠心クラッチ
- ⑤ ミッションギヤー操作レバー（1速，2速）
- ⑥ ウインチブレーキ
- ⑦ ウインチドラム
- ⑧ ミッションギヤー操作レバー（前進，後進）
- ⑨ ウインチ巻取りワイヤー

2 作業条件調査

調査地は八幡浜市他2か所で、その概要は表－3のとおりである。

表－３ 調査地の概要

調 査 地		八 幡 浜 市	重 信 町	野 村 町
樹 種		ス ギ	ス ギ	ス ギ (3 9 %) ヒ ノ キ (6 1 %)
林 令 (年生)		23	33	25
面 積 (H A)		0. 57	0. 65	0. 49
立 木	蓄 積 (m³)	86	301	162
	本 数 (本)	914	863	700
H A 当 り	蓄 積 (m³)	150	478	330
	本 数 (本)	小 1, 600	1, 370	1, 430
間 伐 率	材 積 (%)	18	36. 6	19. 9
	本 数 (%)	20	38. 5	37. 5
調 査 地 の 傾 斜 (度)		25/12 ～ 39	25/ 5 ～ 36	18/ 5 ～ 35
距 離	架 線 (m)	調査区 1 95 調査区 2 109	180	150
	木寄せ (m)	人 力 30	架 線 63	人 力 40
勾 配	架 線 (度)	25/ 7 ～ 35 (登坂)	13/ 8 ～ 22 (降坂)	17/ 5 ～ 22 (登坂)
	木寄せ (度)	25/12 ～ 39 (降坂)	16 (登坂)	18/ 5 ～ 35 (降坂)
作 業 員 の 構 成 (人)		3	5	3

３ 作業能率調査

八幡浜市の調査地は尾根を挟んで両側にあり架線索張を２路線にした。調査区１は架線延長95 m、中間支持金具は８か所、調査区２は架線延長109 m、中間支持金具は８か所、２路線の架設、撤去人工数は3.5 人役で作業組人数は３人組、荷おろし、土場整理１人、荷掛け作業２人で荷は１荷の登坂集材である。(別紙図－３図－５参照)

重信町の調査地は架線は距離187 m、中間支持金具10か所、架設、撤去人工数3.5 人役で作業組人数は５人組、荷おろし土場整理２人、荷掛け作業３人で荷は２荷の降坂集材である。(別紙図－６、図－７参照)

野村町の調査は、架線距離150 m、中間支持金具６か所、架設、撤去人工数3.0 人役で作業組人数は３人組、荷おろし土場整理１人、荷掛け作業２人で荷は１荷の登坂集材である。

- (１) 作業能率調査については、表－４のとおりである。人力積込み作業４か所、ウインチ利用による積込み作業１か所であるが、今回の調査では集材工程を見ると、集材距離の関係

よりも1サイクル当りの積込み量の影響が大きい。登坂勾配の場合は集材工程が30%程度減少する。降坂勾配の場合は二両連結も可能である。適用範囲は小面積間伐、集材距離は300 m以内、路線勾配は30度以内が適正であろう。

- (2) ウインチ利用による積込み集材と人力でリフト積込み搬出の工程について調査を行なった結果は表－4の野村町を参照。

ウインチ積込み作業よりも人力リフト積込み作業の方が作業時間で11%程度多く要した。1日の集材回数はウインチ積込み集材が37回、人力リフト積込み集材32回で集材工程もウインチ積込み集材作業が約2 m³程度多く集材することができた。

