

低質材の伐出技術に関する試験

木 本 俊 彦

I はじめに

社会情勢の変化につれて、薪炭の需要が急速に減少したことから、拡大造林を推進する際の広葉樹の処理が問題となっている。

利用対策としては、椎茸原木やチップ材としての活用が考えられているが、これら小径広葉樹の利用については、搬出経費がかさみ、ほとんど採算がもてないのが現状である。

そこで本県としては、昭和45年度から現場の地況や林況にあわせて、比較的適応範囲の広い単線循環式軽架線の索張り工期や作業方法などについて調査を進めたほか、従来の索張りによる比較検討も行った。

この方法は、作業仕組や作業の安全性の上からも、十分検討を要する点が数多くあるが、これらの問題点を解決しながら、採算のもてる広葉樹生産の体系作りをねらいとして実施したものである。

II 試験経過

この試験で取上げた単線循環式軽架線は、本県では、昭和42年頃から椎茸原木の運搬に使われている。

これは、特殊な滑車を使い、主索をこの滑車にかけて林内を引廻し、索の循環により運搬する方法だけに、地形、搬出材等の条件により、諸問題が多く、次のとおり年次計画をたてて調査を進めた。

表 - 1

年次	規 模 と 対 象	調 査 の 内 容
45	公社造林，チップ材生産 協業体	単線循環式とエンドレスタイラー式との比較
46	私有林，椎茸原木生産 家族労働	〃 による小面積での椎茸原木自家生産
47	〃 〃	耕うん機を使つての単線循環式軽架線の性能
48	パイロット地域，椎茸原木生産 個人	広範囲に亘る単線循環式の索張りと木寄せ作業
49	公社造林，椎茸原木生産 協業体	大面積における小型集材機による椎茸原木生産

1. 調査のねらい

試験は、公社造林予定地での上木処理が問題になっていたことから、公社造林地でのチップ材、椎茸原木等の搬出についての協業体によるグループ生産及び一般林家での家族労働による自家生産について、架設および収穫、搬出能力、採算性の問題等について調査を行ったが、地形、地況、蓄積、作業人員、機械装備等の違いによって、その現場独自の方法を検討して、実施する必要がある。

器具等に対して気がついた問題は次のとおりである。

(1) 吊り持索

吊り持索は、回転するワイヤーロープ(循環索)に直接荷を吊り下げるため、ワイヤー径、材の重量や長さ、傾斜、作業人員等により、材料の選択や強度が要求された。理想的なものとしては、最も経済的で、「スベリ」が少なく、何回も使える丈夫なものであり、荷かけや荷おろしが容易にできる取扱い易さが望まれる。

(2) 吊り金具

吊り持索と材を連結する吊り金具においても、吊り持索と同様に、荷重や、吊り方、即ち、1点吊りか、2点吊り、作業仕組等を考慮し、安全で簡単に操作できる構造のものがよい。

つまり、荷おろし手と運転手を兼ねる場合と、荷かけ時に索を停止するか、また、連続運転を続けるかによって、いろいろ改良と工夫する必要がある。

(3) 滑車の取付位置

支柱に特殊滑車を吊下げるには、台付ロープを使う場合と三角支持金具を使う2つの方法がある。滑車の取付角度によって、内角が違い、索の張力も異なるので、滑車を挟む内角が材の通過や脱索に関連するため、滑車間(スパン)の距離は50mくらいで平均になるよう支柱を残し、内角が 90° ～ 130° の範囲になるよう配慮しなければならない。また、滑車の取付高においても、荷かけが容易で、しかも、材が接地しないように考慮する。特に軽荷重で連続運転を重ねる場合は、十分検討しなければならない。

(4) 索の太さ

椎茸原木やチップ材のように、取扱いが容易な場合は、1荷の荷重を調整したり、吊り荷の間隔を変えることができるので、6～9%のワイヤーロープで十分作業ができる。

しかし、間伐や、パルプ材のように長材で1荷の荷重が100kg以上ともなれば、12%くらいの太いワイヤーロープを使うのが能率的であるばかりか、安全の上からも大切なことである。

