



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道大学和歌山地方演習林におけるスギ・ヒノキ複層林の施業実験(Ⅲ)：単線循環式集材の仕組みについて
Author(s)	湊, 克之; MINATO, Katsuyuki; 福田, 仁士 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 47(1), 71-82
Issue Date	1990-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21314
Type	departmental bulletin paper
File Information	47(1)_P71-82.pdf



北海道大学和歌山地方演習林における スギ・ヒノキ複層林の施業実験 (III)

— 単線循環式集材の仕組みについて —

湊 克之* 福田 仁士*

Experimental Studies on the Conversion of Japanese Cedar and
Japanese Cypress Plantations to the Multi-storied Forest in
Wakayama Experiment Forest, Hokkaido University (III)
— On the Mono-cable Yarding System —

By

Katsuyuki MINATO* and Hitoshi FUKUDA*

要 旨

北海道大学和歌山地方演習林では、1931年から1936年にかけて植栽されたスギ・ヒノキ林を定性的な択伐と樹下植栽によって複層林に誘導する施業実験を1981年度から実施している。

この報告は、1982年度に林内の立木間を自由に縫って架線できる単線循環式集材方式により実施した集材作業を対象にして、この集材方式の実態を調査・検討し、その結果から、複層林施業に適した単線循環式集材の作業仕組を明らかにしたものである。

検討の結果、現行の集材装置や作業仕組を大きく変更する点はなく、これを定着させてさしつかえないと考えられる。ただし、林業技能補佐員の減少や高齢化に対処できる方策は常に検討すべきである。

キーワード： 複層林施業, スギ, ヒノキ, ジグザグ集材, 作業仕組。

1989年9月30日受理 Received September 30, 1989.

* 北海道大学農学部附属演習林

College Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

目 次

はじめに	72
I. 調査方法	73
1. 調査対象事業の概要	73
2. 伐出作業の順序	74
3. 調査項目	74
II. 調査結果	74
1. 作業の内容	74
2. 丸太の生産状況	75
3. 架線の設置状況	75
4. 集材作業の時間分析	78
III. 考 察	79
1. 集材装置について	79
2. 作業仕組みについて	80
おわりに	81
参考文献	81
Summary	82

はじめに

北海道大学和歌山地方演習林(以下和歌山演習林)では、1931年から1936年にかけて植栽されたスギ・ヒノキ林を定性的な択伐と樹下植栽によって複層林に誘導する施業実験を1981年度から実施している。和歌山演習林における複層林の施業実験の目的は、森林環境を急変させる事なく多様な木材を生産する技術体系を確立することにある。この施業では皆伐施業とちがって森林内の立木間を縫って伐採・搬出されるので、伐出コストが割高になり、残置木の損害率が大きくなり、また上層木の被陰による下層木の生長が抑制される等のデメリットが想定される。これらの実態を明らかにし、デメリットをできるだけ少なくする方法を見いだすことが当面の課題となる。

このことは既に、「北海道大学和歌山地方演習林におけるスギ・ヒノキ複層林の施業実験Ⅰ—林内照度と樹下植栽幼樹の生長—」¹⁾で、複層林施業の意義、実験計画、経過、樹下植栽幼樹の生長について、また「北海道大学和歌山地方演習林におけるスギ・ヒノキ複層林の施業実験Ⅱ—伐採に伴う保残木の被害について—」²⁾で、伐採の際に生じる保残木の被害について、それぞれの実態と対策を検討した。

地形が30度以上の急峻地で、林道密度が小さく、かつ立木本数が大きい林分から定性的な択伐によって生産される丸太を集材する場合には、架線集材に頼らざるを得ない。しかし直線的な索張り方式では、集材作業による残存木の損傷を少なくするためには主索からの横取り距離が制限され、何回も主索を張り替える必要が生じる。しかし主索の張り替えには多くの時

間と経費とが必要とされる。このような場合には、主索を集材面に合わせて自由に屈曲して張り回すことが可能な単線循環式架線集材法（以下ジグザグ集材法）が有利^{3,4)}と考えられる。