表－4 1サイクル当りの作業時間工程表

調 査 地		八 幡 浜 市		重 信 町	野 村 町	
		調査区1	調査区2			
区 分		吊 り 荷 1 荷		吊 り 荷 2 荷	人力積込1荷	ウ イ ン チ 積 込 1 荷
		時 間	時 間	時 間	時 間	時 間
作 業 別 所 要 時 間	荷 か け	分 秒 2 24	分 秒 1 37	分 秒 4 15	分 秒 2 12	分 秒 4 44
	実車運行	1 24	2 06	3 12	3 16	3 16
	荷おろし	15	24	44	50	50
	空車運行	42	1 04	1 36	2 10	2 10
	土場整理	21	1 16	33	1 39	1 39
	余裕時間	1 49	1 29	47	1 04	1 04
	計	6 55	7 56	11 07	11 11	9 43
1サイクル集材量(m ³)		0.187	0.175	0.561	0.399	0.399
1日工程(m ³)		9.721	7.875	17.952	12.768	14.763
作業人員(人)		3	3	5	3	3
1人1日当り工程(m ³)		3.291	2.605	3.590	4.256	4.921
集材距離(m)		55.3	68.1	128	132	132
1日集材回数(回)		52	45	32	32	37

- (3) ウインチによる木寄せ作業時間等工程調査

ウインチ利用による木寄せ作業と横取り木寄せ作業を行なった結果は表－5のとおりで、索張りはスナビング方式で延長63m、傾斜度上り勾配16度の架線の高さ地上より3 mに直線で林内に張る。主索は10mmを使用し、1点吊りで木寄せを行う。作業員人数は4人組で、ウインチの操作1人、荷おろし土場整理1人、荷掛け2人で作業を行なった。1点吊り木寄せ距離は10mから50mの範囲内で、横取り木寄せは、主索の線下より横20m以内の地引きで横取りをしたあと63mの間を1点吊りで木寄せを行なった。(別紙図－8参照)

表－5 1サイクル当り木寄せ作業時間工程調査表

区 分		木寄せ時間	%	横 ど り 木寄せ時間	%
作 業 別 所 要 時 間	ワイヤーロープ引き伸し	分 5 秒	2.9	1 分 04 秒	16.9
	荷 作 り	53	31.4	50	13.2
	引 き 寄 せ	40	23.7	3. 06	49.2
	荷 は ず し	21	12.4	29	7.7
	土 場 整 理	20	11.8	28	7.4
	余 裕 時 間	30	17.8	21	5.6
	計	2. 49	100	6. 18	100
1 サ イ ク ル 木 寄 せ 量		0.165 m ³	3.7 本	0.188 m ³	4.1 本
1 日 工 程		20.955 m ³		10.716 m ³	
作 業 人 員		4 人		4 人	
1 日 1 人 当 り 工 程		5.239 m ³		2.679 m ³	
木 寄 せ 距 離		23 / 10 ～ 50 m		76 m / 68 ～ 83 m	
1 日 木 寄 せ 回 数		127 回		57 回	

(稼働時間は1日6時間とする)

4 経済性の検討

調査の結果から 1 m³ 当りの経費を試算したものが表－6である。

八幡浜市調査地の集材経費は m³ 当り3,048 円、重信町調査地の集材経費は m³ 当り2,522 円、野村町調査地の集材経費は m³ 当り2,199 円と現場の状況により相違はあるが、他の架線集材方法と比較するとこの方式では経費が約16%コストダウンできた。

ウインチ積込み集材と人カリフト積込み集材経費の比較はウインチ積込みの方が 1 m³ 当り290 円安価であった。また作業の軽易化による作業者の疲労軽減の効果が大きかった。