Ⅲ 試験結果

1. 索張り工期と索張り方法

索張りに要する労務は、皆伐、択伐の如何にかかわらず、滑車を取付けるための立木支柱が適当に配分されているかによるので、皆伐の場合は時前に支柱となる立木を残しておく必要がある。

ついで、索張りの開始前に木寄せや荷かけ場所を考え、十分踏査を行い、段取りよく架設を進めることが最も大切である。

表-2は、単線循環式索張りだけについての作業工期を調査したものである。架設人工数は、0.9～2.2人/100mとかなりの差がみられたが、おおむね100m当り2人以内で可能と考えられる。

表-2

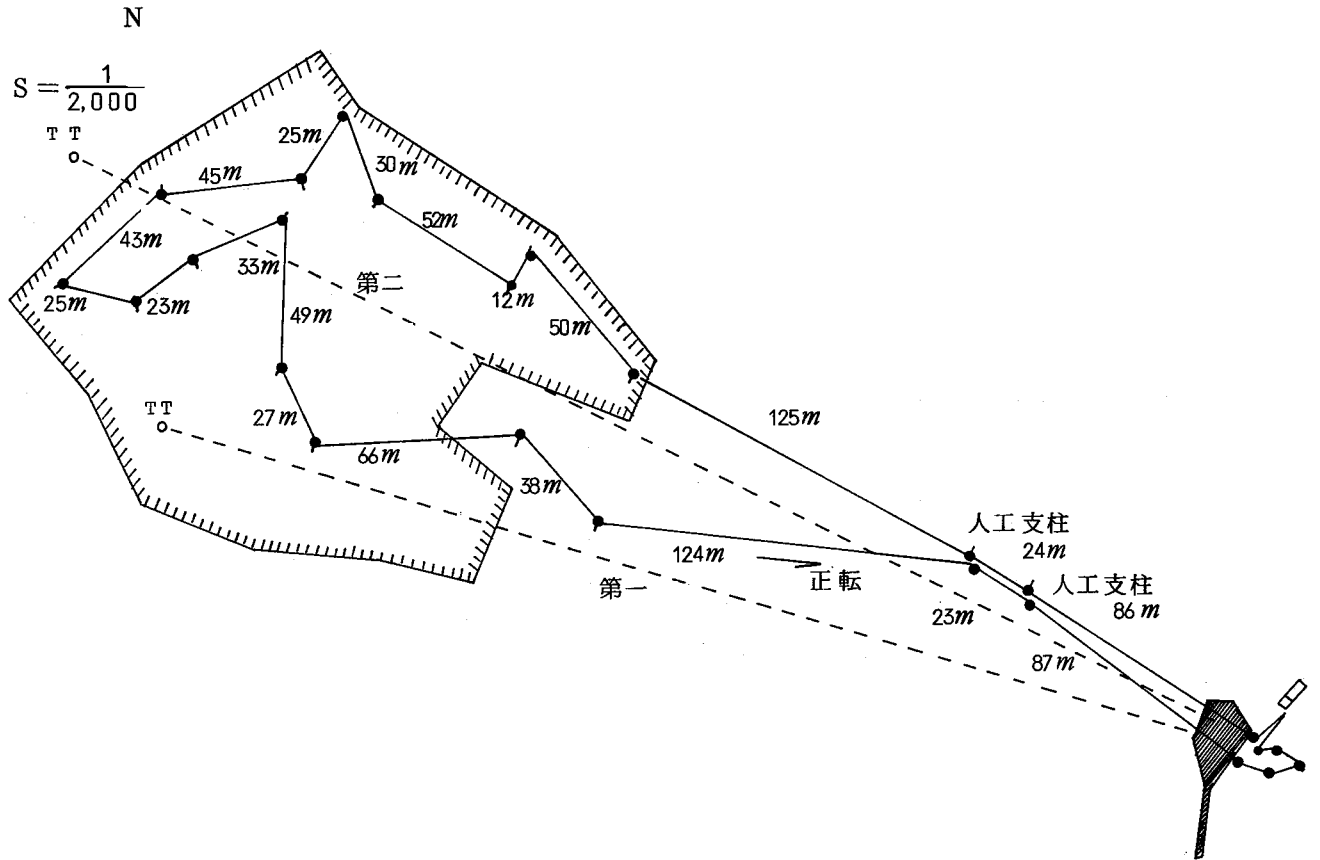
単線循環式軽架線作業工程比較

年次	S42	43	44	45	46	47	48	49
集材機 PS	南星スター 6.0	〃	〃	金崎 7.5	南星スター 6.0	クボタ 6.0	長崎LS 6.0	〃
直引力 kg	1,000	〃	〃	〃	〃	500	500	〃
使用索径 mm	6×19 8	〃	〃	〃	〃	6×24 6	6×19 9	〃
所要索長 m	2,000	1,000	800	1,000	500	400	1,600	1,000
最大スパン m	200	295	189	150	70	60	100	60
傾斜角度	12~15°	〃	12~13°	5~20°	5~15°	5~10°	8~10°	8~10°
荷重(材積) kg	20~30	〃	60~80	50~60	15~20	15~20	10~15	10~15
間かく m	20	50	40	25	20	20	7	10
面積 ha	3.0	-	4.0	1.5	1.5	1.3	4.0	3.5
材積 m ³	80	-	55	86	84	60	110	150
材種 m	シイタケ 2	-	チップ 1.8	チップ 1.8	シイタケ 1.0	シイタケ 1.2	シイタケ 1.0	シイタケ 1.0
架設人	18.4	18.0	14.5	17.0	11.0	4.0	16.5	9.0
