

林業の標準工程表あてはめに関する研究（その 3）

チェーンソー伐木造材作業の標準資料法 による標準時間—Ⅱ

辻 隆 道⁽¹⁾
渡 部 庄 三 郎⁽²⁾
石 井 邦 彦⁽³⁾

目 次

ま え が き	3
第1章 調査地の説明	3
第1節 調査要領と実績資料のせいり	3
1. 調 査 概 要	3
2. 実績資料のせいり	4
第2節 作業系統図と直接時間研究法によるまとめ	14
1. 作 業 系 統 図	14
2. 直接時間研究法による標準作業量の算定	20
第2章 標準時間資料法による標準時間の算定	27
第1節 纏り伐倒作業の標準時間	27
第2節 纏り測尺作業の標準時間	36
第3節 纏り玉切作業の標準時間	42
第4節 纏り枝払作業の標準時間	56
第3章 総 括	72
第1節 伐 倒 作 業	72
1. 纏り伐倒作業の基本時間，標準時間基表	72
2. 纏り伐倒作業 Time-table	72
第2節 測 尺 作 業	75
1. 纏り測尺作業の基本時間，標準時間基表	75
2. 纏り測尺作業 Time-table	75
第3節 玉 切 作 業	77

(1) 機械化部作業科作業第一研究室長

(2)(3) 機械化部作業科作業第一研究室

1. 纏り玉切作業の基本時間, 標準時間基表	77
2. 纏り玉切作業 Time-table	77
3. 玉切作業標準時間値を求めるにあたっての補助表	82
第4節 枝 払 作 業	87
1. 纏り枝払作業の基本時間, 標準時間基表	87
2. 纏り枝払作業 Time-table	87
3. 枝払作業標準時間値を求めるにあたっての補助表	89
第5節 1日の標準作業量の算出	107
第4章 考 察	109
第1節 直接時間研究法と標準資料法との精度の比較	109
1. 伐倒作業について	109
2. 測尺作業について	110
3. 玉切作業について	112
4. 枝払作業について	117
第2節 第1次調査と今回の第2次調査との比較	120
1. 作業量の差異	120
2. 使用機種について	120
3. 作業手順の差異	120
4. 計算上の差異	125
第3節 今後の調査取まとめの態度	125
摘 要	128
文 献	129
Résumé	130

(5) 使用チェーンソー

チェーンソーはマツカラー D44, 5.5 SP でブレードの長さは 24 in, チェーンはオレゴンの 0.404" ピッチを使用していた。機械管理番号は No. 281 で昭和34年9月購入, 35年度4月より稼働した機械である。そのほかにマツカラー I-70, 7.0 SP, ブレードの長さ 24 in, チェーンは 7/16" ピッチで, 管理番号 No. 307, 昭和35年3月に購入したものを使用した。購入後の使用状況を見ると第1表のごとくである。

第1表 調査に使ったチェーンソーの使用状況

	稼働時間(時)				造材数量(m³)			
	35年	36年	37年*	計	35年	36年	37年	計
No. 281	635.0	464.0	33.0	1,132.0	1,127.85	750.39	81.0	1,959.24
No. 307	680.0	811.0	146.0	1,637.0	828.60	1,293.66	300.0	2,422.25

	消費燃料(l)				部品修理費(円)			
	35年	36年	37年	計	35年	36年	37年	計
No. 281	485.3	325.5	41.0	878.8	22,040	93,648	0	115,688
No. 307	566.0	552.0	176.0	1,294.0	17,626	44,146	0	61,762

* 37年度は4, 5, 6月の3か月。

** 37年5月に予備機となる。

(6) 調査要領

対象作業員, 時間観測員の分担, 時間観測上の注意事項, 条件調査員の分担等の調査要領については, 林試研報「チェーンソー伐木造材作業の標準資料法による標準時間—1」¹⁾ pp. 12~13と同様であるので省略する。

(7) 要素作業の分解と標準資料法による取りまとめ方針

チェーンソーによる伐木造材作業の作業分解および標準時間を算出するための計算ルールは, 上記同文献 pp. 36~71 に示してある方針にそって行なった。したがって, 本編ではそれらのことは省略する。

2. 実績資料のせいり

(1) 統計的測定法

現地においては毎日, 作業員から作業日報が提出されており, それにもとづき事業所は機械の管理番号別に造材作業量, 稼働日数, 稼働時間, 修理, 整備の日数および金額, 燃料の消費量などの集計を行っている。これらの資料によりチェーンソーの統計的時間標準を求めてみる。ただし, 当営林署において調査時点ではマツカラー44-A, I-70, I-71の3機種を使用していたので一応3機種別に求める。

a. 重みつき平均値による標準

チェーンソー44-Aは5台, I-70は2台, I-71は10台の平均値を求めたが各機種ごと毎月稼働時間と生産量は第2表のごとくである。37年度は機械履歴簿の整理ができていなかったのが6月までである。なお, 当署は1~3月の冬山作業は事業を中止しているので稼働していない。

ま え が き

林業という工場は、面積が広く、原材料は不整形であって、人の側が加工品に向かって一々移動していかなければならない。その移動する面は凹凸の激しい斜面で、障害物あり、移動距離不定ということが特色であり、また生産品も多品種少量生産に属する工程をとっている。

林業の作業方法がなかなか単純化、標準化のすすまないのも、その辺がネックになって阻害しているためなのであろう。標準工期表は「標準」が前提である。わが国の場合は上記のようなことがらで、「標準」が容易に確立され難いということが一般の弱みである。

林業の標準工期表は、従来勘による経験の数値または直接時間研究法によっている。そのため工期の面だけに主眼がおかれ、作業改善や標準化に役だつ記録もとぼしく、作業研究がすすんでいないわけである。

われわれはここに標準時間資料法の調査を取り入れ、基礎時間や定加時間となる作業に対しては作業研究を行ない、追加時間または割増時間となる要素作業は作業改善の対象とする。そして基礎時間や定加時間については標準時間（Time-table）を設定しておき、追加時間ならびに割増時間については作業改善とあわせ逐次所要時間を与えていく。本主旨にそって、さきに第1次調査として熊本地域でのチェーンソー伐木造材作業について行ない、標準時間資料法を導入できる確信が得られたので、今回第2次調査として長野地域での同種作業について実施したものである。

この種標準時間を調査するとき、作業員の技りょう、モラルというものは重要な要素になる。今次調査はその辺の準備がやや不足した点を認めざるを得ないが、手法としての取りまとめが終わったので報告する。

長野営林局監査課能率係、伊那営林署大久保製品事業所のみなさん、ならびにご協力いただいた作業員に対し深く感謝する。

第1章 調査地の説明

第1節 調査要領と実績資料のせいり

1. 調査概要

（1）調査期間

昭和 36. 8.20 ～ 同 9. 7

（2）調査場所

長野営林局伊那営林署、大久保製品事業所 260 林班

（3）林相

針広混交の天然林で、標高 1,000～3,000m にまたがっているが、標高 1,400～2,000m においてはコメツガが多く、34% を占めており、シラベ、トウヒ、ウラジロモミがこれに次いでおり、蓄積は ha あたり 500m³ である。調査対象となったのはコメツガ、ウラジロモミの2樹種である。

（4）対象作業

対象作業はチェーンソー使用による伐木造材作業で、普通造材のワンマン作業である。

この標準は、単に毎月の数字を使っているばかりでなく、生産量または作業時間の多い月、あるいは使用機種が多いものに対して大きな重みをあたえている。ここで機種別の人時を見ると使用年次において2年目に人時が多くなり、3年目に少なくなっている傾向がどの機種にも見られる。この点については別の機会に再検討する必要がある。

b. 重みをつけない平均値による標準

毎月の m^3 当たり人時あるいは

第3表 重みをつけない平均値

人時当たり m^3 を計算してから、それをさらに平均すると第3表のごとくで、この標準は生産量や所要作業時間には関係なく、毎月に等しい重みをあたえている。

年 度	機 種	m^3 当たり人時	人時当たり m^3
35	44-A	0.729	1.666
	I-70	0.703	1.703
36	44-A	0.679	1.534
	I-70	0.669	1.586
	I-71	0.438	2.350
37	44-A	0.394	2.547
	I-70	0.411	2.452
	I-71	0.927	1.561

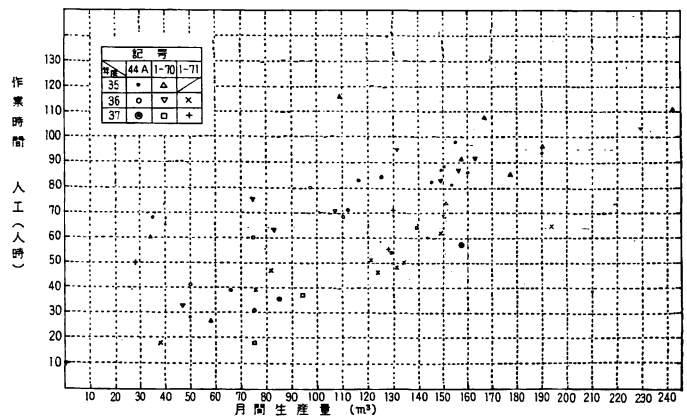
c. 統計的傾向による標準
第2表の資料を図にすると第1図となるが、明らかな傾向線

は引けない。もし両者の関係に傾向線が明らかとなれば、この傾向線を標準とみなすのである。すなわち計画する丸太生産数量によって変わる函数である。第2～6図は図による標準をあらわすために作業日数の整理資料から得られた図である。第1～6図を通覧してみると機種別の差はもちろんのこと使用年度、あるいは月によって非常な変化があることで、これがすなわち標準資料法における標準作業方式の確立、あるいは事業所における生産規模との関係など、その原因は多く指摘できるかもしれないが、分析手法の確立においては多くの時間と能力を必要とするであろう。

d. 平均値以外の統計量による標準

標準を設定する前におこなっていた作業が、少なくとも作業や監督の熱意という面に関するかぎり、あまりうまくいかなかったと考えられる場合、すなわち、われわれの調査した現場のみならず、現在のチェンソー作業においてはその作業方法の確立も明りょうではなく、また監督や作業集団における人間関係の確立も不十分な現今にお

いては、第3四分位点のような統計量を標準として使用する方法がある。この方法は第4表のごとく、各月の計算資料を順位に並べ第3四分位点を求めるものである（第4表中の○印が第3四分位点を示す）。



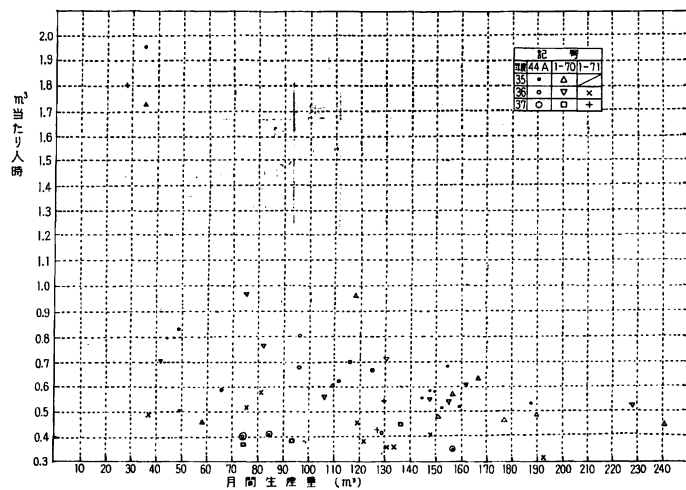
第1図 月間丸太生産量に対する月間直接作業時間

第2表 年度・月別の稼働時間および生産量

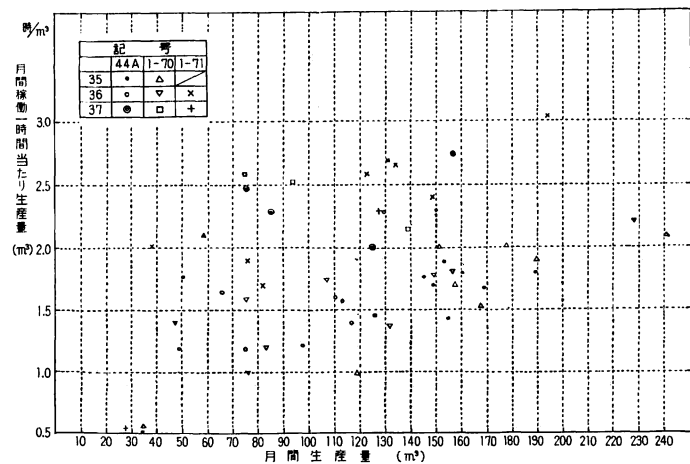
月				4	5	6	7	8
35 年 度	作業時間 生 産 量	44—A	時 m³	28.0 54.05	81.3 153.90	86.3 160.26	104.0 189.71	108.5 155.51
	作業時間 生 産 量	I—70	時 m³	27.0 58.41	74.3 151.48	96.0 190.34	111.0 241.08	91.0 157.33
36 年 度	作業時間 生 産 量	44—A	時 m³	41.5 49.85	60.4 75.18	83.0 116.23	84.1 125.24	71.3 112.46
	作業時間 生 産 量	I—70	時 m³	75.0 76.61	102.0 163.72	64.5 83.18	104.0 229.12	87.0 156.62
	作業時間 生 産 量	I—71	時 m³	18.9 38.36	48.4 131.04	62.3 149.55	50.3 134.99	47.8 82.01
37 年 度	作業時間 生 産 量	44—A	時 m³	30.3 75.67	57.3 157.67	35.7 85.33		
	作業時間 生 産 量	I—70	時 m³	28.2 75.00	64.2 138.50	37.2 94.50		
	作業時間 生 産 量	I—71	時 m³	50.4 28.00	55.4 128.00	71.6 130.10		

月				9	10	11	12	計	m³ 当 り 人 時
35 年 度	作業時間 生 産 量	44—A	時 m³	82.0 145.34	88.8 150.78	86.8 149.38	68.0 34.80	733.7 1,189.73	0.613
	作業時間 生 産 量	I—70	時 m³	116.0 119.05	108.0 167.68	85.0 177.44	60.5 34.91	768.8 1,297.72	0.592
36 年 度	作業時間 生 産 量	44—A	時 m³	39.7 66.58	54.3 129.03	68.5 110.71	80.0 97.68	582.8 883.00	0.660
	作業時間 生 産 量	I—70	時 m³	61.0 107.17	83.5 149.07	95.0 131.75	33.0 47.17	705.0 1,144.41	0.616
	作業時間 生 産 量	I—71	時 m³	56.4 120.55	39.7 76.38	65.9 194.27	47.4 123.56	437.1 1,050.71	0.416
37 年 度	作業時間 生 産 量	44—A	時 m³					123.3 318.67	0.387
	作業時間 生 産 量	I—70	時 m³					129.6 308.00	0.421
	作業時間 生 産 量	I—71	時 m³					177.4 286.10	0.620

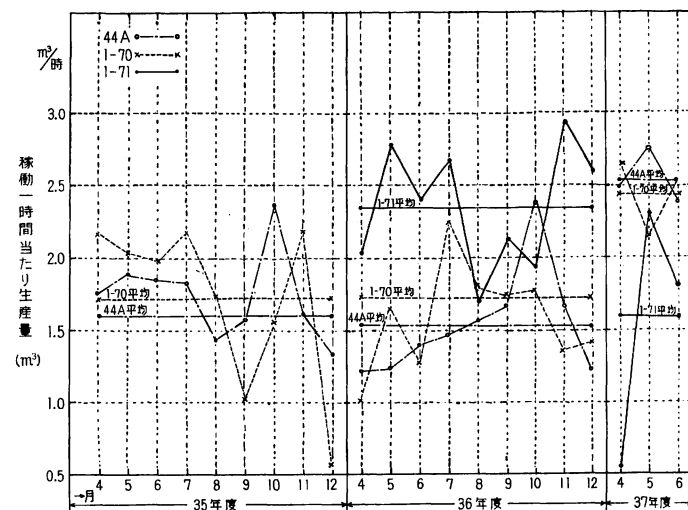
各年度別に生産された丸太 1 m³ 当たりの人時は 44-A で 35 年度は 0.613 人時、36 年度は 0.660 人時、37 年度は 0.387 人時。I-70 で 35 年度は 0.592 人時、36 年度は 0.616 人時、37 年度は 0.421 人時。I-71 は 36 年度より使用開始であり、0.416 人時、37 年度は 0.620 人時となっている。



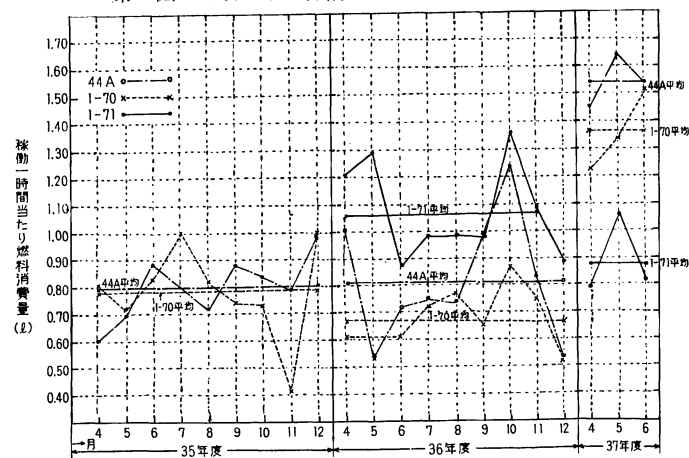
第2図 月間丸太生産量に対する月間丸太 m^3 当たり直接作業時間



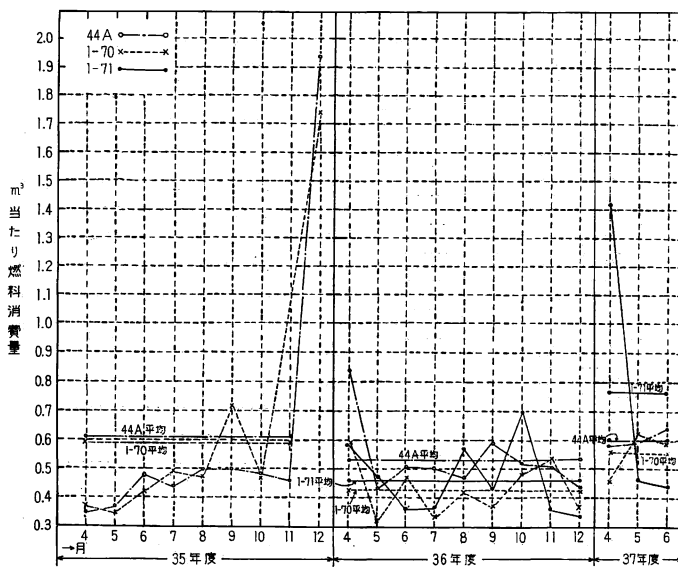
第3図 月間丸太生産量に対する月間稼働1時間当たり生産丸太生産量



第4図 月別にみた稼働1時間当たり燃料消費量



第5図 月別にみた稼働1時間当たり生産量



第6図 月別にみた m^3 当たり燃料消費量

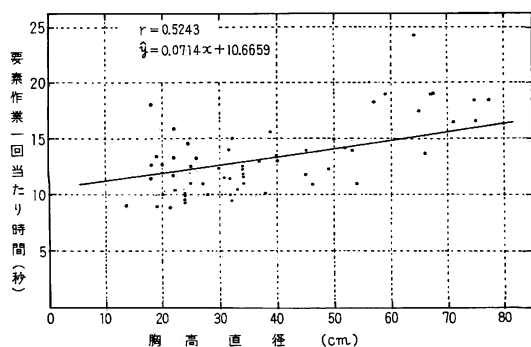
第4表 年度別に求め

m^3 当たり人時

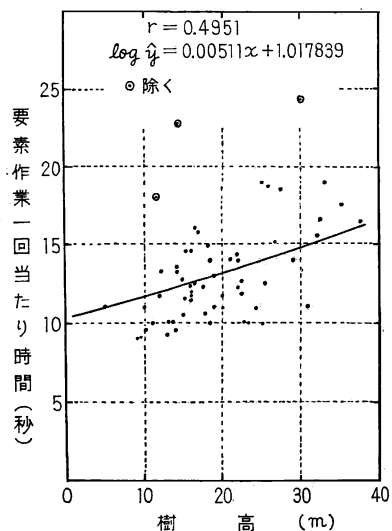
44 - A							
35 年度		36 年度		37 年度		35 年度	
人時/ m^3	月	人時/ m^3	月	人時/ m^3	月	人時/ m^3	月
0.528	5	0.421	10	0.363	5	0.460	7
0.538	6	0.596	9	0.400	4	0.462	4
○ 0.548	7	○ 0.619	11	0.418	6	○ 0.479	11
0.559	4	0.634	8			0.490	5
0.565	9	0.672	7			0.504	6
0.581	11	0.714	6			0.578	8
0.589	10	0.803	5			0.644	10
0.698	8	0.819	12			0.974	9
1.954	12	0.832				1.733	12

1時間当たり m^3

44 - A							
35 年度		36 年度		37 年度		35 年度	
m^3/h	月	m^3/h	月	m^3/h	月	m^3/h	月
0.512	12	1.202	4	2.390	6	0.577	12
1.433	8	1.221	12	2.497	4	1.026	9
○ 1.698	10	○ 1.245	5	2.752	5	○ 1.553	10
1.721	11	1.400	6			1.729	8
1.772	9	1.489	7			1.983	6
1.788	4	1.577	8			2.039	5
1.824	7	1.616	11			2.088	11
1.857	6	1.677	9			2.163	4
1.893	5	2.376	10			2.172	7



第7-1図 伐木造材作業の胸高直径と要素1回平均時間
(樹種：モミ・ツガ)



第7-2図 伐木造材作業の樹高と要素1回平均時間
(樹種：モミ・ツガ)

た 第 3 四 分 位 点

I - 70				I - 71			
36 年度		37 年度		36 年度		37 年度	
人時/m ³	月	人時/m ³	月	人時/m ³	月	人時/m ³	月
0.454	7	0.376	4	0.339	11	0.433	5
0.555	8	0.394	6	0.369	5	0.550	5
○ 0.560	10	0.464	5	○ 0.373	7	1.800	4
0.569	9			0.384	12		
0.623	5			0.417	6		
0.700	12			0.468	9		
0.721	11			0.493	4		
0.775	6			0.520	10		
0.979	4			0.583	8		

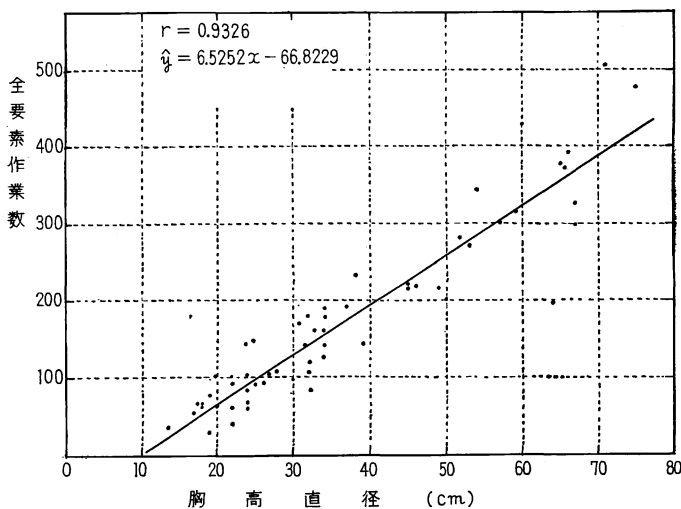
I - 70				I - 71			
36 年度		37 年度		36 年度		37 年度	
m ³ /h	月	m ³ /h	月	m ³ /h	月	m ³ /h	月
1.021	4	2.157	5	1.716	8	0.556	4
1.290	6	2.5 0	6	1.924	10	1.817	6
1.387	11	2.660	4	○ 2.030	4	2.310	5
1.429	12			2.137	9		
1.605	5			2.400	6		
1.757	9			2.607	12		
1.785	10			2.684	7		
1.800	8			2.707	5		
2.203	7			2.948	11		

(2) 作業内容の検討

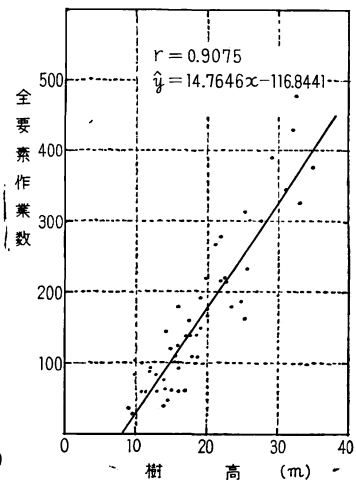
今回の調査において作業内容をみると、木曽地方における人力による伐木造材作業をそのまま斧および鋸がチェーンソーに代わった感じがする。この点については後述するが、まず調査対象地の作業内容についてみると、伐倒作業を構成している要素作業数は38要素であり、造材作業においては65要素から構成されている。これらの要素作業がそれぞれ特定の要素作業と関係し合っているが、伐倒作業でいちばん多くの要素作業と関係しているものは始動停止が28要素、持歩行が25要素、道具取替えが20要素と関係している。造材作業においては持歩行が47要素、始動停止が43要素、空身歩行が34要素と関係している。関係要素作業の平均をみると伐倒作業は8要素、造材作業は11要素となっている。立木1本当たりの平

第5表 要素作業および時間と胸高直径、樹高との相関表

要素		相 関 係 数 (r)	回 帰 係 数 t 検 定	標本の誤差率 (p)
伐 倒	要素作業1回当たり時間と 胸 高 直 径	0.3136	2.426	84.78 %
	〃 〃 樹 高	0.2917	2.242	85.40
	要 素 作 業 数 と 胸 高 直 径	0.6706	6.467	92.14
	〃 〃 樹 高	0.7256	7.748	85.47
造 材	要素作業1回当たり時間と 胸 高 直 径	0.6189	5.933	44.14
	〃 〃 樹 高	0.5364	5.259	42.55
	要 素 作 業 数 と 胸 高 直 径	0.9328	19.027	50.28
	〃 〃 樹 高	0.9007	15.238	60.62
伐 木 造 材	要素作業1回当たり時間と 胸 高 直 径	0.5243	2.833	46.64
	〃 〃 樹 高	0.4951	4.192	44.82
	要 素 作 業 数 と 胸 高 直 径	0.9326	18.985	48.60
	〃 〃 樹 高	0.9075	15.881	56.55
	要素作業1回当たり時間と 要素作業数	0.3901	3.081	47.51



第8-1図 伐木造材作業の胸高直径と全要素作業数
(樹種：モミ・ツガ)



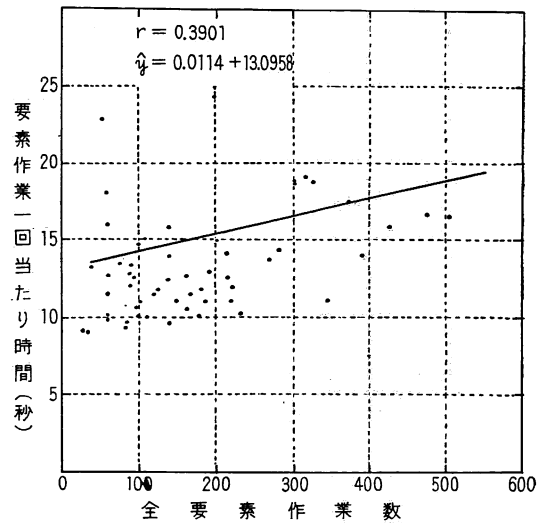
第8-2図 伐木造材作業の樹高と全要素作業数 (樹種：モミ・ツガ)

均要素作業は伐倒作業で31要素、造材作業で157要素となっている。1要素の平均時間は伐倒作業が178秒、造材作業は125秒となっている。要素作業数および要素作業1回当たり時間は、熊本の調査においても胸高直径、樹高との関係が深く、それぞれの相関係数、回帰式が求められた。今回においても求めてみると、第5表および第7～9図のごとくである。

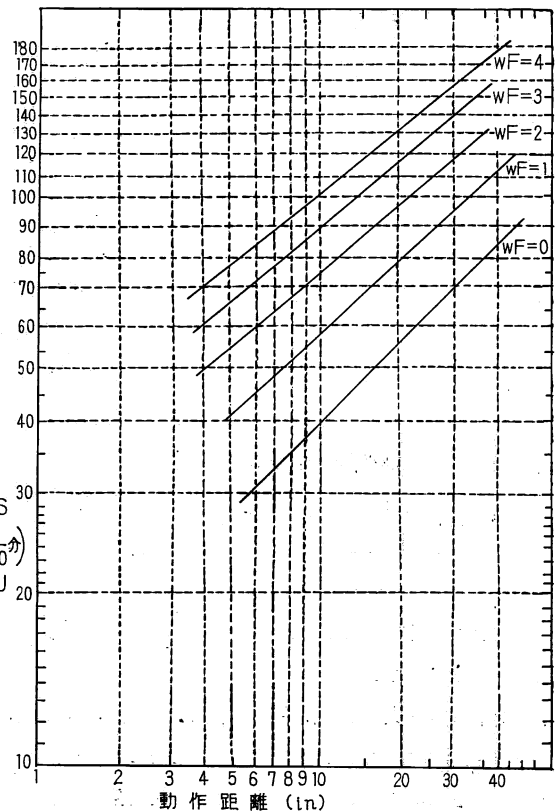
表において樹高、胸高直径のいずれに対しても要素作業数との相関関係は、要素作業1回当たり時間よりは高くなっている。とくに胸高直径との相関が樹高よりはいくぶんよくなっているようである。結局は伐倒作業、造材作業あるいは伐木造材作業においてはその手順のいかん

にかかわらず、一定数の要素作業回数を経なければ丸太にならないであろうことは確実であり、とくに胸高直径と相関の高いことは対象木の大小に応じて所要の要素作業数は変化することである。伐木造材作業

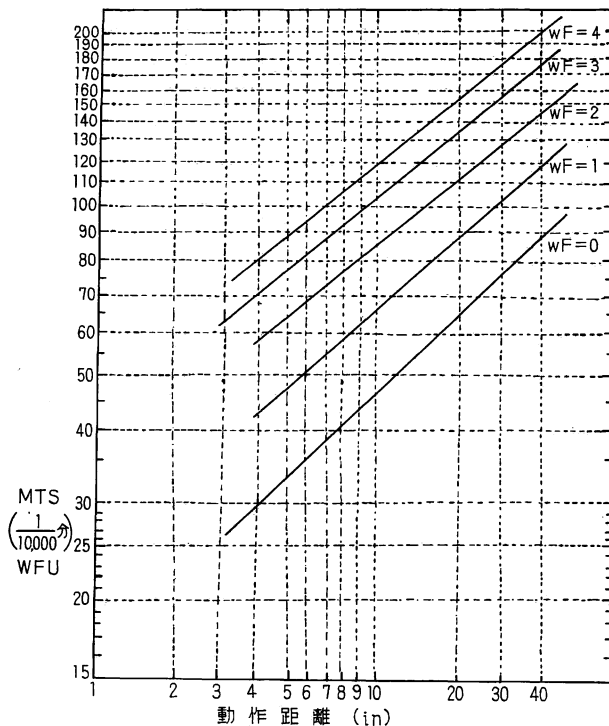
で全要素数は伐倒作業の38要素および造材作業の65要素、すなわち1本当たりおよそ103の異なる要素からなっている。このうち対象木56本のうちで2～3本の対象木にのみ出現した特殊な要素作業も含まれているが、この点は標準作業方法の確立とともにその必要性の検討はされるべきであろうが、今回では一応必要要素作業とみなしておく。このような多くの要素作業がさきにも述べたごとく特殊な要素作業と結び付き、あるいは枝切作業のごとく、枝の数と同じくらい出現する要素など、それぞれの要素作業には、その性格はあるが、これらを見無視してみても立木1本を処理する要素作業数は174要素となり、構成要素が平均1.7回の出現となってくる。これも、今回調査木の平均胸高直径36.9cmの立木に対するものであるが、胸高直径の変化とともに要素作業数も変化することは、標準資料法における標準作業方法の確立