集材法については種々検討の結果、この複層林施業実験林にはジグザグ集材法が適していると考えられるので、集材作業に1981年度の事業からジグザグ集材方式を採用し、技術の修得と定着化を第一義に置いた。そのため、集材コストについては二義的にならざるを得なかった。

この報告は、1982年度におこなった事業を対象にして、和歌山演習林における複層林施業に適した集材作業技術を確立するための一つとしてジグザグ集材法による集材作業を調査し、主として作業仕組の適合性を検討したものである。

この調査の対象とした事業は和歌山演習林の直営事業として実施されたものであり、この事業に携わった同演習林の技官ならびに林業技能補佐員から多大の便宜を受けた。

論文の作成にあたり北海道大学演習林教授・氏家雅男博士から適切な指導を戴いた。また資料の整理については和歌山演習林業務掛長・杉下義幸技官に、図の浄書については同演習林研究部・岡崎まち子氏の協力を得た。いずれも記して深謝の意を表す。本文中数量化分析の計算等には北海道大学大型計算機センターを利用した。

I. 調査方法

1. 調査対象事業の概況

調査の対象とした事業は、和歌山演習林5林班、1936年植栽のスギ・ヒノキ林分である。林地は南斜面で、面積0.6ha、傾斜度の平均は29.7度であった。伐出作業は1982年11月18日から1983年1月6日にかけて延べ41日間おこなわれた。

この林分からの丸太の収穫方法は二つに分けられる。一つ目は複層林施業林分0.6haからの択伐であり、スギ520本(105.1m³)、ヒノキ9本(3.6m³)が収穫された。これはha当り立木本数約1,500本、蓄積約500m³/haの林分から、決められた選木基準¹⁾に従ってha当り立木本数約880本、蓄積約180m³/haの伐採であり、これは材積伐採率約36%にあたる。二つ目は翌年度の

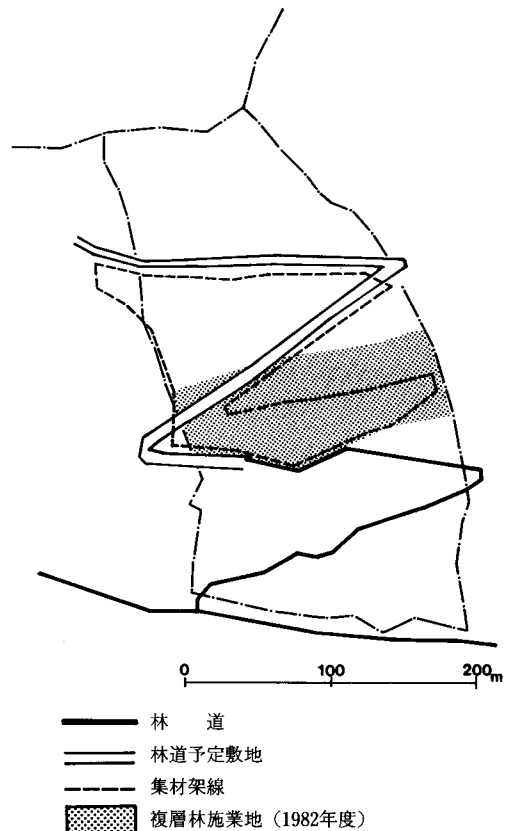


図-1 作業種別の位置関係図

施業予定林分に作業道を作設するため伐開幅 10 m 前後、延長約 500 m の作業道敷地内の皆伐であり、スギ 346 本 (110.3 m³)、ヒノキ 340 本 (114.6 m³) が伐採された。造材方法は日本農林規格に従って採材され、3 m 材が 3,143 本と 4 m 材が 1,033 本とが集材作業に先だって伐倒地点で造材された。その位置を図-1 に示す。