移動人	2.5	-	2.0	1.0	-	1.0	2.0	2.0
てっ収人	10.0	10.0	4.5	5.0	3.5	2.0	6.0	4.0
人員人	4	5	4	5	4	3	4	3
搬出能力 m ³ /日	10~13	-	6~8	6~7	8~9	6~7	6~8	8~10
1 ha当り材積 m ³	26.6	-	13.8	57.3	56.0	46.1	27.5	42.8
架設人工数/100m 人	0.9	1.8	1.8	1.7	2.2	1.0	1.0	0.9
日/人当り功程 m ³	2.87	-	1.75	1.3	2.1	2.16	1.75	3.0
摘要	材の長さ 2~3m	資材運搬	2点吊り	地形急	講習会	主索6%	初心者	同人

索張りのほとんどは、円型索張りとした。その主なものは、図-1のとおりである。この索張りにおいて、各支柱間の距離は、等間かくにするのが望ましいが、現実では100~200mにおよぶ場合がある。また、内角においても90°~140°くらいがよいが、70°~160°の場合もあるので、索張りに当っては、次の事項に留意する必要がある。

- (1) 軽量で、荷重を平均にし、できるだけ搬器間かくを短かくする。
- (2) 傾斜角は、30°以内になるよう勾配を少なくする。
- (3) 滑車の取付けは、支柱から1.2m以上はなす。
- (4) 木寄せを少なくするような索張りを考える。

図-1 単線循環式索道図表(平面図)



2. スリップと吊持索の強度

循環索に巻付ける吊持索のスリップ度合は、傾斜角、索の構造や、その材料等により異なる。一般に素線の数が多い、 6×24 に対し数の少ない 6×7 の場合は、スベリが少ないが、太いワイヤーロープに比べて細い方が、また新しいロープほどスベリが多い傾向にあった。

一方、吊持索の太さは、循環索の太さと関係があり、荷重に応じて、表-3のようにワイヤー、ワイヤーストランド、化繊ロープ等を使うが、化繊ロープのうちでもクレモナ、ビニール、ポリプロピレンと種類によって強度が違いことから、十分強度のあるものを選択した方がよい。

