

間伐材搬出の手引

〔歩掛りと事例〕

平成 11 年度

徳島県林業総合技術センター

序

戦後、荒廃した国土の復興と森林づくりを目指して植林が営々と進められた結果、全国では1,000万 ha、本県では186千 ha の、人工造林が造成され、これに伴って間伐の実施がますます重要な課題となっています。

県も国の施策をいち早く取り入れ、昭和56年度から「間伐促進総合対策事業」等の諸施策を展開し、積極的に間伐を推進して参りました。

一方、長期の木材価格の低迷はバブル崩壊と相まって林業に一層の厳しさを加えております。

しかしながら、単に座して国産材時代を待つのではなく、「価値ある国産材時代」を招来するためには間伐は避けては通れない育林作業です。

そこで、第一線で活動されている林業改良指導員の皆様の基礎知識の向上と業務推進の一助のため、普及事業の一環として「間伐材搬出の手引き」を作成致しました。

今後とも、普及係と連携を強化しながら間伐問題を一步でも前進させて行きたい所存でありますのでよろしくお願い申し上げます。

最後に各農林事務所等の関係者に資料収集の御協力を賜ったことを深く感謝致します。

平成11年10月

徳島県林業総合技術センター所長 山 田 真 裕

1 はじめに

県下の人工林は186千haにも達し、全国的にみても有数の人工林率（63%）の高い県である。

しかしながら、この森林の林合は35年生に満たない除・間伐対象の森林が大半を占め、将来に対する林業経営は無論のこと、公益機能の維持もあやぶまれている。

一方、長年に続く木材価格の著しい低迷は林業経営の意欲の減退を初めとして、山村の高齢化・過疎化に拍車をかけている。

そこでこれらの隘路打開の一方策として「間伐材搬出の手引き」を作成して、今後の業務推進の参考に資するものである。

2 集材の基本的な考え方

(1) 作業仕組みの合理化

木材搬出は機械化が進んだとはいえ、人力作業の占める割合の多い作業であって、一事業地における機械損料・燃料等の経費は比較的少ないものである。

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。効率的な木材搬出作業を行う上での一般的な事項は表-1の通りであり、これらの事を常に念頭に置きながら現場で作業仕組みの改善策を考えねばならない。

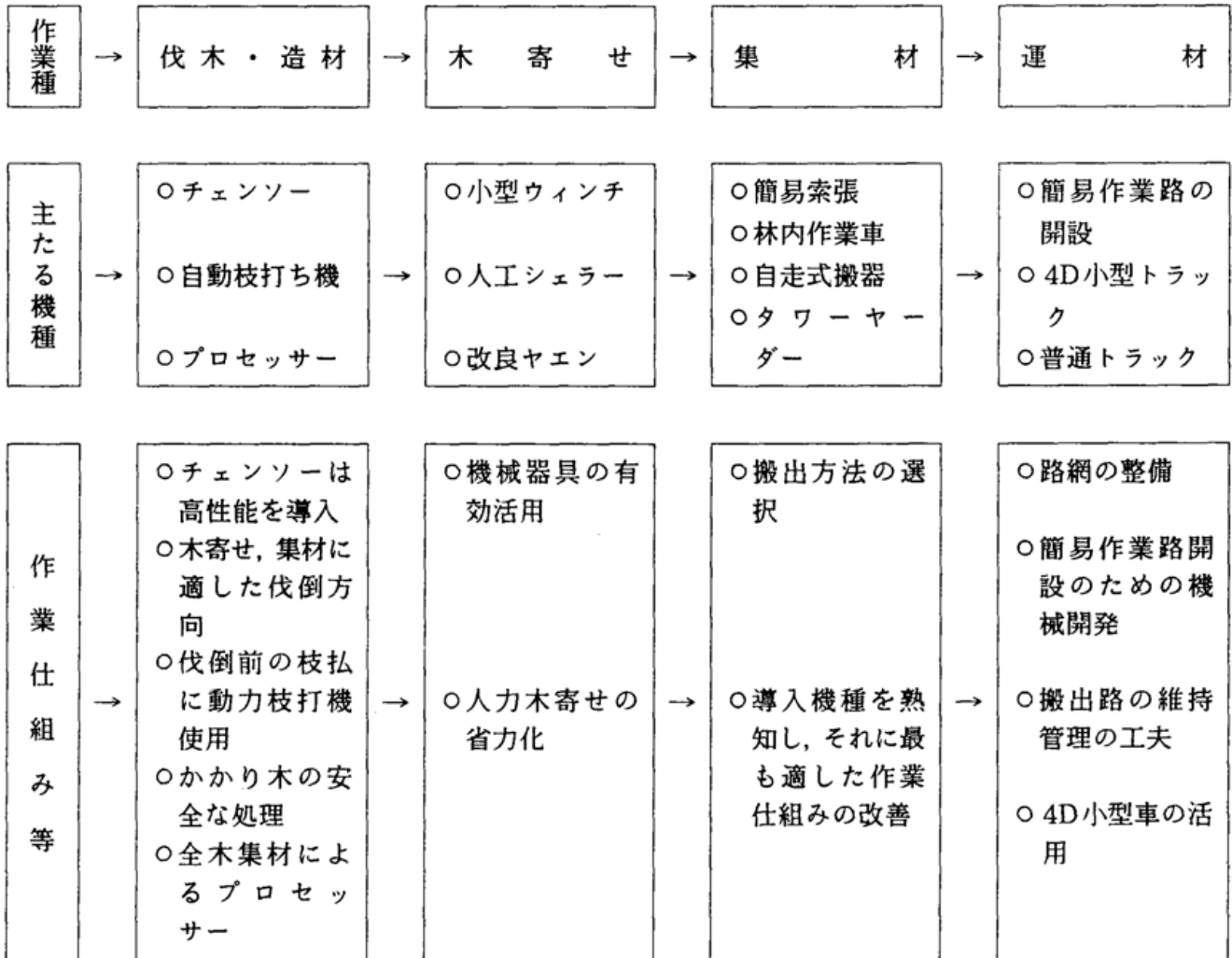
表-1 作業仕組みの改善上の留意事項

項目	内容
作業方法	(1) 作業の内容をなるべく単純化する。 (2) 機械の特性に合わせ、作業方法の改善をはかる。 (3) 作業中のトラブルを排除する。
作業工程	(1) 作業系列の中の工程数を少なくする。 (2) 作業工程の組み方を根本的に改善する。 (3) 作業工程の全系列にわたって、つり合いのとれた機械化を行う。
作業改善の着眼点	(1) 全体の生産量の増大、工期の短縮に隘路となっている作業 (2) 多くの労働力を必要としている作業 (3) 多くの経費、費用を要する作業 (4) 危険な作業、災害の多い作業 (5) 高度な熟練を要する作業 (6) 多くの仕事や作業に共通して表れる作業、動作 (7) 同じ作業や動作のくりかえしとなっている作業 (8) 複雑な内容をもつ作業

(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おいて、作業仕組みを十分検討して、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。



(3) 搬出方法の決定の考え方

搬出方法を選択する上で大切なことは、林地の形態、径級（重量）、生産ロット等、また路網からその林分に至るまでの状況、例えば架線の搬出が出来るか否か、林内作業車が運転出来るか否か、傾斜の度合い、上げ荷か下げ荷か、搬出距離等を考慮しなければならない。

大まかに言えば、第1点として搬出しようとする林分に搬出方法が適合するか否か、第2点として労働生産性がどうなるかについて検討して選択する事が大切だと言える。



アクヤロープ・ウィンチによる集材実演

3 搬出方法に対する適応条件と労働生産性等 に関するとりまとめ表

【表-2】 現在、使用されている機械の搬出方法による分類である。(なお高性能機械のタワーヤードは集材機類に位置づけされる。)

【表-3】 搬出方法と適応する条件について主な要点をまとめたものである。

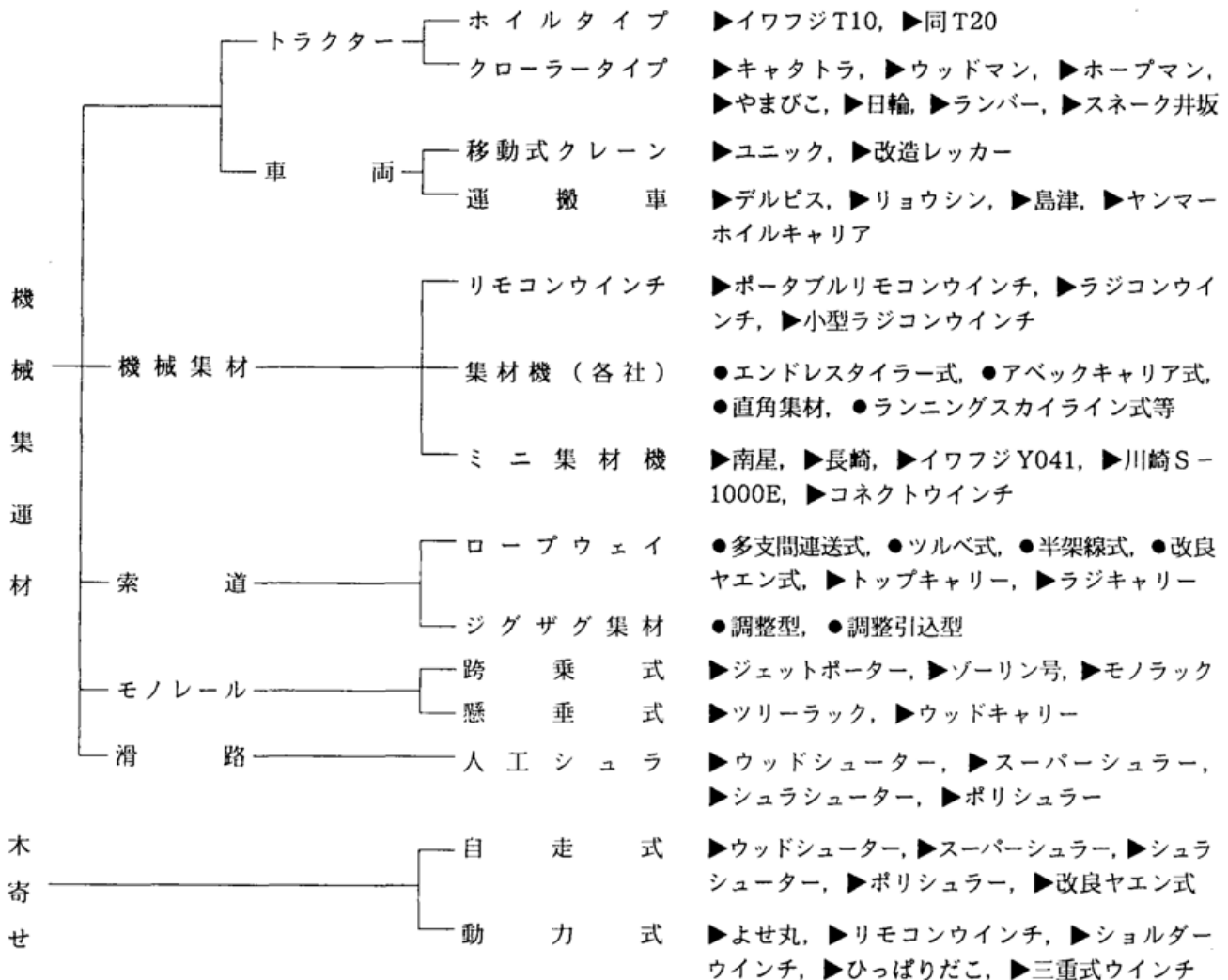
【表-4】 搬出方法別、距離別、生産ロット別の労働生産をまとめたものである。

【表-5】 今までの表を勘案して作成した搬出方式別の適応性の順位である。

【表-6】 集材方法を分類するのに重要な因子として①傾斜、②集材距離、③労働生産性、④副作業があるが、これを主体として分類した集材方法の検討表である。

※これまでの表、あるいはこれからの表の相互間に多少の矛盾点があると思われるが、これは林地が千差万別であるので技術者が臨機応変に活用されたい。

表-2 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-3 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
架線系	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
	ラジキャリアー	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
	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
その他	人工シェラ	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
	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 (型式キャトラ)	小径材～大径材

表-4 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	作業所要人員(人工)									労働生産性 (m ² /人日)			
		作業内容 架設 撤収	木 寄 せ			搬 出 主 作 業			計			20 m ²	50 m ²	100 m ²
			ロット	20 m ²	50 m ²	100 m ²	20 m ²	50 m ²	100 m ²	20 m ²	50 m ²			
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