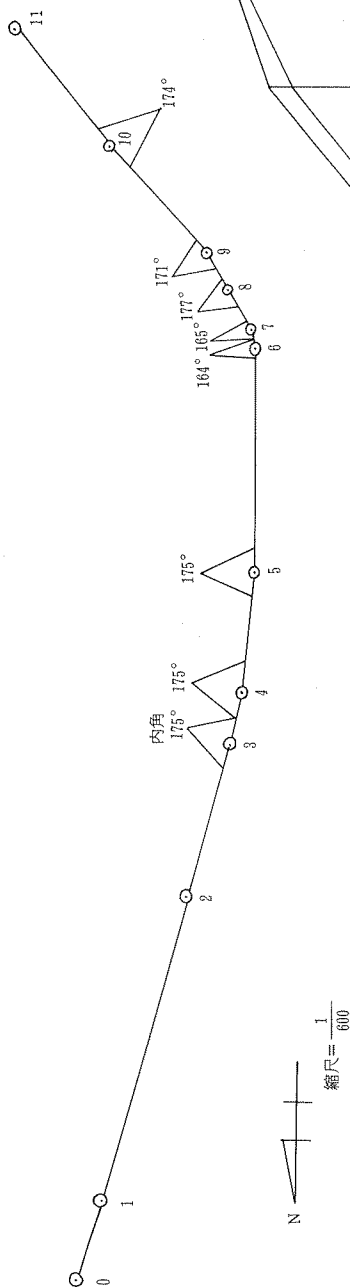
表－6 経済性検討結果

区 分		八幡浜市	重信町	野村町(人力)	ウインチ積込み
m³ 当り 単 価 (円)		3.048	2.522	2.199	1.909
賃 金 (円)		24.000	40.000	24.000	24.000
燃 料 費 (円)		1.520	1.520	1.520	1.520
機 械 償 却 費 (円)		702	1.085	1.024	1.024
修 理 費 (円)		585	904	853	853
機 材 費 (円)		50	97	53	53
工 程 (m³)		8.918	17.952	12.768	14.763
備考	平均 勾 配(度)	25	13	17	17
	平均 距 離(m)	62	128	132	132
	作業組人員(人)	3	5	3	3

V おわりに

本機の主な特長をあげれば従来の架線集材法は集材機を山元に設置して使用していたが、本機は自走式であり、架線は中間支持金具をクレモナロープで立木に結びつけばよいので自由にしかも簡単に設置できる。また、架設資材が少なく、本機、付属品資材の運搬は軽四輪車でよい。また、収納に場所をとらなく、機械の操作も簡単であることから今後間伐材搬出作業への利用増加が期待でき間伐促進に寄与するものと思われる。

場所 温泉郡重信町則之内 林試構内



測点 No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
地盤高 m	5.0	4.0	10.5	13.5	15.0	18.6	24.8	25.5	28.2	30.2	42.6	51.6
傾斜角度	-5		9	13	14	16	2	21	22	40	25	
架線高 m	0	1.8	2.3	2.6	2.4	2.0	1.92	2.3	1.8	2.0	2.0	0
架線傾斜角度	7		10	10	14	15	18	22	24	41	25	
水平距離 m	9.5		35.5	17.9	5.7	14.0	25.4	2.2	5.1	5.4	16.1	17.4
												183.9