吊持索の切断原因は、スリップによるものが多く、特に荷かけ直後におけるスリップを防ぐ必要がある。

そこで、昭和42年に初めて単線循環式軽架線を採用した当時は、ワイヤーの中央にストランドを巻込む方法で、一応スリップは解決できたものの、ワイヤーロープの損耗が激しく、また、荷かけや荷おろしの時に手袋が巻込む等の危険を感じたので、ワイヤーストランドの代りに麻ロープの子繩を巻込み、傾斜 30° 以上のスリップ防止に努めた。

表 - 3

つり持索の強度

区分	径	強度	摘 要		
化 織 ロ ー プ	ビ ニ ー ル	3.5 $\frac{mm}{mm}$	113 kg	安値で、経済的である。 3本より	
		3.8	116		
		4.4	118		
	ポ リ プ ロ ビ レ ン	3.9	69	軽荷重に適する。 3本より	
		4.2	73		
		4.6	83		
		8.0	126		
	ナ イ ロ ン	3.0	195	金剛打のため高値である。	
		4.0	331		
		8.2	511		
ク レ モ ナ	8.2	435	間伐材や比較的重い場合がよい。 主索は8%以上とする。10%以上に最適		
	8.8	575			
ワ イ ヤ ー ロ ー プ	ス ト ラ ン ド	4.0	880	キンクしないこと。軽い荷はスリップする	
		6×19	6.0	396	結合部を上手にすること
			8.0	702	
		6×24	6.0	628	6×19に比べて取扱い易い

その後、化織ロープが数多く市販されたことから、図2のように、
2重の2～3回巻きによってスリップ問題は解消できた。

3. 荷かけと荷おろし作業

荷かけ作業は、チップ材の一部を除いてほとんどは1点吊りの1人
作業が多く、荷かけと荷おろしを同時に行うため、索を停止する方法
と、全く止めないで連続運転する2つの方法がある。

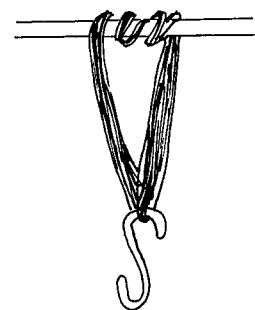
(1) 停止法

単線循環式軽架線は、連送式索道と同じく、距離に関係なく搬送
できるため、荷かけと荷おろしを同時に行うので、比較的荷重の重い50kg以上の場合は停止した
方が能率的であるばかりか、荷吊り索の損耗を防止する上からもよい。この場合は、「カスリ」を
設けて、簡単に荷かけができるような工夫が必要である。

(2) 連続法

索の回転を続けながら、荷かけや荷おろしを行う方法だけに、手軽に取扱える軽い荷とし、吊持
索や吊り金具においても取扱い易さが望まれる。この場合は、荷おろし場を広くしたり、荷かけ用
「自在導管」を使い、安全で吊り荷が「ムラ」のないように、少ない荷で、平均に、しかも等間かく

図 - 2



にすることが望ましい。

さらに、運転しながら荷おろしと土場整理をかねる場合は、安価な雪起しテープ等の吊持索を使用し、手鎌を使って切落す方法も省力の上から効率的である。

4. 搬出能力

搬出量は、機械性能、作業人員、搬出材の状況により、索の太さを決定するため1荷の重量が一定でなく、また、吊り荷の間かくもその時々で異なるので、1サイクル当りの所要時間や搬出量が違ってくる。

表－4 索張りの概況(エンドレスタイラー式)