表-5 搬出方式別の適応性とその順位

搬出距離	搬出方法 林地の傾斜等 ロット(m ²)	上 げ 荷									下 げ 荷								
		～ 15°			15° ～ 20°			20° ～ 25°			～ 15°			15° ～ 20°			20° ～ 25°		
		20	50	100	20	50	100	20	50	100	20	50	100	20	50	100	20	50	100
100	改良ヤエン式	-	-	-	-	-	-	-	-	-	⑤	⑤	⑤	-	-	-	-	-	-
	ラジキャリー	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
	ジグザグ集材	④	④	④	③	③	③	③	③	③	④	④	④	⑤	④	④	④	④	④
	架線集材	③	②	②	②	②	②	②	②	②	③	②	②	③	②	②	③	③	②
	人工シュラ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	④	⑤	⑤	②	②	③
	林内作業車	②	③	③	-	-	-	-	-	-	②	③	③	②	③	③	-	-	-
200	ラジキャリー	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
	ジグザグ集材	③	④	④	②	③	③	②	③	③	③	④	④	③	④	④	②	③	③
	架線集材	④	③	②	③	②	②	③	②	②	④	③	②	④	③	②	③	②	②
	林内作業車	②	②	③	-	-	-	-	-	-	②	②	③	②	②	③	-	-	-
300	ジグザグ集材	②	③	③	①	②	②	①	②	②	②	③	③	②	③	③	①	②	②
	架線集材	③	②	②	②	①	①	②	①	①	③	②	②	③	②	②	②	①	①
	林内作業車	①	①	①	-	-	-	-	-	-	①	①	①	①	①	①	-	-	-
400	架線集材	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①

注1 ○の数字は、同一搬出条件における各搬出方式の労働生産性を比較し、その順位を示す。

2 -は不能を示す。

表一6 集材方法の検討

集材方法	伐採木の大きさ (m ²)				傾斜			集材距離 (m)					面積 (ha)				木寄距離 (横取m)				作業人数 (人)					積載量 (m ³)					労働生産性 (m ³ /人・日)					副作業 (人/100m)						
	0.10	0.10	0.30	0.60	緩	中	急	100	100	200	400	700	1.0	1.0	3.0	6.0	20	20	40	60	1	2	3	5	0.10	0.10	0.30	0.60	1.00	1.50	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	0	3	6	10	20	
	未	〃	〃	〃				未	〃	〃	〃	〃	未	〃	〃	〃	未	〃	〃	〃					未	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃						〃
	0.29	0.59						199	399	699			2.9	5.9			39	59					4		0.29	0.59	0.99	1.49			1.49	1.99	2.99	3.99	4.99		2	5	9	19		
1 人力	○	○	○		○	○	○	○	○	○			○	○			○	○			○	○	○		○						○	○	○				○					
2 馬	○				○	○		○	○	○			○	○			○	○			○	○							○	○	○	○									○	○
3 農用トラクタ	○	○	○		○	○		○	○	○			○	○			○	○	○		○	○							○	○	○	○	○				○	○				
4 人工シエラ	○	○			○	○	○						○	○			○	○			○	○			○						○	○	○				○	○	○			
5 ヤエーン	○				○	○	○						○	○			○	○			○	○			○						○	○					○					
6 クレーン	○	○	○		○	○	○						○	○			○				○	○			○	○	○				○	○	○				○					
7 リモコンウインチ	○	○			○	○	○						○				○	○	○		○	○	○		○	○					○	○	○	○	○		○					
8 モノレール(跨座式)	○	○			○			○	○				○	○			○	○			○	○			○	○					○	○									○	○
9 モノレール(懸垂式)	○	○				○	○	○	○				○	○	○		○	○			○				○	○					○	○	○								○	○
10 小積集材車(鋼製クローラ)		○	○		○	○		○	○	○			○	○	○		○	○			○	○					○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○			
11 小積集材車(ゴムクローラ)	○	○	○		○	○	○	○	○	○			○	○			○	○			○	○					○	○			○	○	○	○			○	○	○			
12 小積集材車(三輪)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○			○	○					○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○			
13 小積集材車(四輪)		○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○			○	○					○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○			
14 キャディトラクタ	○	○			○	○		○	○				○	○			○	○			○						○	○			○						○					
15 トラクタ(クローラ)		○	○		○	○		○	○	○			○	○			○	○			○	○					○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○			
16 トラクタ(ホイール)		○	○		○	○		○	○	○			○	○			○	○			○	○					○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○			
17 架線(エンドレスタイヤ)	○	○	○		○	○		○	○	○			○	○	○		○	○	○		○	○					○	○			○	○	○	○			○	○	○			
18 架線(キイチングキャレヅ)	○	○	○		○	○		○	○	○			○	○	○		○	○			○	○					○	○			○	○	○	○			○	○	○			
19 架線(リモコンキャレヅ)		○	○		○	○		○	○				○	○	○		○	○			○						○	○			○	○	○				○	○				
20 架線(ランニングスカイライン)	○	○	○			○	○	○	○	○			○	○	○		○	○			○						○	○			○	○	○				○	○				
21 架線(スラックライン)	○	○	○			○	○	○	○	○			○	○			○	○			○						○	○			○	○	○				○	○				
22 架線(モノケーブル)	○	○	○			○		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○			○	○	○				○	○			○	○	○				○	○	○			
23 架線(ハイリッド)	○	○	○		○	○		○	○				○	○			○	○			○	○					○	○			○	○	○				○	○	○			

4 主な間伐材搬出用機械器具

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。

表一七 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	最小旋回半徑	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

表一八 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 キャレージア 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、これに動力を内臓した搬器をのせ、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-9 ウィンチ

種類	機械名	主要性能			特徴
		重量	エンジン出力	索引力又はドラム数	
リモコンウィンチ	ポータブルリモコンウィンチ	kg 45	PS 3.3	kg 500	人肩運搬による携帯型
	ラジコンウィンチ	98	5.0	500	自走型, 手動操作切り替え可能
	リモコンウィンチ UFO	450	6.0	1,500	円盤型の内部にエンジン, ウィンチ無線機を組み込んだ自走型
ミニウィンチ	アクイアウィンチ	75	kW 4.8	1,500 1コ	自走式ミニウィンチ, チェンソーエンジン
	ひっぱりだこ	18	PS 1.2	350 1コ	可搬式小型ミニウィンチ, 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	300 1コ	自走式木寄せウィンチ 舟底型, 車体のため移動が容易である。容量の異なる2個のウィンチにより簡易架線集材ができる。

表-10 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, そのなかを滑走させて搬出する。
ポリシュラ 40型	40	mm 肉厚 5	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

5 林内作業車について

(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-11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。このときの本寄せ集材はモノケーブル線に近いところを機械木寄せ（リモコンウインチ）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-11 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 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	機械木寄	
10	480	多くなる	少 ない	人力木寄 機械木寄 (リモコンウインチ) } → モノ ケーブル → 林内作業車
15	330	多くなる	少 ない	人力木寄 機械木寄 (リモコンウインチ) } → 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 機械木寄 (リモコンウインチ) } → モノ レール → 林内作業車
30	160	少 ない	多くなる	人力木寄 機械木寄 (リモコンウインチ) } → 林内作業車
50	100		主とする	機械木寄 (リモコンウインチ) → 林内作業車

(2) 林内作業車の一般的な工期

林内作業者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-12 ① 林内作業車ウィンチによる木寄せ工程表

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 m	112 sec	154 回	0.257 m ³	39 m ³	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 (m³)

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 (m³)

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。



林内作業車による搬出 (やまびこ号 1 m³)

表-13

	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"> ○ 現在 17m/分を1速 25m/分まで早める。 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 ○ 間伐施業では、列条間伐の検討 ○ 木寄せ作業、積み込み作業の併用をはかる。
積込作業	(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"> ○ 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。 ○ 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。
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"> ○ 土場においての検尺作業から材の末口をそろえる時間の短縮 ○ 車を一挙に前進させ、材を落下させそれらの材を排土板等で処理する。 ○ タンテーブルを油圧装置（開発）で傾かせ荷おろしする。
搬出走行作業	(1) 林内走行	<ul style="list-style-type: none"> ○ 林内走行を容易にするため作業車へ排土板をアタッチメントし、作業道作設する。 ○ 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。
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） （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"> ○ 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。

6 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を越す場合は、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に選定する。
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。
 3. 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から使用機種によって必要な事項を加入すること。

7 点数制による集材方法の判別

現地において、どの集材方法が合理的か解らない場合が多いが、これをスコア制で大別する方法がある。

要因として、地形条件、集材条件、その他、の三つがあり、これをスコア表として表-13に掲載した。

検索は四つの機種で考えているがサンプル数が少ないのでアバウト判定と考えて頂きたい。これ以上のものは勘であり、勘こそ技術そのものの本体である。

表-14 集材方法判別分析スコア表

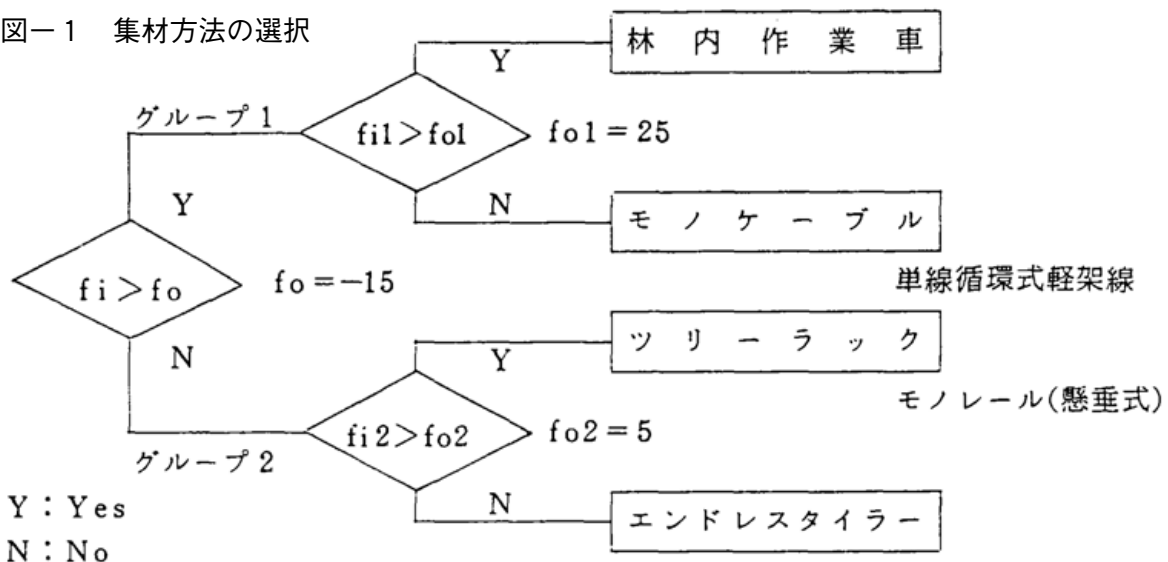
要因	カテゴリー内容		グループ1・グループ2 ^㉔			グループ1 ^㉖ (林内・モノケーブル)			グループ2 ^㉗ (ツリー・エンドレス)				
			サンプル	カテゴリースコア	レンジ	サンプル	カテゴリースコア	レンジ	サンプル	カテゴリースコア	レンジ		
地形条件	傾斜	1	0 ~ 15	度	18	0	101	11	-51	122	7	147	174
		2	15 ~ 30		60	40		41	40		19	-16	
		3	30 ~		40	-61		13	-82		27	-27	
	地形の複雑さ	1	単純	-	23	-6	7	13	129	161	10	-38	47
		2	複雑		95	1		52	-32		43	9	
	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		
集材条件	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	
	間伐量	1	~ 50	m ³	32	71	111	22	16	53	10	81	574
		2	1.0 ~ 150		51	-40		25	-30		26	208	
		3	3.0 ~		35	-7		18	23		17	-366	
	伐採木の大きさ	1	~ 0.1	m ³	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

次の図-1 をみて頂きたい。上記表-14 の④欄の該当点数を合計して、その点数15以上なら Y (yes) の方へ進み、次に⑥の欄の点数を合計して25以上なら林内作業車であり、未満ならモノケーブルである。以下グループ2 の場合も同じ理論である。