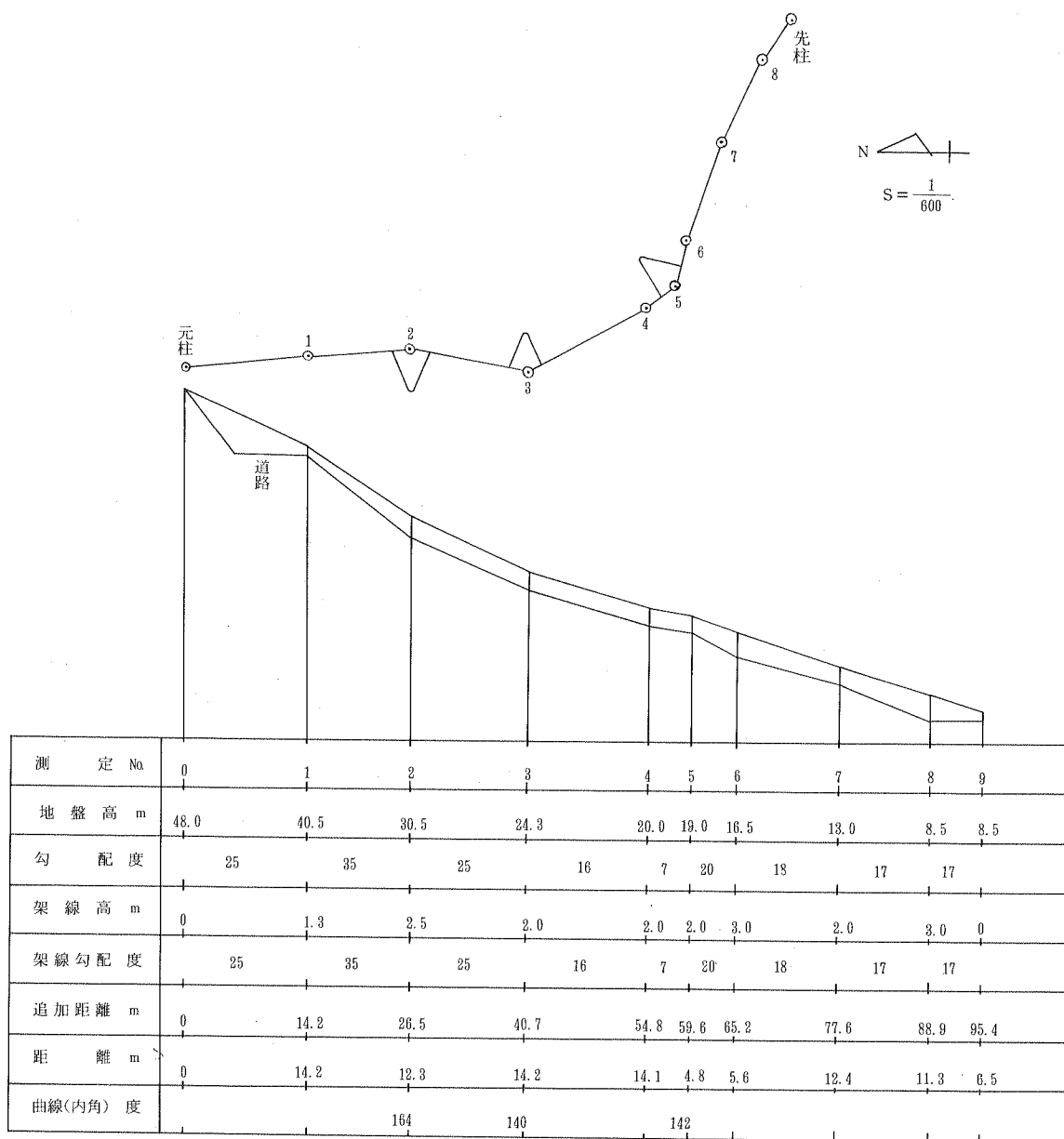
図-3 間伐林平面図

場所 八幡浜市日土町字ゴウノトウ



図-4 間伐林般出路線架設平面図及び縦断面図 No. 1

場所 八幡浜市日土町字ゴウノトウ