作業の実行は、主として和歌山演習林の林業技能補佐員（以下技能補佐員）による直営事業としておこなわれた。

2. 伐出作業の順序

伐出作業、すなわち立木の伐倒から桧積み迄の作業の順序は次のようになる。

伐倒→枝払い→造材→木寄せ→荷送り→荷卸→桧積となる。その他に架線集材装置の設置と作業終了後の撤去作業がある。

立木の伐倒・枝払い・造材は大径木の処理は主としてチェーンソーで、また 55 歳以上の高齢者は振動機械が使用できないため、小径木の処理には鋸も併用された。木寄せ作業は架線の近くまで丸太を引き寄せる作業で、人力と小型の牽引用ウインチ（牽引力 1,500 kg）との併用でおこなわれた。荷送りはあらかじめ木寄せ作業によって架線近くまで引き寄せられた丸太を、架線直下まで引き寄せた後、架線に吊り下げるまでの作業である。荷卸は土場まで架線によって移送されてきた丸太を架線から外し桧積みまでの作業である。架線の設置には集材機の据え付け、ブロック類の取り付け、架線の張り上げ、土場の作設作業が含まれる。

3. 調査項目

調査は次の項目についておこなった。

- 1) 作業の内容
- 2) 丸太の生産状況
- 3) 架線の設置状況
- 4) 集材作業の時間分析

II. 調査結果

1. 作業の内容

1982 年 11 月 1 日の伐倒作業から 1983 年 1 月 6 日の架線撤去までに要した日別・作業種別人工を表-1 に示す。作業日数は延べ 41 日、延べ作業人工は 366.5 人となった。全作業の内伐木造材作業が 23.3%（このうち鋸使用が 85.5 人工中の 56.3 人工、66%）、集材作業が 58.1%、架線の設置と撤去作業が 18.6%をそれぞれ占めた。さらに集材作業の内訳は、木寄せ 28.9%、荷送り 41.1%、荷卸 20.6%、集材機運転 9.4%となった。

一日の技能補佐員の人数は日によって多少変動するが、基本的な人数は 10 名で、伐木造材作業時では 3 名がチェーンソー、7 名が鋸使用であった。また集材作業時では 3 名が木寄せ作業、4 名が荷送り作業、2 名が荷卸作業、1 名が集材機の運転であった。

表一 全事業期間の日別・作業種別人工表

月 日	作 業 種					架線張	架線撤去
	伐木造材	木 寄	荷 送	荷 卸	運 転		
11. 1	8.5						
2	8.0						
4	10.5						
8	8.0						
9	11.0						
11	5.5						
12	11.0						
13	11.0						
16	11.0						
18	1.0					9.0	
19						11.0	
20						10.0	
22						10.0	
24						8.5	
25		5.0				6.0	
26		6.0				3.0	
27		1.0	2.0	1.0	0.5		
29			2.5	2.0	0.5		
30		3.0	4.0	2.0	1.0		
12. 1		2.3	4.5	2.4	1.0		
2		3.4	4.5	2.4	1.0		
3		3.0	4.0	2.0	1.0		
6		3.0	4.0	2.0	1.0		
7		3.0	4.0	2.0	1.0		
8		3.0	5.0	2.0	1.0		
9		2.5	3.0	2.3	1.0		
10			6.5	2.3	1.0		
11		2.0	3.0	1.0	1.0		
13		2.0	4.0	2.0	1.0		
14		5.6					
15		4.0	4.0	2.0	1.0		
16			6.0	3.0	1.0		
17		1.0	2.0	1.0	0.5		
18		1.5	2.0	1.5	0.5		
20			6.3	2.5	1.0		
21		3.3	4.0	2.1	1.0		
22		4.0	4.0	2.0	1.0		
23		3.0	3.0	2.0	1.0		
24			5.3	2.3	1.0		
27							5.5
1. 6							5.0
計	85.5	61.6	87.6	43.8	20.0	57.5	10.5