図-1 集材方法の選択



それでは具体的な例でやってみましょう。表-15の現況に対するスコアを表-14から引き出すとSTEP-1 ㉔の合計168になる。これは図-1の判別点-15よりも大きいから検索する機種はグループ1に属するモノとなる。そこで表-14のSTEP-1 ㉔の欄からさらにスコアを引き出すと、その計は306となる。これは図-1の判別点25よりも大きいから求める集材機種は林内作業車となる。

表-15 集材方法判別事例（A現場）（例）

要 因	現 況 (例)	STEP-1 ㉔ グループ判別	STEP-2 ㉕ グループ判別
		ス コ ア	ス コ ア
地 形 条 件	傾 斜	16 度	40
	地 形 の 複 雑 さ	単 純	-6
	下 層 植 生	サ サ	6
集 材 条 件	伐 区 面 積	0.35 ha	-5
	間 伐 量	85 m ³	-40
	伐採木の大きさ	0.21 m ²	81
その他	伐区から林道まで	310 m	92
合 計 (fi, fil)		-	168
判 別		-	fi > fo
判別境界値 (fo, fil) fo = -15, fol = 25		-	グループ1 林内作業車

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%を入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 BFY908RW₁
1日の工期：5 m³/台・日（本県は初心者が多かったが熟練したら十分行える）
- 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) BFY908RW_iの購入価格 940,000円/台

1台1日当たりの償却費は、

$$\frac{\text{購入価格}\times 0.9}{\text{耐用年数}\times\text{年間稼働日数}} = \frac{940,000\times 0.9}{6\text{年}\times 150\text{日}} = 940\text{円}/\text{日}\cdot\text{台}$$

(141,000円/年 190円/m³)

イ) チェンソーの購入価格

1台1日当たりの償却費は、

$$\frac{150,000\times 0.9}{3\text{年}\times 150\text{日}} = 300\text{円}/\text{日} (45,000\text{円}/\text{年}, 86\text{円}/\text{m}^3\div 3.5\text{m}^3 (\text{代木造材}))$$

③ 整備修理費

$$\text{m}^2\text{当たり機械償却費} \div \frac{\text{償却比率}}{\text{定期整備費率}} \times \text{年間生産量}$$

ア) 林内作業車

$$190\text{円}/\text{m}^3 \div \frac{0.9}{0.75} \times 750\text{m}^3/\text{年} \doteq 119,000\text{円}$$

イ) チェンソー

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

④ 燃料費

ア) 林内作業車

$$5\text{L}/\text{日}\times 150\text{日}\times 65\text{円}/\text{L} \doteq 49,000\text{円}$$

イ) チェンソー

$$0.6\text{L}/\text{m}^3\times 750\text{m}^3\times 125\text{円}/\text{L} \doteq 56,000\text{円}$$

⑤ 労務費

ア) 林内作業車運転手

$$12,000\text{円}/\text{人}\cdot\text{日}\times 150\text{日} = 1,800,000\text{円}$$

イ) 伐木造材手

$$750\text{m}^3\div 3.5\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日} \doteq 214\text{日}$$

$$12,000\times 214\text{日} = 2,568,000\text{円}$$

ウ) 人力き寄せは現場の傾斜、木寄せ距離、引き下げ等、作業能率を考慮し、有利な箇所を実施することとし、生産量の30%程度を見込み所要人工数45日 ($150\text{日}\times 0.3=45\text{日}$) とする。 $12,000\text{円}/\text{人}\cdot\text{日}\times 45\text{日} = 540,000\text{円}$

(3) ま と め

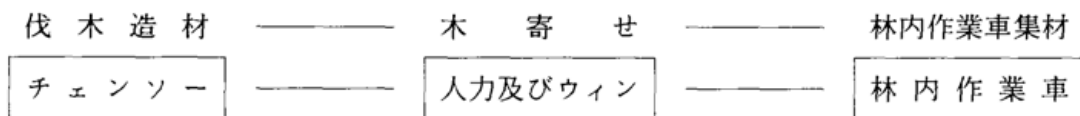
① この試算は、使用する林内作業車の処理能力を基礎とし、年間生産量を積算したもので、それぞれ

表-16

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 12,000円/人・日

(4) 機械購入費 チェンソー150,000円/台 林内作業車940,000円/台

2 年経費

区分	チェンソー	木寄せ	林内作業車	計
機械償却費	45,000		141,000	186,000
整備修理費	54,000		119,000	173,000
燃料費	56,000		49,000	105,000
労務費	2,568,000	540,000	1,800,000	4,908,000
計	2,723,000	540,000	2,109,000	5,372,000

3 労働生産性

(林内作業車+伐木造材+木寄せ)
年生産量÷延べ人数 = $750 \text{ m}^3 \div (150 + 214 + 45) \approx 1.83 \text{ m}^3$

4 生産コスト (m³当り)

$5,372,000 \div 750 \text{ m}^3 \approx 7,000 \text{ 円}$

(注) この他に、林内作業車用の作業道を開設したいときには、作設費を加算すること。

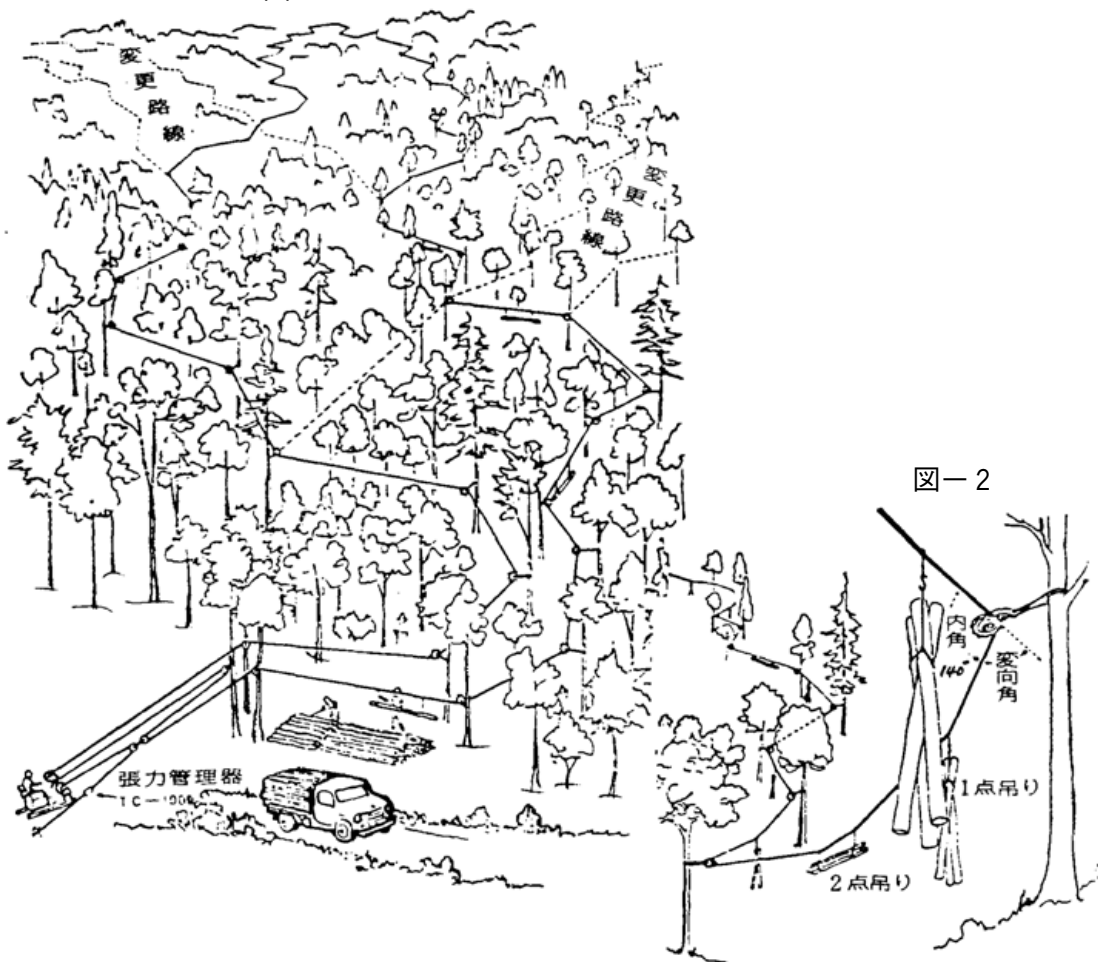
れの前提作業条件下においては、当然のことながら工期と稼働日数の変動により年間の生産量も変動する。なお、本県は導入当時の経験者がリタイアしたため、初心者が多くとりわけ調査事例がそうであったため、福岡・愛媛等の工期を参考にして5m³で試算した。

- 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業費は除外したが、一般的には必要に応じてm当たり400~1,200円で作設しているため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。

8 単線循環式軽架線（ジグザグ架線）について

この方式は、図-1のように主索1本を林内に張り廻し、エンドレスとし、この主索に木材を固定して搬出する方法である。各支柱において、主索を支持する滑車は専用の滑車（片持滑車）を使用し、動力は、小型の集材機を利用する。

図-1



(1) 特 長

- ① 施設費が大幅に節減される。
- ② 架設に高度な技術ならびに経験を必要としない。
- ③ かなりの省力が期待される。
- ④ 残在木の損傷が少ない。



単線循環式軽架線の荷掛け

(2) 専用滑車の種類

ZB (ジグザグブロック) 型……長崎鉄工所、金崎鉄工所
 丸元式 (サクラ滑車) ……………関東索道
 F 型滑車……………東京林業索道
 安全コの字滑車……………愛林興業

(3) 架 設

① 路線の設定

- (イ) 荷おろし場は、あとに続く輸送の積込み作業へのつながりを考えて決定する。
- (ロ) 集材機を据えつける位置や、アンカーを取る根株、緊張を調節するヒールを組む場所、それに必要なブロックを取り付ける支柱用立木を選び、荷おろし場附近の索の引きまわしかたを決定する。(図-3)
- (ハ) 運搬索への木寄せ作業と、林地の状況を考慮しながら終点から順に滑車を取り付ける支柱を選びつつ路線を決定する。
- (ニ) 路線の曲げ角度は、120~160度程度であるが、140度前後が理想的である。(図-2)
- (ホ) 路線の勾配は20度以下になるよう選定する。急勾配すぎると荷がすべるので滑車の取り付け位置などを検討する必要がある。

図-3 集材機の据え方と荷おろし場のとり方の例

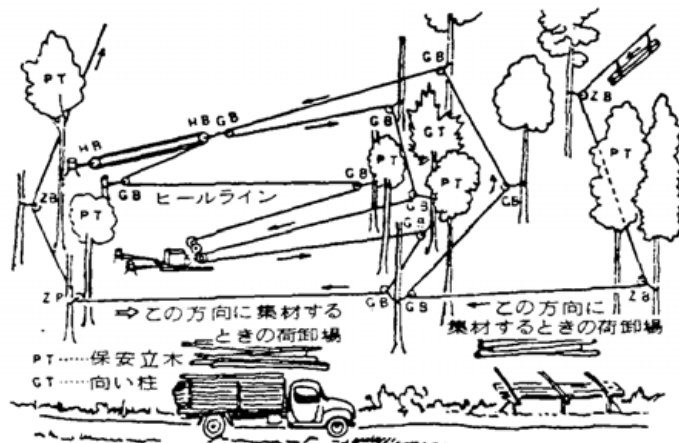
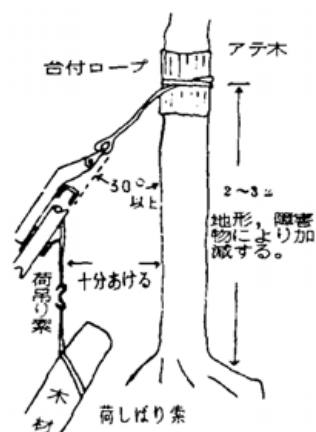


図-4 支柱と滑車の取り付け方



② 支柱の選定

- (イ) 支柱は、できるだけ太く丈夫な立木を選ぶ。
- (ロ) 支間距離 (支柱の間隔) は20~50m の範囲とする。

(イ) 支障木を発生させない路線となるよう支柱を選ぶ。

(ニ) 滑車の取り付け高さは、2～3m程度とする。
荷が地上の障害物に当たらぬ限り低い方が作業に便利である。(図-4)

(ホ) 支柱が細い場合は、添え木や、控えを設ける。

③ 運搬索(主索)