図一 5 間伐材搬出路線架設平面図及び縦断面図 No. 2

場所 八幡浜市日土町字ゴウノトウ

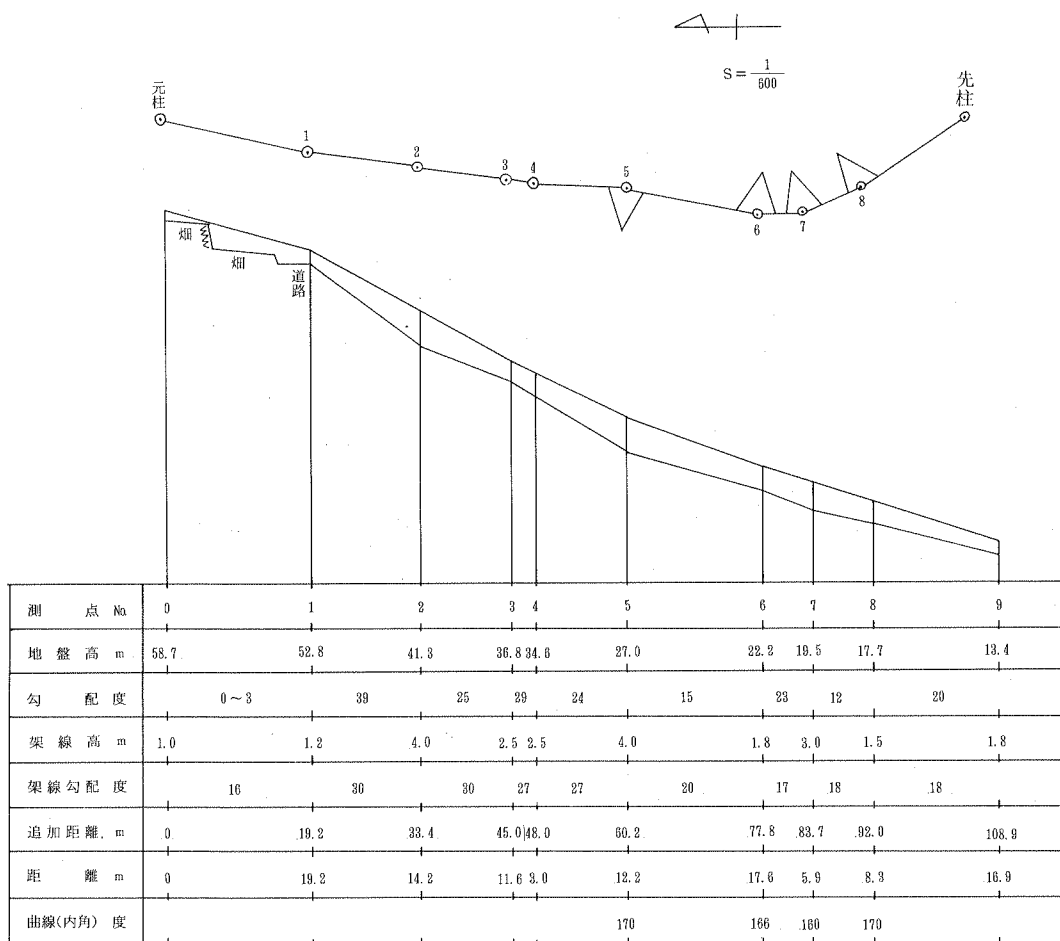


図-6 間伐林集材作業地平面図