2. 丸木の生産状況

表一2 に検収日別にみた丸木の生産量を示す。この表から 1,215 本、333.6 m³ の立木から 4,176 本、236.4 m³ が生産されたことになり、これは材積歩止まり率 71% に相当する。

3. 架線の設置状況

架線は複層林施業林分からの択伐木と、次年度に予定される複層林施業林分のための林道

表-2 丸太の生産状況

伐倒立木 検取 月日	スギ				ヒノキ				計	
	866本 215.4 m ³		349本 118.2 m ³		1,215本 333.6 m ³					
	3 m材		4 m材		3 m材		4 m材		本数	材積(m ³)
	本数	材積(m ³)	本数	材積(m ³)	本数	材積(m ³)	本数	材積(m ³)		
11.30	226	13.811	64	4.890	64	4.649	16	0.832	370	24.182
12.3	3	0.294	2	0.388	332	21.279	107	7.946	444	29.907
12.8					367	22.288	96	9.192	463	31.480
12.11	170	10.830	66	6.538	196	12.685	59	7.662	491	37.715
12.15	341	21.026	107	8.788					448	29.814
12.18	558	30.476	193	11.970	1	0.077	2	0.630	754	43.153
12.21	326	18.203	74	4.376	4	0.376	2	0.302	406	23.257
12.23	430	22.899	187	9.870	4	0.254	3	0.816	624	33.839
12.24	121	7.107	55	2.958					176	10.065
計	2,175	124.646	748	49.778	968	61.608	285	27.380	4,176	263.412

(注) 丸太の材長・末口直径・材積の最大・最小値

スギの最大値 4 m・30 cm・0.360 m³, 最小値 3 m・6 cm・0.011 m³

ヒノキの最大値 4 m・34 cm・0.462 m³, 最小値 3 m・6 cm・0.011 m³

作設予定敷地内の皆伐木の集材のため図-1の破線で示したように張られた。

この集材作業には、集材機として釜原鉄工所製のSK30-3A 3胴(55PS ジーゼルエンジン付き)が、主索のワイヤーロープは径9 mmの6×19 A種(JIS規格・破断強度4,460 kg)が、ジグザグ滑車(以下ZB)は直径9インチのラッソー系スパイク滑車が使用された。