運搬索は長い区間を張り廻すが、これを支える支柱の数が多いため比較的細いワイヤーロープを使用することができる。



特殊滑車 (F滑車)

荷重と運搬索及び滑車の関係

(安全率=6)

使用ワイヤーロープ径	最大荷重	滑車のシーブ径	常用負荷	最適動索張力
5~6 mm	40 kg	7 吋	1.5 トン	200 kg
9	160	9	2	800
12	240	12	3	1,200

(4) 集 運 材

① 荷かけの方法

荷の運搬は、荷吊り索(ナイロンロープ、クレモナロープ、ワイヤーのストランドその他の化繊ロープ)を、運搬索に2～3回巻きつけ、その先にS環又は荷かけ用フックをかけ、それに荷しばり索をかける。S環やフックの代用に木の枝による目通(かんざし)でもよい。(図-5)

運搬索が高くて荷かけがしにくい場合は図-6の要領で荷かけする。

図-5 荷かけの方法

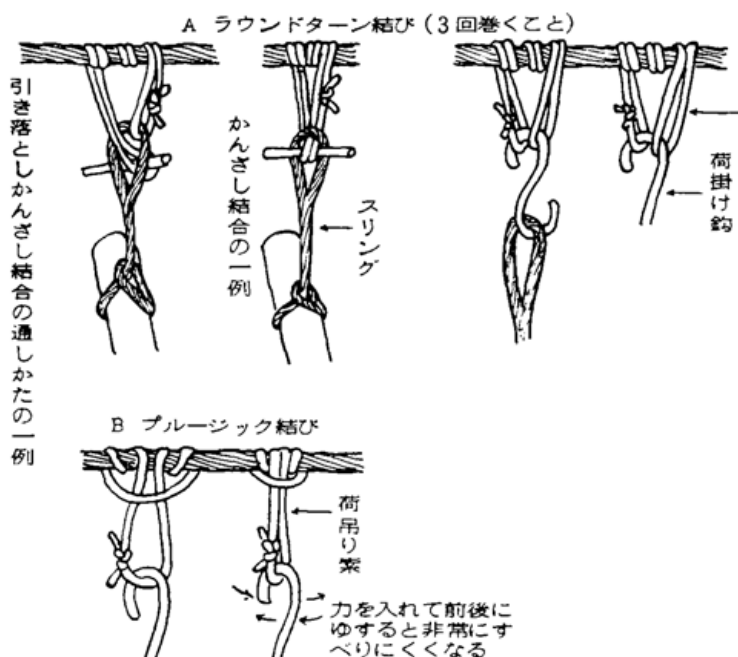
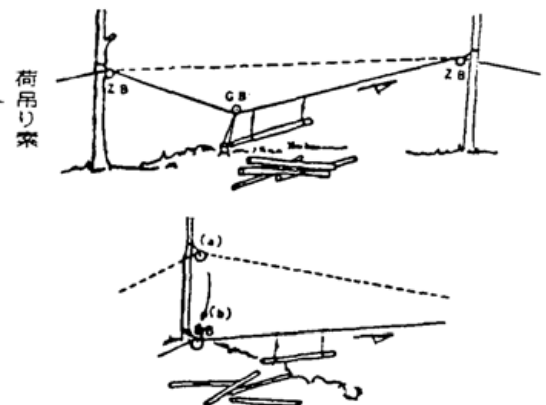


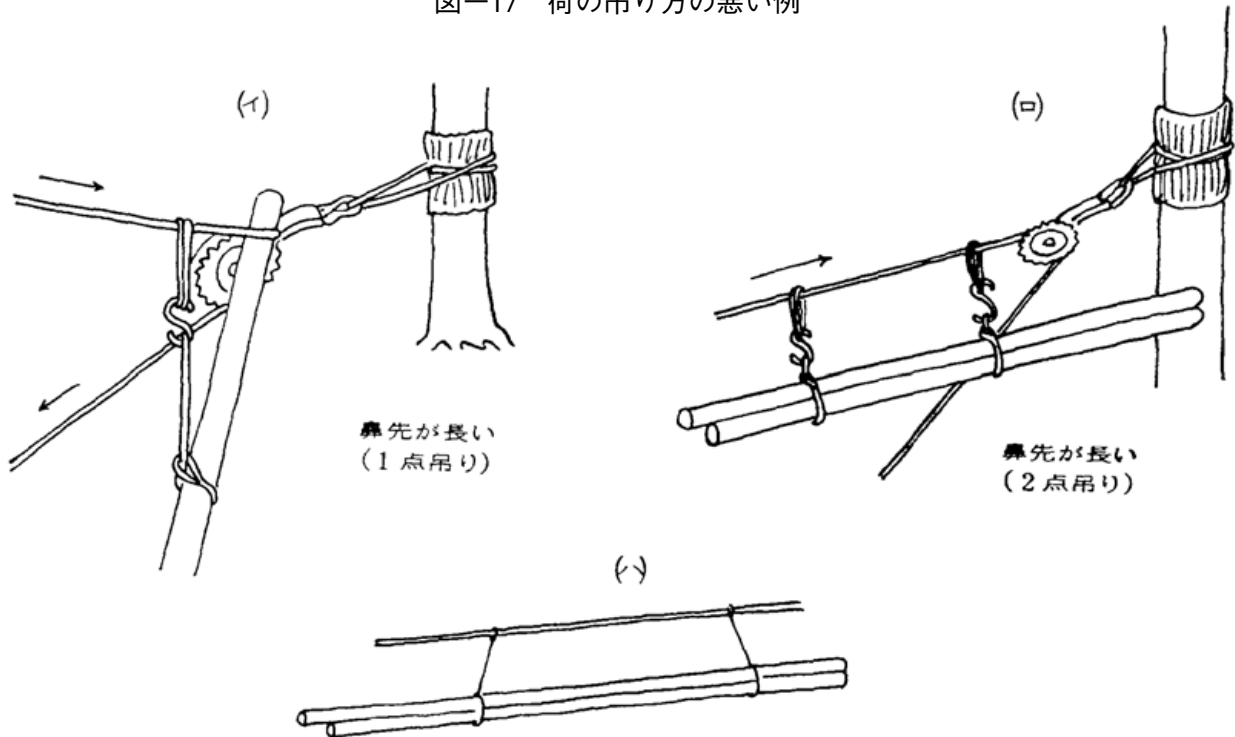
図-6 荷かけの方法



荷かけは、沿線の任意の場所で行うことができる。ただし、1か所に大きい重い荷を吊らないこと、小さく分けて多数の運送にすることがかえって功程をあげることになる。

1点吊りでも、2点吊りでも鼻先を長くすると専用滑車通過のとき、材が支柱にあたったり、1点吊りでは材が運搬索と専用滑車の間にくいこんだりして、脱索、荷吊り索の切れる原因となるので、なるべく鼻先は短く吊ること。

図-17 荷の吊り方の悪い例



② 安全管理

- (イ) 運転と荷掛け、荷おろし間の連けいをよくするためトランシーバーなどを使って安全作業につとめること。
- (ロ) 運搬索の張力には常に気をつけて危険な過大張力の発生を防ぐこと。
- (ハ) 多くの荷を吊って制限張力を越えそうになれば、引き締め索をゆるめて運搬索のたるみを増加させて減少させる。
- (ニ) 内角作業は禁止。屈曲させた索の内角、特に滑車の近くには安全を十分確認した上でなければ立ち入らないこと。
- (ホ) 索張りは簡単であるが、安全衛生規則を十分守り安全作業につとめること。

9 自走式搬器（スカイキャリー、ラジキャリー等）について

間伐材の搬出には主な方法として前述した林内作業車、単線循環式軽架線、のほかに“走る集材機”と言われるラジコン付自走式搬器がある。

当センターでは研修教材としてスカイキャリーを導入したのでこれを主体に述べるが両者にほとんど共通している部分が多い。

表一七 単線循環式軽架線の機材、数量及び価格

() 内数字は必要数量

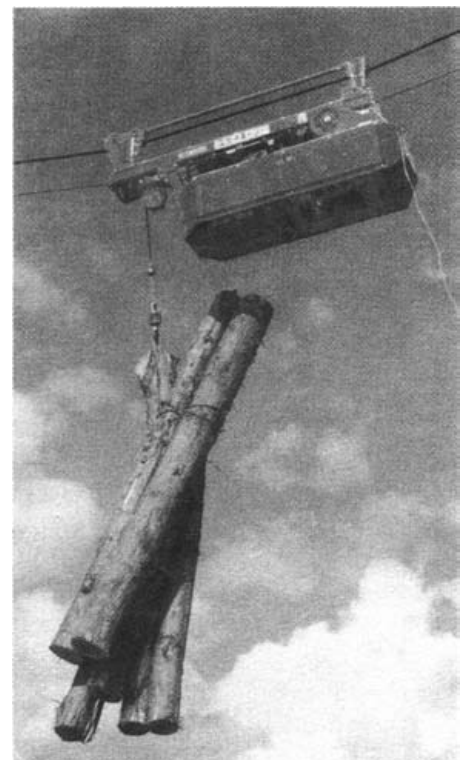
品名	規格	単位	単価 (H. 11. 10)	般 出 距 離					備 考	
				300m	500m	700m	1,000m	1,500m		
集材機	6～10 PS	台	800,000 1,550,000	(1) 800,000	(1) 800,000	(1) 1,550,000	(1) 1,550,000		滑車類は、地況、林況により数量が増減する。運搬索は6×7C/Lでも可。荷吊り索は化繊ロープ、麻綱等の使用も可。	
	10～15 PS	台	1,915,000					(1) 1,915,000		
滑車	9 吋	個	26,000	(10) 260,000	(15) 390,000	(20) 520,000	(25) 650,000			
	12 吋	個	38,000					(30) 1,140,000		
車	スナッチブロック	7 吋	11,000	(10) 110,000	(12) 132,000	(15) 165,000	(17) 187,000	(20) 220,000		
		8 吋	13,000							
クリップ類	シャックル	12 m/m	450	(2) 900	(2) 900	(2) 900	(2) 900	(2) 900		
	ワイヤクリップ	8～10m/m用	350	(20) 7,000	(20) 7,000	(20) 7,000	(20) 7,000			
	”	10～12m/m用	400					(20) 8,000		
	キートクリップ	# 10	3,800	(2) 7,600	(2) 7,600	(2) 7,600	(2) 7,600	(2) 7,600		
ワイヤロープ	運搬索	6×19φ8m/m	156	(350) 54,600	(550) 85,800					
	”	” φ10m/m	180			(800) 144,000	(1,100) 198,000			
	”	” φ12m/m	250					(1,600) 400,000		
	控索	” φ10m/m	180	(200) 36,000	(300) 54,000	(400) 72,000	(500) 90,000	(500) 90,000		
	台付ロープ	” (3M) ”	本	1,400	(10) 14,000	(15) 21,000	(20) 28,000	(30) 42,000	(40) 56,000	
その他	トランシーバー	組	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000		
	チルホール	TU-16	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000		
合 計						1,450,100	1,658,300	2,654,500	2,892,500	3,997,500

表一18 搬出経費積算表

		平均搬出距離					摘 要		
		300 m	500 m	700 m	1,000 m	1,500 m			
総 機 材 費 (円)		1,450,100	1,658,300	2,654,500	2,892,500	3,997,500	機種, 型式, 規格等により異なってくる。		
架設人工数	延 人 工 数 (人)	6	7	9	10	12	地型による20%±がある。		
張替	部分張替の規模により1人~5人を要する (人)								
撤去	架設人工数の約50% (人)	3	3.5	4	5	6			
実 作 業 運 入 工 数	小 計		9	10.5	13	15	18	地形, 林令, 樹種等により±30%の増減がある。 人力木寄せ距離が20m以上の場合は木寄せ人工を加える。	
	編成人員 (運転1, 荷おろし1, 荷かけ2) 4人1組とする (人)		4	4	4	4	4		
	一日の功	運搬回数	1日6時間, 1荷平均5分 (回)	60	59	57	54		50
		1荷の積荷	0.2m ² (末口13cm×4m×3本) (m ²)	12	11.8	11.4	10.8		10
	1m ² 当り実作業延人工数 (木寄せ等副作業含む) (人)		0.33	0.34	0.35	0.37	0.40		
1 当 機 材 費	集 材 機	購入費+整備費(購入費×0.3) = 289 耐用時間(3,600) 560 692 (円)	289×6/12 145	289×6/12 145	560×6/11 305	560×6/11 305	692×6/10 415	表1より算出する。	
		ワイヤー類	購入費 運搬索・控索・台付ロープ 耐用材費 2,500m ² (円)	42	64	98	132		218
	器具及び附属品	購入費 専用滑車・スナッチ・クリップ類・ 耐用材費 トランシーバー・チルホール 6,000m ² (円)	91	116	143	169	256		
	小 計		278	325	546	606	889		
1 当 燃 料 費	1PS当り1時間の消費量	軽油 0.2ℓ オイル 0.02ℓ	48 48	49 49	84 84	89 89	144 144	1ℓ当り軽油 80円 オイル 800円	
1 m ² 当たりの機材費と燃料費		374	423	714	784	1,177			