	架線区分	輪 島 市 (1)				輪 島 市 (2)	加 賀 市
		D	A	B	C		
索張り諸元	方 式	エンドレスタイラー	エンドレスタイラー	同 左	同 左	同 左	同 左
	スパン長	500 m	380 m	450 m	400 m	500 m	400 m
	傾 斜	+ 4°	+ 8°	+15°	+12°	-13°	-10°
	中間支柱	1	1	2	2	-	1
作業内容	利用材積	50m ³ ・192m ³	120 m ³	40 m ³	32 m ³	86 m ³	40 m ³
	作業人員	7人	5人	5人	5人	5人	3人
	総人工数	128人	54人	38人	26人	67人	28人
	架設順位	1	4	2	3		
	人日当り搬出量	1.9 m ³	2.2 m ³	0.8 m ³	1.2 m ³	2.0 m ³	2.3 m ³
	搬出量 1日	16.8 m ³	12 m ³	8.3 m ³	10.5 m ³	10 m ³	8.0 m ³

現在行われている単線循環式軽架線は、60 m³～100 m³程度の椎茸原木生産が多く、かつ家族労働を主体とした現場が多いことを考えれば、余り能率だけにこだわらず、安全性をより重要視する必要がある。今回の調査における搬出工期は、1.3～3 m³/人日とかなりの差がみられた。(表－2)

これに比べて、表－4のエンドレスタイラー式では、0.8～2.3 m³/人日と差はあったが、比較的条件的よいヶ所においても、2 m³/人日であることから、搬出距離が約500 mくらいにおよぶ集材方式では必ずしも単線循環式に比べて有利ではないことがうかがわれる。

小型集材機による全幹集材の工期は、表－5のとおりで、1荷の材積が約0.5 m³で1日の搬出量は5人作業でおよそ10 m³であった。

表-5

小型集材機による全幹集材工期

	1荷の材積	玉切本数	玉切時間	整理時間	1荷当り所要時間	摘 要
1	0.451 m^3	14 本	4' 25"	2' 40"	7' 5"	1日当り集材可能材積 $\frac{22.5}{20\sim 25}$ 回 エンドレスタイラー式 主索 16% 500m
2	0.426	9	4.40	6.5	6.45	
3	0.435	12	4.3	3.15	7.18	
4	0.480	16	5.23	4.10	9.33	
5	0.458	15	5.0	5.0	10.0	
6	0.402	12	3.0	3.0	6.0	
7	0.359	14	5.0	3.0	8.0	
8	0.423	13	3.0	3.0	6.0	
9	0.605	36	5.15	6.12	11.27	
10	0.437	11	3.0	2.30	5.30	
計	4.512	152				
平均	0.451	15.2	4.16	3.53	8.10	

Ⅳ 広葉樹生産工程の検討

広葉樹の蓄積は、椎茸原木を対象とする17年生くらいで約31 m^3/ha 、30年生前後のチップ生産の場合で約48 m^3/ha と少ない。(表-6)