第9図 全要素作業数に対する要素1回平均時間



第10—1図 動作距離とMTSとの関係（腕の場合）



第10-2図 動作距離と MTS との関係 (脚の場合)

カメラでもって作業動作を撮影し、その結果について分析を行ない、動作に対する抵抗を条件づけたものであって、その根本原則としては、テーラーのムリ、ムラ、ムダを排除した結果であるが、これらについては、W.F 法以前に労働生理学者より強い批判のあったことは周知のとおりである。しかし、ムリ、ムラ、ムダを排除することは作業動作の合理化においては必要なことであり、排除した後の処置が問題となる。すなわち、排除した結果をそのまま与えることは労働強化になることは当然のことであるが、W.F 法においては 16 mm カメラで作業を撮影し、フィルムを観察して、ムダな動作はカットし、残りをつなぎ合わせて完全な運動を見だし、カットした部分は「予備時間」の参考とする。できあがった完全な運動をゆっくりのばして疲労を防ぐようにする。すなわち、ムダを排除した作業動作に対して、ある程度の作業速度でもって標準動作の維持が可能となるように考慮されているのである。

一方においては、その動作部位によって動作時間標準は一定の比率がある。大島氏によれば W.F 法においては手、胴、脚等に分けているが同じ部位については動作の時間標準と動作距離の関係に、

$$\log MTS = a \log D + b$$

D: 動作距離, MTS: 動作時間標準, a, b: 常数なる一般式が成立し、腕と脚の場合について図化したのが第10図である。パラメーターとなっている W.F=0, 1, 2, 3, 4 の場合は、動作距離の対数と動作時間標準の対数との関係を示す直線は近似的に平行移動されている。しかし、これも動作距離が 3 in 以上の場合であって、それ以下のところではこの一般式は成立しない。また動作部位別においては W.F=0, 1, 2, 3, 4 のいずれの場合においても変化なく

$$\frac{\text{脚}}{\text{腕}} = 1.15 \quad \frac{\text{胴}}{\text{腕}} = 1.45 \quad \frac{\text{脚}}{\text{胴}} = 1.26$$

に、要素作業の発生率および結合度とともに大いに役だつ因子となるであろう。すなわち、考え方においては胸高直径 36.9cm の立木では、同一の要素作業が 1.7 の出現数であることは明らかとなったが、この同一要素の出現数は胸高直径の変化とともに変わり、また 1 回当たりの時間も同じような傾向を持つことは、W.F 手法におけるミクロ的な法則と一致する点があるのではないだろうかと考えられる。すなわち、出現数を一定階級に分けたときの要素作業数、要素作業時間などの関係が法則性を持つのではないかと推測する。このことは、これら 5 因子に対応する胸高直径階級に標準資料法、とくに標準作業方法に関係があるものと考えられる。

では W.F 手法における時間法則性について少しふれてみる。W.F 法は高速

なる値を示す。

すなわち、動く部位の大きさによって動作時間標準は延長し、脚は腕に対して15%増し、胴は脚に対して45%増し、胴は脚に対して26%増しとなっている。われわれの調査した伐木造材作業においても、全要素時間に対して胸高直径、採材長、全要素作業数との重回帰が求められた。

すなわち、

$$\log \hat{y} = 0.4331 \log x_1 + 0.2897 \log x_2 + 0.6938 \log x_3 + 0.7833287$$

ここに、 y : 全要素作業時間（秒）、 x_1 : 胸高直径（cm）、 x_2 : 採材長（m）、 x_3 : 全要素作業数なる式で、これにより構成要素作業数および時間と胸高直径、採材長等の条件についての法則性を求めてみると次のごとくである。すなわち、W.F法のごとく上式を分解してそれぞれの図を書くことと第11図のごとくであり、これをみても胸高直径階級あるいは採材長階級においては、対数関係における直線は近似的に平行移動されている。胸高直径階級の増加順にみると、

$$30\text{cm}/20\text{cm}=1.15 \quad 40\text{cm}/30\text{cm}=1.09 \quad 50\text{cm}/40\text{cm}=1.06$$

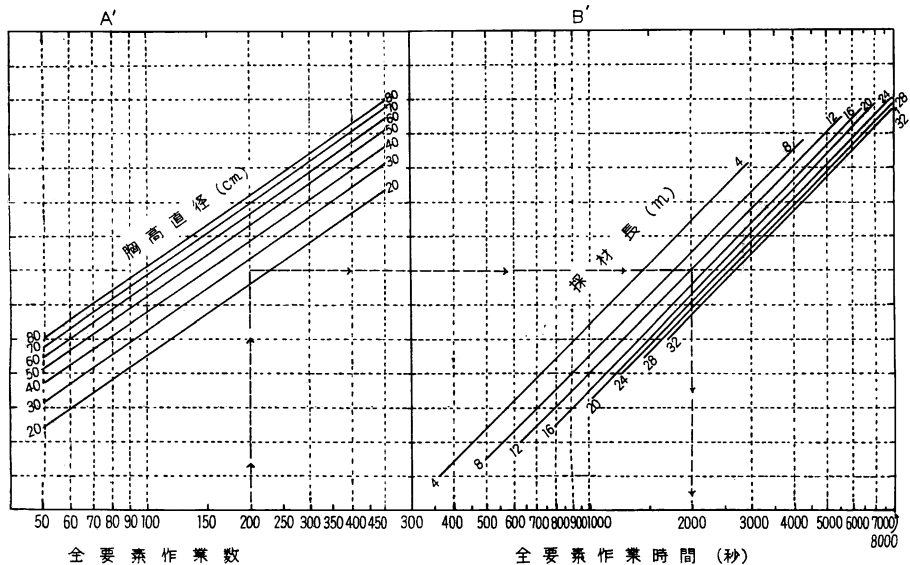
$$60\text{cm}/50\text{cm}=1.05 \quad 70\text{cm}/60\text{cm}=1.04 \quad 80\text{cm}/70\text{cm}=1.03$$

の比となり、採材長階級の増加順にみると、

$$4\text{m}/8\text{m}=1.12 \quad 8\text{m}/12\text{m}=1.08 \quad 12\text{m}/16\text{m}=1.06$$

$$16\text{m}/20\text{m}=1.05 \quad 20\text{m}/24\text{m}=1.03 \quad 28\text{m}/24\text{m}=1.03$$

の比となっている。これをみても人間動作のともなうもの、特にチェンソーを使用した労働とはいえ、その大部分が人力の行動に依存しているチェンソー伐木造材作業においては、W.F法における身体各部の行動に対する法則性も適応できるというよりは、数値は異なるがその法則性にもとづくものがある。しかしながら、これら法則性にもとづいて行動はなされているであろう可能性は十分に納得できるが、これが標準作業方法との関連においてはまだ分析の不十分な点がある。



第11図 伐木造材作業の要素からみた関係

第2節 作業系統図と直接時間研究法によるまとめ

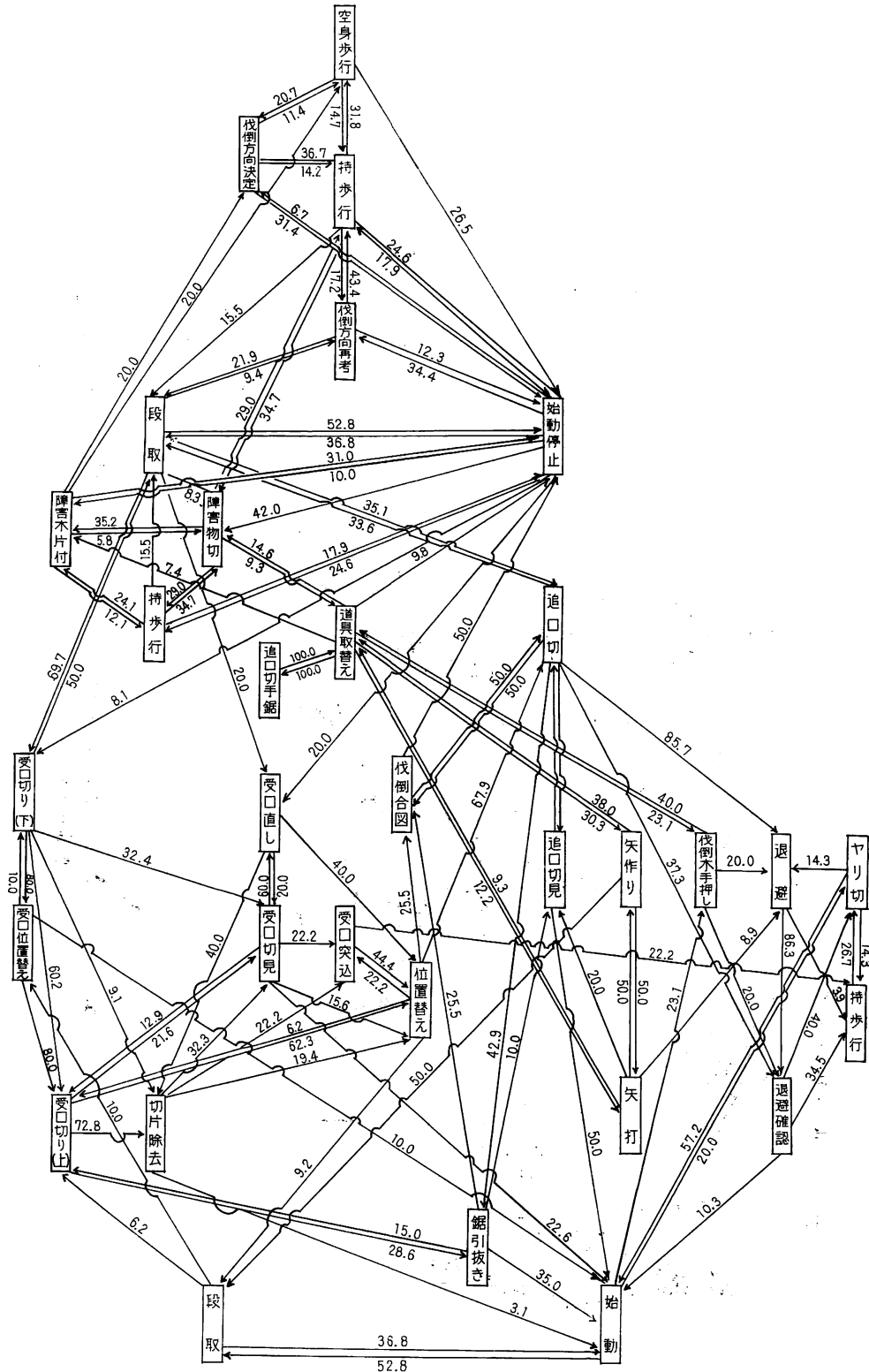
1. 作業系統図

すべて作業において、ひとつの要素作業を取りあげてみると、その要素作業はひとつの in put があって、はじめてある行動がなされ、それが時間分析手法上要素作業名として out put の形で表現されるのである。具体的なものとしては、われわれの日常行動においても無意識的に次の動作が出てくることがよくある。これはひとつの動作に対して熟練の結果、このような動作が前の動作を行なうことによってなんら考えることなく出てくるのである。

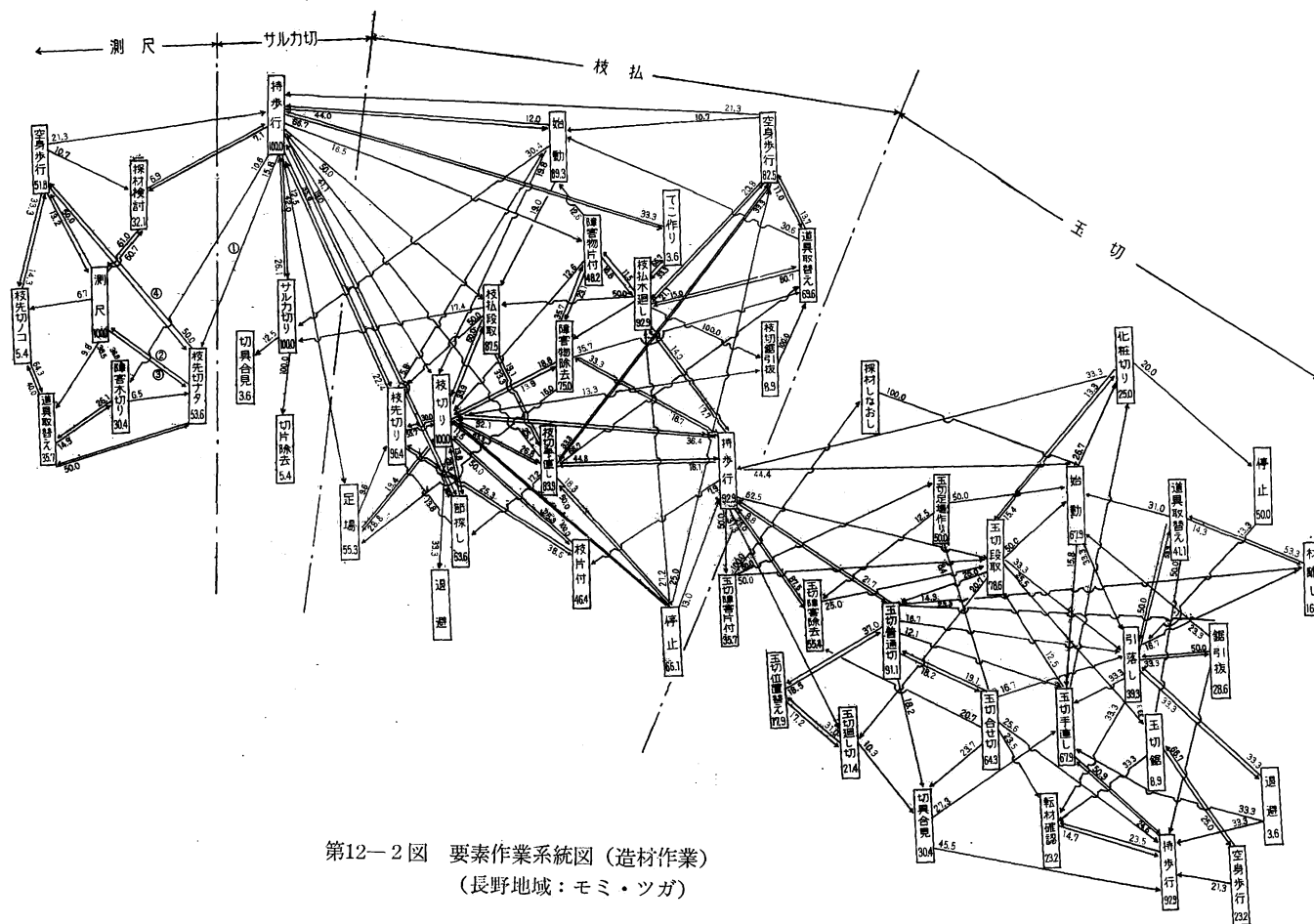
このようなことからして、その要素に対する前に行なわれる要素作業、あるいは後に発生する要素作業との関係度合を要素作業の結合度合としてみた場合、第12図のごとき要素作業系統図が得られるのである。

第6表 要素作業配列図

伐 倒 作 業			造 材 作 業			
要素作業名	結合度 (%)	発生率 (%)	要素作業名	結合度 (%)	発生率 (%)	摘 要
持 歩 行	35	100.0	空 身 歩 行	33.3	51.8	測 尺
障 害 木 切	46	46.4	枝 先 切 (鋸)	40.0	5.4	
障 害 片 付	29	50.0	道 具 取 替 え	50	35.7	
方 向 決 定	45	85.7	枝 先 切 (ナタ)	50	53.6	
始 動	34	96.4	空 身 歩 行	13	51.8	
受 口 段 取	46	85.7	測 尺	61	100.0	
受 口 切	75	100.0	採 材 検 討	61	32.1	
切 片 除 去	44	53.6	測 尺	50	100.0	
切 具 合 見	27	39.3	空 身 歩 行	21	51.8	
受 口 直 し	43	25.0	持 歩 行	44	100.0	枝 払
位 置 替 え	45	78.6	始 動	30	89.3	
追 口 切	65	100.0	サ ル カ 切	42	100.0	
退 避	100	100.0	持 歩 行	50	100.0	
伐 倒 確 認	59	60.7	枝 払 段 取	50	87.5	
持 歩 行		100.0	枝 先 切 (機械)	56	96.4	
			枝 切 (ノ)	65	100.0	
			枝 切 手 直 し	67	83.9	
			道 具 取 替 え	81	69.6	
			木 廻 し	50	92.9	
			枝 払 段 取	50	87.5	玉 切
			枝 切 (機械)	32	100.0	
			持 歩 行	63	92.9	
			玉 切 段 取	25	78.6	
			玉 切	37	100.0	
			位 置 替 え	19	17.9	
			玉 切	23	100.0	
			鋸 引 抜 し	33	28.6	
			引 落 し	33	39.3	
			退 避		3.6	



第12-1図 要素作業系統図（伐倒作業）（長野地域：モミ・ツガ）



第7表 1日平均観測時間と観測時間に対する百分率

勤 務 時 間									勤 務 時 間											
			纏り作業	単 位 作 業	No.	1日平均 観測時間 (分)	纏り作業ご と観測時間 百分率	単位作業ご と観測時間 百分率(%)				纏り作業	単 位 作 業	No.	1日平均 観測時間 (分)	纏り作業ご と観測時間 百分率	単位作業ご と観測時間 百分率(%)			
勤 務 時 間	実 働 時 間	備 材	準 備 (後仕末)	通 休 勤 身 息 度 機 準 備 道 具 準 備 小 計	1	49.84	44.55	10.12	勤 務 時 間	実 働 時 間	備 材	測 尺 ・ 玉 切	支 え 木 扱 い 木 口 廻 し 計	33	27.72	24.75	5.63			
					2	2.55	2.28	0.52						34						
					3	1.42	1.27	0.29						35						
					4	58.05	51.90	11.78						小 計						
					5															
					6	111.86	100.00	22.71						112.01	100.00	22.74				
			移 動	移 小 動 計	7	20.86		4.23				枝 払	枝 節 切 切 り 計	37	101.44	64.06	20.59			
					8									38	0.05	0.03	0.01			
														39	101.49	64.09	20.60			
			伐 倒	受 追 口 切 り 口 口 切 り 矢 打 ち 計 伐倒方向の再考 合 図 避 け 退 口 切 な お し ヤ バ な り お し ネ バ 向 決 定 り 方 足 場 作 り 障 害 除 去 退 避 路 作 り 懸 断 木 落 し 計 小 計	9	11.60	33.68	2.36					障 害 除 去 手 木 直 廻 し 計 小 計	40	12.15	7.67	2.47			
					10	9.66	28.04	1.96						41	30.16	19.05	6.12			
					11	1.00	2.90	0.20						42	14.56	9.19	2.95			
														43	56.87	35.91	11.54			
					12	22.26	34.64	4.52						44	158.36	100.00	32.14			
					実 働 時 間 合 計							45		437.54		88.81				
												余 裕 時 間		職 場 疲 れ 達 用 業 (道具) 作 (機械)	46	1.71	0.35			
															47	13.11	2.66			
															48	2.36	0.48			
															49	1.30	0.26			
															50	36.66	7.44			
															余 裕 時 間 合 計		51	55.14	11.19	
																	勤 務 時 間 合 計		52	492.68
					除 外 時 間	食 事 食 事・休 み そ の 他 除 通 勤 (往) 通 勤 (復)	53	32.50												
							54	0.63												
							55	36.90												
							56													
							57													
			除 外 時 間 合 計				58	69.03												
							拘 束 時 間 合 計					59	561.71							

林業の標準功程表あてはめに関する研究 (その3) (辻・渡部・石井)

1) 纏 り 伐 倒

[illegible]

第8表（つづき）

1)（つづき）

纏り	単位作業	要素作業	No.	1日平均 観測時間	観測時間 百分率	纏り	単位作業	要素作業	No.	1日平均 観測時間	観測時間 百分率
				分 秒	%					分 秒	%
伐倒	懸木落し	空身歩行 持歩計	116 117 118	0.02 0.06 0.71	0.06 2.06	伐倒	小 計		119	12.19	35.38
							合 計		120	34.45	100.00

2) 纏 り 測尺、玉切

纏り	単位作業	要素作業	No.	1日平均 観測時間	観測時間 百分率	纏り	単位作業	要素作業	No.	1日平均 観測時間	観測時間 百分率
				分 秒	%					分 秒	%
測尺 玉切	測 尺	探材検討 測道具取尺 障る害除え 空身歩去 持歩行 計	1 2 3 4 5 6 7 8	2.48 17.04 0.78 2.88 1.92 4.95 1.27 31.32	2.22 15.21 0.70 2.57 1.71 4.42 1.13 27.96	測尺 玉切	サルカ 切り	切位片除去 道具変え 始動身歩 空持歩行 計	43 44 45 46 47 48 49	0.15 0.09 0.04 0.77 0.69 2.17 12.40	0.13 0.08 0.03 0.69 0.62 1.94 11.07
	玉 切	玉切①普通 ②廻し ③合し 細切直し 段取り 足場作 位置変 サビ進 鋸引行 転引確 クサ比 手直 道取 始替 空停 持身歩 計	9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	13.71 0.81 10.81 0.24 4.23 0.28 29.98 3.42 1.73 0.55 0.18 0.64 1.12 0.42 0.72 4.57 0.74 1.94 0.85 6.11 22.99 52.97	12.24 0.63 9.65 0.21 3.78 0.25 26.76 3.05 1.55 0.49 0.16 0.57 1.00 0.38 0.64 4.08 0.66 1.73 0.76 5.45 20.52 47.29		化粧掛け	化粧掛 段具掛 道動取 始身替 空身歩 持歩行 計	50 51 52 53 54 55 56	0.86 0.02 0.09 0.04 0.05 1.02	0.77 0.02 0.08 0.04 0.91
							捨切り	捨切 段引 鋸取 道動 始身 空持 持歩 計	57 58 59 60 61 62 63 64 65	2.32 0.40 0.06 0.13 0.31 0.19 0.91 0.29 4.61	2.07 0.36 0.05 0.12 0.28 0.17 0.81 0.26 4.12
							支え 木扱い	支え木扱 段具取 材動取 道動取 始身歩 空持歩 持歩行 計	66 67 68 69 70 71 72 73		
	小 計		31	84.29	75.25		木口廻し	木口廻 段具取 道動取 始身歩 空持歩 持歩行 計	74 75 76 77 78 79		
	障害除去	障害木切 ボ害物付 障切り 段物片 道取付 具取替 始動歩 空持歩 持歩行 計	32 33 34 35 36 37 38 39 40	4.77 1.41 0.09 0.10 0.43 0.17 2.72 9.69	4.26 1.26 0.08 0.09 0.38 0.15 2.43 8.65		小 計		80	27.72	24.75
	サルカ 切 り	サルカ切 段 取	41 42	7.58 0.91	6.77 0.81		合 計		81	112.01	100.00

第8表 (つづき)

3) 纏 り 枝 払

纏り	単位作業	要素作業	No.	1日観測 平均時間	観測時間 百分率		
枝払	枝切り	枝先切り	1	分 秒	%		
		枝細計	2	16.40	10.36		
		段具取付	3	52.36	33.06		
		枝道具取替え	4	68.76	43.42		
		始動停止	5	4.00	2.52		
		空身歩行	6	1.64	1.05		
		持歩行	7	0.78	0.49		
		足場・鋸引	8	2.66	1.68		
		細計	9	1.38	0.87		
		計	10	20.70	13.07		
			11	1.52	0.96		
			12	32.68	20.64		
		101.44	64.06				
	節切り	節細計	13				
		枝道具取替え	14				
		始動停止	15	0.05	0.03		
		空身歩行	16				
		持歩行	17				
		細計	18				
		計	19				
			20				
			21				
			22	0.05	0.03		
		小 計			23	101.49	64.09
		障害除去	障害木切り	障害木切り	24	6.27	3.96
障害木切り	25						
障害木切り	26			2.33	1.47		
障害木切り	27			0.12	0.07		
障害木切り	28			0.22	0.14		
障害木切り	29			0.22	0.14		
障害木切り	30			0.87	0.66		
障害木切り	31			2.12	1.34		
障害木切り	32						
障害木切り	33			12.15	7.67		
	手直し			手直し	34	22.99	14.52
				手直し	35	1.33	0.84
		手直し	36	0.22	0.14		
		手直し	37	1.36	0.86		
		手直し	38	0.17	0.11		
		手直し	39	4.09	2.58		
		手直し	40				
		手直し	41	30.16	19.05		
	木廻し	木段廻し	42	10.07	6.36		
		木段廻し	43	0.07	0.04		
		木段廻し	44	0.54	0.34		
		木段廻し	45	0.37	0.23		
		木段廻し	46	1.72	1.09		
		木段廻し	47	1.75	1.11		
		木段廻し	48	0.04	0.02		
		木段廻し	49	14.56	9.19		
		小 計			50	56.87	35.91
合 計			51	158.36	100.00		

る。このサイクルの中に含まれている要素作業の結合度ならびに発生率を整理したのが第6表である。図を見て今回の調査地におけるものは非常に複雑な作業の仕方であることがわかる。

しかし、これらの図においても、結合度の高い要素作業を拾いだせば順当な作業手順が求められるが、現実の作業があまりにも複雑な面を考慮に入ると、要素作業の性格についての再検討が必要なのであろう。そのためには各要素作業名にはこだわらず、作業員の材の生産に対する人間行動としてみれば W. F 法における動作の法則性が成立するであろうし、または立木に対する要素作業の流れ、あるいは出現をみると、発生率によってその要素の性格の断片を知ることができる。また各要素をサイバネティックス的な見方をとる場合は、要素作業結合度によって、その要素の性格の断片があらわされる。

これらいずれの見方をとったとしても、各個の立場からみている以上は標準作業方法の確立はなかなか進展が望めないのではないかという疑問をもつ。それがためには、さらに要素作業の性格について、またそれぞれの見方の立場を総合させるところの手法、分析の再検討が必要なのだと考える。

2. 直接時間研究法による標準作業量の算定

(1) 観測時間と要素時間の百分率

観測調査した16日間の集計から、1日平均の観測時間を求めると第7表になる。本表は1日の余裕率の算定ならびに目的分類による1日の要素作業配分の基礎となる。

第8表は纏り作業ごとに要素の観測時間百分率を算出したものである。表は標準資料法

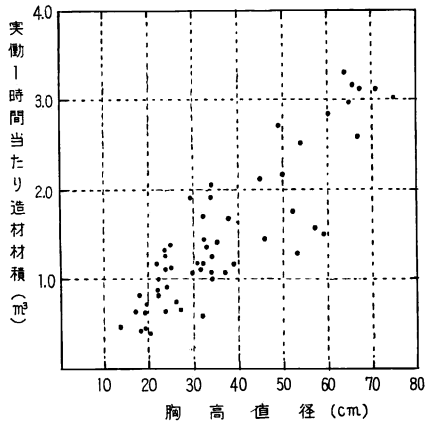
による標準時間の算出を行なうさい、きわめて短時間の要素作業は、単位作業としてこみにして扱うが、類似要素作業としてプールするか、または計算分析の際の計算精度の目安をうるのに参考とする。

第7～8表の観測時間値は、標準資料法による調査に併行して観測業務を行なったものである。

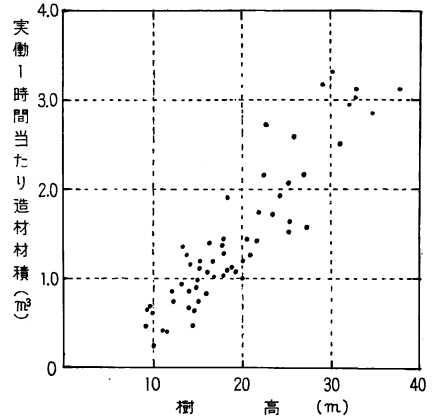
（2）直接時間研究法による標準作業量

国有林野事業で従来より行なわれている標準功程表の作製手法である。本編でも標準資料法を目的として調査に併行して観測した同一資料をもって、直接時間研究法のまとめによる標準作業量をあらわしておく。これは標準資料法で標準時間を組み立てるときの参考とする。

標準作業量の単位として、実働時間1時間当たり作業量（ m^3 ）をとり条件因子としては胸高直径、樹高、歩止りの3変数を用いた。おのおの変数と作業量との関係は第13—1～3図に示す。



第13—1図 胸高直径と造材材積



第13—2図 樹高と造材材積

上記4変数を用い重回帰分析による計算過程は以下のとおり。

〔計算過程〕

$$\text{推定式 } \hat{Y} = a + bX_1 + cX_2 + dX_3$$

とし、 Y ：実働1時間当たり作業量（ m^3 ）， X_1 ：胸高直径（cm）， X_2 ：樹高（m）， X_3 ：歩止り（%）とする。

1) 偏差平方和・偏差積和の統計量

$$N=56 \quad m=4$$

$$S X_1 = 2066.0 \quad S X_2 = 1102.99$$

$$S X_3 = 4627.6 \quad S Y = 83.595$$

$$\bar{X}_1 = 36.89286 \quad \bar{X}_2 = 19.69268$$

$$\bar{X}_3 = 82.63571 \quad \bar{Y} = 1.49277$$

$$S x_1^2 = 14974.85714$$

$$S x_1 x_2 = 5751.46107$$

$$S x_1 x_3 = 8934.86429$$

$$S x_2^2 = 2769.87050$$

$$S x_2 x_3 = 4949.04264$$

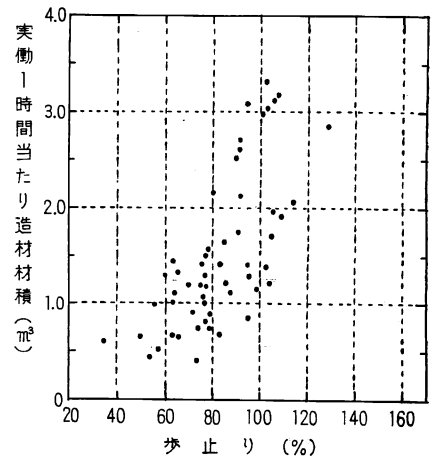
$$S x_3^2 = 18481.64857$$

$$S x_1 Y = 640.86211$$

$$S x_2 Y = 288.01457$$

$$S x_3 Y = 545.16036$$

$$S Y^2 = 35.80527$$



第13—3図 歩止りと造材材積

2) ガウスのC乗数

$$\begin{aligned} C_{11} &= 3.51414 \times 10^4 & C_{12} &= -8.17088 \times 10^4 & C_{13} &= 0.48902 \times 10^4 \\ C_{22} &= 25.92048 \times 10^4 & C_{23} &= -2.99042 \times 10^4 & C_{33} &= 1.10537 \times 10^4 \end{aligned}$$