(1) スカイキャリーの特長

- 1) 従来の集材索道に比べて、索張り架設、撤去が簡単です。
 - ① 索張りは、主索と走行索の2本で副資材が少なく済みます。
(巻き上げ索は本体に内蔵されています。)
 - ② 従来の索道のように集材機の設置場所を必要としません。
 - ③ 急傾斜地対策のために走行ドラムを2個装着しており、外側のドラムを利用することにより、安全性が高まります。
 - ④ 機体外側のドラムを利用して、リードロープの引き回し等、補助動力として利用出来ます。
 - ⑤ 作業人員も2～3名と少なく済みます。
- 2) 主索、走行索共に両端固定で、索が動きませんので立ち木や索同士の接触がほとんど有りません。
- 3) 運転操作は無線制御のダイヤル式で任意のスピードが得られ、運転が容易です。
 - ① アクセルダイヤルを回すと、低速から高速へスムーズに動作できますので、熟練を要しません。もちろんストップもダイヤルを元に戻せば瞬時に行えます。(リアルタイムで作動します。)
- 4) 横取り用案内ローラーが付いています。
 - ① 特殊機構の案内ローラーによりワイヤロープを傷める事なく横取り作業がスムーズに行え間伐材の搬出に最適です。
 - ② 主索の地上高にもよりますが、30m～40mの横取りが可能です。
- 5) 走行用エンドレスドラムが複数個装着されています。
 - ① 索張りの際、動力として有効な利用が出来て労力の削減を図れます。
 - ② 多様な索張りを可能としています。
- 6) 機体の枠の中空体が燃料と作動油タンクになっています。
 - ① 省スペースとなり機体の保守点検が容易です。
 - ② 機体が一体構造のため剛性があり、機体が堅固に出来ています。
 - ③ 機体の枠が燃料タンクのため、大容量の燃料が補給できます。
- 7) 機体の自走が出来ます。
 - ① 機体底部がソリ状になっているので自走させることが出来、林地での移動がスムーズに行えます。
- 8) 油圧駆動による安全性。
 - ① 油圧安全弁の働きで、過負荷、過巻を防止できます。もちろんブレーキ力も十分です。
(メカニカルブレーキ、カウンターバランス弁内蔵)
- 9) 作業の安全性。
 - ① 地上における内角作業がほとんどありません。
 - ② 運転者はいつも安全な位置に移動して操作が出来ます。



スカイキャリーでの搬送

(2) 架設順序

① 測量

距離、角度と方向を確認し作業に最適な路線を選定します。



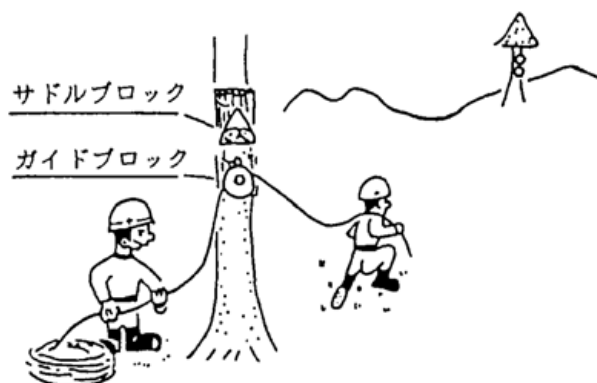
② 元、先柱及びスタンプ作設

強度の十分あるものを選定します。控え索も十分取ります。



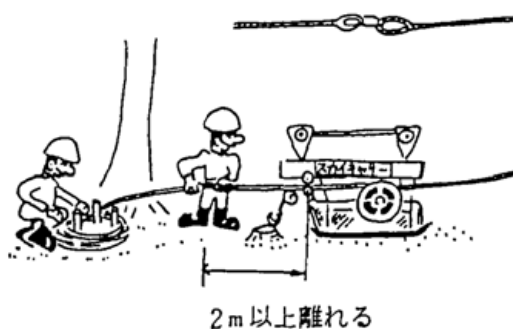
③ リード索の搬送

リード索はナイロンロープ等の軽くて強度のあるものを使用します。

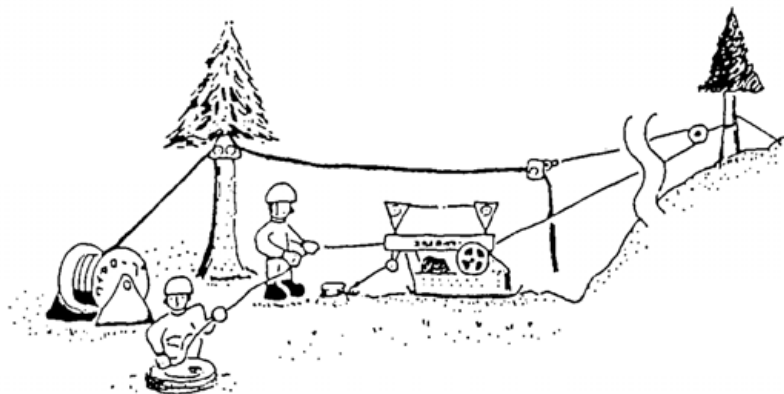


④ 走行索の搬送

スカイキャリーの特長を利用して外側の走行ドラムでリード索を巻き取り、走行索の搬送を行います。

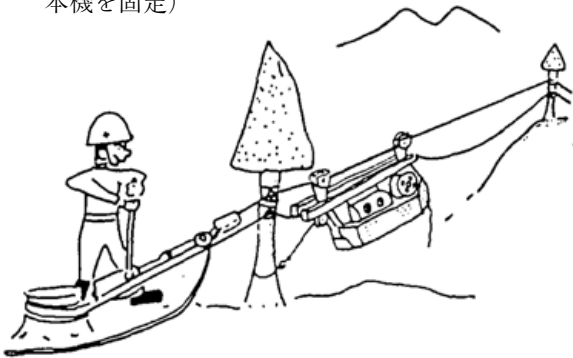


⑤ 主索の搬送



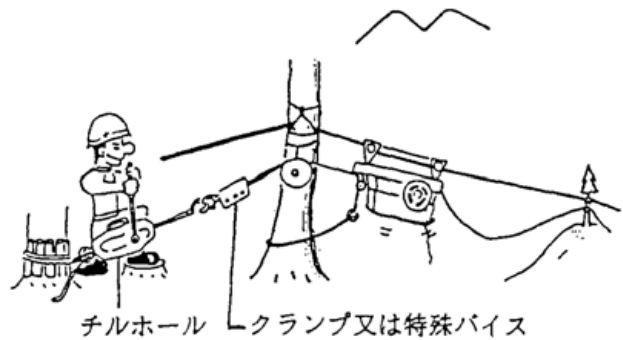
⑥ 主索の緊張

主索の搬送後、主索の緊張を行います。ヒールブロック等の器具は十分な強度のものを使用します。(△本機を固定)



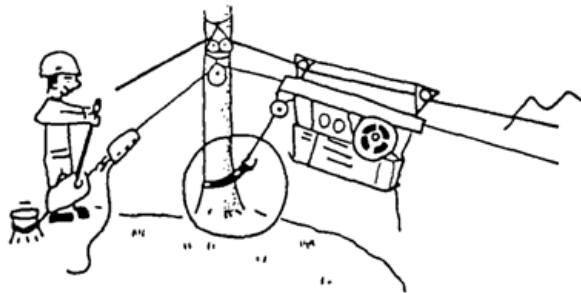
⑦ 走行索の緊張

走行索を機体中央のドラムに巻通し走行索の緊張を行います。(△本機を固定)



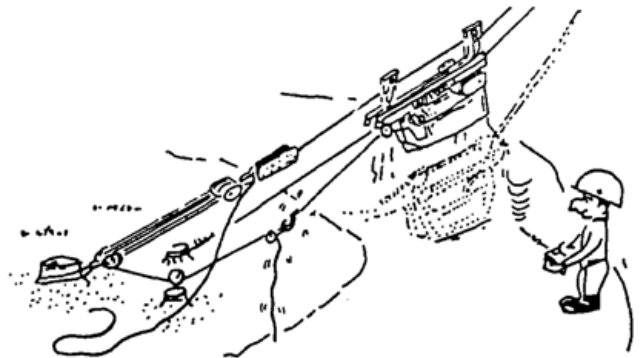
注. △傾斜地、緊張時の注意点

主索、走行索緊張時に本機が走らないように巻き上げワイヤで固定します。



(参考)