こうした現場で採算のもてる搬出を試みるには、最小限1現場の蓄積が50 m^3 と伐採面積にして1.5~2 haが考えられる。

表-6

広葉樹の蓄積調

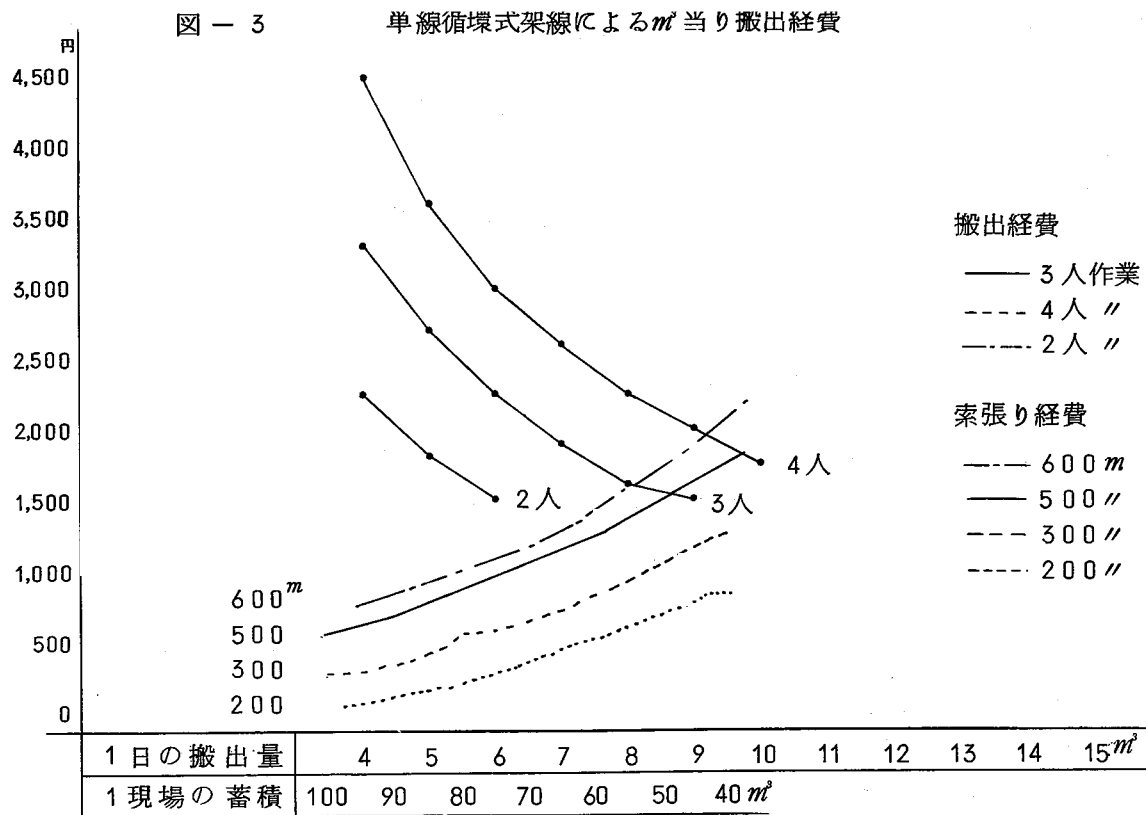
径級	富来町田中		輪島市縄又町		摘 要
	17年生, 12 ha, 418 m^3		18~40年, 12 ha, 578 m^3		
	1 ha 当り		1 ha 当り		
	本数	材積	本数	材積	
6	976	7.46	881	7.06	S. 43年 石川県林業公社調
8	582	8.27	650	10.64	
10	238	5.86	335	9.59	
12	114	4.60	154	6.96	
14	62	3.39	76	4.91	
16	16	1.29	48	4.12	
18	2	0.19	20	2.26	
20	-		14	2.13	
22	2	0.29	1	0.22	
24			4	0.86	
計	1,992本	31.38 m^3	2,183本	48.79 m^3	

表 - 7

椎茸原木採材歩止り

	玉切材径の内容									幹材積	立木材積	歩上り
	根元径	樹高	1	2	3	4	5	6	7			
1	15 <i>cm</i>	12 <i>m</i>	10 <i>cm</i>	10 <i>cm</i>	7 <i>cm</i>	6 <i>cm</i>	6 <i>cm</i>	5 <i>cm</i>	4 <i>cm</i>	0.038 <i>m</i> ²	0.051 <i>m</i> ²	74 %
2	20	10	14	11	10	8	7	4	-	0.050	0.080	62
3	20	12	13	11	10	9	6	4	-	0.053	0.073	72
4	18	10	11	10	9	8	4	4	-	0.040	0.060	66
5	16	9	14	10	8	7	5	-	-	0.054	0.060	90
6	12	8	8	7	6	5	4	-	-	0.020	0.033	60
7	15	10	9	8	7	6	4	-	-	0.025	0.042	59
8	12	9	8	7	6	5	4	-	-	0.020	0.025	80
9	17	11	14	12	8	7	6	4	-	0.051	0.088	57
10	12	8	10	8	7	5	4	-	-	0.026	0.033	78
計										0.377	0.545	69
平均	15.7		11.1	9.4	7.8	6.6	5.0	4.2	4.0	0.037	0.054	69