3) 回 帰 係 数

$$\begin{aligned} b &= C_{11}Sx_1y + C_{12}Sx_2y + C_{13}Sx_3y = 1.65340 \times 10^2 \\ c &= C_{12}Sx_1y + C_{22}Sx_2y + C_{23}Sx_3y = 5.99906 \times 10^2 \\ d &= C_{13}Sx_1y + C_{23}Sx_2y + C_{33}Sx_3y = 0.54711 \times 10^2 \end{aligned}$$

4) 標準誤差の計算

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}^2 = bSx_1y + cSx_2y + dSx_3y = 30.85683$$

回帰からの偏差の平方和

$$Sd_{y.123}^2 = Sy^2 - S\hat{y}^2 = 4.94845$$

推定分散

$$Sy_{.123}^2 = Sd_{y.123}^2 / N - m = 0.095162$$

推定の標準誤差

$$Sy_{.123} = \sqrt{Sy_{.123}^2} = 0.30848$$

5) 重相関係数と有意性の検定

重相関係数

$$R^2 = S\hat{y}^2 / Sy^2 = 0.86180$$

$$R = \sqrt{R^2} = 0.9283$$

有意性の検定

変 動 因	自由度	平 方 和	平均平方
回 帰 $R^2 Sy^2$	3	30.85698	10.28566
推定の誤差 $(1 - R^2) Sy^2$	52	4.94829	0.09516
全 体	55		

$$F_0 = 10.28566 / 0.09516 = 108.088^{**}$$

この重回帰全体としての有意性はきわめて高い。

6) 回帰係数の標準偏差と有意性の検定

回帰係数の標準偏差

$$sb = Sy_{.123} \sqrt{C_{11}} = 0.57828 \times 10^2$$

$$sc = Sy_{.123} \sqrt{C_{22}} = 1.57056 \times 10^2$$

$$sd = Sy_{.123} \sqrt{C_{33}} = 0.32433 \times 10^2$$

回帰係数の有意性の検定

$$t_b = b / sb = 2.859^{**}$$

$$t_c = c/sc = 3.820^{**}$$

$$t_d = d/sd = 1.687$$

$$\text{ここに} \begin{cases} t_{0.01(50)} = 2.682 \\ t_{0.05(50)} = 2.010 \end{cases}$$

変数 X_3 の項は棄却域 5%にとると、帰無仮説は保留することになる。 X_3 の変数を削除した計算は以下となる。

7) X_3 を削除した統計量

$$C_{11} = 3.29784 \times 10^4 \quad C_{12} = -6.84775 \times 10^4 \quad C_{22} = 17.82921 \times 10^4$$

$$\text{回 帰 係 数} \quad b = 1.41208 \times 10^2$$

$$c = 7.46612 \times 10^2$$

$$\text{標 準 誤 差} \quad S\hat{y}^2 = 30.55296$$

$$Sd_{y.12}^2 = 5.25231$$

$$S_{y.12}^2 = 0.09910$$

$$S_{y.12} = 0.31480$$

$$\text{重相関係数} \quad R^2 = 0.85331$$

$$R = 0.9237$$

8) 重回帰方程式

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}_1 - c\bar{X}_2 = -0.49847$$

ゆえに重回帰方程式は、

$$\hat{Y} = 0.0141 X_1 + 0.0747 X_2 - 0.4985$$

ここで、 Y : 実働 1 時間当たり伐木造材功程 (m^3)

X_1 : 胸高直径 (cm)

X_2 : 樹高 (m)

9) 推定式の精度

推定量の標準誤差 $S_{y..x}$ を、従属変数の平均値の百分率によって表わしたものを精度の尺度にとると、

$$p' = \{S_{y..x} \cdot t_{\phi(\alpha)} / \bar{Y}\} 100$$

$$p' : \text{誤差率 (\%)}$$

$$S_{y..x} : \text{推定の標準誤差}$$

$$t_{\phi(\alpha)} : \text{自由度 } N - m \text{ における危険率 } 0.05 \text{ のときの } t \text{ 表の値}$$

$$\bar{Y} : \text{変数 } Y \text{ の平均値}$$

数値を上式に代入して、

$$p' = \{(0.3148 \times 2.010) / 1.49277\} \times 100 = 42.4 (\%)$$

功程表に対する誤差率は、

$$p = p' / \sqrt{N}$$

より推定すると、

$$p = 42.4 / \sqrt{56} = 5.66\%$$

精度としてはあまりよくない。標準功程表に対して $\hat{Y} \pm 5.7\%$ が与えられる。

直接時間研究法による実働 1 時間 当たりのモミ・ツガ 伐木造材標準工程表（長野地方）は 第 9 表になる。

第9表 直接時間研究法による実働1時間当たりの

$$\hat{Y} = 0.01412X_1 + 0.07466X_2 - 0.49846$$

[illegible]

上述標準作業量は実働1時間当たりの作業量であるから、1日の作業量を求めんとするには、1日の実

{Y: 実働1時間あたり功程 (m³), X₁: 胸高直径 (cm), X₂: 樹高 (m)}

單位：m³

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1.352														
1.380 1.455 1.408 1.483 1.558 1.436 1.511 1.586 1.660 1.465 1.539 1.614 1.689 1.763 1.493 1.568 1.642 1.717 1.792					1.866									
1.521 1.596 1.670 1.745 1.820 1.549 1.624 1.699 1.773 1.848 1.578 1.652 1.727 1.802 1.876 1.606 1.681 1.755 1.830 1.905 1.634 1.709 1.784 1.858 1.933					1.894 1.969 1.923 1.997 2.072 1.951 2.026 2.100 2.175 1.979 2.054 2.128 2.203 2.278 2.008 2.082 2.157 2.231 2.306					2.381				
1.662 1.737 1.812 1.886 1.961 1.691 1.765 1.840 1.915 1.989 1.719 1.794 1.868 1.943 2.018 1.747 1.822 1.896 1.971 2.046 1.775 1.850 1.925 1.999 2.074					2.036 2.110 2.185 2.260 2.334 2.064 2.139 2.213 2.288 2.363 2.092 2.167 2.242 2.316 2.391 2.120 2.195 2.270 2.344 2.419 2.149 2.223 2.298 2.373 2.447					2.409 2.484 2.437 2.512 2.587 2.466 2.540 2.615 2.690 2.494 2.568 2.643 2.718 2.792 2.522 2.597 2.671 2.746 2.821				
1.804 1.878 1.953 2.028 2.102 1.832 1.906 1.981 2.056 2.130 1.860 1.935 2.009 2.084 2.159 1.888 1.963 2.038 2.112 2.187 1.917 1.991 2.066 2.140 2.215					2.177 2.252 2.326 2.401 2.476 2.205 2.280 2.354 2.429 2.504 2.233 2.308 2.383 2.457 2.532 2.262 2.336 2.411 2.486 2.560 2.290 2.364 2.439 2.514 2.588					2.550 2.625 2.700 2.774 2.849 2.578 2.653 2.728 2.802 2.877 2.607 2.681 2.756 2.831 2.905 2.635 2.710 2.784 2.859 2.934 2.663 2.738 2.812 2.887 2.962				
1.945 2.020 2.094 2.169 2.243 2.048 2.122 2.197 2.272 2.151 2.225 2.300 2.254 2.328 2.356					2.318 2.393 2.467 2.542 2.617 2.346 2.421 2.496 2.570 2.645 2.375 2.449 2.524 2.599 2.673 2.403 2.478 2.552 2.627 2.702 2.431 2.506 2.580 2.655 2.730					2.691 2.766 2.841 2.915 2.990 2.720 2.794 2.869 2.944 3.018 2.748 2.822 2.897 2.972 3.046 2.776 2.851 2.925 3.000 3.075 2.804 2.879 2.954 3.028 3.103				
					2.459 2.534 2.609 2.683 2.758 2.562 2.637 2.712 2.786 2.665 2.740 2.814 2.768 2.843 2.871					2.833 2.907 2.982 3.057 3.131 2.861 2.936 3.010 3.085 3.160 2.889 2.964 3.038 3.113 3.188 2.917 2.992 3.067 3.141 3.216 2.946 3.020 3.095 3.170 3.244				

働時間が必要になってくる。

林業労働の余裕率算定式によって余裕時間ならびに実働時間は以下のことによって求められる。

林業労働の余裕率算定式を(1)式に示す。

$$\log \hat{Y} = 0.145848X - 0.000224R + 1.132691 \dots \dots \dots (1)$$

ここで、Y：休憩率（勤務＋昼食と昼食休みを含めた余裕率）

X：実働平均 R.M.R

R：半拘束労作量値（勤務＋昼食と昼食休みの労作量値）

(1)式は480分勤務を条件としている。実際の観測時間が480分勤務に相違するときは、式中のRの値は次式(2)より推定する。

$$\log \hat{R} = 0.8884 \log X + 1.1199 \log T - 0.3995 \dots \dots \dots (2)$$

ここで、R：勤務＋昼食と昼食休みの労作量値（半拘束労作量値）

X：実働平均 R.M.R………(1)式と同じもの

T：求めようとする勤務時間に昼食と昼食休みの時間を加えた合計時間（分）

観測値を入れて実際計算すれば、

$$X = 3.96, T = \text{勤務 } 480 \text{ 分} + \text{昼食時間 } 45 \text{ 分} = 525 \text{ 分}$$

とすると、まず(2)式に代入して、

$$\log \hat{R} = 3.17780, R = 1506 \text{ (半拘束労作量値)}$$

R=1506を(1)式に代入して、

$$\log \hat{Y} = 1.37291, Y = 23.60\% \text{ (休憩率)}$$

余裕率は、

$$525 \text{ (分)} \times 23.6 \text{ (\%)} = 123.90 \text{ 分}$$

$$123.90 \text{ (分)} - 45 \text{ (分)} = 78.90 \text{ 分} \dots \dots \dots \text{余裕時間}$$

$$78.90 \text{ (分)} / 480 \text{ (分)} = 16.4\% \dots \dots \dots \text{余 裕 率}$$

よって実働時間は、

$$480 \text{ (分)} - 79 \text{ (分)} = 401 \text{ 分} \dots \dots \dots (6.7 \text{ 時間})$$

となる。

上記余裕率は性質分類によるエネルギー的余裕時間であり、実際の使用にあたっては、もう一度目的分類による整理の操作が要る。それは上記余裕率16.4%を用い、480分換算表を作り、実働時間として仕分けした中に、R.M.R 1.0以下の要素作業時間が含まれておれば、これは疲労の回復に役だっているものと解釈し、余裕時間として仕分けしたなかに、R.M.R 1.0以上の要素作業時間が含まれておれば、上記性質分類による余裕時間78.90分のうえにさらに増与してやることになる。

第2章 標準時間資料法による標準時間の算定

第1節 纏り伐倒作業の標準時間

(1)

類型	基礎	纏り	伐倒	単位	受口切・追口切
				要素	全要素

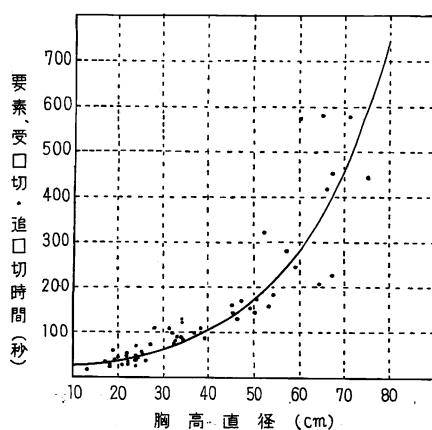
〔I〕 計算吟味過程

単位受口切、追口切については全要素を込みにして分析の対象とするが、その過程としては次のようなグループ分けをして計算吟味した。

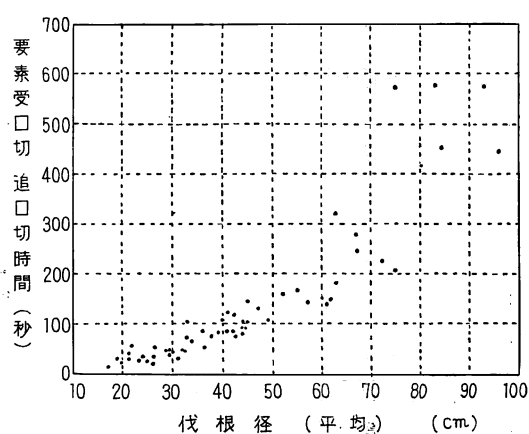
要素名	グループ分け	摘要
受口切 追口切	イ	単位受口切・追口切作業の全体となる要素作業
段取 鋸引 道具取替え 始動停止 空身歩行 持歩行 切片除去	ロ	単位受口切・追口切作業中付帯となる要素作業
上記全要素	ハ	単位受口切・追口切作業の全要素作業

1) イのグループについて

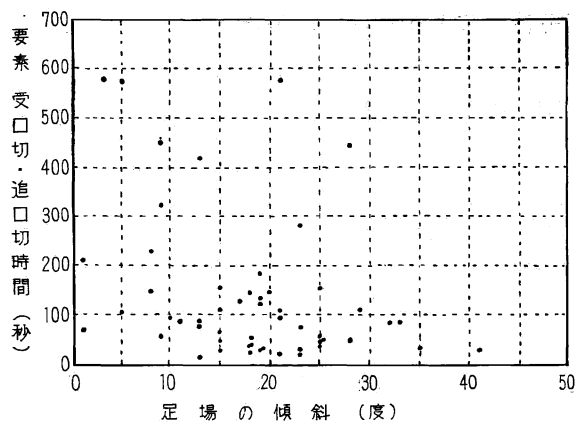
要素受口切、追口切についてだけ、おもだった条件因子と作業時間との相関図を示せば第14～17図までになる。第14-1、2図の胸高直径や伐根径は相関性を有しているが第14-3図の傾斜の因子は相関性



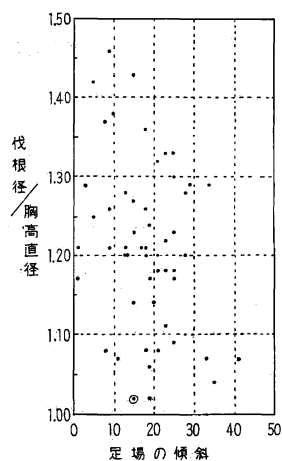
第14-1図 胸高直径と要素作業受口、追口切時間



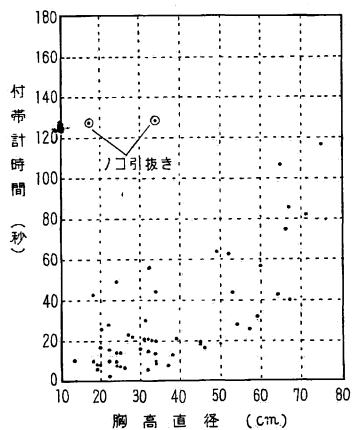
第14-2図 伐根径と要素作業受口、追口切時間



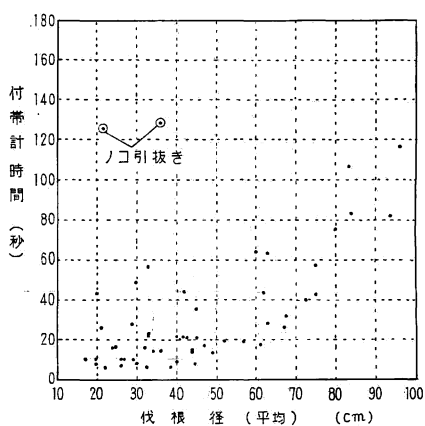
第14—3図 傾斜と要素作業受口、追口切時間



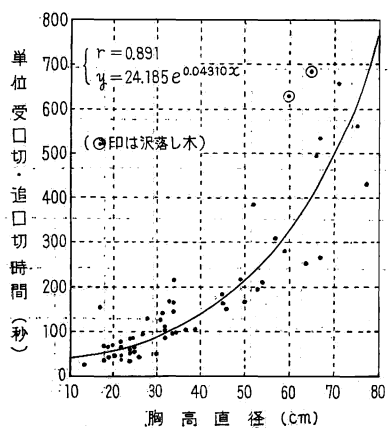
第15図 足場の傾斜と伐根係数



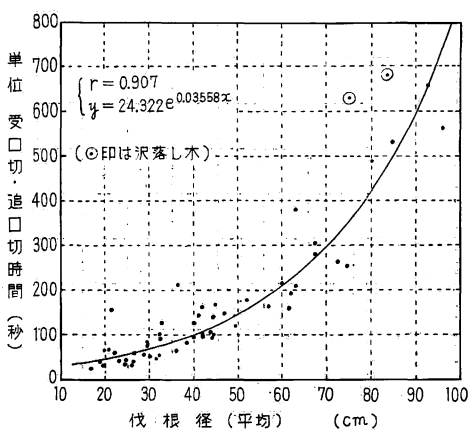
第16—1図 胸高直径と受口、追口の付帯時間



第16—2図 伐根径と受口、追口切の付帯時間



第17—1図 胸高直径と単位作業受口、追口切時間



第17—2図 伐根径と単位作業受口、追口切時間

というものは有していない。第15図は 伐根径/胸高直径 として足場の傾斜と対応させてみた図である。すなわち、傾斜急のところでは伐根高が低く、傾斜緩のところでは伐根高が高くなっている傾向がみられたからである。伐根径/胸高直径の比が伐根高が低ければ伐根高が高いときより大である。よって、そのことが現実にあるとすると第15図の点はマイナスの相関をもって並ぶはずである。だが点の傾向はさだかでない。条件因子に胸高直径をとって回帰式を設定したときの誤差率は15.0%（95%信頼度）、伐根径をとって回帰式を設定したときは13.0%（同）であった。

2) ロのグループについて

単位受口切、追口切作業中付帯的となる要素作業を一括してグラフに打点すれば第16—1, 2図になる。ノコ引抜きの◎印2点を考慮外におくと、点の並びは指数曲線の形をとっている。傾斜の因子については相関性を見いだせなかった。

3) ハのグループについて

イのグループ、ロのグループとも指数曲線の形をとるので、両グループを込みにした。すなわち単位受口切、追口切作業全要素についてみると第17—1, 2図となる。これと第14—1, 2図と比較してみると点のパラツキ方は遜色がない。よって単位受口切、追口切については、要素作業ごとでなく単位作業をもって標準時間を算定することにした。

計算した結果の統計量は次のとおり。

D : 胸高直径, F : 伐根径 (平均), $\log Y$: 単位受口切・追口切作業時間 (秒)

因 子	標 本 数 N	相関係数 r	回帰係数 b	回帰係数の有意性 t_b	推定の誤差 $S_{y.x}$	回帰式の誤差率 (95%信頼度) %
D (胸高直径)	54	0.89050	0.01872	14.119	0.1546163	15.11
F (伐 根 径)	54	0.90659	0.01545	15.496	0.1434116	14.02

(平均値 $\bar{D}=35.95370$ $\bar{F}=43.40926$ $\log \bar{Y}=2.05667$)

回帰は因子に胸高直径をとったときより伐根径をとったときの方が精度はわずかによい。伐根径をとったときの方が胸高直径をとるより精度がよいということは当然のことだが、その精度はすぐれてよいというほどのこともないから、両回帰のどちらを使用してもさしつかえないであろう。

〔Ⅱ〕 類 型 区 分

受口切、追口切作業は全木に発生し、作業時間は条件との傾向をもつので基礎時間に類型区分される。

〔Ⅲ〕 単位受口切、追口切の標準時間

条件因子に胸高直径をとったとき、

$$\log \hat{y} = 0.01872x + 1.38354$$

ここで、 y : 単位受口切、追口切標準時間 (秒), x : 胸高直径 (cm)

条件因子に伐根径をとったとき、

$$\log \hat{y} = 0.01545x + 1.38600$$

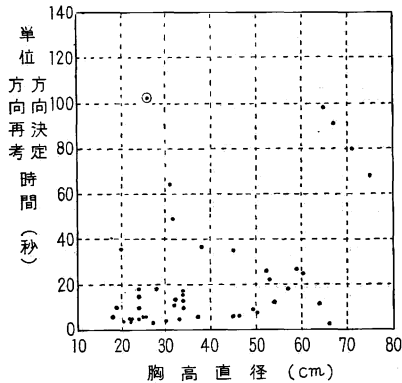
ここで、 y : 単位受口切、追口切標準時間 (秒), x : 伐根径 (平均) (cm)

(2)

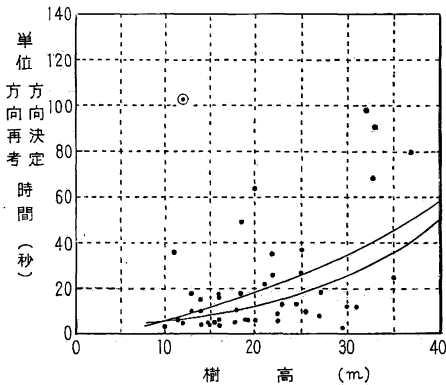
単位	方向決定	方向再考
要素	全要素	

〔I〕 条件との関連

単位作業方向決定および方向再考についておのおの独自に条件因子との関連を調べたが、明らかな傾向



第 18—1 図 胸高直径との関連図



第 18—2 図 樹高との関連図

性をつかめなかった。そこで、方向決定と方向再考とは作業員の優劣とも関連があつて、両単位作業を一緒にすることは若干の問題を残すことになるも、両者とも伐倒方向を予見するという準備作業であるからここに合計して分析した。代表的な条件因子についての相関図を挙げておくと第 18—1, 2 図のものとなる。

両グラフとも胸高直径や樹高だけの単独因子だけでは、相関の傾向を明りょうにあらわしえないようである。その他立木の傾きの具合、枝張りの状態、周囲の残存木とか斜面の起伏の状態とかの複雑な要因がからみ合っている。

いま 条件因子に樹高をとったときの グラフに $y = ae^{bx}$

なる指数式を設定すると、相関係数 $r=0.5253$, 回帰係数 $b=0.30801$ で、その有意性の検定は $t_b=4.001$ であるが、回帰式の誤差率 (95%信頼度) は 64.8% で精度は良くない。また、2 次曲線式、 $y=a+bx+cx^2$ も与えて見たが精度はあまり変わりがな

$y = x e^{bx}$ の指数式における統計量

X : 樹高 (m), Y ($=\log Y$): 単位方向決定, 方向再考時間 (秒)

$N=44$

$\bar{X}=21.0098 \quad \log \bar{Y}=1.12101$

$Sx^2=2183.53110 \quad Sxy=67.25560 \quad Sy^2=7.50743$

$r=Sxy/\sqrt{Sx^2 \cdot Sy^2}=0.5253$

$b=Sxy/Sx^2=0.03080$

$S_{y \cdot x}=[\{Sy^2-(Sxy)^2/Sx^2\}(1/n-m)]^{1/2}=0.359757$

$t_b=b/S_{y \cdot x}/\sqrt{Sx^2}=4.001 \dots \dots \dots \{t_{50(0.05)}=2.010\}$

$$f = \{s_y \cdot x \cdot t_{50(0.05)} / \hat{y}\} \times 100 = 64.8 (\%)$$

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数	56
発生した個数	44
発 生 率	78.6% $\div$ 0.800 として適用

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

回帰式としての精度は良くないが、暫定的なものとして回帰式より標準時間を推定することにする。発生率 0.800 であるから追加時間に類型区分する。

〔Ⅶ〕 単位方向決定，方向再考の標準時間

単位方向決定，方向再考基本時間 $\log \hat{y} = 0.03080x + 0.47389$

単木 1 本に対する標準時間 $\log \hat{y} = 0.03080x + 0.47389 \quad k = 0.800$

または $\log \hat{y} = 0.03080x + 0.37698$

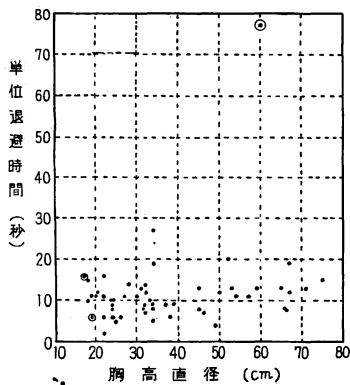
ここで， y ：単位方向決定，方向再考標準時間（秒）， x ：樹高（m）

(3)

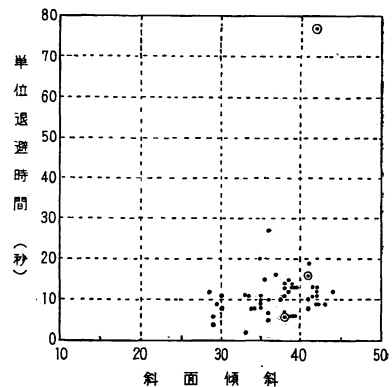
単位 退避
類型 割増 纏り 伐倒 要素 全要素

〔Ⅰ〕 条件との関連

退避時間と条件との関連は第 19—1，2 図に示すように木の大きさとか，傾斜の影響とかはないようである。そして退避時間はある一定の高さの幅をもって横に広がっているから，分布図によって基本時間を決定しよう。



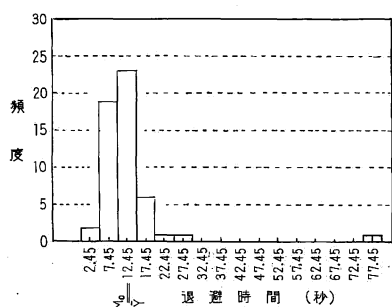
第 19—1 図 胸高直径と単位退避時間



第 19—2 図 斜面傾斜と単位退避時間

〔Ⅱ〕 発 生 率

全伐倒数	56
発生個数	53
発 生 率	94.6% $\div$ 0.940 として適用



第20図 単位退避時間の頻度分布図

〔Ⅲ〕 類型・区分

条件との傾向がなく、発生率100%とはいかないから割増時間に類型区分される。

〔Ⅳ〕 退避の標準時間

退避時間の頻度分布図を描くと第20図で、この分布でのModeをとると12.45(秒)であり、全体での $\bar{Y}$ は12.54(秒)である。級間の数が少ないせいもあるが離れ島の1級間を除いてみたとき作業時間の特徴である離散分布型を明確に表わしていないし、事実Modeも $\bar{Y}$ もほとんど近似しているのです、基本時間としては算術平均値をとることにする。

退避の基本時間 $=664.85/53=12.54$ 秒

単木1本に対する標準時間 $=12.54 \times 0.940 = 11.79$ 秒

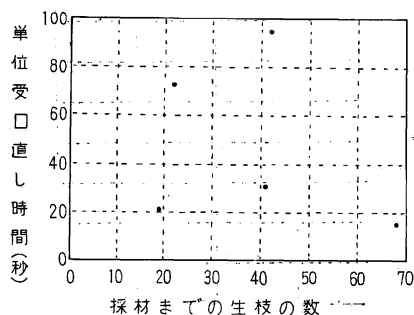
(4)

類型	割増	纏り	伐倒	単位	受口直し	やりおとし
				要素	全要素	

〔Ⅰ〕 条件との関連

1) 単位受口直しについて

受口直しの発生は5回しかなかった。受口直しは伐倒予定方向の傾斜、樹の傾き方による判断、ならびに受口深さと追口深さの比等によって起こるものと考えられる。資料が少なく種々の吟味ができないが、生枝のついている数によって発生の頻度が異なるかを見ると第21図のとおりで、枝数の多少には関係がなさそうだ。そのときの調査全対象木の枝の付き方を調べたのが次の第22図で、調査対象木の枝の付き方にはムラがなかったから、枝数の多少と受口直しの発生頻度の間には関係がないとみてよい。



第21図 枝の数と単位受口直し時間

範囲	中央値	頻度
(生枝数)		0 5 10 15
0 ~ 10	5	1
10 ~ 20	15	2
20 ~ 30	25	3
30 ~ 40	35	4
40 ~ 50	45	5
50 ~ 60	55	6
60 ~ 70	65	7

第22図 採材までの生枝数の付いている状態

2) 単位やりおとしについて

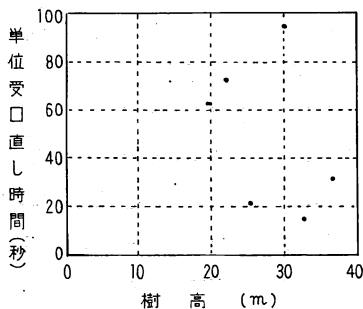
やりおとしの発生した木について 受口深さ/胸高直径 という比をとってやると次表のとおりで、伐木造材作業基準によれば受口深さは胸高直径の1/3以上の深さに達するまで切ることになっている。伐倒木No. 207が1/3にわずかに及ばなかった程度で、他はそれ以上の深さまで切り込み、なかには胸高直径の約7割まで切り込んでおりながらもやりおとしは発生している。モミ、ツガという樹種の相違にもよろう

が伐木手のプライドの問題とも関連があって、伐根面に少しの伐採後のギザギザが残った場合、それを切り落としてきれいにする習慣がある作業員であると、今回の調査結果に現われたような樹心を過ぎて受口を切った木にもやりおとしの発生をみるということになる。

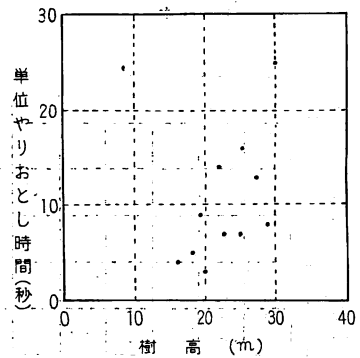
3) 単位・受口直し・やりおとしを込みにして

単位受口直しもやりおとしも樹高との関係としてみると第23図、第24図になり、両者とも樹高の短い方では発生しない事実があるようだ。したがって、この両作業を込みにして考えることとした。

伐倒木 No.	受口深さ/胸高直径
187	56.1%
184	75.1
156	54.8
202	35.6
129	50.2
151	53.7
152	38.7
137	38.1
140	51.8
207	32.9
142	73.2



第23図 樹高と単位受口直し時間



第24図 樹高と単位やりおとし時間

〔Ⅱ〕 発 生 率

樹高15m以上においてだけ発生をみるので発生率は15m以上とする。

樹高15m以上での伐倒総数 40

単位受口直し・やりおとしを込みにした発生回数 14

発生率 $35.0\% \div 0.270$ として適用

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

樹高15m以上に対する割増時間とする。

〔Ⅵ〕 単位受口直し・やりおとしの標準時間

受口直し・やりおとしの基本時間 $= 346 \text{ 秒} / 14 = 24.71 \text{ 秒}$

樹高15m以上の単木1本に対する標準時間 $= 24.71 \text{ 秒} \times 0.270 = 6.67 \text{ 秒}$

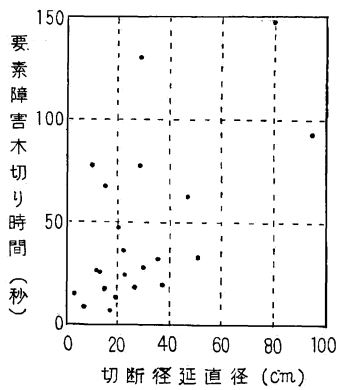
(5)