ZBと主索の関係の平面図ならびに縦断面図を図-2と図-3に示す。支間長等の内容を表-3に示す。この作業では、主索は図-2の索張りの平面図に示したよう

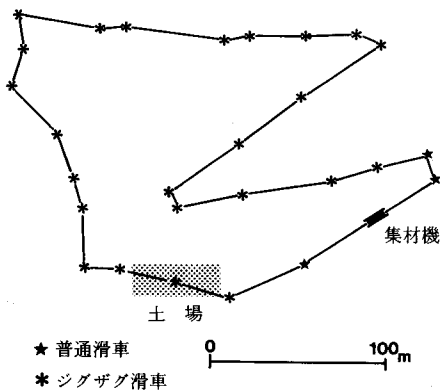


図-2 集材架線の平面図

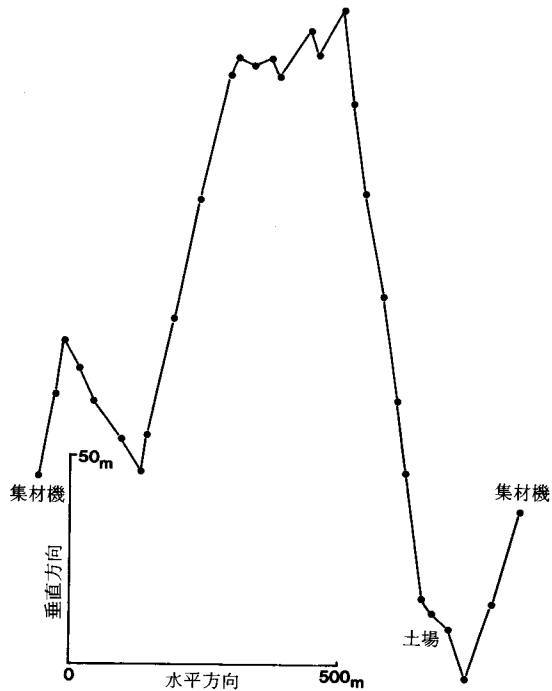


図-3 集材架線の縦断面図

表-3 支柱別の索張り状況

支柱番号	支間斜距離 (m)	支間内角 (度)	支間勾配 (度)	滑車位置高 (m)	支柱 D. B. H. (cm)
1	31.1	171	15	2.2	52
2	16.8	74	27	1.3	35
3	30.1	84	5	1.7	20
4	27.9	177	10	1.7	22
5	53.7	172	12	0.7	60
6	41.7	177	26	0.6	20
7	10.2	76	12	0.6	40
8	48.6	81	12	2.0	20
9	46.0	178	12	4.1	24
10	56.4	177	13	3.5	18
11	16.2	124	22	2.3	40
12	30.0	155	0	1.9	48
13	32.5	177	3	3.7	18
14	15.0	169	3	2.2	18
15	57.6	162	4	6.3	30
16	15.0	168	0	1.7	18
17	48.2	166	10	5.3	44
18	22.6	107	28	2.2	34
19	23.9	155	20	1.9	26
20	41.2	117	25	2.8	44
21	31.1	155	28	3.0	38
22	19.6	177	27	1.8	40
23	38.3	165	32	4.2	30
24	20.0	83	2	2.0	30
25	32.6	172	5	4.9	32
26	32.7	177	7	1.0	30
27	49.2	141	15	0.3	40
28	51.8	177	15	—	—

(注) 支柱番号28は集材機

に、林内の立木に取り付けられた24個のZBと集材機のエンドレスドラムを介して循環するように張り回された。また、この主索の張力は700 kg以下を保つように張力計で監視された。主索の緊張と弛緩はブロックを介して第一ドラムに巻き込まれているワイヤーロープを伸縮することによって操作された。丸太搬送時での主索の長さは940.5 m、支間長は10.2 mから56.4 m (平均33.6 m)、傾斜角は0度から32度 (平均13.9度)であった。ZBの立木への取り付けはナイロンロープ (破断強度2,210 kg)により地上高0.3 mから6.3 m (平均2.3 m)の範囲に、胸高直径18 cmから60 cm (平均28.8 cm)の範囲の立木に取り付けられた。

4. 集材作業の時間分析

集材作業は、主索の近くまで丸太を引き寄せ、木寄せにはじまり、次に引き寄せられている丸太の両端をナイロンロープで束ね、主索へ吊り上げる準備をおこない、それから主索の移動を停止し、地上すれすれまで弛緩させた索にワントッチで吊り荷の引き落としが可能なトリッガーフックを備えた荷吊りロープを巻き付け、その荷吊りフックに束ねた両端を掛けた後、主索を緊張させて丸太を吊り上げて移送する方法によった。主索の弛緩や緊張、ならびに移動の合図はトランシーバーによりおこなわれた。

丸太の移送1回に要する時間分析を、技能補佐員の配置が木寄せ3名、荷送り4名、荷卸2名、集材機運転1名の計10名の、この事業での平均的な編成であった1982年12月6日午前中の作業を対象に調査した。分析は1回分の荷として搬送される丸太の引き寄せから、束ね、吊り下げが完了して移動を開始するまでの時間と引き寄せ距離、その荷の本数と材積を調査した。その結果を表-4に示す。

この表から、作業時間2.8時間で54回の荷送りがおこなわれ、91本、6.3 m³を集材している。1回当たりでは、100秒から667秒(平均187.6秒)の範囲で、木寄せ距離は主索より斜面上方(引き下げ)は10 mから2 m(平均4.2 m)、下方(引き上げ)は0.5 mから3 m(平均1.3 m)の上下13 m(平均5.6 m)の範囲の位置から引き寄せられている。1回に吊