スカイヤリーの巻き上げを利用してヒールワイヤを巻き取り、主索を張り上げることが出来ます。



⑧ 峰越作業

支柱を利用した峰越え作業も当然可能です。



⑨ △各部の点検

全ての架設作業完了後、各部の点検を行います。又試運転時、重要な箇所には人を配置し異常の有無を確認します。

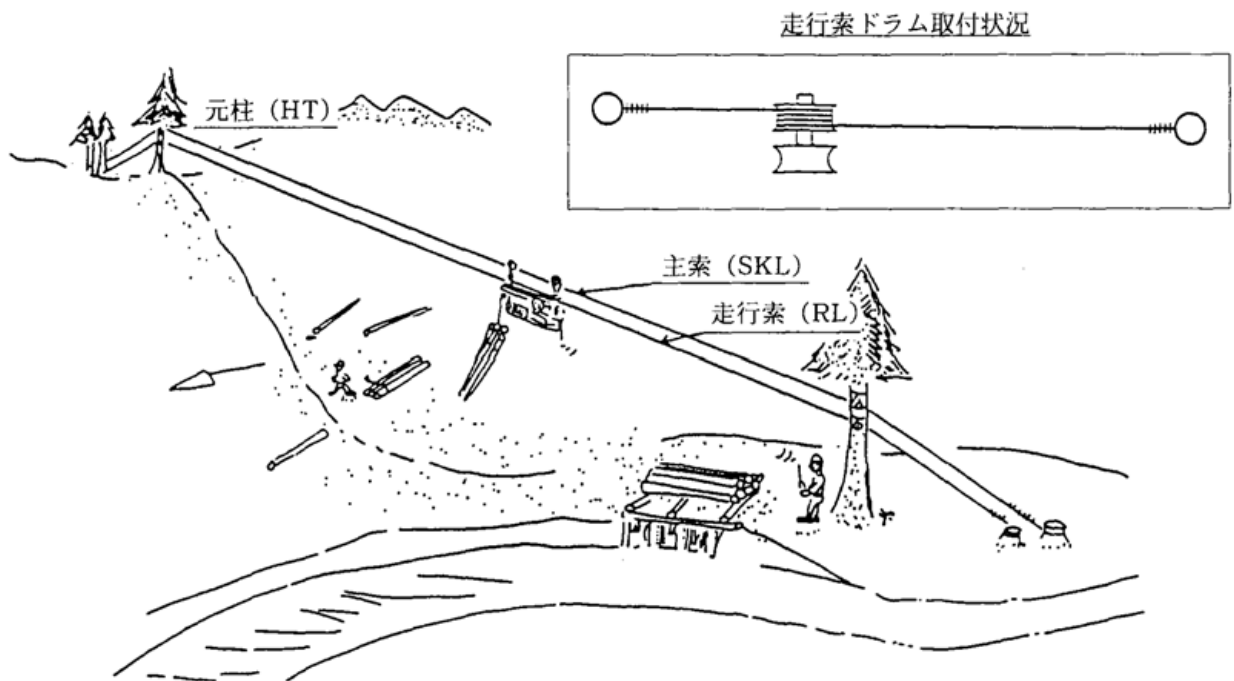


△ (注) 架線の撤収の際、走行索を緩めた時、本機がすべりださないように本機を固定して下さい。

(3) 各種索張り図

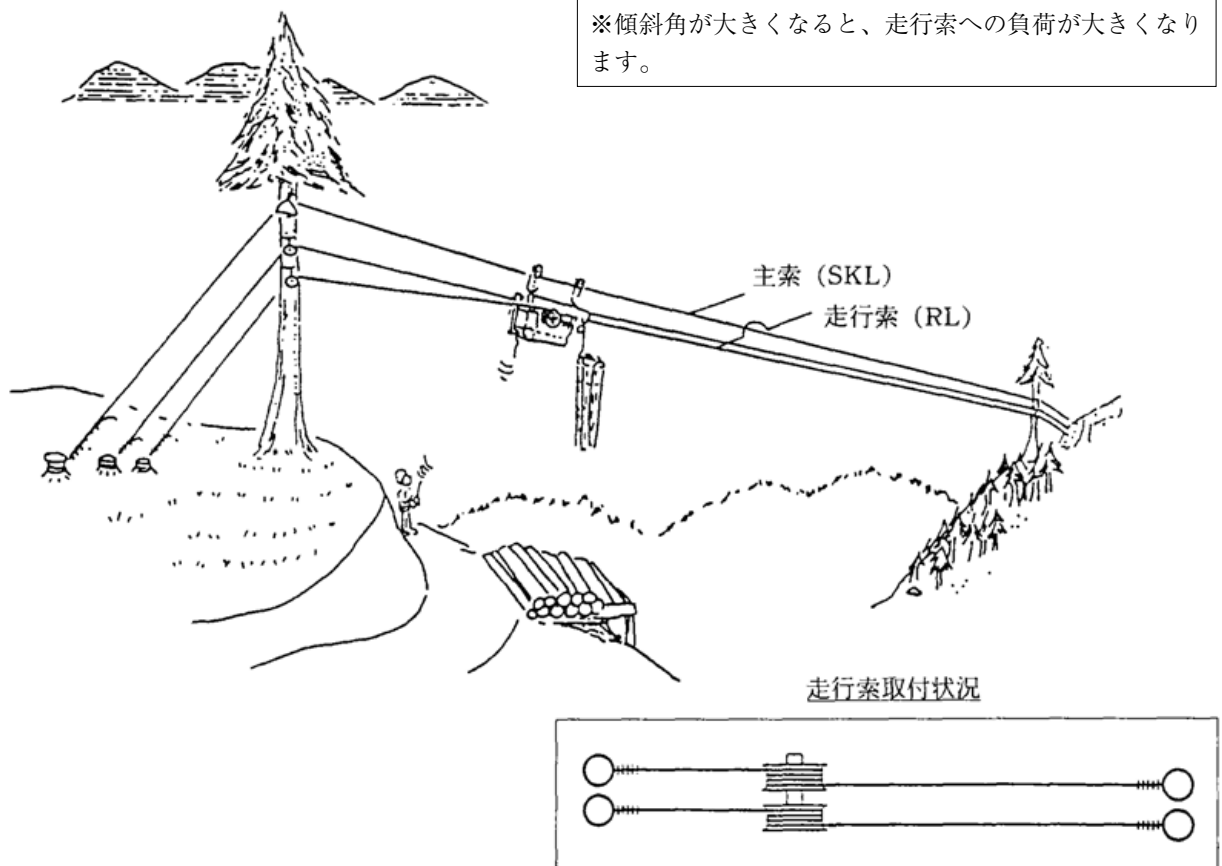
I スカイキャリア走行索1線式索張り図

傾斜角 20° 未満の現場にて使用され、最も一般的な索張り方法です。



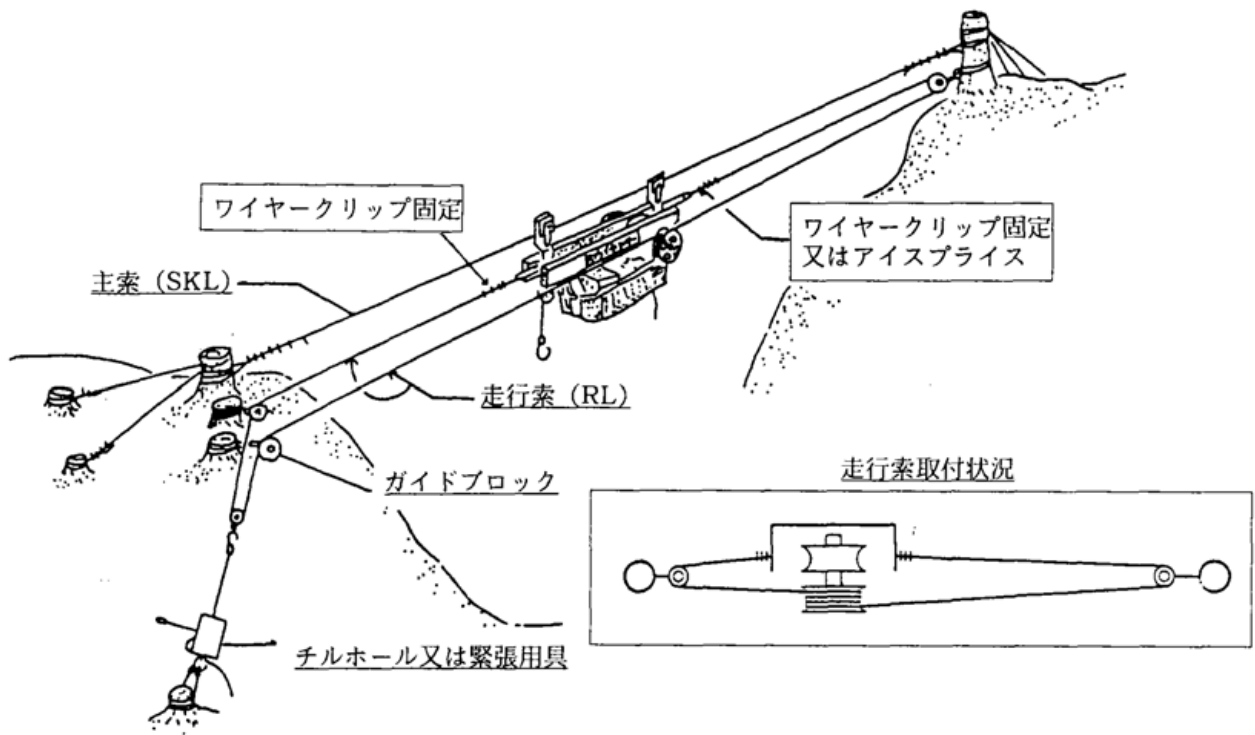
II スカイキャリア走行索2線式索張り図

傾斜角 20° 以上の現場では制動力のアップと、安全性の向上をはかるため、この方法を行います。
 ※傾斜角が大きくなると、走行索への負荷が大きくなります。



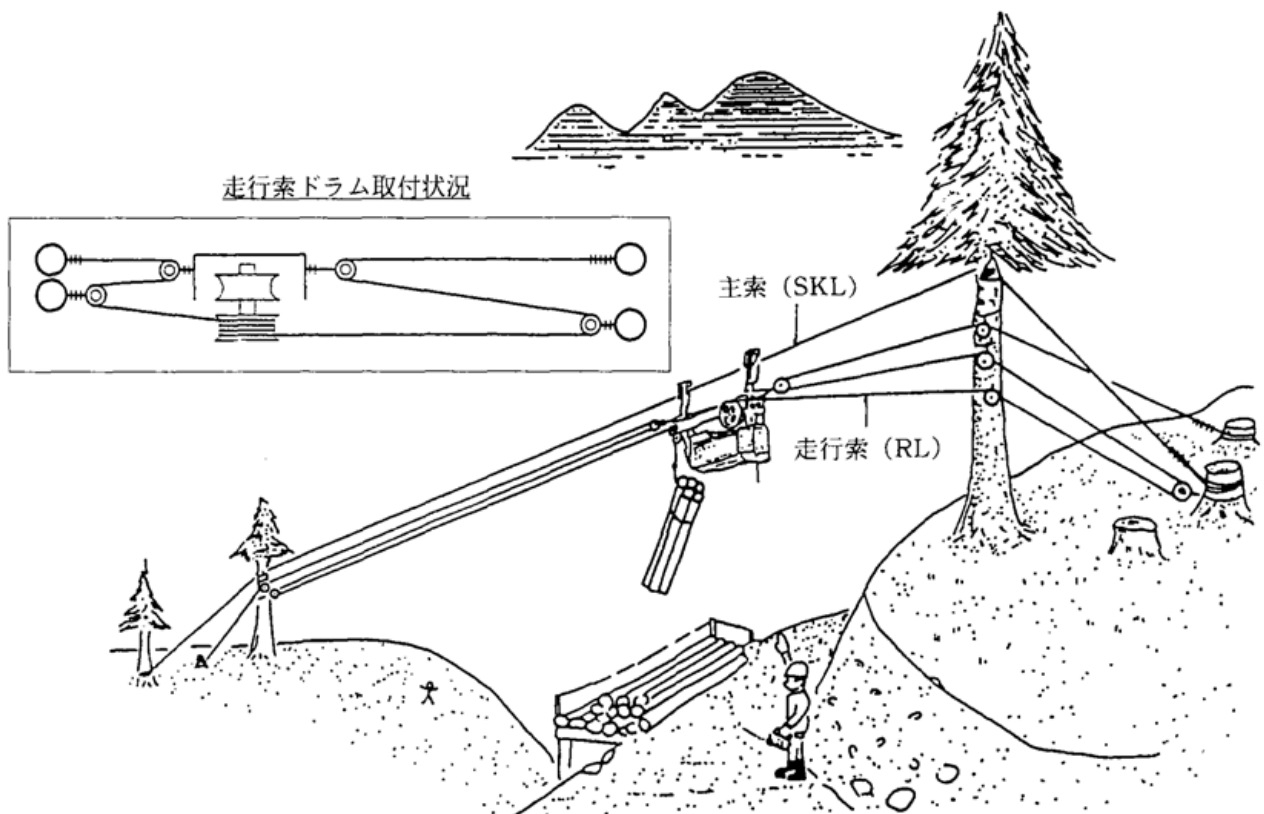
Ⅲ スカイキャリア走行索2線ダブル式
走行能力2倍1/2減速型索張図

急傾斜の現場で、上げ荷の場合に用いられる方法です。
若干速度は落ちますが、楽に荷を搬送します。



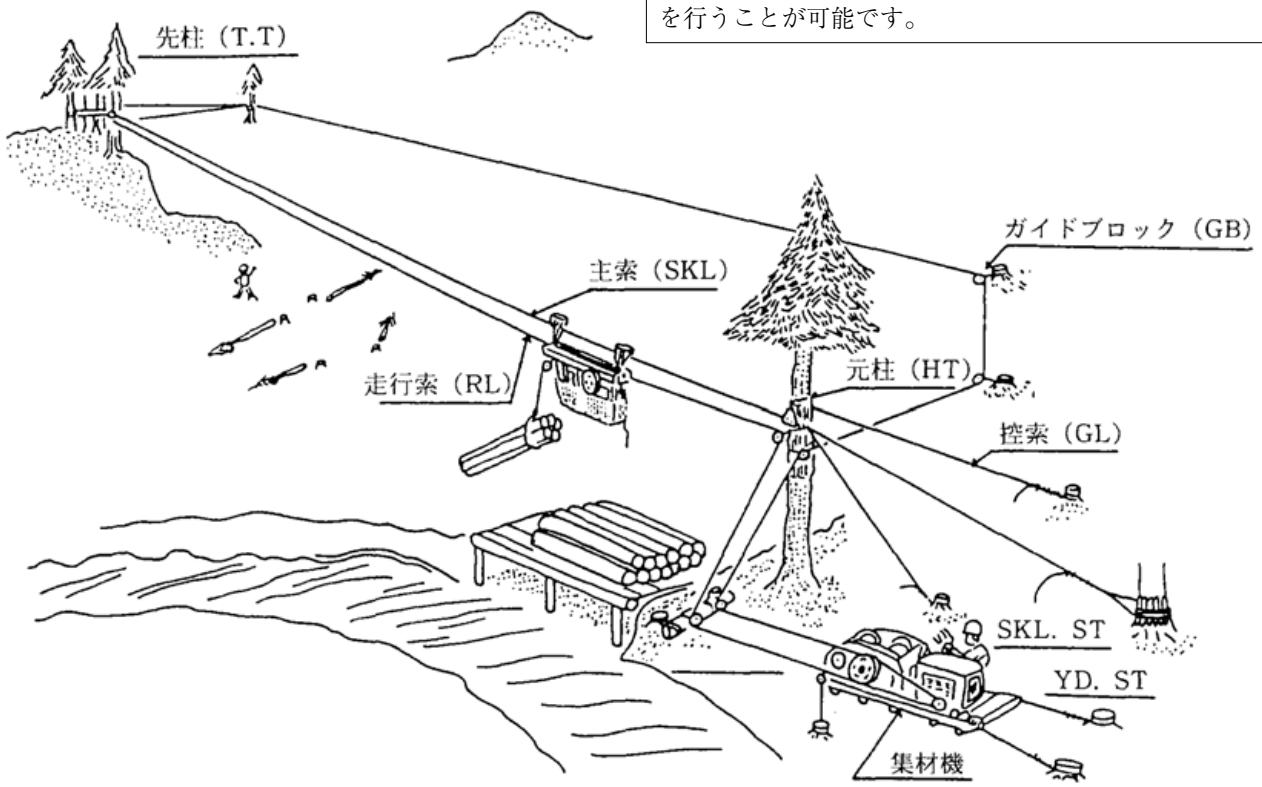