単位 障害除去
要素 全要素
類型 割増 纏り 伐倒

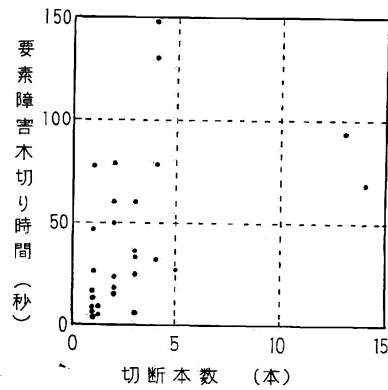
〔Ⅰ〕 条件との関連

1) 要素障害木切りについて

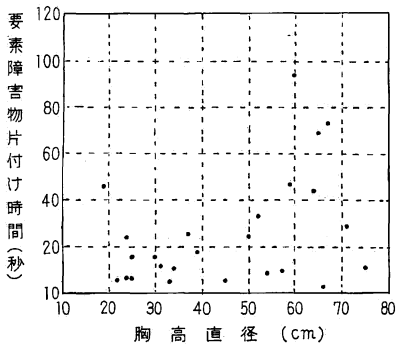
要素障害木切りだけの時間を取り出して、障害木鋸断径ののべ直径または鋸断本数との相関図をつくっ



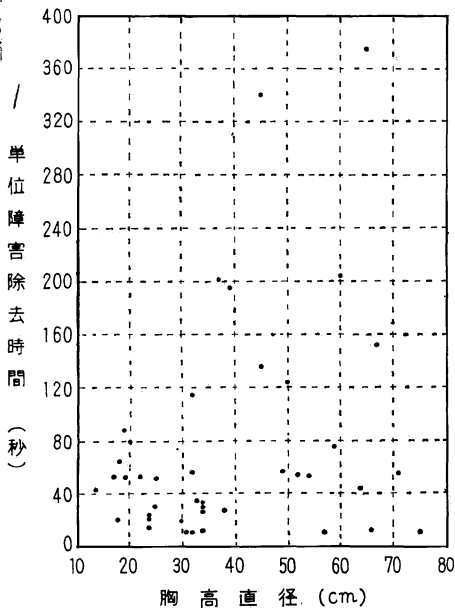
第25-1図 障害木切断延直径と要素障害木切り時間



第25-2図 障害木鋸断本数と要素障害木切り時間



第26図 胸高直径と要素障害物片付け時間



第27図 胸高直径と単位障害除去時間

てみたが、直接原因と思われるこれら条件との関係も明らかでない(第25-1, 2図)。

2) 要素障害物片付けについて

要素障害物片付けだけの時間を取り出して、胸高直径の条件と関係させたが、第26図のとおりで無相関、直接原因となる片付けの量については計測していないので片付け物の量との相関性はきわめることができなかった。

3) 要素ボサ切りについて

今回の調査地は下草類がほとんどないので、ボサ切り時間というものはずか3回の発生しか見なかった。

4) 要素障害木切り、障害物片付け、ボサ切りの主体的作業を込みにして各要素単独では条件との関連が不明確なので、障害除去としての主体的になる障害木切り、障害物片付け、ボサ切りの3要素を込みにして見たところ、やはり条件との間に傾向はつかめなかった。

5) 障害除去の全要素を込みにして

上記要素作業のほかに、段取、道具取替え、始動停止、歩行というものがある。これらの要素も全部加え単位障害除去の時間としてみたのが第27図である。点は非常に大きくバラツキ、胸高直径とは無相関の状態である。よって伐倒の障害除去については、今後さらに考究することとして今回は暫定的なものとして算術平均値により基本時間を決定しておく。

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数 56

単位障害除去としてみた場合の発生した個数 42

発 生 率 $75.0\% \div 0.800$ として適用

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 単位障害除去の発生率

障害除去の基本時間 $= 3152 / 42 = 75.05$ 秒単木 1 本に対する標準時間 $= 75.05 \text{ 秒} \times 0.800 = 60.04$ 秒

(5)

類型	割増	纏り	伐倒	単位要素	矢打ち	根張切り	足場作り	退避路作り	全要素
----	----	----	----	------	-----	------	------	-------	-----

〔Ⅰ〕 条件との関連

単位作業でみた場合の作業の発生度は下記のとおりで、矢打ちが3回、退避路作りが5回、根張切りが1回、足場作りが2回という僅少のため、条件因子を数量的に表現することはきわめて困難である。なぜなら、おもだった条件因子についても第10表に併記しておいたが、矢打ちにあっては胸高直径で34.0cmと60.0cmとに発生し、樹形の比較的大きいものだけに発生するというわけでもなく、また大きさが胸高34cmの同一径木に発生しておっても所要時間においては開きがある。結局、斜面傾斜または伐倒木の傾斜と相当の関係をもつのであろうが、3点の発生だけで分析は不明である。退避路作りは主として退避しようとする方向に枝条とか、根倒れ木とかある場合にチェーンソーでそれを切っておく時間である。これも今回の調査地地から条件因子を数量的につかむことはむずかしかった。

根張切りについては、相当の発生度を予定し、条件因子のはあくについては種々の測定方法を準備したのであるが、調査結果は胸高直径32cmの木に1回発生したということだけなので、分析はあらためて行なわない。足場作りでは調査地の斜面傾斜が相当急斜地ばかりなので、足場作りも相当数の発生を予想し

第10表 それぞれ単位作業の発生度しらべ

伐倒木 No.	単 位 作 業 時 間					胸高直径	樹 高	足場傾斜	斜面傾斜	伐 根 高
	矢打ち	退避路 作	根張切り	足場作り	計					
165		31			31	75.0	32.76	28	35.5	51.0
124			57		57	32.0	18.00	13	28.5	39.8
125		10		5	15	45.0	21.83	18	39.0	38.4
184		34			34	59.0	25.29	15	41.5	143.5
156		12			12	64.0	30.11	1	40.0	106.0
192	141				141	34.0	16.05	11	29.5	28.9
204	105				105	19.0	14.28	25	38.0	61.0
141		48			48	34.0	24.51	19	36.0	64.0
176	235				235	71.0	37.71	21	39.5	40.5
						60.0	34.91	5	42.0	34.4

たのであるが、わずか 2 回の発生しかみなかった。しかも 2 回の発生とも作業の内容は、そばにあった枝条を足がすべらないように、ちょっと橋渡しに置いたという程度のもので、要素 No. 2 または要素 No. 14 の段取時間に含まれても良いくらいの性質のもので、わざわざ足場を組んで作るという作業内容のものではなかった。したがって、発生した 2 回とも足場傾斜でみたときも 18° と 25° ということであり、根上りと称するか、地上からの伐根高も 40cm と 60cm でこの調査地では他と比較して異常の条件であったという理由は何も見つからない。

これら 4 単位作業の発生率を算出すると、単独では 14.0% 以下となり計算ルール上からは基礎控除時間になってしまうものである。しかし 4 つの単位作業のうち、どれか発生したものを 1 回の発生率と見なすときは、発生率 14.0% を越えるという便宜上から込みにした。

〔Ⅱ〕 発 生 率

4 つの単位作業を込みにした発生率 $(10/56) \times 100 = 17.9\%$

計算ルールによって 0.270 として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

割増時間として類型区分する。

〔Ⅳ〕 矢打ち、退避路作り、根張切り、足場作りの標準時間

4 つの単位作業を込みにした基本時間 $= 691 \text{ 秒} / 10 = 69.10 \text{ 秒}$

4 つの単位作業を込みにした単木 1 本に対する標準時間 $= 69.1 \text{ 秒} \times 0.270 = 18.66 \text{ 秒}$

(6)

単位	懸木落し
要素	全要素
類型	考えない 纏り 伐倒

懸木落しは調査中 3 回の発生をみた。しかし、これは調査上特別に群状択伐的作業方法をとったため、皆伐作業地では生じないと考えられるようなものが、ここでは懸木となって発生したので、今回は分析の対象として取り上げない。

第 2 節 纏り測尺作業の標準時間

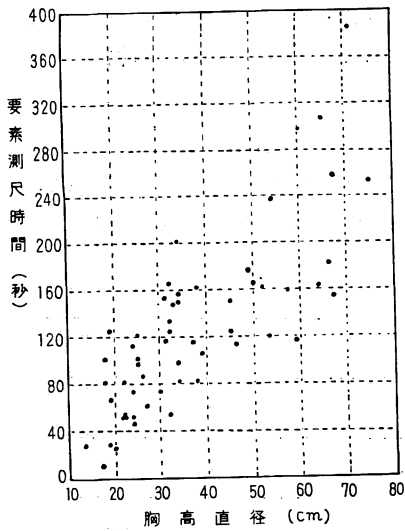
(1)

単位	測尺
要素	測尺
類型	基礎 纏り 玉切

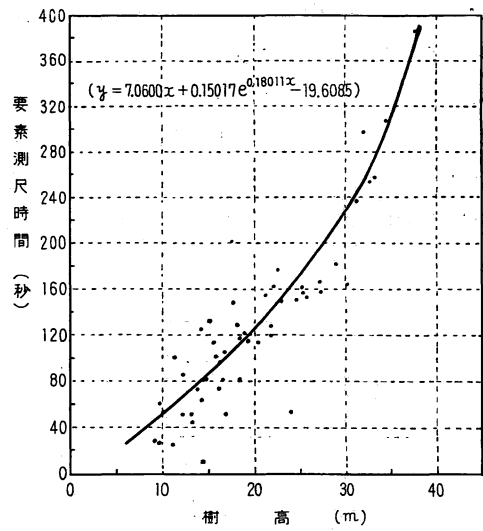
〔Ⅰ〕 測尺時間と条件との分析

前回の分析で、測尺時間の条件因子としては胸高直径、樹高および採材長というものが取り上げられ、このなかで採材長を因子にとったときの精度が最もよく、次に樹高、胸高直径という順であった。そして最終的には採材長と樹高の精度に大きな差がないということで使用に便な樹高の因子が選ばれた。標準時間を算定する条件式には $y = a + bx + ce^{dx}$ なる実験式が適合するだろうと想定付けられていた。今回もその 3 因子を取り上げて作図すれば、第 28—1~3 図となり全く前回と同じような傾向を示した。

よって、条件因子に樹高をとり回帰計算した。そのときの残差変動と誤差率を次に記しておく。



第 28—1 図 胸高直径と要素測尺時間



第 28—2 図 樹高と要素測尺時間

標 本 数 $N=56$

回帰式 $\hat{y} = 7.0600x - 19.6085 + 0.1502e^{0.1801x}$

残差の標準誤差 $S_{y \cdot x} = 29.1388$

測尺時間の平均値 $\bar{Y} = 127.1786$

回帰式の誤差率 $f = \{S_{y \cdot x} t_{\phi(0.05)} / \bar{Y}\} \times 100$
 $= 46.1\%$

前回とは資料が違うのでいちがいにはいえないが、
 $y = a + bx$ の回帰において誤差率は 57.9% であったか
 ら今回はそれより精度が良くなったようである。

〔Ⅱ〕 発 生 率

全木に発生して、発生率は 100%。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

基礎時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 測尺の標準時間

$$y = 7.0600x - 19.6085 + 0.1502e^{0.1801x}$$

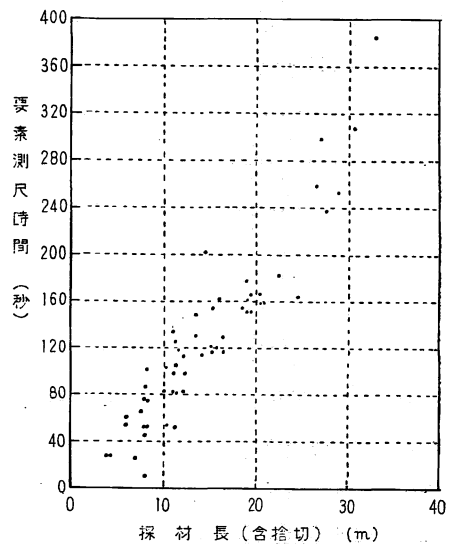
ここで、 y ：要素，測尺標準時間（秒）， x ：樹高（m）

(2)

単位	測尺
類型	割増 纏り 玉切
要素	枝先切り

〔Ⅰ〕 条件との関連

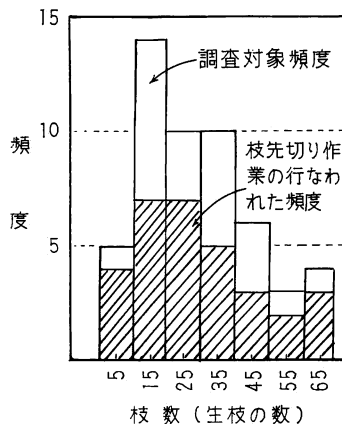
測尺の歩行中障害となる部分の伐倒木の枝先を鋸または鉋で切断する時間である。条件因子としては胸高直径、樹高、枝数等について調べたが、いずれもある一定の高さをとって横に広がる無相関の状態であ



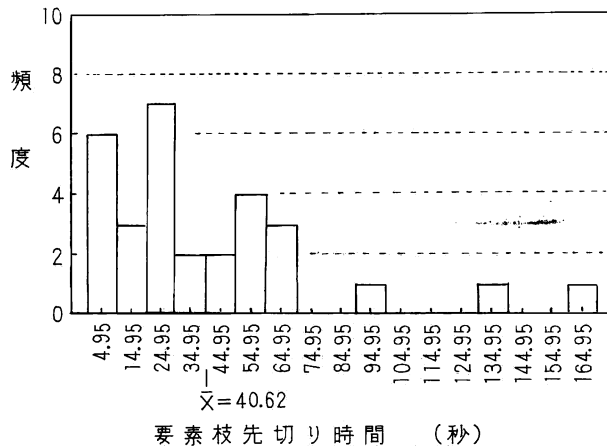
第 28—3 図 採材長と要素測尺時間

った。木の大きさや枝数と無相関にあるということは、木が大では枝の大きさも大であるから枝の下をくぐって歩行でき、材幹の先端に行って若干の枝先切り作業が行なわれる。木の小さい方では枝の大きさも小さいから材幹の元の方から平均して枝先切り作業が行なわれる。

また枝数の多寡によって、枝数が多い方ではきまって枝切りが行なわれ、枝数の少ない方では概して行なわれないということもない（第29図参照）。この理由は、伐倒された木が枝を多く付けている側が天上を向いて倒れたか、材幹の下側になって倒れたかによって枝先切り作業の発生頻度が違ってくるからである。



第29図 枝数に応じた要素枝先切り作業の発生した割合



第30図 要素枝先切り時間の頻度分布図

〔Ⅱ〕 発 生 率

伐 倒 数 56
 枝先切り発生個数 30
 発 生 率 $53.6\% \div 0.500$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

発生率 53.6% で条件との傾向がないから割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 枝先切りの標準時間

枝先切り時間の頻度分布図（第30図）を描くと、分布は非常に不明確な形をとる。よって、ここでは算術平均値から基本時間を算出しておく。

枝先切りの基本時間 = $1218.50 (\text{秒}) / 30 = 40.62 \text{ 秒}$

枝先切りの単木 1 本に対する標準時間 = $40.62 \times 0.500 = 20.31 \text{ 秒}$

(3)

単位	測尺
要素	歩行
類型	追加 纏り 玉切

〔Ⅰ〕 条件との関連

前回歩行の条件因子としては胸高直径と樹高が最終的に選ばれ、樹高の条件を因子にとったときの精度

が胸高直径よりすぐれていた（誤差率において99.3%と106.8%）。しかし使い良さの便からいって胸高直径の因子がとられたのである。今回も胸高直径、樹高、採材長の3者では大差ないバラツキ方をしているが、このなかでは樹高の因子がもっとも回帰式の誤差率が小さい点前回と同じ結論といえる。したがって、歩行の条件には樹高の因子をとることとする。グラフは第31図、統計量は下記のとおりである。精度としては回帰式の誤差率94.1%からいってあまり精度は良くない。

X : 樹高 (m), Y : 歩行時間 (秒)

$N=48$

$\bar{X}=19.6100$ $\bar{Y}=50.8958$

$Sx^2=2445.2928$

$Sxy=7045.9000$

$Sy^2=46290.4792$

相関係数 $r=0.6623$

回帰係数 $b=2.8814$

推定誤差 $s_{y.x}=23.7690$

回帰係数の有意性 $t_b=5.994 \cdots \cdots \{t_{48(0.05)}=2.015\}$

回帰式の誤差率 $f=\{s_{y.x}(2.015)\} \times 100=94.1\%$

〔Ⅱ〕 発 生 率

測尺の歩行とは、測尺にはいるまえとか、1本の木の測尺が終わって元の位置に帰る時間であるから必ず起こるように考えられるが、実際は測尺にはいる直前にサルカ切りとか、化粧掛けとか、または1本の測尺が終わって帰りながらチェーンソーの燃料補給や玉切箇所の段取り等異なる作業を行なうと歩行時間はそれに付くことになる関係上、測尺の歩行が100%の発生率とはならなかった。

全 伐 倒 数 56

歩行の発生個数 49

発 生 率 $87.5\% \div 0.885$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向があって発生率87.5%だから追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 歩行の標準時間

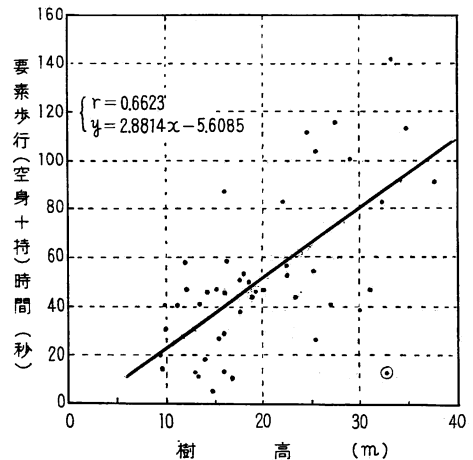
歩行の基本時間 $y=2.8814x-5.6085$

歩行の単木1本に対する標準時間

$y=2.8814x-5.6085 \cdots \cdots k=0.880$

または、 k の修正値を消去して

$y=2.5356x-4.9355$



第31図 樹高と測尺の要素歩行時間

ここで、 y ：単木1本当たり歩行（空身＋持）標準時間（秒）

x ：樹高（m）

（4）

単位	測尺
要素	採材検討

〔I〕 条件との関連

採材検討は非常に不確定な要素作業である。なぜなら、木の大小とか、足場の良しあしとか、枝数の多少等の伐倒以前に予知できる条件によって起こるのではなくて、伐倒した後になって伐倒木の形質、くされ、胴割れ等を見て起こる作業である。したがって、採材検討時間と種々の条件と結び付けてみても、その間には何ら相関を見いだすことができなかった。

基準時間としては1回当たり起こった採材検討時間をとっておいて、採材検討時間が立木の形質または伐倒木が胴割れを起こす状態にあるとき、そんなときに基準時間を加えてやる。

採材検討時間は、標準作業方法および造材仕様などの製品の品質管理とも関連のあることで、われわれの分析した条件においては、熊本および長野両局においては現実に製品の品等向上があまり要求されていなかったように見受けられる。すなわち、くされ、胴割れ等の時に要素作業の発生が見られた。

〔II〕 発生率

全伐倒数56本中採材検討の現われた個数は18本、平均して3本伐採するのに1本の木には採材検討の起こる可能性がある。

$$\text{発生率} = (18/56) \times 100 = 32.1\%$$

〔III〕 類型区分

割増的扱いとする。

〔IV〕 採材検討の基準時間

採材検討時間の事実は最低1回5秒から最大180秒にわたるも平均値の52.4秒を基本時間とする。

$$N=18$$

$$SY=944$$

$$\bar{Y}=52.44 \text{ 秒}$$

$$\text{採材検討の基本時間} = 52.44 \text{ 秒}$$

$$\text{採材検討の単木1本に対する標準時間} = 52.44 \text{ 秒} \times 0.270 = 14.36 \text{ 秒}$$

（5）

単位	測尺
要素	道具取替え

〔I〕 条件との関連

測尺の道具取替時間は条件としての胸高直径、樹高、採材長、枝数等とは相関性を示していない。また頻度分布図を描いても、資料数が少ないため分布の形が明りょうでないので、基本時間は算術平均値より算出することにする。

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数 56

発生した個数 23

発 生 率 $41.1\% \div 0.500$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向なく発生率 41.1% だから割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 道具取替えの標準時間

道具取替えの基本時間 = $337(\text{秒}) / 23 = 14.65 \text{ 秒}$

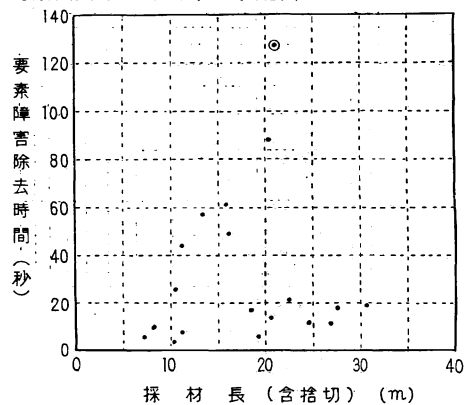
単木 1 本に対する標準時間 = $14.65 \times 0.500 = 7.32 \text{ 秒}$

(6)

単位 測尺	
類型 割増 纏り 玉切	要素 障害除去

〔Ⅰ〕 条件との関連

今回の調査地は低木類が非常に少ないせいもあって、前回のような障害除去時間と条件との傾向をつかむことができなかった。逆にいえば、障害となる低木類の少ない箇所にあつては障害除去時間はある様な所要時間で済むということなのであろう。第32図に条件との相関として一例を示したが、◎印の1点は枝条の散在がいちじるしかった箇所におけるものであり、その他の点のバラツキ方と資料数とから判定するに、頻度分布図からの基本時間決定は無理であるから、算術平均値によって算出する。



第32図 採材長と要素障害除去時間

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数 56

発生した個数 21

発 生 率 $37.5\% \div 0.270$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向がなく、発生率 37.5% であるから割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 障害除去の標準時間

障害除去の基本時間 = $649(\text{秒}) / 21 = 30.90 \text{ 秒}$

障害除去の単木 1 本に対する標準時間 = $30.90 \times 0.270 = 8.34 \text{ 秒}$

第3節 纏り玉切作業の標準時間

(1)

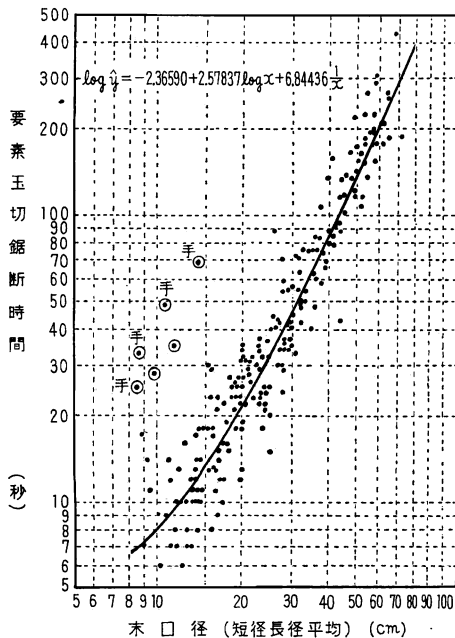
類型	基礎	纏り	玉切	単位	玉切
				要素	玉切

〔1〕条件との関連

チェンソーによる玉切だけの時間であるから、直接的条件因子は末口径である。ただ末口径の標示法としては次の4とおりがある。① 末口径の短径、② 末口径の長径、③ 末口径の短径長径の平均、④ 末口径の円面積、前回この4とおりの標示法と作業時間との関係について回帰式の推定誤差を吟味した結果、④

→③→②→①の順序であった(残差の標準誤差 $s_{y.x}$: ④=0.09745688, ③=0.09755776, ②=0.09894087, ①=0.10112381)。そして④と③の精度は幾らも変わらないので、③の末口径の短径長径の平均という標示法が採用された。よって、今回もそれを採用した。末口径平均と玉切時間の相関図を描くと第33図になる。前回は実験式として $y=ax^b$ を与えたが、適合度としては良くなかった。今回は $y=ax^b e^{-\frac{b_2}{x}}$ なる曲線式を与えたところ大変良く適合した。統計量は次のとおり。

実験式 $y=ax^b e^{-\frac{b_2}{x}}$ において y : 玉切鋸断時間(秒), x : 末口径(短径長径平均)(cm) をとり, $y = \log y$, $x = \log x$, $\frac{1}{x}$ (=計算には $\frac{1}{x} \times 100$ として用いた) $= x_2$ とおけば,



第33図 末口径と要素玉切鋸断時間

$N=212$

$$\log \bar{y} = 1.5487184, \log \bar{x}_1 = 1.3970726, \bar{x}_2 = 4.5650123$$

$$R = 0.95750 \quad (r_{1Y} = 0.95284, r_{2Y} = -0.89368)$$

$$s_{dy.12}^2 = 3.5544250$$

$$s_{y.12} = 0.1304101$$

$$s_b = 0.1497087$$

$$s_c = 0.0145503$$

ゆえに

$$t_b = 17.223 \quad \{t_{\infty(0.05)} = 1.960\}$$

$$t_c = 4.704$$

よって求むる曲線式は

$$\log \hat{y} = -2.36590 + 2.57837 \log x + 0.0684436 \frac{1}{x}$$

単位をもとに戻して

$$\log \hat{y} = -2.36590 + 2.57837 \log x + 6.84436 \frac{1}{x}$$

〔Ⅱ〕 発 生 率

発生率はもちろん 100% の発生。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

基礎時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 玉切の標準時間

$$\text{玉切鋸断標準時間 } \log \hat{y} = -2.36590 + 2.57837 \log x + 6.84436 \frac{1}{x}$$

y : 玉切鋸断標準時間 (秒), x : 末口径 (短径長径平均)(cm)

〔Ⅴ〕 手鋸による玉切鋸断時間

末口径の細いとき (末口径 15cm 以下) には, きわめてまれであるが手鋸で玉切りが行なわれることがある。そのときはチェンソー玉切鋸断標準時間値の 4~5 倍の値をとる。これは第 33 図に◎手として打点してあるが, これの観測値をもととして判定したものである。

(2)

単位	玉切
要素	引落し
類型	割増 纏り 玉切

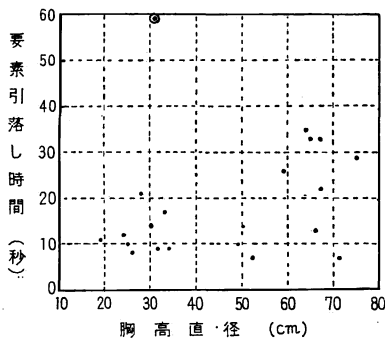
〔Ⅰ〕 条件との関連

引落し作業は玉切りの動作として普通切り, 廻し切りおよび合せ切りのどの動作に発生するかということとはきまっていなくて, 斜面上に倒れている木の状態, 足場の良否によって発生する度合いが多い。前回でも末口径, 斜面傾斜, 各玉ごとの傾斜, 伐倒木の傾斜, 胸高直径等との関係を分析したが, 上記のことながらあって条件との傾向はつかめなかった。今回についての一, 二の関係をグラフで示せば第 34-1, 2 図になり無相関である。

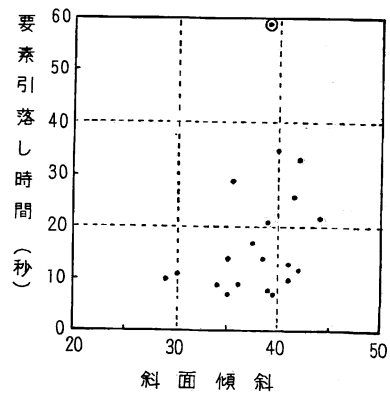
〔Ⅱ〕 発 生 率

造材全玉数 218

発生した個数 30



第 34-1 図 胸高直径と要素引落し時間



第 34-2 図 斜面傾斜と要素引落し時間

発 生 率 13.8%÷0.10 として適用

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向がなく、また胸高直径の大小によって発生頻度が違うということもないから、割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 引落しの標準時間

頻度分布表を作れば次のようになり、最頻値の区間は不明である。よって基本時間は算術平均値から決定する。

範囲(秒)	中 央 値 X	頻 度 f	fX
0～5	2.45	1	2.45
5～10	7.45	10	74.50
10～15	12.45	10	124.50
15～20	17.45	4	69.80
20～25	22.45	1	22.45
25～30	27.45	1	27.45
30～35	32.45	1	32.45
35～40	37.45	2	74.90
計		30	428.50

引落しの基本時間=392/30=13.07 秒

1玉に対する引落し標準時間=13.07×0.10=1.31 秒

(3)

		単位 玉切
類型	割増 纏り 玉切	要素 { 位置替え クサビ打ち 玉切進行見 鋸引抜き 転材確認 材はなし

〔Ⅰ〕 条件との関連

要素作業位置替え、クサビ打ち、玉切進行見、鋸引抜き、転材確認、材はなしの各項目について、前回の分析結果種々の条件のなかで次のものとの間にいちばん相関性を示した。

前回の分析結果

要素作業名	最も高い相関性を示した条件	相関係数	標本数
位 置 替 え	末口径(短径)	0.5204	24
クサビ打ち	伐倒木の傾斜	0.7554	43
玉切進行見	(不 明)		11
鋸 引 抜	伐倒木の傾斜	0.324	49
転 材 確 認	末口径(短径)	0.4517	20
材 は な し	(今回新しく設けた要素作業)		

しかし、これらはいずれも点のバラツキが大きいか、または発生数が少ないために標本数不足ということで、最終的には割増時間扱いとされた。今回の資料について上記の条件を取り上げ検討したが、やはり確かな傾向というもののはつかめなかった。前回不明だった玉切進行見と、今回新しく設けた材はなしの要

素作業についてはあらためて末口径、胸高直径、斜面傾斜、伐倒木傾斜等の条件との関係进行分析したが両作業とも相関性は認められなかった。

よって、これら6つの要素作業を込みにして1図にまとめて見ると第35図になり、どの要素作業は材径の細い方では発生しないとか、どの要素作業はほとんど一定の時間値をとっているということもないから、今回は込みのまま基本時間を決定することにした。

〔Ⅱ〕発生率

おのおの要素作業ごとの発生個数は、位置替え 17, クサビ打ち 7, 玉切進行見 20, 鋸引き 22, 転材確認 17, 材はなし 13 であるが、ある玉について、これら要素作業のうち1つが発生しているとすれば、これを発生個数1個と認める。そういう数え方での発生率をとれば、

採材全玉数	218
発生した延個数	72
発生率	$33.0\% \div 0.30$ として適用。

〔Ⅲ〕類型区分

割増時間扱いに類型区分する。

〔Ⅳ〕位置替え、クサビ打ち、玉切進行見、鋸引き、転材確認、材はなしの込みに対する

基本時間=1766秒/72=24.53秒

1玉に対する標準時間=24.53秒×0.30=7.36秒

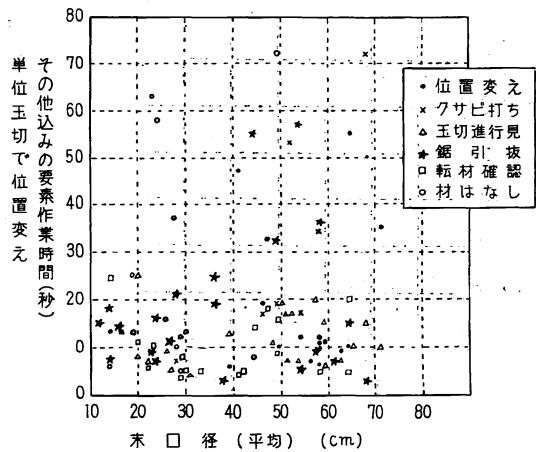
(4)