表-4 荷送の時間分析表

荷送回数	木寄せ・荷吊時間 (秒)	木寄せ斜距離 (m)	本数	材積 ($\times 10^{-3} \text{m}^3$)
1	174	1.0	2	88
2	165	0.5	1	97
3	183	1.0	1	97
4	199	0.5	2	84
5	143	1.0	3	64
6	153	1.0	2	107
7	151	0.5	2	84
8	127	1.0	1	97
9	120	0.5	2	102
10	180	1.0	3	86
11	113	0.5	1	97
12	147	1.0	2	163
13	151	1.0	3	119
14	100	1.0	2	84
15	147	1.0	2	62
16	131	0.5	2	54
17	144	2.0	1	77
18	357	0.5	1	270
19	291	2.0	1	97
20	145	1.5	3	90
21	262	-2.0	1	230
22	178	-2.0	1	97
23	253	-2.0	2	102
24	172	1.0	1	120
25	117	1.0	1	97
26	139	1.5	2	117
27	151	-2.0	1	160
28	117	-2.0	2	120
29	214	-3.0	2	73
30	155	-4.0	2	102
31	132	-4.0	3	126
32	209	-5.0	2	86
33	195	-5.0	3	74
34	667	-10.0	1	360
35	290	-5.0	1	120
36	142	-3.0	1	97
37	136	-5.0	2	73
38	137	-5.0	1	120
39	151	-5.0	2	102
40	131	-5.0	1	145
41	144	-5.0	2	102
42	156	-5.0	2	116
43	174	2.0	1	120
44	180	2.0	1	180
45	216	3.0	2	216
46	163	3.0	1	77
47	574	-5.0	2	270
48	116	3.0	2	69
49	140	3.0	2	92
50	156	2.0	2	102
51	236	1.5	1	145
52	111	1.5	1	97
53	324	3.0	1	194
54	174	1.0	2	102
計	10,133		91	6,300

(注) 木寄せ斜距離(-)記号は引下げ、無印は引上げ

られる量は1本から3本(平均1.7本)、材積で 0.05 m^3 から 0.36 m^3 (平均 0.12 m^3)となっている。

これを一日当りに換算すると10人工で 12.6 m^3 ($1.26\text{ m}^3/\text{日}\cdot\text{人}$)を集材していることになる。期間全体を通してみると213人工 263.4 m^3 ($1.24\text{ m}^3/\text{日}\cdot\text{人}$)となる。

III. 考 察

1981年度から開始した和歌山演習林における複層林施業実験は、直営事業としておこなわれていて、伐採、集材、樹下植栽、林道作設等の実行は主として技能補佐員があたっている。これらの作業の内ジグザグ方式による集材作業はまったく初めての経験であった。そのため当面の3年間程度はジグザグ方式による集材技術の確立のための習熟に重点を置くことにしていた。すなわち初年度には集材地形に合った索張り、作業の人員配置と手順、使用機械・器具等を個々に検討し、今回1982年度の事業にこれらを配置した作業仕組みの適合性について検討した。

したがって、この報告ではジグザグ集材に適する作業仕組むと、この仕組むから得られる作業の実態を明らかにすることとし、作業工程の検討については作業の習熟度からみて時期尚早と思われる。

以下に作業の実行を通じて得られた結果について検討する。

1. 集材装置について

集材機に関しては、索の傾斜角が32度の位置でも制動能力があり、荷の吊り上げ、搬送についての十分な能力があると考えてよい。またロープ径9mmの主索についても破損することはなかった。

支柱とZBの接続に使用しているナイロンロープは、このロープ破断強度が主索の許容張力700kgの3倍以上の強度を持つとされているにもかかわらず作業中2箇所切断した。この箇所はいずれも支柱の内角が90度以下で、主索にかかる以上の張力が生じる箇所である。この破断を防ぐためには、支柱の内角を大きくするか、より強度のあるロープを使うかであるが、支柱の内角を拡大する方向での対処が良いと考えられる。この内角は主索の張力以下になる120度以上が望ましい。