Ⅳ スカイキャリア走行策3線ダブル式
走行能力3倍1/3減速型索張図

急傾斜の現場で上げ荷であり、吊り荷の重量を減らせな
い時に使用する方法です。速度の微調整が必要な現場で
も有効です。



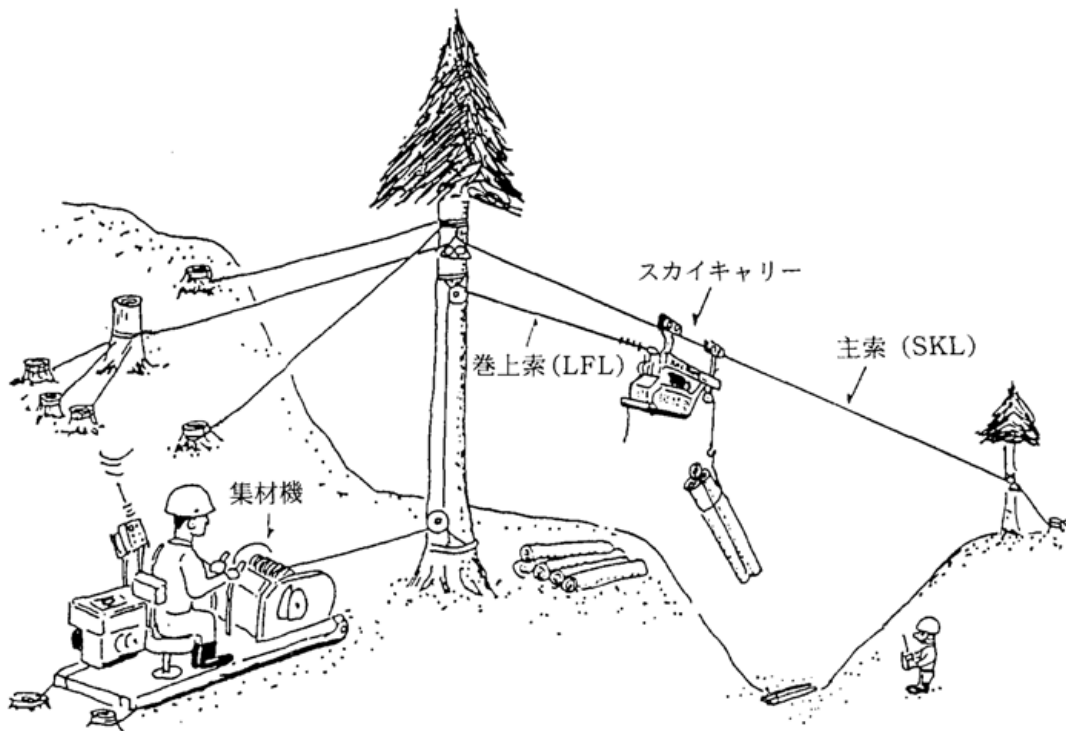
V スカイキャリアーと集材機組合せ型

長スパンの現場で使用します。走行速度のアップが可能です。又木寄せ作業の際スカイキャリアー単体での走行、集材が可能ですので、集材機のオペレーターは他の作業を行うことが可能です。



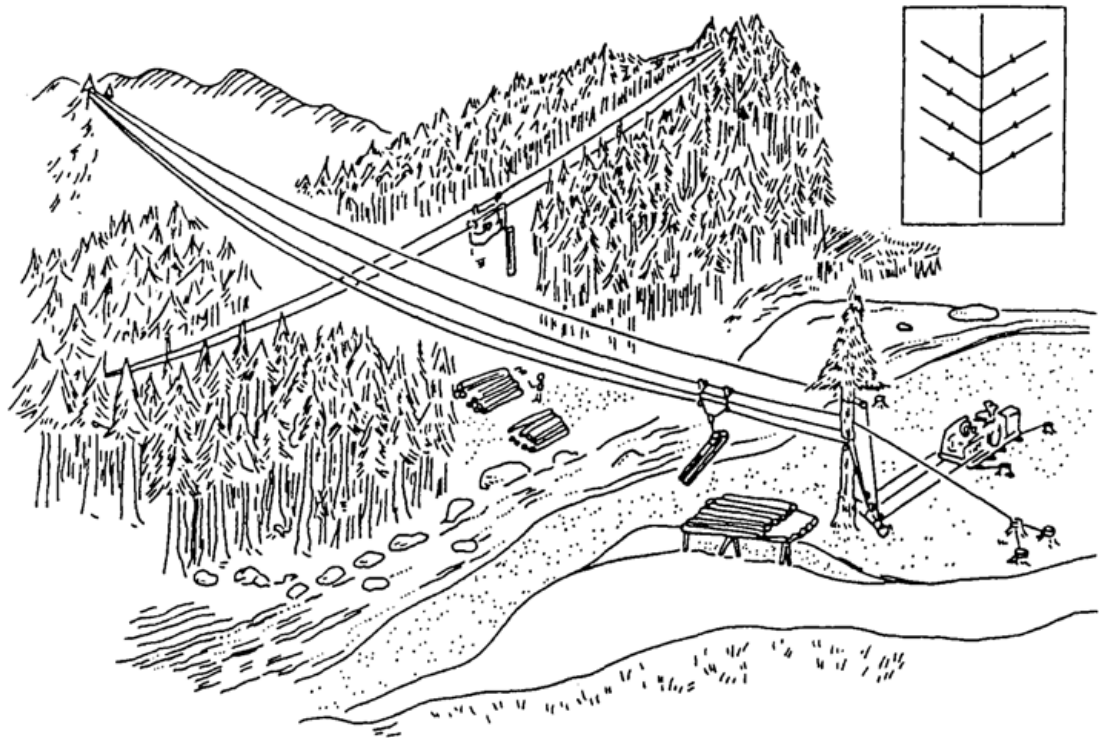
VI 急傾斜地における集材機との併用型
(タイラー式スカイキャリアー+集材機)

急傾斜地において、走行（登坂）を集材機で行い、集材能力アップを行うための索張り方式です。



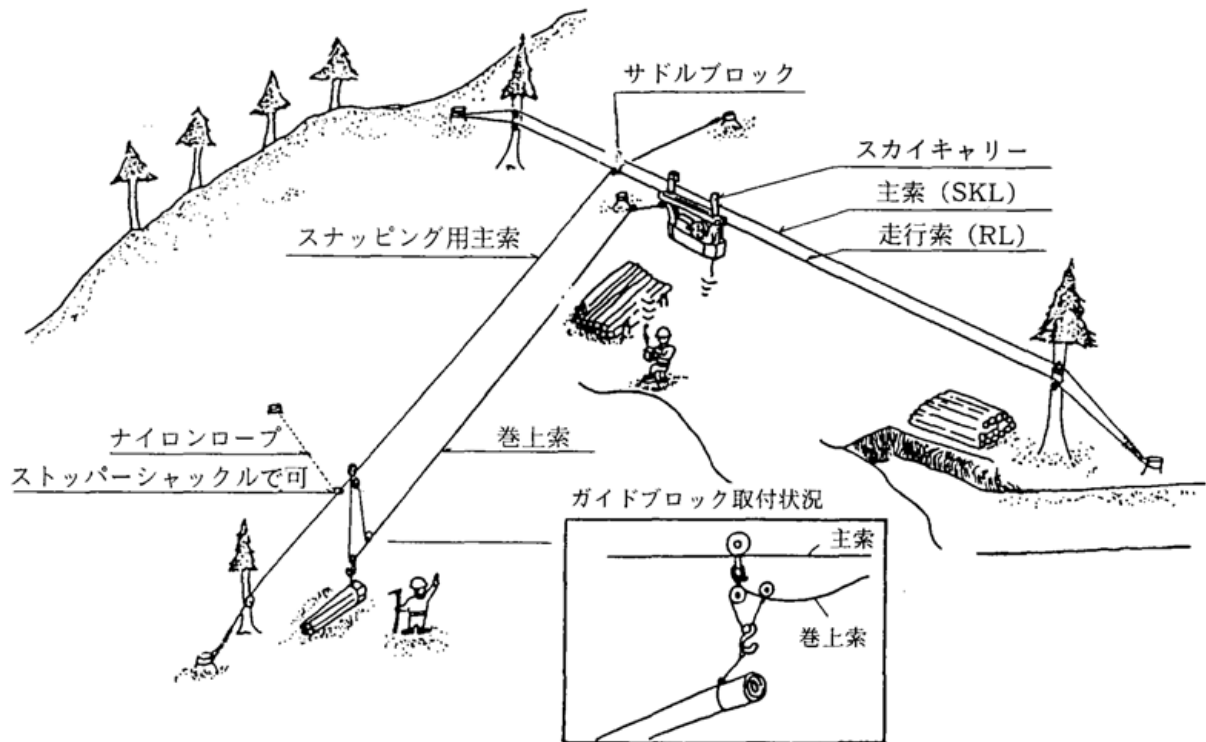
Ⅶ スカイキャリアと集材機による2段集材
集材線の木寄せ集材

木寄せ作業と運搬作業とを分けた方式でスカイキャリアの持つ特性の木寄せ作業を少人数で行い、まとめて集材機で運搬する方式です。



Ⅷ スカイキャリアによる急傾斜地横取り索張図
(スカイキャリア+変形スナッピング方式)

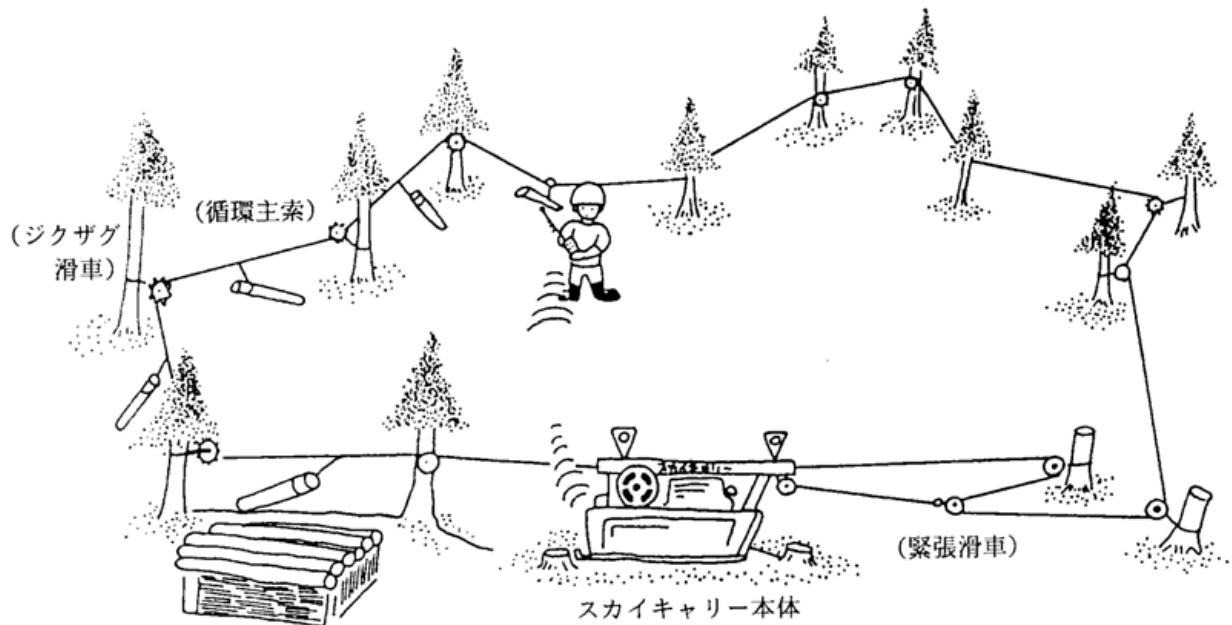
急傾斜地における横取り作業においては人員の移動が大変なので、その移動を極力少なく出来る横取り作業の一つの方法です。