単位	玉切
要素	段取 足場固め
類型	追加 纏り 玉切

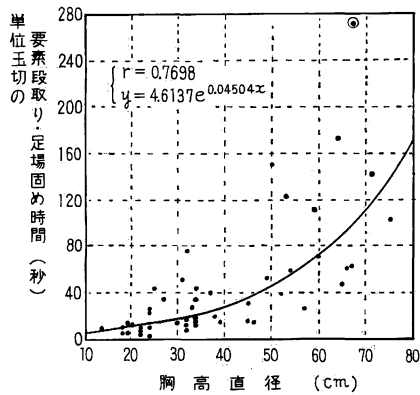
〔Ⅰ〕条件との関連

段取は玉切りする直前かまたは枝払いの進行中に行なわれる作業で、玉切箇所の確認、切断部に石礫が無いかどうかの確認ならびに玉切りの姿勢をとって鋸を切断部におし当てるまでの時間である。足場は玉切りの姿勢を安定状態におくために、足場の位置を踏み固めたり、地ならししたりして段取に移る直前の動作であって、足場を作設する「足場作り」作業とは異にする。時間観測上は段取、足場固めと分けて観測したが、両要素作業独自では条件との関係が見いだせないのと、両作業は連繫作業なので込みにして扱うこととした。

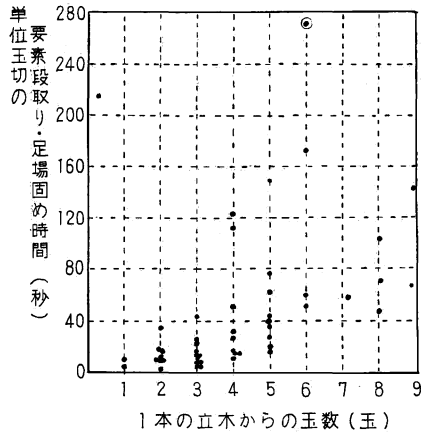
胸高直径、玉数、斜面傾斜等との相関図を作ったのが第36-1~3図である。これらの3因子を変数にとり変量に時間値をとって重回帰分析にかけると、次のとおりで変数 X_1 の胸高直径だけしか有意にならなかった。



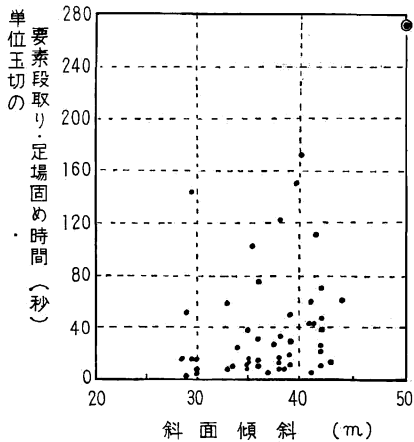
第35図 末口径と込みの要素作業時間



第36—1図 胸高直径と単位玉切の要素段取、足場固め時間



第36—2図 玉数と単位玉切の要素段取、足場固め時間



第36—3図 斜面傾斜と単位玉切の要素段取、足場固めの時間

X_1 : 胸高直径, X_2 : 玉数, X_3 : 斜面傾斜, Y : 段取・足固め時間

$N = 49$

$\bar{X}_1 = 37.88776$, $\bar{X}_2 = 4.04082$, $\bar{X}_3 = 37.05102$, $\log \bar{Y} = 1.40515$

重相関係数 $R = 0.7938$ ($r_{1Y} = 0.7698$, $r_{2Y} = 0.6826$, $r_{3Y} = 0.3838$)

推定の誤差 $S_{y.123} = 0.261098$

回帰係数の有意性 $t_b = 3.634^{**}$胸高直径

$t_c = 1.312$玉 数

$t_d = 1.737$斜面傾斜

よって、胸高直径だけの1次回帰とすれば、

$$Sx^2 = 128.426327, Sxy = 25.120684, Sy^2 = 8.292231$$

$$Sdy \cdot x^2 = 3.378528$$

$$S_{y.x} = 0.268112$$

$$\text{回帰係数の標準偏差 } s_b = S_{y.x} / \sqrt{Sx^2} = 0.023659$$

$$\text{回帰係数の有意性 } t_b = b / s_b = 0.195604$$

$$\text{回帰式の誤差率 } f = \{S_{y.x} \cdot t_{47(0.05)}\} \times 100 = 84.4\%$$

誤差率は片対数値によるときであるが、38.4%であるから精度としてはあまり良い方ではない。

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数 56

発 生 個 数 50

発 生 率 89.3% $\div$ 0.885 として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 段取、足場固めの標準時間

段取、足場固めの基本時間 $\log \hat{y} = 0.66405 + 0.01956x$

単木1本に対する標準時間 $\log \hat{y} = 0.66405 + 0.01956x \cdots \cdots k = 0.885$

または, $\log \hat{y} = 0.61099 + 0.01956x$

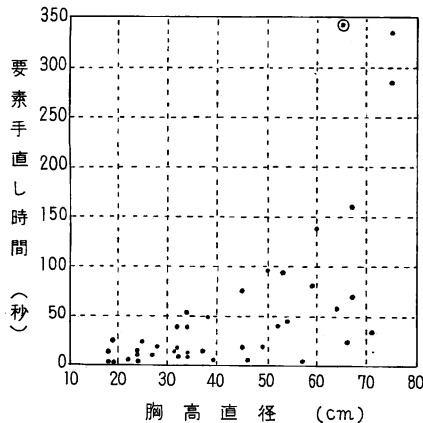
ここで, y : 段取、足場固め標準時間 (秒), x : 胸高直径 (cm)

(5)

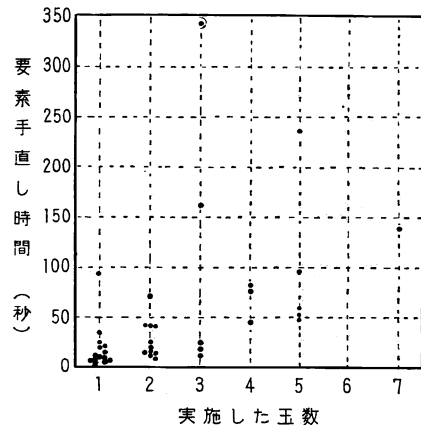
単位	玉切
要素	手直し

〔Ⅰ〕 条件との関連

切違いや、引抜けになった部分をチェーンソーで切り直す作業であるが、今回の調査にあっては作業がていねいというか、木口面のちょっとした欠けおよび少々の斜め切りに対しても手直し作業が行なわれたため、前回の調査より発生頻度は大変高くなった。条件としては胸高直径、玉数、斜面傾斜等をとって分析したが（相関図は第37図）、胸高直径の因子だけしか回帰の存在意義を認めなかった。



第37—1図 胸高直径と要素手直し時間



第37—2図 手直しを実施した玉数と時間

そこで手直し作業は全玉数について行なわれるものでないから、実際に「実施した玉数」というものを因子にとり、胸高直径を第1の変数、実施した玉数を第2の変数とし、変量に手直し作業時間として重回帰分析した結果は次のとおりで、重回帰としての意味をもつことになった。

X_1 : 胸高直径 (cm), X_2 : 手直しを実施した玉数, Y : 手直し作業時間 (秒)

(数値の変換は $X_1=1/10$, $X_2=1/1$, $Y=\log Y$)

$N=40$

$\bar{X}_1=4.073750$, $\bar{X}_2=2.375000$, $\log \bar{Y}=1.371958$

$R^2=0.628627$

$R=0.79286$ ($r_{Y1}=0.65912$, $r_{Y2}=0.69529$)

$s_{dy.12}^2=3.153927$

$$s_{y.12}=0.291961$$

$$sb=0.031587 \quad (C_{11}=0.011705)$$

$$sc=0.033705 \quad (C_{11}=0.013327)$$

しかるに、

$$t_b=3.804 \quad \{t_{30(0.05)}=2.042\}$$

$$t_c=4.399$$

信頼度 95% における回帰式の誤差率 $f=43.2\%$

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数 56

発生した個数 41

発 生 率 $73.2\% \div 0.675$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向があり発生率 73.2% なので追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 手直しの標準時間

$$\text{手直しの基本時間} \quad \log \hat{y} = 0.53039 + 0.01201x_1 + 0.14827x_2$$

$$\text{単木 1 本に対する標準時間} \quad \log \hat{y} = 0.53039 + 0.01201x_1 + 0.14827x_2 \cdots \cdots k = 0.675$$

$$\text{または,} \quad \log \hat{y} = 0.35970 + 0.01201x_1 + 0.14827x_2$$

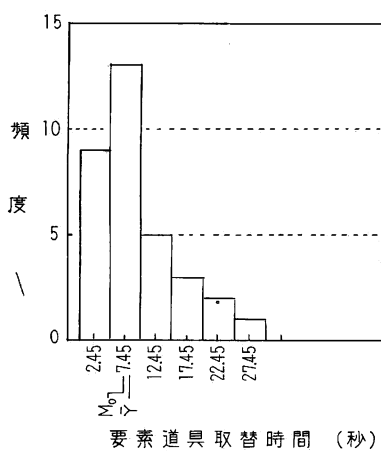
ここで、 y : 手直し標準時間 (秒), x_1 : 胸高直径 (cm), x_2 : 手直しを実施した玉数 (玉)

(6)

単位	玉切
要素	道具取替え
類型	割増 纏り 玉切

〔Ⅰ〕 条件との関連

道具取替え時間は、1 回当たりの作業時間はほとんど一定の時間量で消費される定加時間的扱いのものであるから、あらためて条件との関係は分析しない。



第38図 単位玉切の要素道具取替え時間の頻度分布図

〔Ⅱ〕 発 生 率

採材全玉数 218

発生個数 33

発 生 率 $15.1\% \div 0.20$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

定加時間的扱いの作業時間であるが、全玉数について発生することはないから割増時間に類型区分される。

〔Ⅳ〕 道具取替えの標準時間

5 秒間隔にとって 頻度分布図を描くと第 38 図になり、図は二項分布の形をとる。したがって基本時間は最頻値から決定する。

道具取替えの基本時間 = Mode = 7.45 秒

1玉に対する道具取替え標準時間=7.45秒×0.20=1.49秒

(7)

類型	割増	纏り	玉切	単位	玉切
				要素	始動停止

〔I〕条件との関連

始動停止時間は、機械の調整が常に正常状態にあるときは1回当たりの始動時間というものほとんど一定の時間量ですむ。第39図は間隔5秒にとった始動停止時間の頻度分布図である。図は明らかな二項分布型をとり、1玉当たりの始動停止時間は障害がなければ常に5～10秒の範囲に収まろうとしている。分布の幅も離れ島の1点を除けば広くないから、機械の調整はまずまず正常だったと認める（調査中機械の不具合により1回の始動時間が60秒以上所要することもあったが、それらは故障扱いとして別集計した）。

〔II〕発生率

採材全玉数	218
発生した個数	83
発生率	38.1%≒0.40として適用。

〔III〕類型区分

定加時間的扱いの作業であるが、同時作業などもあり単位玉切でみたときは、全玉数に発生することがないから割増時間に類型区分する。

〔IV〕始動停止の標準時間

第39図の頻度分布図から基本時間はModeをとって決定する。

始動停止の基本時間=Mode=7.45秒

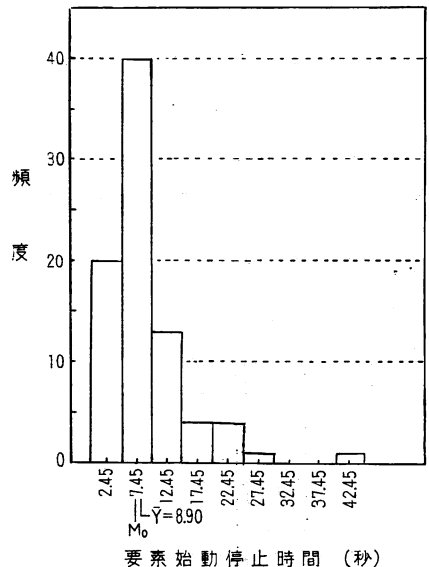
1玉に対する始動停止標準時間=7.45秒×0.40=2.98秒

(8)

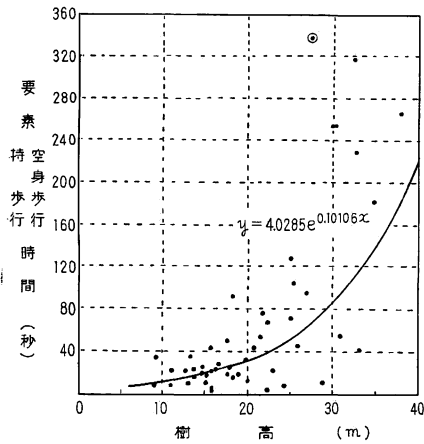
類型	追加	纏り	玉切	単位	玉切
				要素	歩行（持歩行+空身歩行）

〔I〕条件との関連

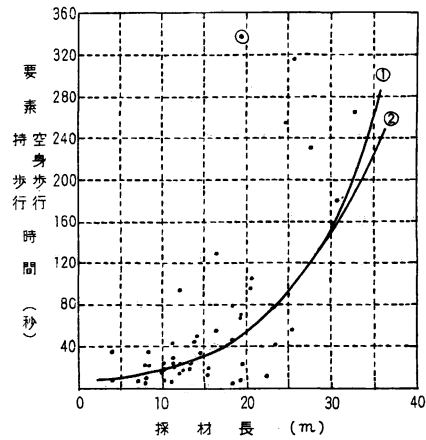
歩行は空身歩行と持歩行と込みにして分析する。条件に胸高直径、樹高、採材長という因子をとったところ、歩行時間とこれら条件との間には、いずれも指数式の相関を示した（第40-1、2図）。前回での分析ならびに他の単位作業における歩行はいずれも直線式の相関であったのに、今回の玉切作業における歩行だけが指数式相関を示した。これの原因として第41図に示したような関係をみた。すなわち、樹高や採材長の長い方では極度に傾斜度が強かったかということを見たのであるが、そのことの事実証明され



第39図 単位玉切の要素始動停止時間の頻度分布図



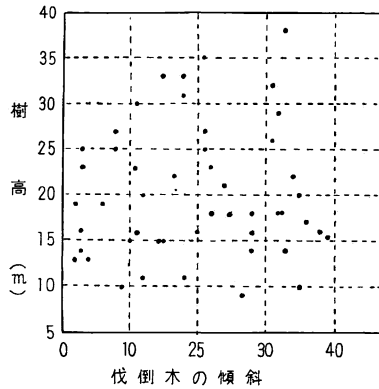
第40—1図 樹高と単位障害除去の要素歩行時間



第40—2図 採材長と単位障害除去の要素歩行時間

① $y = 6.1788e^{0.1074x}$

② $y = 0.12610x^{3.23398} \cdot e^{\frac{20.25682}{x}}$



第41図 樹高の変化と伐倒木の傾斜

ない。結局考えられる理由としては、作業方法の相違によるもので、今回の作業員は、チェンソーの調子が高調でないため、材径の大きい方での1玉、2玉目の玉切りは、最初約半分ほどの深さまで玉切っておき、次に先端の細い方へ移動していった先端の方から玉切ってきて、ふたたび1玉、2玉の玉切りを完了させるという方法をとっていたので、歩行時間が通常の作業者に比して、2度計上されたという結果になるから、このため樹高の大なる方での歩行時間は大となり、指數的相関であられたものと思考する。

条件傾斜と歩行時間の関係については、単木内だけでの歩行時間は、傾斜の因子と強い相関を示さないということを前回分析済みであるので、今回はあらためて行なわない。

条件因子に樹高をとるか、採材長をとるか回帰分析すると、次のとおりで、回帰式の精度は両者変わりはない。しかし、回帰式の誤差率は46.9%であり精度は良くないので、 $y = ae^{bx}$ の指數式が不適とも考えられたので、 $y = ax^{b1}e^{\frac{b2}{x}}$ なる曲線式を与えたが、第40—2図に示したようにやはり適合しなかった。3次式くらい与えれば良いのかもしれないが、グラフの点のバラツキ方の大きいこと、および上記したように他の単位作業では直線式相関であるということから、曲線式適合の吟味はこの辺で打ち切っておく。

第11表 樹高または採材長を因子にとったときの回帰式の精度

X: 樹高または採材長, Y(=log Y): 歩行時間(秒)

要因	標本数 N	相関係数 r	回帰係数 信頼度 t _b	推定標準誤差 S _{y.x}	回帰式の 誤差率 (信頼度95%)	平均値 $\bar{X}$
樹高	48	0.67455	6.197	0.3485115	96.9%	20.33896
採材長	48	0.67514	6.207	0.3482571	46.9%	15.13688

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 木 数	56
玉切りの発生した個数	49
発 生 率	87.5% $\div$ 0.885 として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

同時作業があつて100%の発生率とならないから、追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 歩行の標準時間

条件樹高と採材長では回帰式の精度が同じであるから、標準時間の条件式としては樹高の因子を用いることにする。

$$\begin{aligned} \text{歩行の基本時間} & \log \hat{y} = 0.60514 + 0.043892x \\ \text{単木1本に対する歩行の標準時間} & \log \hat{y} = 0.60514 + 0.043892x \cdots \cdots k = 0.885 \\ \text{または,} & \log \hat{y} = 0.55208 + 0.043892x \\ \text{ここで, } x: & \text{樹高 (m), } y: \text{歩行 (空身歩行+持歩行), 標準時間 (秒)} \end{aligned}$$

(9)

単位	障害除去
要素	全要素
類型	追口 纏り 玉切

〔Ⅰ〕 条件との関連

1) 要素障害木切り, ボサ切り, 障害物片付けについて

前回の分析においては障害除去の主体的作業をなす要素, 障害木切り, ボサ切り, 障害物片付けのうち, 条件胸高直径との関係として相関式を与えられたのはボサ切りだけであつた。今回はボサ切りの発生は極度に少ないので, 障害除去の主体的作業障害木切り, ボサ切り, 障害物片付けを込みにして試みることにした。

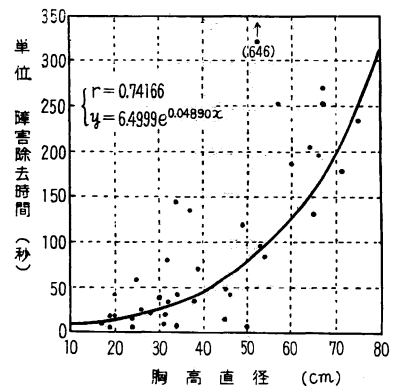
2) 要素段取, 道具取替え, 始動停止, 空身歩行, 持歩行について

障害除去の主体的要素作業を除いた残りの要素作業は, 段取, 道具取替え, 始動停止, 空身歩行, 持歩行である。これらは付随的要素作業では空身歩行, 持歩行の発生は多いが, 他の要素作業は非常に発生は少ない。前回の分析においてもこれら要素のなかでは歩行(空身歩行+持歩行)だけが条件胸高直径との関係として相関式を与えられている。今回は歩行以外の要素作業の発生は少ないので込みにして試みることにした。点のバラツキは大きい, 樹高との相関性を示す。

3) 単位障害除去について

単位障害除去として全要素を込みにしてみたのが, 第42図である。相関式を与えると指数式が与えられた。

さて, 上記の1)の相関式と3)の単位障害除去でみたときの回帰式を比較してみれば第12表のとおりで, 推定の標準誤差は, 条件因子胸高直径の函数式としたとき最も



第42図 胸高直径と単位障害除去時間

第12表 障害除去について4つの回帰式の精度
(X : おのおのの因子, $Y(=\log Y)$ =作業時間)

区 分	因 子	記 号	標本数 N	推定標準誤差 $S_{y \cdot x}$	回帰式の 信 頼 度 t_b	回帰式の 誤 差 率 (信頼度95%)	単 相 関 r_{Yi}
主体的要素作業	胸高直径	(i)	38	0.338166	6.530	46.2%	0.73635
	樹 高	(ii)	38	0.380656	5.105	52.0	0.64802
単 位 障 害 除 去	胸高直径	(iii)	38	0.333838	6.634	39.9	0.74166
	樹 高	(iv)	38	0.364600	5.575	43.6	0.68067

適合度がよい。よって障害除去は、全要素を込みにしたものから基本時間を決定する。

〔Ⅱ〕 発 生 率

単位障害除去でみたときの発生率を算出すれば、

全 伐 倒 数 56

発生した個数 39

発 生 率 $69.6\% \div 0.675$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

胸高直径と作業時間に傾向があって発生率 69.6% であるから追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 単位障害除去の標準時間

障害除去の基本時間 $\log \hat{y} = 0.81291 + 0.021238x$

単木1本に対する標準時間 $\log \hat{y} = 0.81291 + 0.021238x \cdots \cdots k = 0.675$

または、 $\log \hat{y} = 0.64221 + 0.021238x$

ここで、 y : 単位障害除去に対する標準時間 (秒), x : 胸高直径 (cm)

(10)

単位	サルカ切り
類型	基礎
纏り	玉切
要素	全要素

〔Ⅰ〕 条件との関連

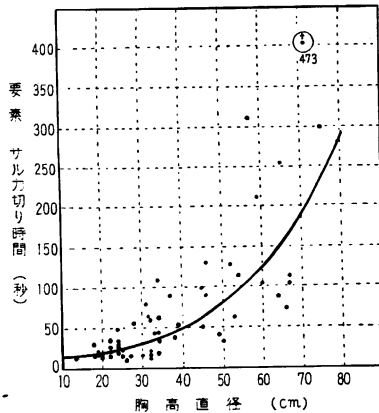
1) 要素サルカ切りについて

要素サルカ切り時間の直接因子はサルカの切った面積であるが、標準時間表使用上の便を考えて、ここでは胸高直径を因子にとった。胸高直径と要素サルカ切り時間についての相関図は第43図のとおりで、これに曲線式を与えると $y = 8.656e^{0.043982x}$ ($r = 0.70614$) の指数式が求められた。

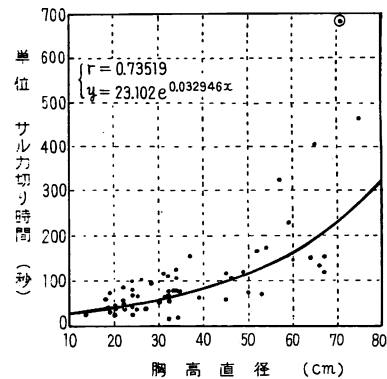
2) サルカ切りの付帯的要素作業について

付帯的要素作業として段取、切片除去、位置替え、道具取替え、始動停止、空身歩行、持歩行の7作業がある。しかし、これら要素作業は発生が僅少で、要素作業単独では標準時間算出のためには資料数不足である。

3) 単位サルカ切りについて



第43図 胸高直径と要素サルカ切り時間



第44図 胸高直径と単位サルカ切り時間

単位作業サルカ切りとしてしてみると第44図のとおりとなり、相関式としては $y = 23.102e^{0.032946x}$ ($r = 0.73519$) なる指数式が求められた。

さて、要素サルカ切りと単位サルカ切りの回帰式を比較してみて、単位サルカ切りの回帰式でも、要素サルカ切りと同じ程度に精度を保てるなら、単位サルカ切りとして標準時間を決定しておこうとした。推定標準誤差と回帰式の誤差率は第13表のものである。

推定誤差ならびに回帰式の誤差率とも単位サルカ切りの方が要素サルカ切りの回帰式より適合度がよい。したがって、サルカ切りの標準時間は全要素を込みにした単位作業で決定する。

第13表 要素サルカ切りと単位サルカ切りの両回帰式の精度

(X : 胸高直径, $Y (= \log Y)$: 作業時間)

区 分	因 子	標本数 N	相関係数 r	回帰係数の信頼度 t_b	推 定 の 標準誤差 $S_{y.x}$	回帰式の 誤 差 率 (信頼度95%)	平 均 値 $\bar{X}_i$
要素 サルカ切り	胸高直径	54	0.70614	9.876	0.2239975	27.5	$\bar{X} = 36.62963$ $\log \bar{Y} = 1.63701$
単位 サルカ切り	胸高直径	54	0.73519	7.821	0.2118641	22.6	$\bar{X} = 36.62963$ $\log \bar{Y} = 1.88773$

〔Ⅱ〕 発 生 率

全伐倒数56本のうち、サルカ切りの発生したのは54本である。発生しなかった2本は、元口部に腐れがあって捨切りとなったからで、本来は全木にサルカ切りが発生するわけであるから、発生率100%とみなしておく。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

基礎時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 単位サルカ切りの標準時間

サルカ切りの基本時間 $\log \hat{y} = 1.36364 + 0.014308x$

単木1本に対する標準時間 $\log \hat{y} = 1.36364 + 0.014308x$

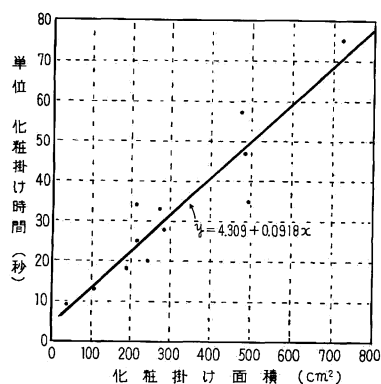
ここで、 y : 単位サルカ切り標準時間 (秒), x : 胸高直径 (cm)

(11)

類型	割増	纏り	玉切	単位	化粧掛け
				要素	全要素

〔Ⅰ〕条件との関連

化粧掛けの直接的因子は、化粧掛けした断面積である。いま化粧掛けした面積を X 軸に、化粧掛け作業



第45図 化粧掛け面積と単位作業時間

時間を Y 軸にとってグラフ化すると第45図になる。これは要素作業化粧掛け時間をとっても、単位作業化粧掛け時間をとっても、両者のバラツキと傾向はほとんど変わらない。

化粧掛け断面積を因子とすれば、標準時間表使用上はたいへん不便であるから、それにかわる他の因子として 伐根径/胸高直径、伐根径長径/伐根径短径 というものをもってきて関係を調べたが、その関係は明りょうでない。また発生する要件としては、伐根径長径/伐根径短径 の比が1.02 というものから発生しているし、また胸高直径の大きさでも最小は胸高直径24cm 辺から発生をみる。また伐根高が低いときには化粧掛けが起きて、伐根高が50cm も越えるようなときには発生をみない

ということも想定して、伐根高と化粧掛け発生関係を調べたが、その関係も明らかでない。

けっきょく、局部的に1つの張った根があった場合に化粧掛けが発生しておって、周囲の状況から発生時の要件をつかもうとしたが不明である。今回の作業員はいいないな造材方法をとったといえるが、化粧掛けの標準時間としては、実際の立木をみてそれが伐倒後化粧掛けを必要と見込んだときにのみ割増時間として与えることとする。

〔Ⅱ〕発 生 率

全伐倒数56本のうち、化粧掛けの発生したのは13本であるが、根張切りの作業と化粧掛けとは関係をもつので、化粧掛けの発生事実のある対象木に対してのみ与える方針をとる。

〔Ⅲ〕類 型 区 分

割増時間とする。

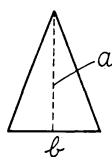
〔Ⅳ〕単位化粧掛けの基本時間

単位化粧掛けの基本時間 $y = 4.309 + 0.0918x$ ……………(ただし、化粧掛けの発生木だけに適用)

y : 単位 化粧掛け時間 (秒), x : 化粧掛け面積 (cm^2)

(注) 化粧掛け面積とは、化粧掛けの部分を実三角形の形で計測し、これから面積を算出する。

化粧掛け面積



(12)

単位	捨切
要素	捨切

〔I〕条件との関連

捨切の発生は腐れ部の切捨てのほか、伐倒後の胴割れや裂けの部分の切除によって発生するため、事前に条件との傾向を見つけたしておくことはむずかしい。したがって、捨切は、直接的因子となる捨切部の鋸断径を使って要素捨切の基準時間を算定しておく。第46図に鋸断径と捨切時間の相関図を示してあるが、図は鋸断径の測定もれもあって点は10点しかない。一応10点でもって回帰式を設定すると、 $y = 2.6520e^{0.09352x}$ が求められた。このときの相関係数と回帰係数の信頼度は $r = 0.90981$ $t_b = 6.201$ 、であった。

〔II〕発生率

全伐倒数56本のうち、捨切りの発生したのは13本であるも、捨切りは事前に心腐れや胴割れを予知することができないから、実際発生の実事に対して割増時間として付加する。

〔III〕類型区分

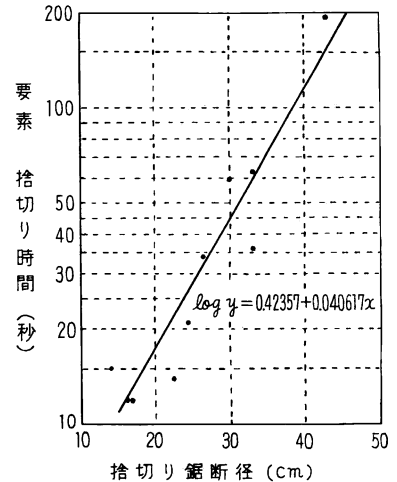
割増時間に類型区分する。

〔IV〕要素捨切の標準時間

要素捨切の基本時間 $\log \hat{y} = 0.42357 + 0.040617x$

要素捨切の標準時間 $\log \hat{y} = 0.42357 + 0.040617x \dots \dots \dots$ (ただし、捨切の発生木だけに適用)

ここに、 y : 要素捨切時間 (秒), x : 捨切鋸断径 (cm)



第46図 捨切の末口径と鋸断時間

(13)

単位	捨切
要素	単位捨切で主体要素捨切を除いたそれ以外の付帯要素作業

〔I〕条件との関連

単位捨切において付帯的要素作業（段取、鋸引抜、道具取替え、始動停止、歩行、捨部印し付け）を一括して分析する。それは発生数が段取6、鋸引抜1、道具取替え2、始動停止8、空身歩行3、持歩行8、印し付け5という僅少のため要素単独では基準時間を求めにくいからである。鋸断径や傾斜等との関係をみたが不明確である。基準時間は込みのものから算術平均値によって算定する。

伐倒木 No.	単位捨切における付帯的要素作業時間合計	伐倒木 No.	単位捨切における付帯的要素作業時間合計
165	47秒	193	5秒
127	112	190	65
187	16	190	4

200	75	136	8
153	28	176	71
153	115	176	43
150	23	計	612

〔Ⅱ〕 発 生 率

主体的要素作業捨切の発生が 13 本で、この 13 本には付帯的要素作業のいずれかが 1 回以上発生しているので、単位捨切の中でだけみた場合は発生率 100% になる。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

割増時間とする。

〔Ⅳ〕 段取、鋸引抜、道具取替え、始動停止、歩行、印し付けの付帯的要素作業を込みにした基本時間
 $= 612 \text{ 秒} / 13 = 47.08 \text{ 秒}$

第 4 節 纏り枝払作業の標準時間

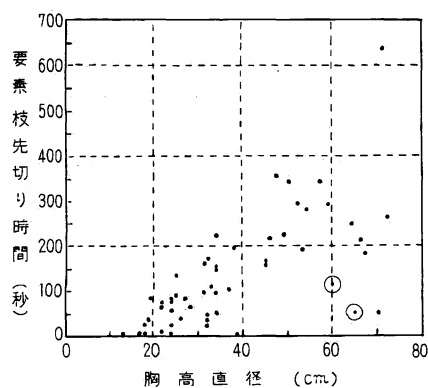
(1)