(注) 玉切り材 1.2 *m*



注 1. 労賃は 4,500 円/人日とした。
 2. 機械経費とトラック運材は含まず。

椎茸原木の採材は、表一七のとおり根元直径10~18cmの立木で4~6本の採材ができ、時間当りの玉切り本数は60~80本で3^m/人日の生産ができる。

一方、チップ材においては椎茸原木に比べて僅かに多く、3.5~4.0^m/人日とみてよいようである。

家具材やパルプ材に用いる大径広葉樹を除いて、現行の拡大造林対象地等の広葉樹の利用は、椎茸原木とチップ材に大別される。

椎茸原木生産の場合は、これらの広葉樹を単線循環式によって搬出する際の経費の目安としては、図一三でみられるとおり、1^m当り5,000円で搬出するには、搬出距離500m以内、蓄積70^m以上、1日の搬出量は、4人作業の場合で約5^mの搬出を必要とする。しかし、実際にはこのほか、伐採経費、立木代等が加算され、さらに、機械経費、トラック運材を含めるならば、さらに4,000~5,000円の経費がかかり、1^m当り10,000円前後となることが予想される。

機械経費は、表一八のとおり、単線循環式においては、特殊滑車が比較的高価なことや、荷吊索、突落しフック等の器材を必要とし、エンドレスタイラー式とあまり差は見られない。

しかし、この方法は、集材機の代りに単胴のエンドレスドラムがあれば十分採用できるので、一般の林家でも応用できるところに利点がある。

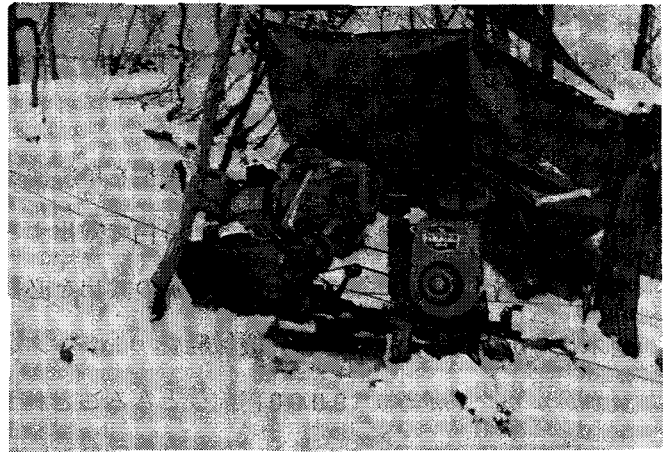
表一八 機械集材方式と単線循環式の資材対比

機械器具		区 分		単 線 循 環 式		エンドレスタイラー式		摘 要
機 種	型 式 等	単 価 円	数	金 額 円	単 価 円	数	金 額 円	
集材機	金崎	239,000	1ケ	239,000	239,000	1ケ	239,000	
エンジン	ヤンマーNT-75 ^k	106,000	1	106,000	106,000	1	106,000	
ワイヤロープ	6×19 8 ^m %	58	1,000	58,000	58	600	34,800	
	6×7 16 ^m C/L	-	-	-	154	500	77,000	
	6×19 8 ^m %	-	-	-	58	1,100	63,800	
滑 車	ヒールブロック	12,300	1組	12,300	12,300	1組	12,300	
	スナッチブロック	3,700	11	40,700	3,700	11	40,700	
	サドルブロック	-	-	-	7,300	1	7,300	
	金崎式 8吋	7,500	20	150,000	-	-	-	
キャレジ	A-2	-	-	-	38,000	1	38,000	
ロージグ	B-106	-	-	-	8,000	1	8,000	
スリング	クレモナカーブ 6 ^m	1,500	2巻	3,000	-	-	-	
ロープ	綿ロープ 8 ^m	600	5本	3,000	-	-	-	
台付ロープ	10 ^m	300	15本	4,500	300	15	4,500	
	9 ^m	250	20本	5,000	-	-	-	
雑ワイヤー	8 ^m	-	200ケ	11,600	-	200 ^m	11,600	
突落しフック		200	20	4,000	-	-	-	
そ の 他	針金, クリップ	-	-	5,000	-	-	5,000	
計				643,100			648,000	