IX スカイキャリアーによる主索循環式索道

小面積の理想的な間伐を行うための方式で、あらゆる角度、方向をとることができます。

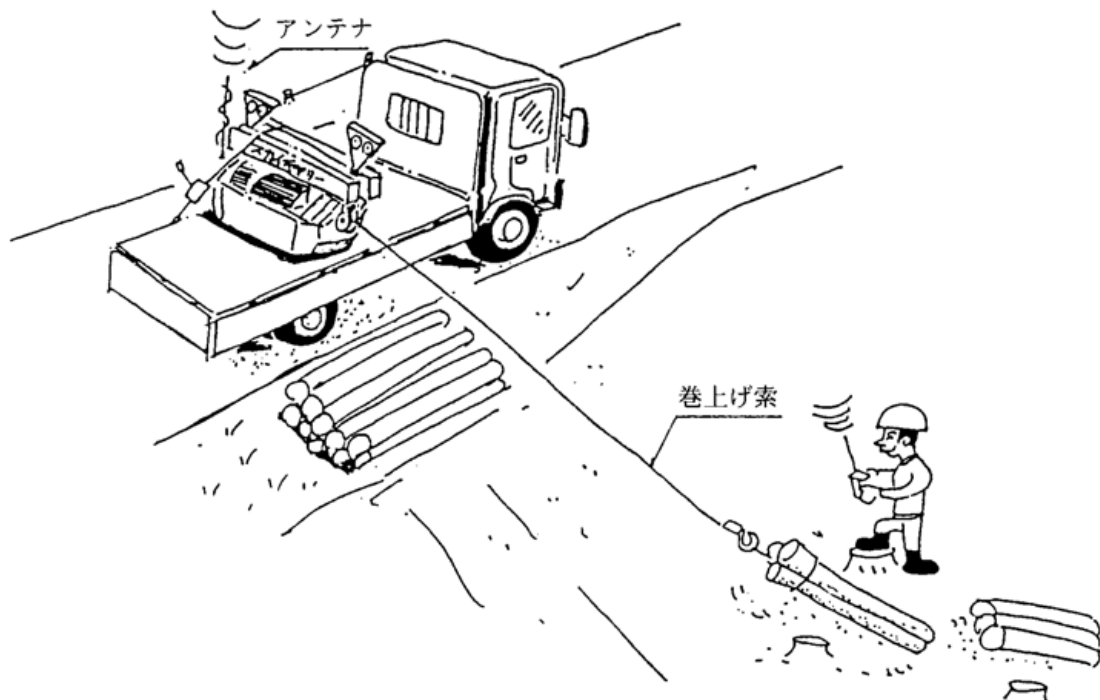
△本機がずれないように、控えを取ります。



X スカイキャリアーによる車載式簡易集材図

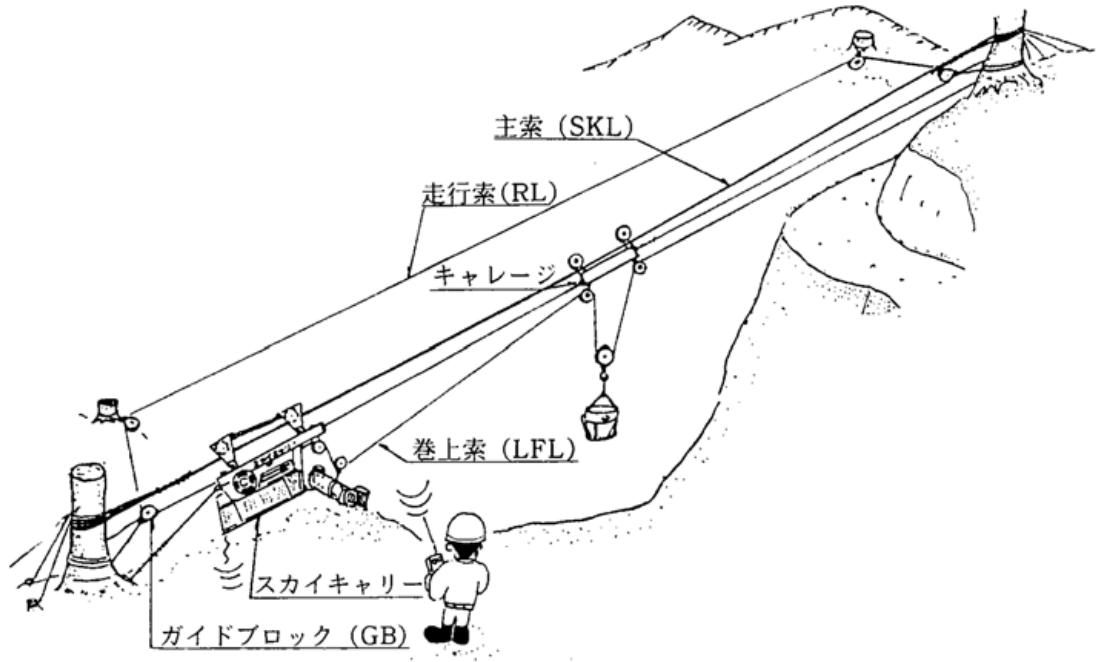
林道端の少量集材作業で、車にスカイキャリアーを載せての直接作業でラジコン操作で作業労力の軽減化をはかれます。

△車が傾かないように、荷台に控え索を取り付けてください。



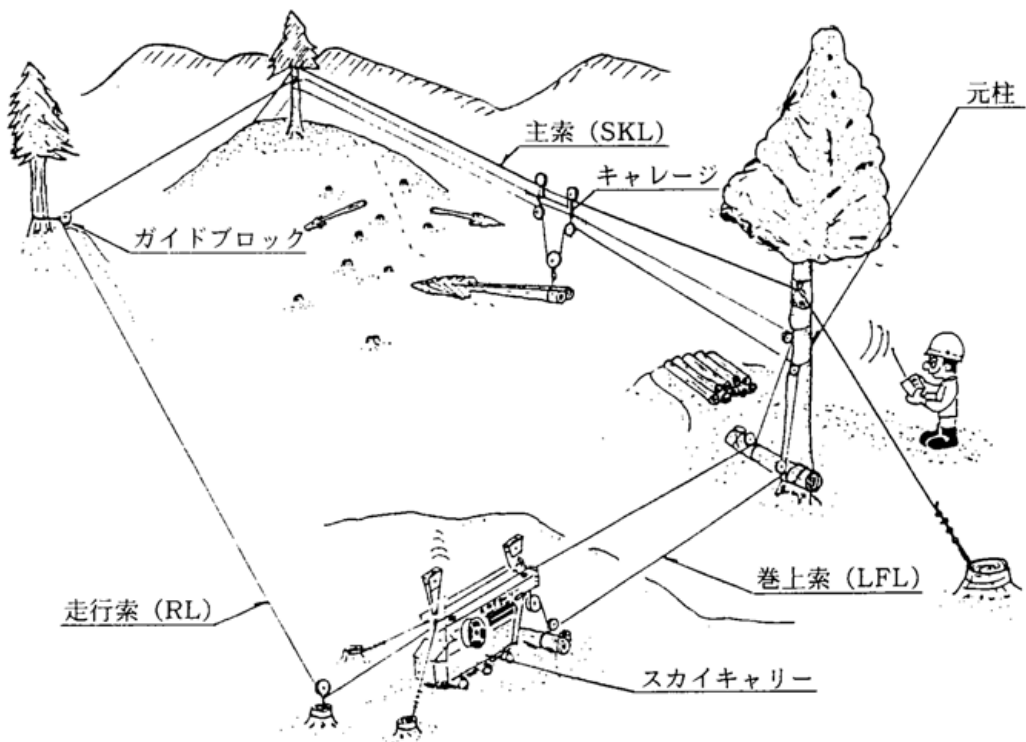
XI スカイキャリア空中固定式
急傾斜地対策用架設例

スカイキャリアを主索端上に固定して、集材機として使用。索張りはエンドレスタイラー方式を併用し、省スペースで搬送能力をアップさせた索張り例です。



XII スカイキャリア地上固定式
急傾斜地対策用架設例

スカイキャリアを地上に固定し、集材機として使用。索張りは一般のエンドレスタイラー方式です。搬送能力をアップさせ、運転操作も楽な索張り例です。



…安全作業を心掛けましょう…

(4) 自走式搬器（スカイキャリー・ラジキャリー）の歩掛り

労務費の計算は各作業の人工に当たり平均賃金を掛けて算出する。

① 架 設 撤去人工

表一19 本線張 標準作業条件（傾斜角20度未満）

単位：人

集材距離 m	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
架設人工	1.2	2.8	4.2	5.4	7.0	8.2	9.6	10.8	12.0	13.6
撤去人工	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.0	1.1
機械往復運搬人工	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
路線見立人工	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
合計	2.1	3.8	5.4	6.6	8.4	9.6	11.2	12.6	13.9	15.6

（現場に応じて設計者が増減のこと）

表一20 本線張 標準作業条件により作業条件が悪いところ（傾斜角20度以上）

単位：人

集材距離 m	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
架設人工	1.6	3.0	6.0	7.6	7.6	9.0	10.6	12.0	13.6	15.0
撤去人工	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
機械往復運搬人工	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
路線見立人工	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
合計	2.6	4.1	7.3	9.1	9.1	10.7	12.4	13.9	15.6	17.1

（現場に応じて設計者が増減のこと）

② 集材回数 集材人工

ラジキャリー間伐下げ荷運行回数表により運行回数を求めたうえで集材人工を算出する。

$$\text{集材人工} = \{ \text{生産数量} / (\text{積載荷重} \times \text{運行回数}) \} \times 2 \text{人}$$

積載荷重については概ね0.3~0.8m³/回

表-21 間伐下げ荷運行回数表 索走行速度70m/分

元柱荷卸高 m	平均横取巾 m	荷上索巻上高 m	平均集材距離 回数	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
				m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
10	10	10		37.9	27.7	23.1	20.3	18.3	16.9	15.8	14.8	14.1	13.4
		15		36.5	26.9	22.5	19.8	18.0	16.6	15.5	14.6	13.9	13.2
		20		35.1	26.1	21.9	19.4	17.6	16.2	15.2	14.4	13.7	13.1
		25		33.9	25.3	21.4	18.9	17.2	16.0	15.0	14.1	13.4	12.9
		30		32.7	24.6	20.8	18.5	16.9	15.7	14.7	13.9	13.2	12.7
		35		31.6	23.9	20.3	18.1	16.5	15.4	14.4	13.7	13.1	12.5
	15	10		35.8	26.5	22.2	19.6	17.8	16.4	15.3	14.5	13.8	13.2
		15		34.7	25.8	21.7	19.2	17.4	16.2	15.1	14.3	13.6	13.0
		20		33.5	25.1	21.1	18.8	17.1	15.9	14.8	14.1	13.4	12.8
		25		32.3	24.4	20.7	18.3	16.8	15.5	14.6	13.9	13.2	12.7
		30		31.3	23.7	20.2	18.0	16.5	15.3	14.4	13.7	13.0	12.5
		35		30.3	23.1	19.7	17.6	16.2	15.1	14.1	13.4	12.8	12.3
	20	10		33.9	25.3	21.4	18.9	17.2	16.0	15.0	14.1	13.4	12.9
		15		32.9	24.7	20.9	18.6	16.9	15.7	14.8	13.9	13.3	12.7
		20		31.9	24.2	20.4	18.2	16.7	15.5	14.6	13.8	13.1	12.6
		25		30.9	23.5	20.0	17.9	16.4	15.2	14.3	13.6	13.0	12.4
		30		30.0	22.9	19.6	17.5	16.0	15.0	14.1	13.4	12.8	12.3
		35		29.1	22.3	19.2	17.2	15.8	14.7	13.9	13.2	12.6	12.1