単位 枝切り 節切り
要素 枝先切り

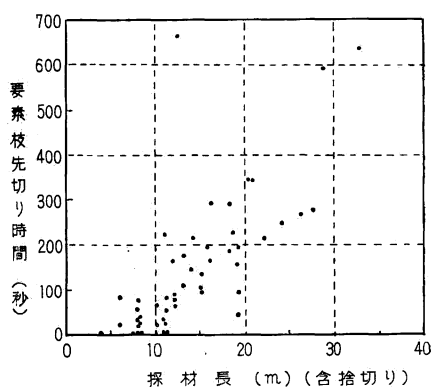
〔Ⅰ〕 条件との関連

枝先切りは枝切りに先だって、鋸はさまれと危険予防とから枝の中途から鋸断する時間であって、概して太い枝に付いて行なわれる作業である。したがって、条件因子としては木の太さを現わすものとして胸高直径、作業範囲として採材長、枝の大きさとして枝直径平均、仕事の量として枝数というものを条件因子に採り重回帰分析として計算した。結果は第 14 表のとおりである（グラフは第 47—1～4 図に示す）。なおそのほか、第 48 図のような枝が実際付いている箇所材幹 1 m 当たりにおける枝の数を算出し、これを枝切り時間との関係をみたが無関係であった。

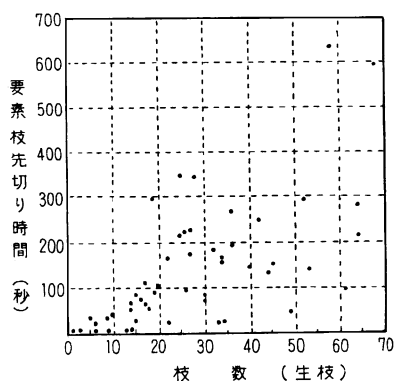
第 1 回目の計算においては、作業が枝切りであるから因子の 1 つに生枝数をとった。第 2 回目の計算は全枝数（節も含んだ）をとった。第 3 回目の計算は第 1 回目、第 2 回目の計算とも回帰係数の信頼判定で



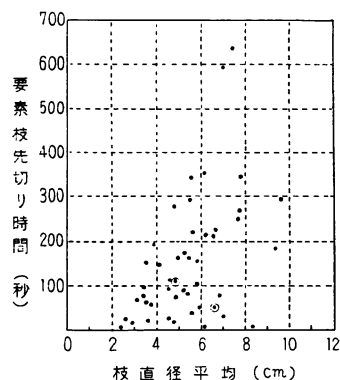
第 47—1 図 胸高直径と要素枝先切り時間



第 47—2 図 採材長と要素枝先切り時間



第47—3図 枝数と要素枝先切り時間



第47—4図 枝直径平均と要素枝先切り時間

危険率10%域以上にあるものの因子を削除して計算したものである。最後の第3回目の計算が因子の数が少ないのに推定標準誤差は67.88921と最少なので、結局これを採用することにした。

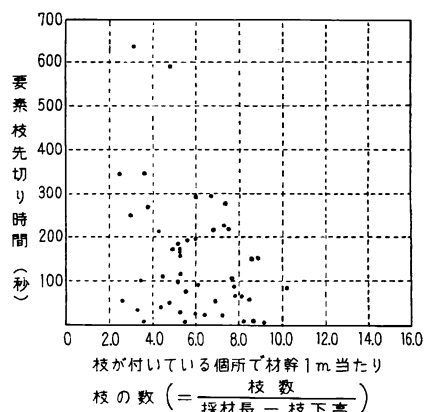
〔Ⅱ〕発生率

全伐倒数56本のうち、沢落しになった2本の木は計算より除いてあるから、発生個数は53本、よって

発生率 $= (53/56) \times 100 = 94.6\% \approx 0.940$ として適用。

〔Ⅲ〕類型区分

条件との傾向をもち発生率94.6%であるから追加時間に類型区分する。



第48図 枝の密度と要素枝先切り時間

第14表 枝先切り時間についての計算過程説明

計算順序	因子	標本数 N	零次の 相関係数 r_{Yi}	回帰係数 $b_{Yi,j}$	回帰係数 信頼度 $t_{bYi,j}$	重相関係 数 R	標準誤差 $Sy.1234$	平均値 $\bar{x}_i$
第1回目の 計算	胸高直径(X_1)	51	$r_{Y1}=0.8397$	$b=4.85650$	$t_b=2.330$	0.87380	69.092319	$\bar{x}_1=36.86$
	採材長(X_2)		$r_{Y2}=0.8395$	$c=8.51077$	$t_c=1.920$			$\bar{x}_2=14.61$
	生枝数(X_3)		$r_{Y3}=0.6458$	$d=-0.02436$	$t_d=0.022$			$\bar{x}_3=27.96$
	枝直径平均(X_4)		$r_{Y4}=0.5544$	$e=-6.29726$	$t_e=0.540$			$\bar{x}_4=5.07$
	枝先切時間(Y)							$\bar{y}=141.49$
第2回目の 計算	胸高直径(X_1)	51	$r_{Y1}=0.8397$	$b=3.88045$	$t_b=3.327$	0.87504	68.038549	$\bar{x}_1=同上$
	採材長(X_2)		$r_{Y2}=0.8395$	$c=9.58278$	$t_c=2.689$			$\bar{x}_2=同上$
	全枝数(X_3)		$r_{Y3}=0.5751$	$d=0.03437$	$t_d=0.060$			$\bar{x}_3=56.20$
	枝先切時間(Y)							$\bar{y}=同上$
第3回目の 計算	胸高直径(X_1)	51	$r_{Y1}=0.8397$	$b=3.86676$	$t_b=3.389$	0.87279	67.888921	$\bar{x}_1=同上$
	採材長(X_2)		$r_{Y2}=0.8395$	$c=9.70765$	$t_c=3.377$			$\bar{x}_2=同上$
	枝先切時間(Y)							$\bar{y}=同上$

〔Ⅳ〕 枝先切りの標準時間

枝先切りの基本時間 $y = 3.867x_1 + 9.708x_2 - 141.914 \dots \dots k = 0.940$

単木1本に対する標準時間 $y = 3.635x_1 + 9.126x_2 - 133.400$

ここで、 y ：枝先切り標準時間（秒）、 x_1 ：胸高直径（cm）、 x_2 ：採材長（m）

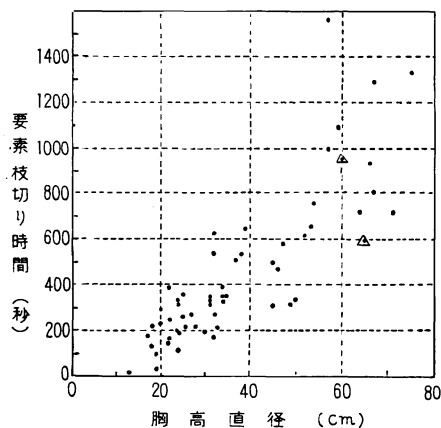
（2）

単位	枝切り	節切り
要素	枝切り	節切り

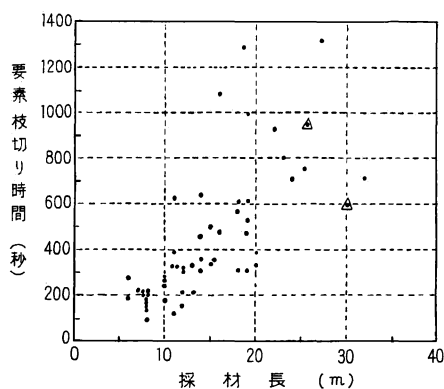
前回の調査において枝切りと節切と作業は同質のものであって、両者間には全く作業時間差のないことが証明されているので、今回は最初から枝切り、節切りを込みにして標準時間を算定する。

〔Ⅰ〕 条件との関連

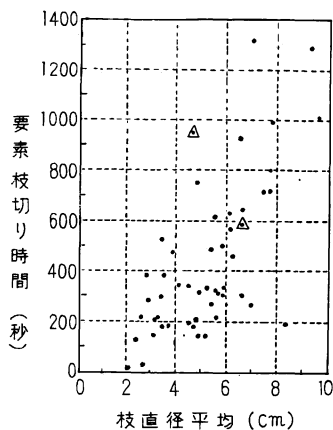
木の大きさを表示するものとして胸高直径、所要時間の対象として枝数（採材までの全枝数）、作業の難易さとして枝直径（樹幹より30cm離れたところの枝の直径を計測した1本当たり枝の平均太さ）の3つの因子をもって重回帰分析にかけた。相関図は第49—1～4図に示す。計算した統計量は次のとお



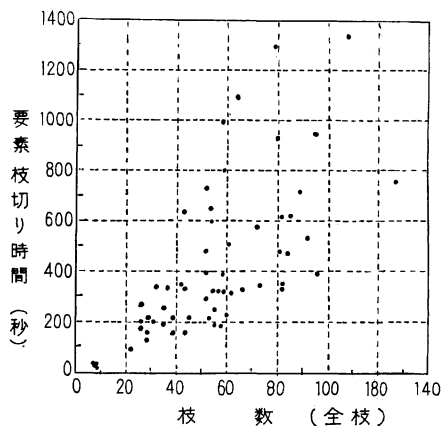
第49—1図 胸高直径と要素枝切り時間



第49—2図 採材長と要素枝切り時間



第49—3図 枝直径平均と要素枝切り時間



第49—4図 枝数と要素枝切り時間

りで、作業時間に影響をおよぼす条件は枝数と枝直径の2因子であった。すなわち、枝切り作業は単木1本内にある枝直径によって所要時間は左右されるのであって、計算結果は常識的にも一致する。

《統計量》

$N=54$, X_1 =胸高直径, X_2 =枝数, X_3 =枝直径平均

$Y = \log Y$ = 要素枝切り時間 とおけば

$\bar{X}_1=35.94$ $\bar{X}_2=55.33$ $\bar{X}_3=4.95$ $\log \bar{Y}=2.50039$

回 帰 係 数 $b=0.0365987$

$c=0.0783246$

$d=0.0768491$

重 相 関 係 数 $R=0.88023^{**}$ ($Y_{r1}=0.78025$, $Y_{r2}=0.71600$, $Y_{r3}=0.64258$)

回帰からの分散と標準誤差 $S_{Y \cdot 123}^2=0.0302361$

$S_{Y \cdot 123}=0.1738853$

回帰係数の有意性 $t_b=1.120$

$t_c=6.056^{**}$

$t_d=3.161^{**}$

回帰式の誤差率 $f=14.0\%$ (95%信頼度)

偏 相 関 係 数 $r_{Y1.23}=0.156$

$r_{Y2.13}=0.650^{**}$

$r_{Y3.12}=0.408^*$

上記統計量より、回帰係数の有意性も偏相関係数も危険率5%以上にある X_1 の変数を削除すると、

推定の標準誤差 $S_{Y \cdot 23}=0.1743181$

3変量による回帰式の誤差率=14.0% (95%の信頼度)

ということで、変数を削除する前の4変量と比較して標準誤差は小数点第3位からやや上回るも、回帰式の誤差率は両者とも14.0%で精度としては変わらない。 X_1 の変数を削除したときの回帰係数の有意性は $t_c=8.872^{**}$, $t_d=7.528^{**}$ である。

〔Ⅱ〕 発 生 率

全伐倒数56本のうち、沢落しになった2本の単木を除いて計算したので、計算上の個数は54になっている。計算上で除いた2点は図の△印であるが、他に比べ異常値というほどのものでもなかった。発生率は100%である。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向があり発生率100%であるから基礎時間に類型される。

〔Ⅳ〕 枝切り, 節切り標準時間

単木1本に対する標準時間 $\log \hat{y}=1.6334675+0.0087696x_1+0.099706x_2$

ここで、 y : 枝切り, 節切り標準時間 (秒), x_1 : 採材部における全枝数 (本)

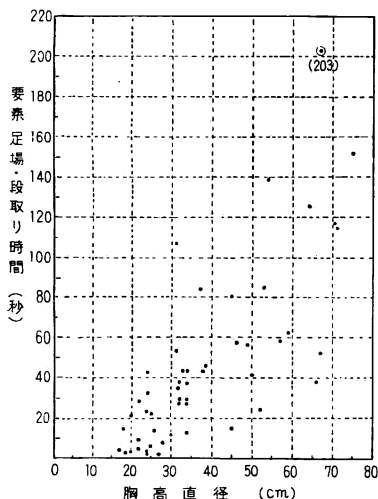
x_2 : 樹幹より30cm離れた箇所の枝直径平均 (cm)

(3)

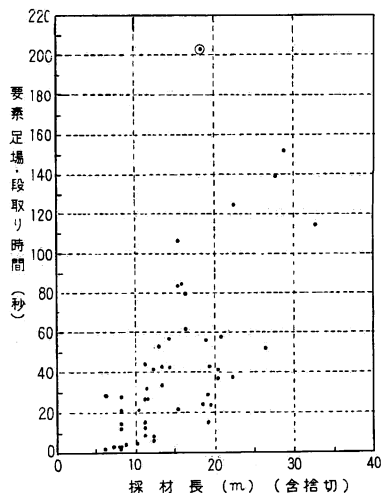
類型	追加	纏り	枝払	単位	枝切り	節切り
				要素	段取	足場

〔I〕条件との関連

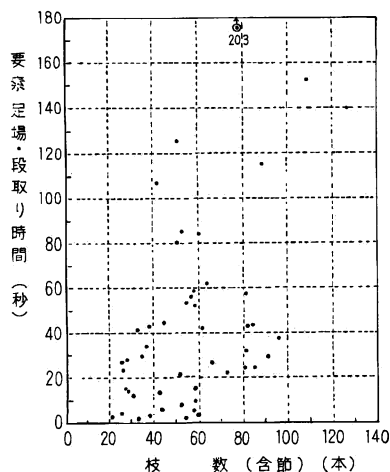
段取は樹幹上で、または地上で枝払いするときの作業姿勢の安定と機械をもったまま、または機械を樹幹上にあずけて足場の位置を確かめる動作、あるいはとんとん踏み固めたり、地ならししたりする時間で、足場を組み付設する作業ではないから、段取、足場の両要素作業を一緒にして分析する。計算は第15表のようにその1の方法と、その2の方法の両者について検討した。すなわち、その1の方法では条件因子が採材長、枝直径平均で実用上不便を感じるので、その2の方法（因子胸高直径、採材長）をとった。計算結果は、すべての統計量ならびに回帰式の誤差率もその1の方法が46.9%、その2の方法が47.6%



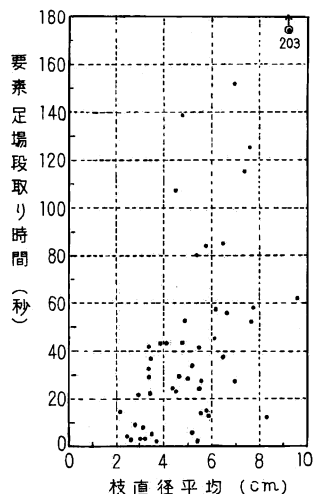
第50—1図 胸高直径と要素足場、段取り時間



第50—2図 採材長と要素足場、段取り時間



第50—3図 枝数と要素足場、段取時間



第50—4図 枝直径平均と要素足場、段取時間

と前者が小さい。したがって、本項の標準時間算定式にはその1の方法を採り上げる。なおその1の方法は最初3因子で分析し、そのうち X_2 (枝数) の変量が回帰に全く無関係なので無視され、 X_1 (採材長)、 X_3 (枝直径平均) の2因子となったものである。相関図は第50-1~4図に示す。

第15表 枝切り、節切りの計算過程説明

計算 順序	条 件 因 子	標本 数 N	零次の相関 r_{Yi}	回帰係数の 信 頼 度 t_{brt}	回 帰 係 数 $b_{rt.j}$	標準誤差 $S_{y.it}$	重相関 係 数 R	誤差 率 (%)
その1 の方法 (3因子)	採 材 長 ($\log X_1$)	49	$r_{Y1}=0.72253$	$t_b=4.134^{**}$	$b=1.6412288$	0.3285410	0.76598	
	枝 数 ($\log X_2$)		$r_{Y2}=0.44142$	$t_c=0.012$	$c=0.0041765$			
	枝直径平均 ($\log X_3$)		$r_{Y3}=0.53344$	$t_d=2.577^{**}$	$d=0.9163363$			
	段取,足場時間 ($\log Y$)							
その1 の方法 (変量削 除後)	採 材 長 ($\log X_1$)	49	$r_{Y1}=0.72253$	$t_b=5.799^{**}$	$b=1.6444516$	0.3249509	0.76598	46.9
	枝直径平均 ($\log X_3$)		$r_{Y3}=0.53344$	$t_c=2.683^{**}$	$c=0.9153194$			
	段取,足場時間 ($\log Y$)							
その2 の方法	胸 高 直 径 ($\log X_1$)	49	$r_{Y1}=0.71809$	$t_b=2.375^{**}$	$b=1.1118619$	0.3298157	0.75780	47.6
	採 材 長 ($\log X_2$)		$r_{Y2}=0.72253$	$t_c=2.516^{**}$	$c=1.1141204$			
	段取,足場時間 ($\log Y$)							

〔Ⅱ〕 発 生 率

計算は $N=49$ であるが、1点の資料は特別な異常値として除外してあるので、実際の発生個数は50である。よって、発生率 $= (50/56) \times 100 = 89.3\% \div 0.885$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向を認め発生率 89.3% であるから追加時間に類型される。

〔Ⅳ〕 段取、足場の標準時間

段取、足場基本時間 $\log \hat{y} = 1.64445 \log x_1 + 0.91532 \log x_2 - 1.08427$

単木1本に対する標準時間 $\log \hat{y} = 1.64445 \log x_1 + 0.91532 \log x_2 - 1.08427 \dots \dots k = 0.885$

または、 $\log \hat{y} = 1.64445 \log x_1 + 0.91532 \log x_2 - 1.13733$

ここで、 y : 段取、足場標準時間 (秒)、 x_1 : 採材長 (m)

x_2 : 枝直径平均 (樹幹より 30cm 離れた箇所枝の直径平均) (cm)

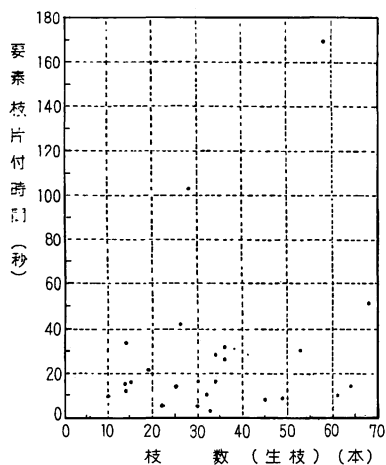
(4)

類型	割増	纏り	枝払	単位	枝切り	節切り
				要素	枝片付	

〔Ⅰ〕 条件との関連

枝片付作業の条件としては胸高直径、採材長、全枝数、生枝数等との関係について調べたが、これら条件との傾向はつかめなかった。その一部の相関図は第51図に示す。また枝片付時間の度数分布図を作ったが、第16表のような具合で、離散分布型の特質も示さなかった。よって枝片付時間の標準時間は算術平均より算定する。

〔Ⅱ〕 発 生 率



第51図 枝数と要素枝片付時間

第16表 枝片付時間の度数分布

範 囲	中 央 値	頻 度
0～5	2.45	2
5～10	7.45	15
10～15	12.45	15
15～20	17.45	10
20～25	22.45	1
25～30	27.45	2
30～35	32.45	1
55～60	57.45	1
75～80	77.45	1
90～95	92.45	1
計		49

採材全玉数 218
 発生した個数 49
 発生率 $22.5\% \approx 0.20$ として適用。

〔Ⅲ〕類型区分

条件との傾向がなく発生率 22.5% だから割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕枝片付の標準時間

発生1回当たり基本時間 $SX/N = 780 \text{ 秒} / 49 = 15.92 \text{ 秒}$

1玉に対する標準時間 $15.92 \text{ 秒} \times 0.20 = 3.18 \text{ 秒}$

(5)

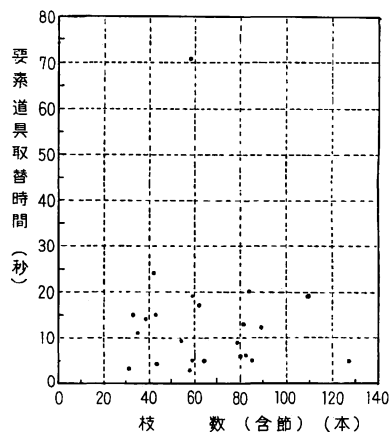
単位	枝切り	節切り
要素	道具取替え	

〔Ⅰ〕条件との関連

前回の調査においても道具取替え作業は条件との関連がなかった。道具取替え作業は条件との傾向を持たないのが当然のことと考える。今回も念のため条件に樹高、枝数を取り関連図を作ったが、その一部を第52図として示したように無相関の関係にある。また道具取替え時間の度数分布図を作ると二項分布型を示すも、鋭度は強くないから、度数分布図からの標準時間算定は取り止め、算術平均から算定することとする。

〔Ⅱ〕発生率

採材玉数 218
 発生した個数 36
 発生率 $16.5\% \approx 0.20$ として適用。



第52図 枝数と要素道具取替え時間

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 道具取替えの標準時間

発生1回当たり基本時間 $SX/N=334 \text{ 秒}/36=9.28 \text{ 秒}$

1玉に対する標準時間 $9.28 \text{ 秒} \times 0.20=1.86 \text{ 秒}$

（6）

単位	枝切り	節切り
要素	始動停止	

〔Ⅰ〕 条件との関連

前回の分析における始動停止標準時間は、算定式の条件として「枝の根元経6cm以上の枝数」というものを使っているから、使用上は大変不便であった。しかし、これは採材長、全枝数等の条件についての吟味されたうえでの結果であった。今回も一応採材表、全枝数につき回帰分析を行なったがより良い情報は得られなかった。そこで、樹高との直線式として回帰計算すると、次のような回帰量が得られた。枝数および樹高との相関図は第53—1, 2図である。図中◎印の3点は機械の不具合による時間であるから、回帰計算の資料には入れていない。

$N=44$ $X=\text{樹高}$ $Y=\text{始動停止時間}$ とすれば、

相 関 関 係 $r=0.49255$

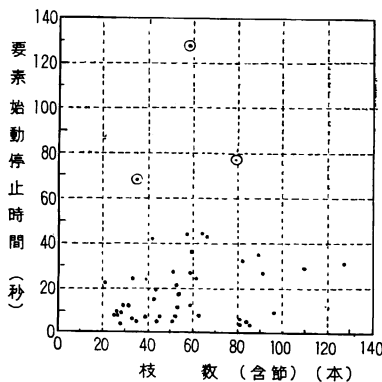
回 帰 係 数 $b=0.93049$

推定の標準誤差 $s_{y.x}=11.08500$

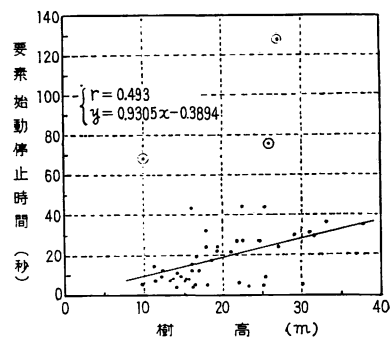
回帰式の誤差率 $f=124.7\%$ （信頼度 95%）

回帰係数の有意性 $t_0=3.668^{**}$

回帰係数の有意性は危険率 1% 以下で有意なるも、回帰式の誤差率は 124.7% で精度はあまり良くない。そこで、樹高と枝数の2変数として重回帰分析にかけたが、そのときの推定誤差は $s_{y.12}=11.21516$ となり樹高との1次的関係より精度は落ちる。



第53—1図 枝数と要素始動停止時間



第53—2図 樹高と要素始動停止時間

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数 56

発生した個数 47

発 生 率 $83.9\% \approx 0.800$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 始動停止の標準時間

発生 1 回に対する基本時間 $y = 0.9305x - 0.3894$

単木 1 本に対する標準時間 $y = 0.9305x - 0.3894 \cdots \cdots k = 0.800$

または, $y = 0.7444x - 0.3115$

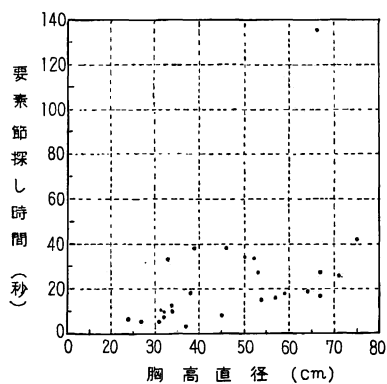
ここで, y : 始動停止標準時間 (秒), x : 樹高 (m)

(7)

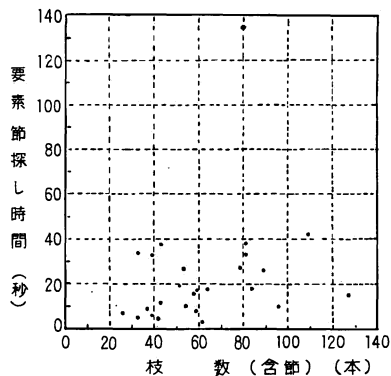
類型	割増	纏り	枝払	単位	枝切り	節切り
				要素	節探し	

〔Ⅰ〕 条件との関連

前回の調査には無かった新しい要素作業である。胸高直径や枝数との相関図 (第 54—1, 2 図) を作ったが一様な幅をもって横に広がる性質をもっている。すなわち, 木の大きさ, 枝の数とは無関係にもっと他の条件 (枝の多い側が上向に倒れたか, 下向に倒れたか) によって 3~40 秒の幅内に点はバラツいていゝる。節探し標準時間は算術平均によって算定する。



第 54—1 図 胸高直径と要素節探し時間



第 54—2 図 枝数と要素節探し時間

〔Ⅱ〕 発 生 率

採材全玉数 218

発生した個数 45

発 生 率 $20.6\% \approx 0.20$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

条件との傾向がなく発生率 20.6% であるから割増時間に類型する。

（Ⅳ）節探しの標準時間

1 回発生当たり基本時間 $\Sigma X/N=674$ （秒）/45=14.98 秒

1 玉に対する標準時間 14.98 秒×0.20=3.00 秒

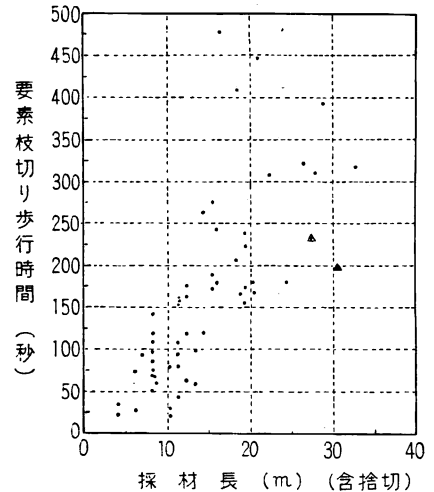
（8）

単位	枝切り	節切り
要素	歩行（持歩行+空身歩行）	

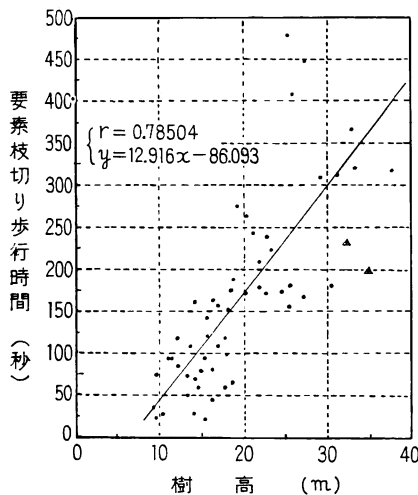
〔Ⅰ〕条件との関連

歩行の直接原因となるものは傾斜、木の長さ、枝数である。このうち傾斜は今回の調査地が全部 30~45° の範囲に集中し、35° 以下の傾斜地について調べることができなかったので、木の長さや枝数だけを条件として分析した。木の長さとしては樹高と採材長との 2 つがある。そこで樹高と枝数、採材長と枝数という 2 組を作って重回帰分析にかけた。相関図は第 55—1~3 図に示す。結果の推定誤差は次のとおりで、樹高、枝数を組みにしたときの方が精度がよい。

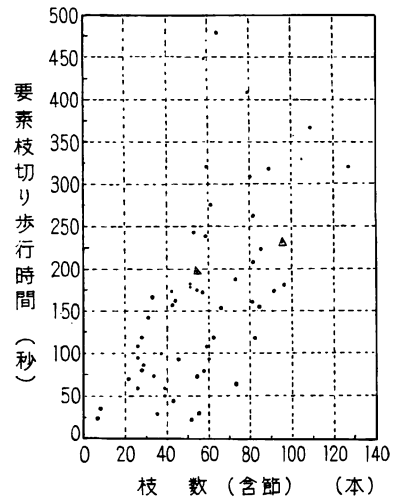
- ① Y の変量：歩行時間， X_1 ， X_2 の変数：枝数，樹高としたときの推定誤差 $S_{y.12}=68.48914^{*1}$
- ② Y の変量：歩行時間， X_1 ， X_2 の変数：枝数，採材長としたときの推定誤差 $S_{y.12}=73.90485^{*2}$



第 55—1 図 採材長と要素枝切り歩行時間



第 55—2 図 樹高と要素枝切り歩行時間



第 55—3 図 枝数と要素枝切り歩行時間

*1 $\bar{X}_1=55.33333$ $\bar{X}_2=19.17685$ $\bar{Y}=161.59259$ $r_{Y1}=0.59669$ $r_{Y2}=0.78504$

*2 $\bar{X}_1=55.33333$ $\bar{X}_2=14.19963$ $\bar{Y}=161.59259$ $r_{Y1}=0.59667$ $r_{Y2}=0.58952$

そこで①の組みについて、さらに計算をすすめ回帰係数の信頼度を判定すると $t_b=1.157$, $t_c=6.070$ となり、 X_1 (枝数) の回帰について回帰の有意性をそれほど強く信ずることもなかったから、 X_1 の変量を見捨てて樹高とだけの一次的関係としてみると、重回帰にしたときと推定誤差はほとんど変わらず、したがって、精度としても変わらない。よって、前回は樹高と枝数の重回帰式より歩行の標準時間は算定するようになっていたが、今回は樹高だけを変数とした直線式から算定する方法をとる。

⑧ Y の変量：歩行時間、 X の変数：樹高 だけをとったときの推定誤差 $s_{y.x}=68.71207$

このときの回帰係数の信頼度は $t_c=9.139$

回帰式の誤差率は $f=85.5\%$

〔Ⅱ〕 発生率

全伐倒数 56 本のうち沢落しになった 2 本は一応計算から除いた (グラフ△印) ので、計算資料は $N=54$ になっている。発生した個数は、したがって全伐倒数に発生しているから発生率 100%。

〔Ⅲ〕 類型区分

発生率 100% で条件との傾向をもつから基礎時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 歩行 (持歩行+空身歩行) の標準時間。

単木 1 本に対する標準時間 $y=12.916x-86.093$

ここで、 y ：歩行標準時間 (秒)、 x ：樹高 (m)