単独で支柱となった立木のうち最小の胸高直径は20cmで、この立木のZB取り付け高さは2.0m、内角81度で主索の1.5倍の張力が生じることになる。この立木でも折損⁹⁾がなかった。またワンタッチで吊り荷の引き落としができるトリガフックは、その性能を果たした。

荷の移送時に生じる吊り荷と林地との接触は支間長が40m以上で起こった。接触時には主索に大きな抵抗が掛かるが、主索の傾斜が20度以上になるとその抵抗は小さくなる。このことから林地との接触による影響を少なくするためには、主索の傾斜が小さい場合(20度程度

以下)には支間長を40 m程度以下にする必要がある。

2. 作業仕組について

図-2に示した架線長940 m(平均支間長33.6 m)、立木支柱へのブロック取り付け数27個からなる架線装置の設置には7日間で延57.5人工(撤去には10.5人工)を要している。これは集材機の運搬と据え付けに始まり、ZB類の立木への取り付け、索の引き回し、荷卸土場の作成、試運転までの作業であるが、最も人工を要したのはZBの取り付けのための立木の選定と取り付け作業である。したがって装置の設置に要する人工は、架線の長さよりも取り付けるZBの数に影響される面が大きいと考えられる。

この施業林分の面積と、この林分に張られた架線の長さから林内に張られた架線の間隔を次のように考えてみた。すなわち、この複層林施業林分の面積0.6 ha、林道は開設予定敷地の面積0.5 haで面積の合計は1.1 haとなり、ここに張られた架線の水平長902 mである。戻り線等を見捨て、902 mの索を林内に等高線状に等間隔で張られたものと仮定すると、索間隔の距離は次の式で表される。

$$L=s/d-s^{0.5} \quad (1)$$

ただしd:索間隔(m), s:施業面積(m²), L:索長(m)

(1)式から、この林分の索間隔は13.8 mとなる。

一方、荷送りの時間分析から、荷送り係は索から平均4.9 m(5.6 m×cos29°)の距離を木寄せしていることになるから、木寄せ班単独で木寄せした距離は8.9 mと推定できる。

いま仮に木寄せ人工を零にする、即ち荷送り係だけで木寄せできる範囲である4.9 mの

表-5 数量化分析I類による荷送り時間に影響を及ぼす要因の分析

アイテム	カテゴリー	カテゴリー値 (秒)	偏相関係数
主索からの距離 (m)	引下げ 10~5	33.94	0.429
	4~2	-21.37	
	引上げ 0.5~1.0	-28.86	
	1.5~2.0	19.24	
	2.5~3.0	26.93	
材積(×10 ⁻³ m ³)	0~100	-25.25	0.842
	101~200	-17.72	
	201~360	270.51	
本数(本)	1	4.54	0.068
	2	-3.91	
	3	-1.10	
平均値		187.65	
重相関係数			0.867

索間隔とするためには、その索長は2,140 mとなる。木寄せ人工を2倍にする、即ち索間隔を22.7 mとするためには索長が380 mとなる。

架線の設置と撤去に要する人工は索長に比例すると仮定して、集材作業に要する人工を推定すると木寄せ人工が零の場合312人工、2倍で315人工となり、いずれも現状の281人工よりも多い。このことから現状の技能補佐員10人体制では、この技能補佐員配置の作業仕組を定着させてもよいと考えられる。

次に荷吊りまでに要する時間に、木寄せ距離、材積、本数がどの程度の影響をおよぼすかを数量化分析Ⅰ類⁹⁾の手法で検討した。その結果表-5を得た。この表の偏相関係数から所要時間に最も大きい影響を及ぼすのは材積で、次に主索からの距離となり、本数が与える影響は小さいことを示している。またカテゴリー値から材積が0.2 m³を超えると時間が急に大きくなること、距離は引き下げより引き上げの時間が大きいことを示している。