場所 温泉郡重信町大字上林字水の元
上林部落有林

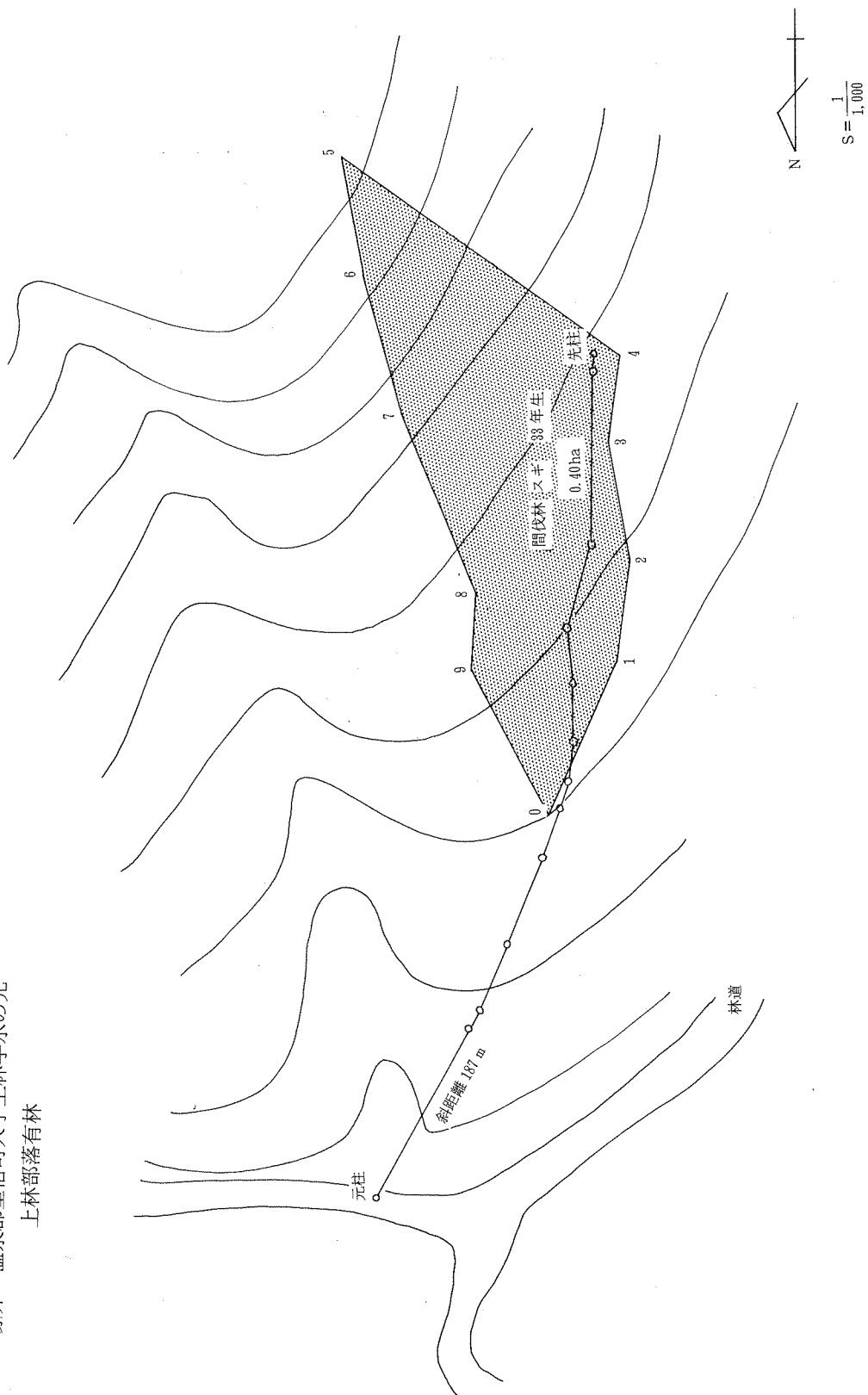
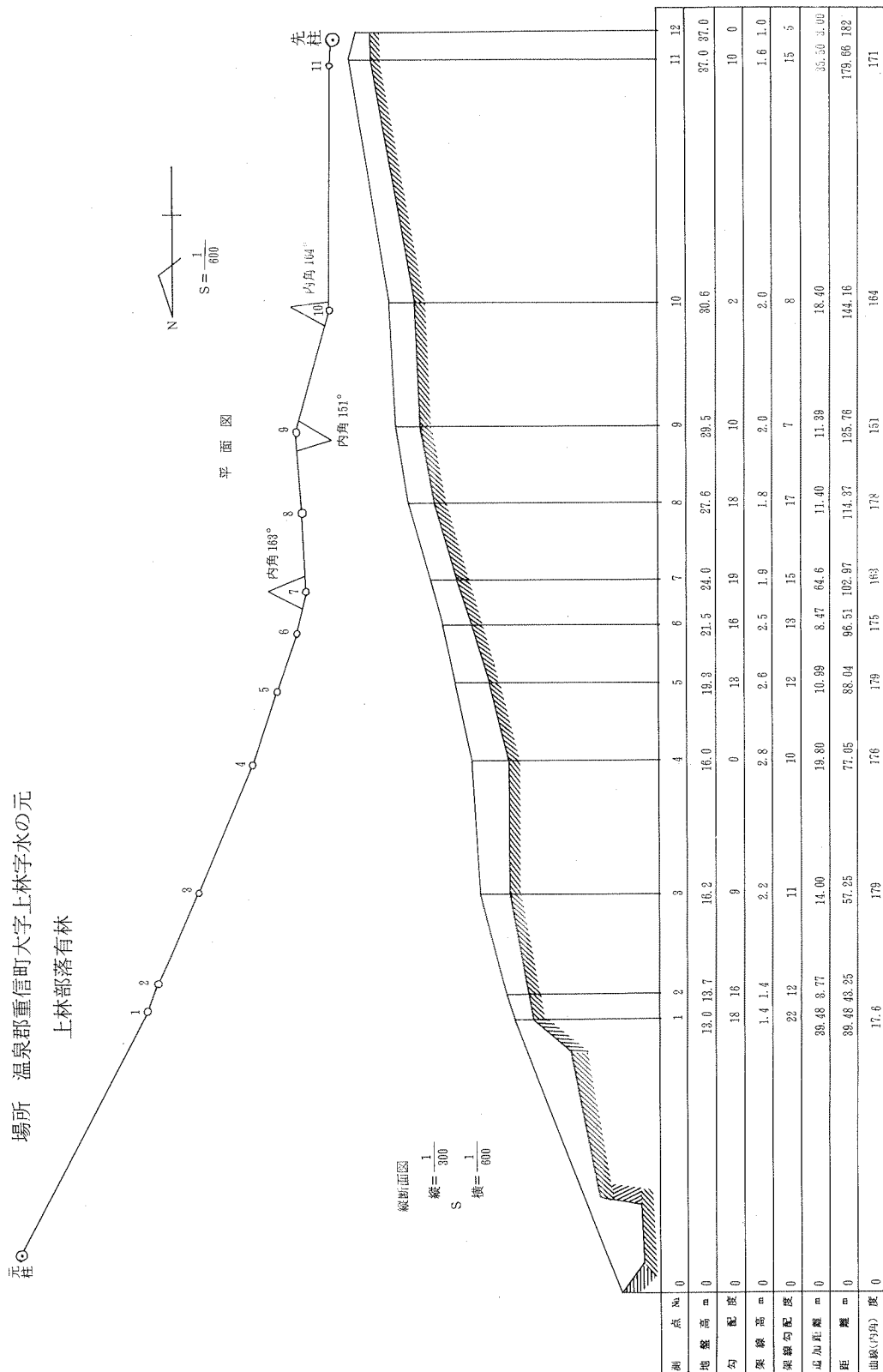