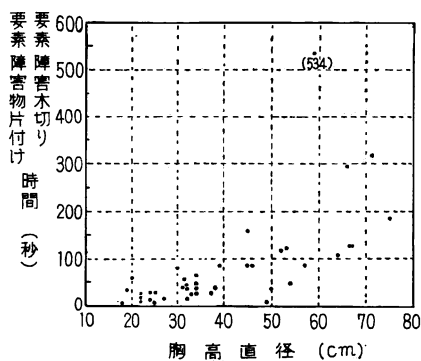
(9)

単位	障害除去
要素	全要素
類型	追加 纏り 枝払

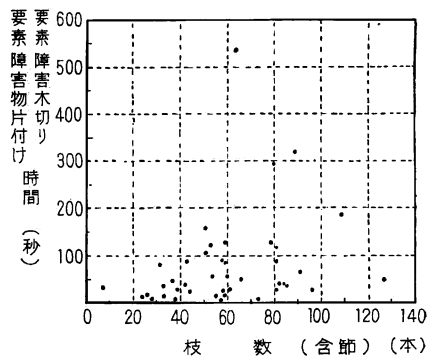
〔Ⅰ〕 条件との関連

1) 主体的要素障害木切り、障害物片付、ボサ切りについて

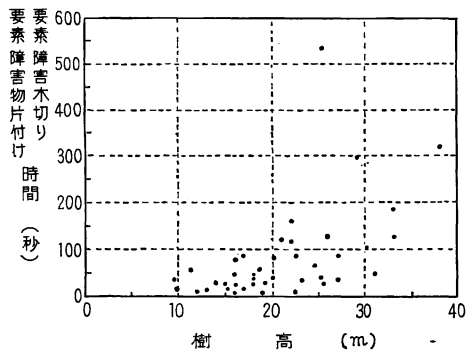
単位障害除去のなかで主体的作業をなす障害木切り、障害物片付、ボサ切りについて調べてみよう。ただし、ボサ切り作業は、調査地が非常に低木が少なかったため作業時間としては現われてこなかった。条件には直接的原因となる障害木の量や面積を測定しなかったので、間接的原因となる胸高直径、枝数、樹高等を採り、障害木切り、障害物片付の両要素を込みにして相関図を作ると第 56—1~3 図となり、胸高



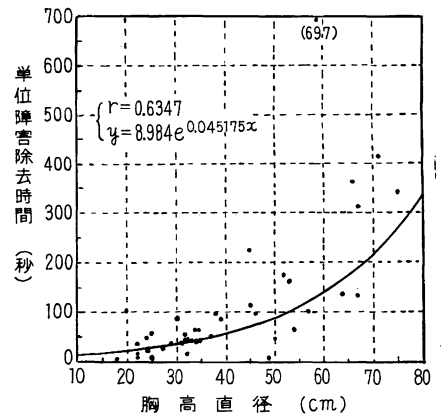
第 56—1 図 胸高直径と要素障害時間



第 56—2 図 枝数と要素障害時間



第56—3図 樹高と要素障害時間



第57図 胸高直径と単位障害除去時間

直径については相関性を示す。

2) 単位障害除去について

単位障害除去について 1) と同じような条件を探り相関図を作ったが、ほとんど 1) と同じような相関の傾向を示した。一部についてのグラフは第57図である。これと第56—1図のグラフと比較すると、相関の傾向としては両者にそん色が無い。したがって、障害除去については単位作業で計算をすすめることとした。計算は X_1 に胸高直径、 X_2 に樹高を採り重回帰分析した結果は次のとおりで、樹高の変数は無視された。

$N=40$ X_1 =胸高直径 X_2 =樹高 $Y(=\log Y)$ =単位

障害除去時間

$b=0.02593532$ $c=-0.01720425$

$\bar{X}_1=39.5125000$ $\bar{X}_2=20.7997500$ $\log \bar{Y}=1.7286305$

$Sy^2=9.5859781$

$S\hat{y}^2=3.9815829$

$R=0.64448$ ($r_{Y1}=0.63466$, $r_{Y2}=0.50252$)

$Sy_{.12}=0.3891916$

$t_b=3.210^{**}$

$t_c=0.892$

偏相関係数 $r_{Y1.2}=0.647^{**}$

$r_{Y2.1}=-0.145$

ここで X_2 の回帰は無視され、 X_1 の胸高直径との直線関係となる。その時の統計量は、

回 帰 係 数 $b=0.01961865$

推 定 の 誤 差 $Sy_{.x}=0.3881416$

回帰係数の有意性 $t_b=5.063$

回帰式の誤差率 $f=45.2\%$ (片対数値) (信頼度 95%)

〔Ⅱ〕 発 生 率

全 伐 倒 数 56
 発生した個数 41 (計算資料では異常値1を除外してある)
 発 生 率 73.2%÷0.675 として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 単位障害除去の標準時間

発生1回当たりの基本時間 $\log \hat{y} = 0.953451 + 0.019619x$

単木1本に対する標準時間 $\log y = 0.953451 + 0.019619x \dots \dots \dots k = 0.675$

または, $\log y = 0.782754 + 0.019619x$

ここで, y : 単位障害除去標準時間 (秒), x : 胸高直径 (cm)

(10)

単位	手直し
要素	全要素
類型	追加
纏り	枝払

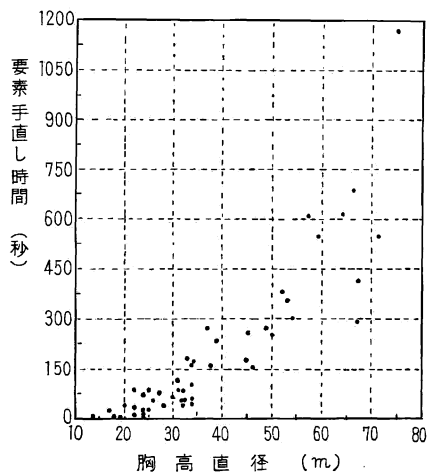
〔Ⅰ〕 条件との関連

1) 主体的要素手直しについて

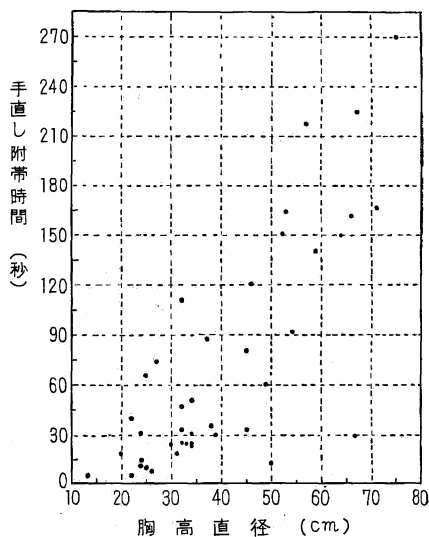
単位手直し作業のなかで、主体的作業となる要素手直しについて分析する。手直し作業の直接的原因となるものとしては節径の大きさである。まず節径の大きさというものをあと回しにして、間接原因となる木の総体的条件を選定する。間接原因としては胸高直径、採材長、樹高、枝数というものが考えられる。この4つの条件をいきなり重回帰に組んで計算した結果は第17表計算順序①にあるとおりで、胸高直径の因子以外は t の値が1以下で無視された。相関図の一部は第58図に示す。

2) 付帯的要素段取、道具取替え、始動、歩行について

単位手直し作業のなかで、付帯的作業をなす要素段取、道具取替え、始動停止、歩行を込みにして胸高



第58図 胸高直径と要素手直し時間



第59図 胸高直径と手直し付帯時間

第17表 手直し作業についての計算過程説明

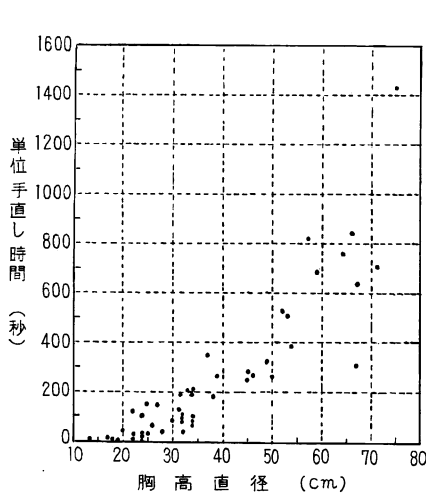
作業 単位	計算 順序	条 件 因 子	標本 数 N	回 帰 係 数 $b_{y \cdot j}$	回帰係数の 有 意 性	相 関 係 数 $r_{y \cdot i}$	推 定 の 誤 差 $S_{y \cdot i}$	誤差率 $f(\%)$
要素 手直 し	①	胸高直径 X_1 採材長 X_2 樹 高 X_3 枝 数 X_4 手直し時間 $\log Y$	49	$b_1=0.036727$ $b_2=0.051365$ $b_3=-0.05348$ $b_4=0.001588$	$t_b=4.377^{**}$ $t_c=0.934$ $t_d=0.985$ $t_e=0.430$	$r_{Y1}=0.8126$ $r_{Y2}=0.7225$ $r_{Y3}=0.7280$ $r_{Y4}=0.4882$	$S_{y \cdot 1234}=0.419056$	
	②	胸高直径 X 手直し時間 $\log Y$	49	$b=0.035683$	$t_b=9.588^{**}$	$r_{YX}=0.8126$	$S_{y \cdot x}=0.413756$	43.3
単位 手直 し	③	胸高直径 X_1 採材長 X_2 樹 高 X_3 枝 数 X_4 手直し時間 $\log Y$		$b_1=0.031990$ $b_2=0.029757$ $b_3=-0.035151$ $b_4=0.002395$	$t_b=3.927^{**}$ $t_c=0.558$ $t_d=0.667$ $t_e=0.667$	$r_{Y1}=0.7815$ $r_{Y2}=0.6915$ $r_{Y3}=0.6997$ $r_{Y4}=0.4812$	$S_{y \cdot 1234}=0.406786$	
	④	胸高直径 X 手直し時間 $\log Y$	49	$b=0.030979$	$t_b=8.588^{**}$	$r_{YX}=0.7815$	$S_{y \cdot x}=0.399787$	38.1
	⑤	胸高直径 X_1 枝直径平均 X_2 手直し時間 $\log Y$	49	$b_1=0.020174$ $b_2=0.122207$	$t_b=3.684^{**}$ $t_c=2.525^{**}$	$r_{Y1}=0.7815$ $r_{Y2}=0.7465$	$S_{y \cdot 12}=0.378713$	36.1

注：⑤における $\bar{X}_1=37.510204$ $\bar{X}_2=5.148980$ $\log \bar{Y}=2.113837$

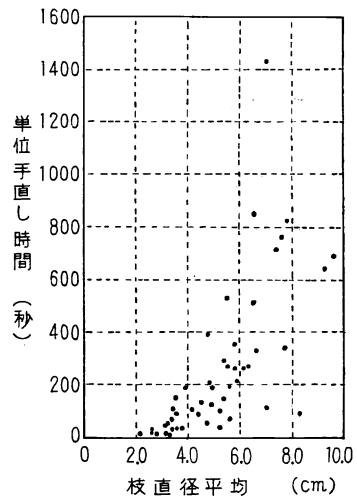
直径との相関図を作ると第 59 図になり、胸高直径とは相関性を示す。

3) 単位作業手直しについて

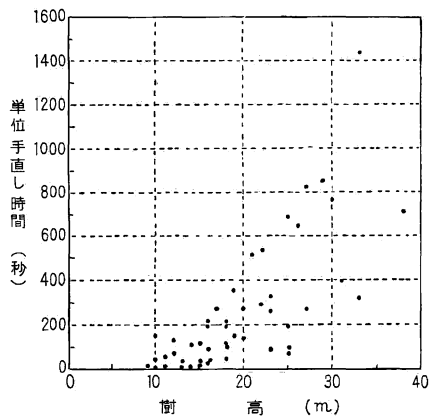
主体的要素手直しならびに付帯的要素作業とも、胸高直径との相関性を示すので、この両者を込みにした単位手直し作業としてみると第 60—1 図のようにやはり胸高直径とは相関関係にあることがいえる。こ



第 60—1 図 胸高直径と単位手直し時間



第 60—2 図 枝直径平均と単位手直し時間



第60—3図 樹高と単位手直し時間

重回帰計算結果は表⑤のとおりで、どの計算過程より推定誤差ならびに誤差率は小を示した。よって手直し作業は、単位作業で標準時間を算定することとし、算定式は⑤の回帰式を用いる。

〔Ⅱ〕 発生率

総伐倒数56本のうち、計算資料数は49であるが、これには沢落しになった2本を一応計算からは除いたので、発生率は $(51/56) \times 100 = 91.1\% \div 0.885$ として適用。

〔Ⅲ〕 類型区分

条件との傾向を認め、発生率91.1%であるから追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 単位手直しの標準時間

発生1回当たり基本時間 $\log \hat{y} = 0.72787 + 0.020174x_1 + 0.12221x_2$

単木1本に対する標準時間 $\log y = 0.72787 + 0.020174x_1 + 0.12221x_2 \dots \dots \dots k = 0.885$

または、 $\log y = 0.67482 + 0.020174x_1 + 0.12221x_2$

ここで、 y ：単位手直し標準時間（秒）、 x_1 ：胸高直径（cm）、 x_2 ：枝直径平均（cm）

(11)

単位	木廻し
要素	全要素
類型	追加 纏り 枝払

〔Ⅰ〕 条件との関連

1) 主体的要素木廻しについて

単位作業木廻しのなかで、主体的要素作業の木廻しについて、条件胸高直径、採材長、樹高、枝数および末口径等との関係を調べたが、どの条件とも明りょうな相関を示すものがなかった。相関図の一部は第61—1, 2図。

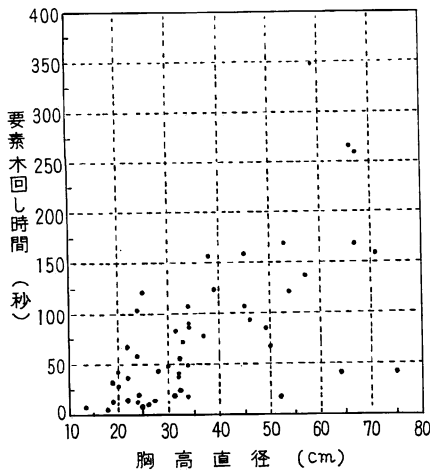
2) 要素歩行について

要素木廻しの次に発生数の多い要素歩行についてだけ調べてみたが（相関図は省略）、やはり相関性はつかめなかった。

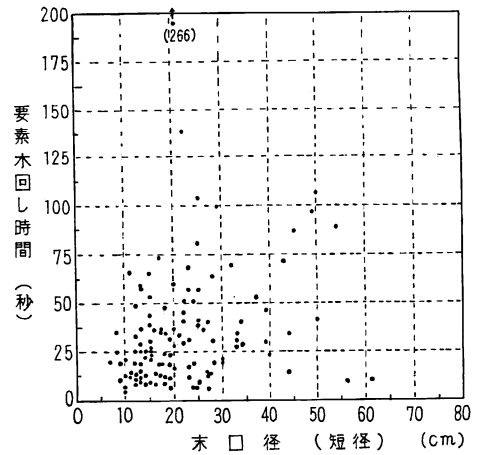
3) 単位木廻しについて

ここで単位手直しに付いても上記1)で行なったと同一の方法により、胸高直径、採材長、樹高、枝数の4因子を重回帰に組んで計算したところ第17表計算順序③にあるとおり、胸高直径の因子以外は t の値が1以下で無視された。ここで1)ならびに3)で有意水準にある胸高直径との回帰を表②および④として求め、この両者について比較してみると推定の誤差ならびに誤差率とも④の方が小さくてよい。すなわち、要素手直し単独より単位作業で込みにした方が、回帰のあてはまりがよい。

次に単位作業として込みにした方が胸高直径との回帰にあては適合することがわかったので、ここに節径の大きさを示す条件として「枝直径平均」を採り、胸高直径との



第 61—1 図 胸高直径と要素木廻し時間



第 61—2 図 末口径と要素木廻し時間

要素単独では条件との相関を高度に示すものがなかったから、単位作業にまとめ条件因子胸高直径、採材長、樹高、枝数および斜面傾斜などとの関係を調べたが、相関図の一部は第 62—1～4 図のとおりで、主体要素木廻めのとき相関図とそん色ない状態である。したがって、木廻し作業は今回暫定的に胸高直径との直線回帰で算定しておく。計算した統計量は次のとおりである。

$$N=50 \quad X=\text{胸高直径} \quad Y=\text{単位木廻し時間}$$

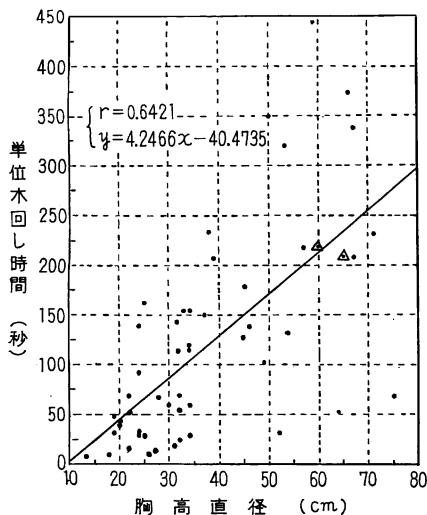
$$\bar{X}=37.2000 \quad \bar{Y}=117.5000$$

$$b=4.2466$$

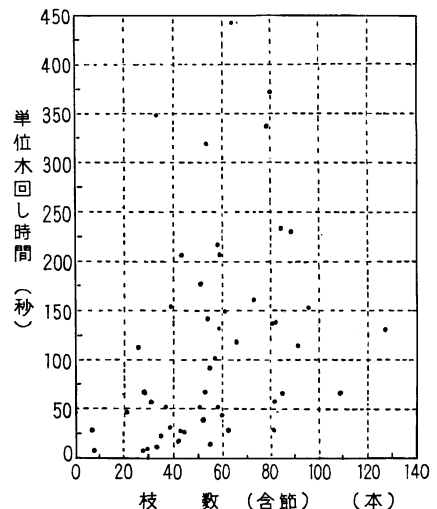
$$r=0.6421$$

$$s_{y \cdot x}=81.8378$$

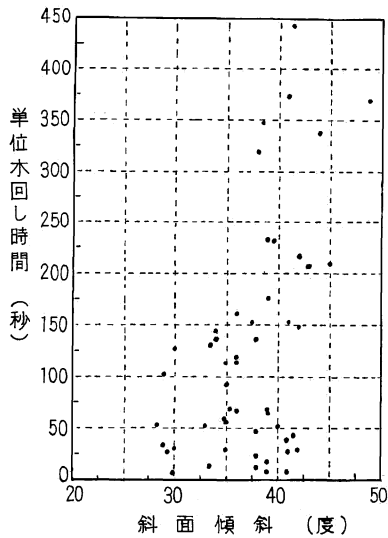
$$t_b=5.803^{**}$$



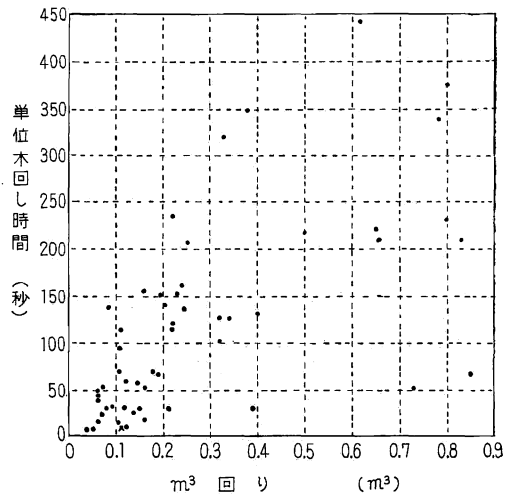
第 62—1 図 胸高直径と単位木廻し時間



第 62—2 図 枝数と単位木廻し時間



第62-3図 斜面傾斜と単位木廻し時間



第62-4図 1玉の材積と単位木廻し時間

誤差率 $f=140.0\%$ (信頼度 95%)

回帰式の誤差率は 140.0% であるから、グラフでもわかるとおり精度としてはあまりよくない。

〔Ⅱ〕 発 生 率

全伐倒数 56 本のうち沢落しになった 2 本については (第 62-1 図△印)、計算より一応除いてあるので発生数は 52 本、よって発生率 $= (52/56) \times 100 = 92.9\% \approx 0.940$ として適用。

〔Ⅲ〕 類 型 区 分

追加時間として類型区分する。

〔Ⅳ〕 単位木廻しの標準時間

$$\text{発生 1 回当たり基本時間} \quad \hat{y} = 42466x - 40.4735$$

$$\text{単木 1 本に対する標準時間} \quad y = 4.2466x - 40.4735 \cdots \cdots k = 0.940$$

$$\text{または,} \quad y = 3.9918x - 38.0451$$

ここで、 y : 単位木廻し標準時間 (秒), x : 胸高直径 (cm)

第 3 章 総 括

第 1 節 伐 倒 作 業

1. 纏り伐倒作業の基本時間、標準時間基表

纏り伐倒作業に関する基本時間ならびに標準時間を一覧にまとめると第 18 表になる。ただ 発生率が相違変わった場合は、基本時間に発生率の修正をほどこすことになり、それによって標準時間も移動することがある。

2. 纏り伐倒作業 Time-table

第 18 表の標準時間算定式より、標準時間値を求め、使用の便をはかって 図表に表わしておく都合が

経 理	単位作業	要 素 作 業	条件因子	発生率	類型区分	基本時間 (秒)	標準時間 (秒)	
伐 倒	受口切り 追口切り	受口切り 追口切り 具組合 具置引 具動身 片除	りり取 見え えき え止 行行 去	胸高直径	単100.0	基 礎	$\log y = 0.01872D + 1.38354$	$\log y = 0.01872D + 1.38354$
	方向再考 方向決定	伐倒方 倒向 具取 身歩	再考し 定取 え行 行	樹 高	単78.6	追 加	$\log y = 0.03080H + 0.47389$	$\log y = 0.03080H + 0.37698$
	退 避	退伐空 持	避認 行行	な し	単94.6	割増し	12.54	11.79
	受口直し ヤリ落し	受口直し 受口切 口切直 口置引 具動身 具取 身歩	しし行 えき え取 え止 行行	な し	単35.0	割増し	24.71	6.67
	障害除去	障害物 具取 身歩	りり付 取え 止行 行	な し	単75.0	割増し	75.05	60.04
	矢打ち 根張場 退避路作	矢打ち 根張場 退避路 位置 具取 身歩	きりり りり 見え えき え取 え止 行行	な し	単17.9	割増し	69.10	18.66
	懸木落し	懸木落 具取 身歩	し取え 止行 行	(分 析) 対象外)	考えない	—	—	

(発生率 単78.6%とは、単木に対する発生率の意)

第19—1表 纏り伐倒作業標準時間値

胸高直径 (cm)	樹高 (m)	標準時間 (秒)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	標準時間 (秒)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	標準時間 (秒)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	標準時間 (秒)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	標準時間 (秒)					
14	6	66	28	20	109	42	20	176	54	28	284	66	36	465					
	8	67		22	111		22	178		30	287		68	26	487				
	10	68		30	10		24	179		32	290			28	489				
	12	68			12		26	181		34	293			30	492				
14	69	14	113		28	184	56	20	299	32	495								
16	6	70	32		16	114		44	16	187	22	300	34	499					
	8	71		18	115	18			188	24	302	36	503						
	10	72		20	116	20			190	26	304	38	507						
	12	72		22	118	22	191		28	306	70	26	528						
18	6	75	34	12	120	46	24	193	58	32		312	28	530					
	8	75		14	121		26	195		34		315	30	533					
	10	76		16	122		28	197		22		324	32	536					
	12	77		18	123		16	202		24	326	34	539						
20	14	77	36	20	124	48	18	203	60	26	328	72	36	543					
	16	78		22	126		20	204		28	330		38	548					
	22	6		85	38		12	129		50	22		206	62	30	333	74	40	553
		8		85			14	130			24		207		32	336		26	572
10		86	16	131		26	209	34	340		28	575							
12		87	18	132		28	212	36	344		30	577							
24	14	82	40	14	133	52	16	217	64	22	351	76	32	580					
	16	83		22	135		18	219		24	353		34	584					
	26	6		85	42		16	136		54	20		220	66	26	355	78	36	588
		8		85			24	138			22		221		28	357		38	593
10		86	44	14		139	56	24	223		68	30	360		80	40		598	
12		87		16		140		26	225			32	363			26		623	
14	87	18		141	28	227		34	366	28		626							
16	88	20		143	30	230		36	370	30		629							
28	18	89	46	22	144	58	22	220	70	32	366	82	34	632					
	30	6		85	60		14	146		62	24		366	64	36	636			
		8		85			16	148			26		366		38	641			
		10		86			18	149			28		366		40	646			
12		87	20	150		30	366	42	653										
32	14	87	62	16	151	64	22	236	66	26	382	76	28	676					
	16	88		24	239		28	386		30	679								
	18	89		26	242		32	392		32	682								
	20	91		28	245		34	395		34	685								
36	22	94	66	20	153	68	24	240	70	28	413	78	30	689					
	24	95		22	242		30	415		36	689								
	26	96		24	245		32	418		38	694								
	28	97		26	247		34	420		40	699								
40	20	99	70	18	154	72	26	250	74	30	423	80	42	705					
	22	100		20	255		32	427		42	705								
	24	101		22	257		34	431		44	710								
	26	103		24	259		36	435		46	715								
44	18	104	74	16	156	76	28	255	78	32	435	82	30	736					
	20	105		20	256		34	435		48	720								
	22	106		22	257		36	435		50	725								
	24	107		24	259		38	435		52	730								
48	16	107	78	14	157	78	30	256	80	34	435	84	32	739					
	18	108		18	257		36	435		54	735								
	20	108		20	257		38	435		56	740								
	22	108		22	257		40	435		58	745								
52	14	108	80	12	158	80	32	257	82	36	435	86	34	743					
	16	108		16	258		40	435		60	750								
	18	108		18	258		42	435		62	755								
	20	108		20	258		44	435		64	760								
56	12	108	82	10	159	82	34	258	84	38	435	88	36	747					
	14	108		14	259		44	435		64	765								
	16	108		16	259		46	435		66	770								
	18	108		18	259		48	435		68	775								
60	10	108	84	8	160	84	36	259	86	40	435	90	38	752					
	12	108		12	260		48	435		70	780								
	14	108		14	260		50	435		72	785								
	16	108		16	260		52	435		74	790								
64	8	108	86	6	161	86	38	260	88	42	435	92	40	757					
	10	108		10	261		52	435		76	795								
	12	108		12	261		54	435		78	800								
	14	108		14	261		56	435		80	805								
68	6	108	88	4	162	88	40	261	90	44	435	94	42	763					
	8	108		8	262		56	435		80	810								
	10	108		10	262		58	435		82	815								
	12	108		12	262		60	435		84	820								
72	4	108	90	2	163	90	42	262	92	46	435	96	44	767					
	6	108		6	263		60	435		84	825								
	8	108		8	263		62	435		86	830								
	10	108		10	263		64	435		88	835								
76	2	108	92	0	164	92	44	263	94	48	435	98	46	771					
	4	108		4	264		62	435		86	840								
	6	108		6	264		64	435		88	845								
	8	108		8	264		66	435		90	850								
80	0	108	94	0	165	94	46	264	96	50	435	100	48	775					
	2	108		2	265		64	435		90	855								
	4	108		4	265		66	435		92	860								
	6	108		6	265		68	435		94	865								
84	0	108	96	0	166	96	48	265	98	52	435	102	50	779					
	2	108		2	266		66	435		92	870								
	4	108		4	266		68	435		94	875								
	6	108		6	266		70	435		96	880								
88	0	108	98	0	167	98	50	266	100	54	435	104	52	783					
	2	108		2	267		68	435		94	885								
	4	108		4	267		70	435		96	890								
	6	108		6	267		72	435		98	895								
92	0	108	100	0	168	100	52	267	102	56	435	106	54	787					
	2	108		2	268		70	435		96	900								
	4	108		4	268		72	435		98	905								
	6	108		6	268		74	435		100	910								
96	0	108	102	0	169	102	54	268	104	58	435	108	56	791					
	2	108		2	269		72	435		98	915								
	4	108		4	269		74	435		100	920								
	6	108		6	269		76	435		102	925								
100	0	108	104	0	170	104	56	269	106	60	435	110	58	795					
	2	108		2	270		74	435		100	930								
	4	108		4	270		76	435		102	935								
	6	108		6	270		78	435		104	940								
104	0	108	106	0	171	106	58	270	108	62	435	112	60	799					
	2	108		2	271		76	435		102	945								
	4	108		4	271		78	435		104	950								
	6	108		6	271		80	435		106	955								
108	0	108	108	0	172	108	60	271	110	64	435	114	62	803					
	2	108		2	272		78	435		104	960								
	4	108		4	272		80	435		106	965								
	6	108		6	272		82	435		108	970								
112	0	108	110	0	173	110	62	272	112	66	435	116	64	807					
	2	108		2	273		80	435		106	975								
	4	108		4	273		82	435		108	980								
	6	108		6	273		84	435		110	985								
116	0	108	112	0	174	112	64	273	114	68	435	118	66	811					
	2	108		2	274		82	435		108	990								
	4	108		4	274		84	435		110	995								
	6	108		6	274		86	435		112	1000								
120	0	108	114	0	175	114	66	274	116	70	435	120	68	815					
	2	108		2	275		84	435		110	1005								
	4	108		4	275		86	435		112	1010								
	6	108		6	275		88	435		114	1015								

備考 本標準時間表は以下のものより作成されている。

$$\log \gamma = 0.01872D + 1.38354 \quad (D = \text{胸高直径})$$

$$\log \gamma = 0.03080H + 0.37698 \quad (H = \text{樹 高})$$

割増時間=18.5 (秒)

第19—2表 纏り伐倒作業の不安定要素作業に対する割増表

（単位：秒）

分類 記号	発生率 単位作業	27.0	50.0	67.5	80.0	88.5	94.0	97.0	98.5	対象木
		14.0 ～39.9	40.0 ～59.9	60.0 ～74.9	75.0 ～84.9	85.0 ～91.9	92.0 ～95.9	96.0 ～97.9	98.0 ～98.9	
イ	障害除去 （基本時間 ＝75.05）	20.3	37.5	50.7	60.0	66.4	70.5	72.8	73.9	
ロ	矢打 根張切り 足場作り 退避路作り （基本時間 ＝69.10）	18.7	34.6	46.6	55.3	61.2	65.0	67.0	68.1	
	懸木落し									

発生率は単木に対してのもの。□印は第18表標準時間表に記載のもの。

よい。第19—1, 2表はその標準時間値の表である。第19—1表は基礎時間ならびに定加時間と発生率のあまり変わらない追加時間の標準時間値である。第19—2表には発生率が移動すると予想されるものを“不安定要素作業”として別にしてあるから、発生率に応じてこの標準時間を第19—1表に割増してやればよい。第19—1表のものを図化したのが第63図である。