軽荷重の場合は、制動機があれば10°程度の自走勾配で、簡単に運搬が可能である。また、一般農家では使い古した耕うん機も利用できる。

写真-1 耕うん機の利用

写真-1は、耕うん機を利用した事例で、耕うん機の車輪の代りに、ホイールを取付けてドラムの代りにし、クラッチ操作で運転する。このとき、車輪の取付部にアングルで補強するなど無理が生じないよう対策を施すことで椎茸原木の自家生産に活用することができる。



そこで、今後は公社造林等の大面積皆伐地における広葉樹の搬出には、作業道を開設し、小型集材機による全幹集材を、また、

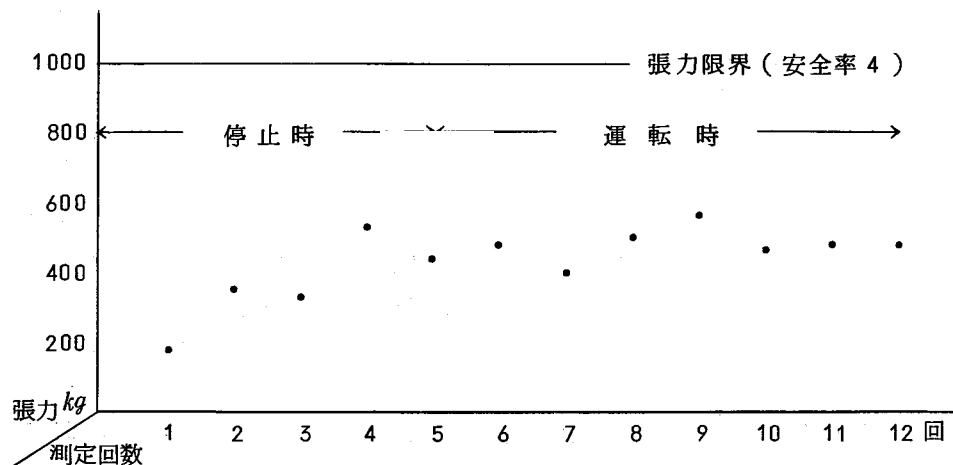
小面積における椎茸原木の自家生産においては、この軽架線を利用するのが特索と考える。

V 安全対策とまとめ

この方式で、荷重のかかる循環索は、主索というよりも動索と考えるべきで、このため負荷時の安全率が6.0以上が望まれる。

しかし、実質では、2.7以上でも使用できるようである。資料によると、図-4のとおり運搬索の最大張力は、500~600kgと停止時と運搬時の差が余りみられないことから、現実には、3~4の安全率で使用できる場合が多いようである。しかし、この索張りは、他の索張りとは違い特殊滑車を使っているため脱索の心配があるほか、台付ロープの強度や、支柱の控索などに十分対応できる安全対策が望まれている。

図-4 運搬索最大張力



なお、この試験をはじめから、5ヶ年間にわたって架設、張り替え、集材、てっ去作業の功程調査をはじめ、経済性の検討を実施してきたが、この索張りの特徴ともいえる、1荷の荷重が少ないことや横取り作業ができないだけに線下までの木寄せが必要となり、搬出経費が割高になる場合もあったが、簡単に、誰でも索張りができて、しかも家族労働で1日6～8m程度の搬出が可能なこと、また、屈曲架線だけに他の索張りでみられない林内索張りに役立つことを考えると、間伐材や択伐材の搬出にも活用できるものと期待している。

幸い、この単線循環式軽架線の研究については、関西地区林業機械研究部会の共同研究や、国補の連絡試験等も実施したことから、引続き器具機材の改良や索張り等の基礎的な諸問題が解明されることを期待するものである。

参考文献 石川県林業試験場業務報告 昭42年～49年