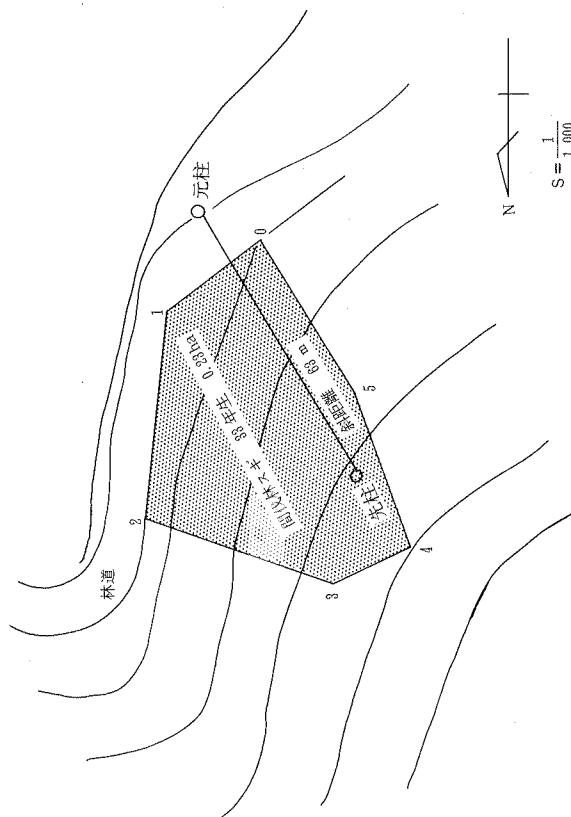
図-7 トップキアリーによる間伐材集材作業調査地平面図

場所 温泉郡重信町大字上林字水の元

上林部落有林



図一 8 間伐林木寄せ作業地 平面図
場所 温泉郡重信町大字上林字水の元
上林部落有林



木寄せ作業見取図