おわりに

和歌山演習林における複層林施業の集材作業については、残存木や樹下植栽木の被害、林床攪乱の抑制等総合的な視点から、現時点ではジグザグ方式を指向せざるを得ないと思われる。

この作業仕組みに関しては、これまでの検討結果から集材装置を含めた作業仕組みを大きく変更する理由はなく、むしろこの仕組みを定着させる方向が妥当と考えられる。ただし、集材コストの面からみると、1.2 m³/日・人と通常の工期の半分以下となっている。これは、はじめにも述べたように、演習林の複層施業技術の確立の一環として技能補佐員のジグザグ集材法についての技術修得を第一義に置いたこと、ならびに10人の技能補佐員体制でもって全ての森林作業をおこなっている演習林の作業条件に由来している面が大きいことが考えられる。ただこの枠組みの中でも、この作業の労力で大きな比率を占める木寄せ作業の軽減には索張り方法等による改善の余地が考えられる。ただし、これらは事業の継続のなかで試行錯誤を繰り返しながら改善され技術として定着するものと思われる。

今後、和歌山演習林では技能補佐員の減少や高齢化が進むことが予想されるので、これに対応するための弾力性のある作業仕組みの検討も必要であろう。例えば、この事業の進行に伴って拡大整備されてきている作業道路網を有効に活用できる小型タワーヤード⁷⁾を導入して、木寄せ作業の労力の軽減を図ることも、この対応策の一つとして考えられる。

参 考 文 献

- 1) 湊 克之・他8名：北海道大学和歌山演習林におけるスギ・ヒノキ複層林の施業実験Ⅰ—林内照度と樹下植栽幼樹の生長—。北大演研報，46(1)，83-109，1989。
- 2) 湊 克之・寺本 守：北海道大学和歌山演習林におけるスギ・ヒノキ複層林の施業実験Ⅱ—伐採に伴う保

- 残木の被害について一. 北大演研報, 46(3), 719-733, 1989.
- 3) 山脇三平: 複層林施業の集運材, 複層林の施業技術, 日本林業技術協会, 9-16, 1982.
 - 4) 林業機械化協会編: 集材架線作業の実務, 林業機械協会, 246 pp, 1984.
 - 5) 藤岡 昇: 集運材用ワイヤーロープの支柱としての立木の強さ(Ⅲ) —スギ小径木の場合—. 日林誌, 66(4), 160-163, 1984.
 - 6) 河口至商: 多変量解折入門, 森北出版, 161 pp, 1973.
 - 7) 猪内正雄・他4名: 軽架線による木寄集材装置つき小型運材車の試作に関する研究(Ⅰ)—設計概要—, 99 回日林論, 99, 643-644, 1988.

Summary

Since 1981, experimental work has been carried out to convert Japanese cedar, (*Criptomeria Japonica* D. DON) and Japanese cypress, (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.) forests planted in the 1930's to the multi-storied forests by selective cutting and successive under planting in the Wakayama Experimental Forest, Hokkaido University.

The purpose of creating multi-storied forests is to produce a variety of trees for multiple uses as well as to enhance environmental conservation within the forest.

This method, however, raises logging costs and also there is the problem of standing trees being damaged by the trees which are being cut down, compared with clear cutting. The studies which have hitherto been done have investigated the actual conditions presents^{1,2)}. This paper deals with the improvement of logging operations by the introduction of a mono-cable yarding system to harvest wood from the forest. The system was applied in the artificial forest in 1982.

The results are as follows: If the carrying capacity was below 0.4 cubic meter, it was possible in practice to use a 50-HP yarder, a 9-mm cable for the main cable and zigzag heel blocks 9 inches in diameter. The logging operations were conducted by 10 workers, with 3 involved in prehauling, 4 involved in hooking, 2 involved in landing, and 1 involved in yarder driving. The average volume harvested was 12 cubic meters per day and the average prehauling distance was 5 meters. It was shown through quantification analysis that the factor having the greatest effect on prehauling time was log volumes for hooking, and factor having the second greatest effect on its time was prehauling distance.