標準資料法による標準時間値は第18表の必要要素を取り上げ、作業の事前に机上で標準時間を組立決定することができるのである。

第2節 測尺作業

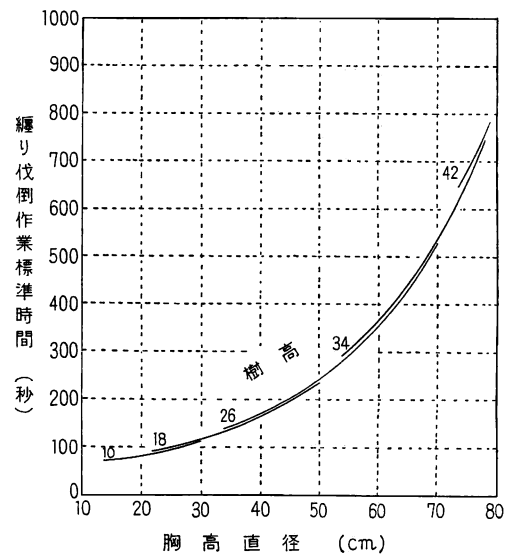
1. 纏り測尺作業の基本時間、標準時間基表

纏り測尺作業に関する基本時間ならびに標準時間

間を一覧にまとめると第20表になる。ただ、割増時間の発生率が相当変わった場合は、基本時間に発生率の修正をほどこすことになり、それによって標準時間も移動することになる。

2. 纏り測尺作業 Time-table

第20表の標準時間算定式より、標準時間値を求め、使用の便をはかって図表に表わしておく都合がよい。第21—1, 2表はその標準時間値の表である。第21—1表は基礎時間ならびに定加時間と発生率のあまり変わらない追加時間の標準時間値である。第21—2表には発生率が移動すると予想されるものを“不安定要素”として別表にしてあるから、発生率に応じてこの標準時間を第21—1表に割増してやればよい。第21—1表のものを図化したのが第64図である。



第63図 纏り伐倒作業標準時間値

第20表 纏り測尺作業に関する基本時間、標準時間基表

纏り	単位作業	要素作業	条件因子	発生率	類型区分	基本時間 (秒)	標準時間 (秒)
測尺	測尺	測 尺	樹 高	単100.0	基 礎	$y = 7.0600H + 0.15017e^{0.18011H} - 19.6085$	$y = 7.0600H + 0.15017e^{0.18011H} - 19.6085$
		枝採	なし	単53.6	割増し	40.62	20.31
		先材	なし	単32.1	割増し	52.44	14.36
		切検	なし	単41.1	割増し	14.65	7.32
		り討	なし	単37.5	割増し	30.90	8.34
		え替	なし	単87.5	追 加	$y = 2.8814H - 5.6085$	$y = 2.5356H - 4.9355$
		去歩	樹 高				
		障身					
		空持					

第21-1表 纏り測尺作業標準時間表

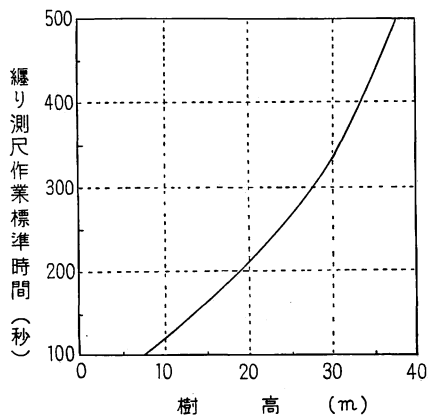
樹 高 (m)	標準時間 (秒)	樹 高 (m)	標準時間 (秒)	樹 高 (m)	標準時間 (秒)	備 考
6	76	18	194	30	339	本標準時間は以下のものより作成されている。 $y = 7.0600H + 0.15017e^{0.18011H} - 19.6085$ $y = 2.8814H - 5.6085$ 割増時間 = 42.0 (秒)
8	95	20	215	32	372	
10	114	22	236	34	412	
12	134	24	259	36	461	
14	154	26	283	38	523	
16	174	28	309	40	603	

第21-2表 纏り測尺作業の不安定要素作業に対する割増表

(単位: 秒)

分類 記号	発生率 単位作業	27.0	50.0	67.5	80.0	88.5	94.0	97.0	98.5	対象木
		14.0 ~39.9	40.0 ~59.9	60.0 ~74.9	75.0 ~84.9	85.0 ~91.9	92.0 ~95.9	96.0 ~97.9	98.0 ~	
イ	障害除去 (基本時間 =30.90)	8.3	15.5	20.9	24.7	27.3	29.0	30.0	30.4	
ロ	つる除去									

発生率は単木に対してのもの。□印は第12表標準時間表に記載のもの。



第64図 纏り測尺作業標準時間値

第3節 玉 切 作 業

1. 纏り玉切作業の基本時間、標準時間基表

纏り玉切作業に関する基本時間ならびに標準時間を一覧にまとめると第22表になる。類型区分追加、割増時間のものは発生率が変動することがある。そのときは基本時間に新しい発生率を与えることによって標準時間が算定される。

2. 纏り玉切作業 Time-table

纏り玉切作業は、第22表でみるように次の単位作業からなりたっている。

- ① 単位作業 玉 切
- ② 単位作業 サルカ切り
- ③ 単位作業 障 害 除 去
- ④ 単位作業 化 粧 掛
- ⑤ 単位作業 捨 切 り

①、②の単位作業は類型区分が基礎時間であるから、これは標準時間の表を作定しておく。③、④、⑤は不安定要素作業であるから別途に割増しとして与えることを考える。

まず、①の単位作業で、基礎時間に類型区分された要素玉切（普通切り、廻し切り、合せ切りの標準時間値を表に表わしておく）と第23-1表になる。次に①のなかで、要素玉切（普通切り、廻し切り、合せ切り）以外の要素作業と②の単位作業を一緒にまとめた標準時間値の表を作ると第23-2表となる。しかし、①と②の単位作業の標準時間値は第23-1表と第23-2表の加え合わせたものとなる。

例題として胸高直径 30cm、樹高 16m の木で、4 m材 3 玉、その裏 2 m材 1 玉を採材するとすれば、各玉の末口径は 26, 19, 12, 7 cm となる（末口径の大きさは後記第25表より求める）。要素玉切の鋸断時間標準時間値は第23-1表より $35+20+10+6=71$ （秒）、また第23-2表より 179.0（秒）、合計 250 秒が単位作業玉切とサルカ切りとの標準時間値である。

以上のものに第24表の不安定要素作業に対する割増時間を加算する。

ここで第23-2表の作表にあたってもう少し説明を加えておこう。第23-2表は以下の要素作業の標準時間値である。

段取、足場固め $\lg y = 0.01956D + 0.61099$

歩 行 $\lg y = 0.04389H + 0.55208$

手 直 し $\lg y = 0.01201D + 0.14827q + 0.35970$

引落し、位置替え、クサビ打ち、玉切進行見、鋸引抜、転材確認、材はなし、道具取替え、始動停止に対するもの $y = 13.14$ 秒（1玉について）

サルカ切り $\lg y = 0.01431D + 1.36364$

ここに、 $\lg y$ = 単木 1 本に対する標準時間値（秒）、 D : 胸高直径（cm）、 H : 樹高（m）、 q : 手直しを実施した玉数

q の値をあらかじめ推定しようとするときは次式を用いる。

$$q = 0.611n - 0.170 \quad (n: \text{採材玉数})$$

第22表 纏り玉切作業に関する基本時間、標準時間表

纏 り	単位作業	要 素 作 業	条件因子	発生率	類型区分	基本時間 (秒)	標準時間 (秒)
玉 切	玉 切	普通切り 廻し切り 合せ切り	未口徑 (長徑短徑平均)	玉100.0	基 礎	$\log y = 2.57837 \log d$ $+ 6.84436 \frac{1}{d}$ $- 2.36590$	$\log y = 2.57837 \log d$ $+ 6.84436 \frac{1}{d}$ $- 2.36590$
		引 落 し	な し	玉13.8	割増し	13.07	1.31
		段 場 固 取め	胸高直径	単89.3	追 加	$\log y = 0.01956 D$ $+ 0.66405$	$\log y = 0.01956 D$ $+ 0.61099$
		位置替え タビ打 玉切進 鋸引行 転材確 転材な	な し	玉33.0	割増し	24.53	7.36
		手 直 し	胸高直径D 手直しした玉数q	単73.2	追 加	$\log y = 0.01201 D$ $+ 0.14827 q$ $+ 0.53039$	$\log y = 0.01201 D$ $+ 0.14827 q$ $+ 0.35970$
		道具取替え	な し	玉15.1	割増し	7.45	1.49
		始 動 停 止	な し	玉38.1	割増し	7.45	2.98
		空 身 歩 行	樹 高	単87.5	追 加	$\log y = 0.043892 H$ $+ 0.60514$	$\log y = 0.043892 H$ $+ 0.55208$
		障害除去 障害木切 害サ物片 害サ物片 段道具取 道具取替 始動停止 空身歩行	胸高直径	単69.6	追 加	$\log y = 0.021238 D$ $+ 0.81291$	$\log y = 0.021238 D$ $+ 0.64221$
		サルカ切 サ段ルカ切 切位片除 道位具取 始動具取 空身歩行	胸高直径	単100.0	基 礎	$\log y = 0.014308 D$ $+ 1.36364$	$\log y = 0.014308 D$ $+ 1.36364$
	化粧掛	化粧粧掛 段具取替 道具取替 始動停止 空身歩行	化粧掛面積	(適宜)	割増し	$y = 0.0918 S + 4.309$	$y = 0.0918 S + 4.309$
		捨 切 段鋸引 道具取替 始動停止 空身歩行	捨切切断径	(適宜)	割増し	$\log y = 0.040617 C$ $+ 0.42357$	$47.08 + \log y$ $= 0.040617 C$ $+ 0.42357$
	支え木扱 木口廻し	全 要 素	(発生なし)				
		全 要 素	(発生なし)				

$$(\log y = 2.57837 \log d + 6.84436 \frac{1}{d} - 2.36590)$$

末口徑 (長・短 徑平均)	玉切鋸斷 標準時間	末口徑 (長・短 徑平均)	玉切鋸斷 標準時間	末口徑 (長・短 徑平均)	玉切鋸斷 標準時間	末口徑 (長・短 徑平均)	玉切鋸斷 標準時間
8 cm	7 秒	27 cm	38 秒	46 cm	118 秒	65 cm	259 秒
9	7	28	41	47	123	66	269
10	8	29	44	48	129	67	278
11	9	30	47	49	135	68	288
12	10	31	50	50	142	69	298
13	11	32	54	51	148	70	308
14	12	33	57	52	155	71	319
15	13	34	61	53	162	72	330
16	15	35	65	54	169	73	341
17	16	36	69	55	176	74	352
18	18	37	73	56	184	75	363
19	20	38	77	57	191	76	375
20	21	39	82	58	199	77	386
21	23	40	86	59	207	78	398
22	25	41	91	60	215	79	411
23	28	42	96	61	224	80	423
24	30	43	101	62	232		
25	33	44	106	63	241		
26	35	45	112	64	250		

(ただし、要素玉切だけは除いたもの)

胸高直径 <i>D</i>	树高 <i>H</i>	探 材 玉 数						胸高直径 <i>D</i>	树高 <i>H</i>	探 材 玉 数					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
cm 14	m 6 8 10 12 14	秒 76.5 78.0 79.8 82.0 84.7	秒 90.7 92.2 94.0 96.2 98.9	秒	秒	秒	秒	cm 22	m 8 10 12 14 16 18	秒 97.5 99.3 101.5 104.2 107.5 111.5	秒 112.0 113.8 116.0 118.7 122.0 126.0	秒 126.5 128.3 130.5 133.2 136.5 140.5	秒 145.4 148.1 151.4 155.4	秒	秒
16	6 8 10 12 14	80.8 82.3 84.1 86.3 89.0	95.1 96.6 98.4 100.6 103.3					24	8 10 12 14 16 18	103.3 105.1 107.3 110.0 113.3 117.3	117.9 119.7 121.9 124.6 127.9 131.9	132.4 134.2 136.4 139.1 142.4 146.4	157.5 161.5		
18	8 10 12 14 16	87.0 88.8 91.0 93.7 97.0	101.4 103.2 105.4 108.1 111.4	115.7 117.5 119.7 122.4 125.7				26	10 12 14 16 18 20	111.5 113.7 116.4 119.7 123.7 128.6	126.1 128.3 131.0 134.3 138.3 143.2	140.8 143.0 145.7 149.0 153.0 157.9	164.1 168.1 173.0		
20	8 10 12 14 16	92.1 93.9 96.1 98.8 102.1	106.5 108.3 110.5 113.2 116.5	120.9 122.7 124.9 127.6 130.9				28	10 12	118.4 120.6	133.2 150.4	147.9 150.1			

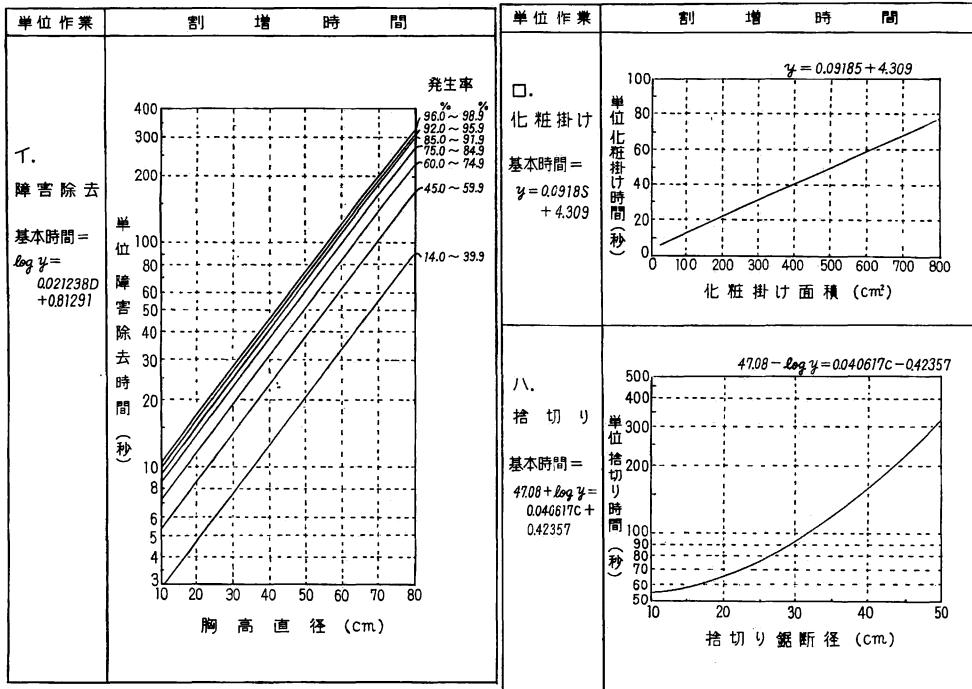
第23-2表 (つづき)

胸高 直径		树高		探 材 玉 数							胸高 直径		树高		探 材 玉 数							
D	H	1	2	3	4	5	6			D	H	1	2	3	4	5	6	7				
cm	m	秒	秒	秒	秒	秒	秒			cm	m	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒				
28	14	123.3	138.1	152.8						46	22	234.8	250.5	266.3	282.8	300.0	318.1					
	16	126.6	141.4	156.1	171.3				24		242.2	257.9	273.7	290.2	307.4	325.5						
	18	130.6	145.4	160.1	175.3				26		251.3	267.0	282.8	299.3	316.5	334.6						
	20	135.5	150.3	165.0	180.2				28		262.3	278.0	293.8	310.3	327.5	345.6						
30	12	128.0	142.8	157.7						48	18	238.6	254.5	270.4	287.1	304.5						
	14	130.7	145.5	160.4					20		243.5	259.4	275.3	292.0	309.4	327.8						
	16	134.0	148.8	163.7	179.0				22		249.5	265.4	281.3	298.0	315.4	333.8						
	18	138.0	152.8	167.7	183.0				24		256.9	272.8	288.7	305.4	322.8	341.2						
	20	142.9	157.7	172.6	187.9				26		266.0	281.9	297.8	314.5	331.9	350.3						
	22	148.9	163.7	178.6	193.9				28		277.0	292.9	308.8	325.5	342.9	361.3						
32	12	136.1	151.0	165.9						50	20	259.9	275.9	292.0	308.9	326.6						
	14	138.8	153.7	168.6					22		265.9	281.9	298.0	314.9	332.6	351.2						
	16	142.1	157.0	171.9	187.4				24		273.3	289.3	305.4	322.3	340.0	358.6						
	18	146.1	161.0	175.9	191.4				26		282.4	298.4	314.5	331.4	349.1	367.7						
	20	151.0	165.9	180.8	196.3	212.1			28		293.4	309.4	325.5	342.4	360.1	378.7						
	22	157.0	171.9	186.8	202.3	218.1			30		306.9	322.9	339.0	355.9	373.6	392.2						
34	14	147.3	162.3	177.4						52	20	277.5	293.6	309.9	327.1	344.9						
	16	150.6	165.6	180.7	196.3				22		283.5	299.6	315.9	333.1	350.9	370.0						
	18	154.6	169.6	184.7	200.3				24		290.9	307.0	323.3	340.5	358.3	377.4						
	20	159.5	174.5	189.6	205.2	221.2			26		300.0	316.1	332.4	349.6	367.4	386.5						
	22	165.5	180.5	195.6	211.2	227.2			28		311.0	327.1	343.4	360.6	378.4	397.5						
	24	172.9	187.9	203.0	218.6	234.6			30		324.5	340.6	356.9	374.1	391.9	411.0						
36	14	156.7	171.8	187.0						54	20	296.5	312.8	329.3	346.7	364.8	384.2					
	16	160.0	175.1	190.3	206.0				22		302.5	318.8	335.3	352.7	370.8	390.2						
	18	164.0	179.1	194.3	210.0				24		309.9	326.2	342.7	360.1	378.2	397.6						
	20	168.9	184.0	199.2	214.9	231.1			26		319.0	335.3	351.8	369.2	387.3	406.7						
	22	174.9	190.0	205.2	220.9	237.1			28		330.0	346.3	362.8	380.2	398.3	417.7						
	24	182.3	197.4	212.6	228.3	244.5			30		343.5	359.8	376.3	393.7	411.8	431.2						
38	16	170.1	185.3	200.6						56	20	317.4	333.9	350.6	368.1	386.6	406.3					
	18	174.1	189.3	204.6	220.5				22		323.4	339.9	356.6	374.1	392.6	412.3						
	20	179.0	194.2	209.5	225.4	241.7			24		330.8	347.3	364.0	381.5	400.0	419.7						
	22	185.0	200.2	215.5	231.4	247.7			26		339.9	356.4	373.1	390.6	409.1	428.8						
	24	192.4	207.6	222.9	238.8	255.1			28		350.9	367.4	384.1	401.6	420.1	439.8						
	26	201.5	216.7	232.0	247.9	264.2			30		364.4	380.9	397.6	415.1	433.6	453.3						
40	16	181.0	196.4	211.8	227.8	244.4				58	22	345.7	362.4	379.2	397.1	415.8	435.9					
	18	185.0	200.4	215.8	231.8	248.4			24		353.1	369.8	386.6	404.5	423.2	443.3						
	20	189.9	205.3	220.7	236.7	253.3			26		362.2	378.9	395.7	413.6	432.3	452.4						
	22	195.9	211.3	226.7	242.7	259.3			28		373.2	389.9	406.7	424.6	443.3	463.4						
	24	203.3	218.7	234.1	250.4	266.7			30		386.7	403.4	420.2	438.1	456.8	476.9						
	26	212.4	227.8	243.2	259.5	275.8			32		403.3	420.0	436.8	454.7	473.4	493.5						
42	18	197.1	212.6	228.1	244.2	261.0				60	22	370.0	386.9	404.0	422.1	441.2	461.6					
	20	202.0	217.5	233.0	249.1	265.9			24		377.4	394.3	411.4	429.5	448.6	469.0	491.3					
	22	208.0	223.5	239.0	255.1	271.9	289.5		26		386.5	403.4	420.5	438.6	457.7	478.1	500.4					
	24	215.4	230.9	246.4	262.5	279.3	296.9		28		397.5	414.4	431.5	449.6	468.7	489.1	511.4					
	26	224.5	240.0	255.5	271.6	288.4	306.0		30		411.0	427.9	445.0	463.1	482.2	502.6	524.9					
	28	235.5	251.0	266.5	282.6	299.4	317.0		32		427.6	444.5	461.6	479.7	498.8	519.2	541.5					
44	18	209.7	225.3	240.9	257.2	274.2				34	22	447.9	464.8	481.9	500.0	519.1	539.5	561.8				
	20	214.6	235.2	245.8	262.1	279.1	296.9		24													
	22	220.6	241.2	251.8	268.1	285.1	302.9		26													
	24	228.0	248.6	259.2	275.5	292.5	310.3		28													
	26	237.1	257.7	268.3	284.6	301.6	319.4		30													
	28	248.1	268.7	279.3	295.6	312.6	320.4		32													
46	18	223.9	239.6	255.4	271.9	289.1																
	20	228.8	244.5	260.3	276.8	294.0	312.1															

第23-3表（つづき）

胸高 直径		樹高		採材玉数							胸高 直径		樹高		採材玉数						
				1	2	3	4	5	6	7					1	2	3	4	5	6	7
D	H	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm	m	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒		
62	22	396.3	413.4	430.7	449.1	468.5	489.4	512.2		68	24	497.0	514.9	532.9	552.2	572.8	595.1	619.6			
	24	403.7	420.8	438.1	456.5	475.9	496.8	519.6		26	506.1	524.0	542.0	561.3	581.9	604.2	628.7				
	26	412.8	429.9	447.2	465.6	485.0	505.9	528.7		28	517.1	535.0	553.0	572.3	592.9	615.2	639.7				
	28	423.8	440.9	458.2	476.6	496.0	516.9	539.7		30	530.6	548.5	566.5	585.8	606.4	628.7	653.2				
	30	437.3	454.4	471.7	490.1	509.5	530.4	553.2		32	547.2	565.1	583.1	602.4	623.0	645.3	669.8				
	32	453.9	471.0	488.3	506.7	526.1	547.0	569.8		34	567.5	585.4	603.4	622.7	643.3	665.6	690.1				
	34	474.2	491.3	508.6	527.0	546.4	567.3	590.1		36	592.3	610.2	628.2	647.5	668.1	690.4	714.9				
64	22	424.9	442.3	459.8	478.5	498.3	519.6	542.9		70	26	542.5	560.6	578.9	598.6	619.6	642.4	667.5			
	24	432.3	449.7	467.2	485.9	505.7	527.0	550.3		28	553.5	571.6	589.9	609.6	630.6	653.4	678.5				
	26	441.4	458.8	476.3	495.0	514.8	536.1	559.4		30	567.0	585.1	603.4	623.1	644.1	666.7	692.0				
	28	452.4	469.8	487.3	506.0	525.8	547.1	570.4		32	583.6	601.7	620.0	639.7	660.7	683.5	708.6				
	30	465.9	483.3	500.8	519.5	539.3	560.6	583.9		34	603.9	622.0	640.3	660.0	681.0	703.8	728.9				
	32	482.5	499.9	517.4	536.1	555.9	577.2	600.5		36	628.7	646.8	665.1	684.8	705.8	728.6	753.7				
	34	502.8	520.2	537.7	556.4	576.2	597.5	620.8		38	659.0	677.1	695.4	715.1	726.1	758.9	784.0				
66	24	463.8	481.4	499.2	518.1	538.3	560.1	584.0		72	26	582.2	600.6	619.3	639.3	660.7	684.1	709.9			
	26	472.9	490.5	508.3	527.2	547.4	569.2	593.1		28	593.2	611.6	630.3	650.3	671.7	695.1	720.9				
	28	483.9	501.5	519.3	538.2	558.4	580.2	604.1		30	606.7	625.1	643.8	663.8	685.2	700.6	734.4				
	30	497.4	515.0	532.8	551.7	571.9	593.7	617.6		32	623.3	641.7	660.4	680.4	701.8	725.2	751.0				
	32	514.0	531.6	549.4	568.3	588.5	610.3	634.2		34	643.6	662.0	680.7	700.7	722.1	745.5	771.3				
	34	534.3	551.9	569.7	588.6	608.8	630.6	654.5		36	668.4	686.8	705.5	725.5	746.9	770.3	796.1				
	36	557.1	576.7	594.5	613.4	633.6	655.4	679.3		38	698.7	717.1	735.8	755.8	777.2	800.6	826.4				
胸高 直径		樹高		採材玉数																	
				1	2	3	4	5	6	7	8										
74	28	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒											
	30	626.3	655.0	674.0	694.4	716.3	740.2	766.7													
	32	649.8	668.5	687.5	707.9	729.8	753.7	780.2													
	34	666.4	685.1	704.1	724.5	746.4	770.3	796.8													
	36	686.7	705.4	724.4	744.8	766.7	790.6	817.1													
	38	711.5	730.2	749.2	769.6	791.5	815.4	841.9													
	40	741.8	760.5	779.5	799.9	821.8	845.7	872.2													
76	28	683.1	702.1	721.4	742.2	764.6	789.2	816.4	826.2												
	30	696.6	715.6	734.9	755.7	778.1	802.7	829.9													
	32	713.2	732.2	751.5	772.3	794.7	819.3	846.5													
	34	733.5	752.5	771.8	792.6	815.0	839.6	866.8													
	36	758.3	777.3	796.6	817.4	839.8	864.4	891.6													
	38	788.6	807.6	826.9	847.7	870.1	894.7	921.5													
	40	825.8	844.8	864.1	884.9	907.3	931.9	959.1													
78	28	734.0	753.3	773.0	794.2	817.2	842.4	870.4	846.5												
	30	747.5	766.8	786.5	807.7	830.7	855.9	883.9													
	32	764.1	783.4	803.1	824.3	847.3	872.5	900.5													
	34	784.4	803.7	823.4	844.6	867.6	892.8	920.8													
	36	809.2	828.5	848.2	869.4	892.4	917.6	945.6													
	38	839.5	858.8	878.5	899.7	922.7	947.9	975.9													
	40	876.7	896.0	915.7	936.9	959.9	985.1	1013.1													
80	28	789.1	808.8	828.8	850.5	874.0	899.9	928.8	871.3												
	30	802.6	822.3	842.3	864.0	887.5	913.4	942.3													
	32	819.2	838.9	858.9	880.6	904.1	930.0	958.9													
	34	839.5	859.2	879.2	900.9	924.4	950.3	979.2													
	36	864.3	884.0	904.0	925.7	949.2	975.1	1004.0													
	38	894.6	914.3	934.3	956.0	979.5	1005.4	1034.3													
	40	931.8	951.5	971.5	993.2	1016.7	1042.6	1071.5													

第24表 纏り玉切作業の不安定要素作業に対する割増表



3. 玉切作業標準時間値を求めるにあたっての補助表

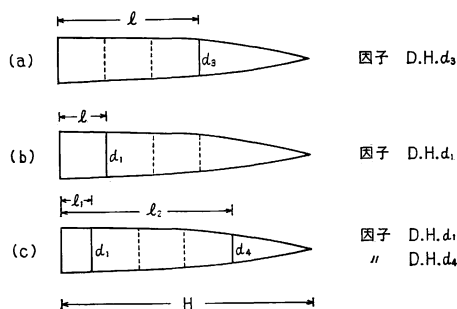
(1) 末口径を推定する補助表

胸高直径、樹高、採材長を知って、この木の任意の末口径を予想するには次式を用いる

$$\log \hat{d} = 0.002443 + 0.854145 \log D - 0.527383 \log H + 0.722089 \log I$$

ただし、 $\hat{d}$: 玉切末口径 (cm), D : 胸高直径 (cm), H : 樹高 (m), I : $H - l$ = 樹高 - 採材部までの長さ (m) ……………作表のときは I でなく l として表示する。

上記予想式は、下図のような標本の抽出法にしたがって、172 個のデータを抽出して設定したものである。



任意の採材部における玉切の末口径を予想する表は第25表として載せてある。本表は対数による過小推定傾向の修正係数 ($\mu = 1.0046$) はすでに与えてある。また本表に対する誤差率は $\pm 1.5\%$ 程度で比較的精度の高いものである。

第25表 任意の採材部における玉切の末口径（ d ）の推定表 D = 胸高直径（cm）， H = 樹高（m）， l = 採材長（m）

$D \backslash \begin{matrix} l \\ H \end{matrix}$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
14	6 8 10 12 14	11 12 13 14 15	7 9 11 12 13	6 8 10 11	5 7 9	4 7	4											
16	6 8 10 12 14	12 14 15 16 17	7 10 12 14 15	6 9 11 12	6 8 10	5 8	5											
18	8 10 12 14 16	15 17 18 18 19	11 13 15 16 17	7 10 12 14 15	6 9 11 13	5 8 10	5 8	5										
20	8 10 12 14 16	17 18 19 20 21	12 15 16 18 19	8 11 13 15 16	7 10 12 14	6 9 11	5 8	5										
22	8 10 12 14 16 18	18 20 21 22 23 23	13 16 18 19 20 21	8 12 14 16 18 19	7 11 13 15 17	6 10 12 14	6 9 11	6 9	5									
24	8 10 12 14 16 18	19 21 22 23 24 25	14 17 19 20 22 23	9 13 15 17 19 20	8 12 14 16 18	7 11 13 15	6 10 12	6 9	6									
26	10 12 14 16 18 20	23 24 25 26 27 27	18 20 22 23 24 25	14 16 19 20 22 23	8 12 15 17 19 20	7 11 14 16 18	7 10 13 15	6 10 12	6 9	6								
28	10 12 14 16 18 20	24 25 27 28 28 29	19 22 23 25 26 27	14 18 20 22 23 24	9 13 16 18 20 22	8 12 15 17 19	7 11 14 16	7 10 13	6 10	6								
30	12 14 16 18 20 22	27 28 29 30 31 32	23 25 26 27 28 29	19 21 23 24 26 27	14 17 19 21 23 24	8 13 16 18 20 22	8 12 15 17 19	7 11 14 16	7 10 13	6 10	6							
32	12 14 16 18 20 22	28 30 31 32 33 33	24 26 28 29 30 31	20 22 24 26 27 28	15 18 21 23 24 26	9 13 17 19 21 23	8 12 16 18 20	8 12 15 17	7 11 14	7 10	6							

第25表 (つづき)

D	H	I	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
34	14	31	27	23	19	14	9													
	16	32	29	25	22	18	13	8												
	18	33	30	27	24	20	16	12	7											
	20	34	31	29	26	22	19	15	12	7										
	22	35	33	30	27	24	21	18	15	11	7									
	24	36	33	31	28	26	23	20	17	14	10	6								
36	14	33	29	24	20	15	9													
	16	34	30	27	23	18	14	8												
	18	35	32	28	25	21	17	13	8											
	20	36	33	30	27	23	20	16	12	7										
	22	37	34	31	28	25	22	19	15	11	7									
	24	38	35	32	30	27	24	21	18	15	11	7								
38	16	36	32	28	24	19	14	9												
	18	37	33	30	26	22	18	13	8											
	20	38	35	31	28	25	21	17	13	8										
	22	38	36	33	30	27	23	20	16	12	7									
	24	39	37	34	31	28	25	22	19	15	11	7								
	26	40	38	35	32	20	27	24	21	18	15	11	7							
40	16	37	33	29	25	20	15	9												
	18	38	35	31	27	23	19	14	8											
	20	39	36	33	29	26	22	18	13	8										
	22	40	37	34	31	28	24	21	17	13	8									
	24	41	38	35	33	30	26	23	20	16	12	7								
	26	42	39	37	34	31	28	25	22	19	15	11	7							
42	18	40	36	32	28	24	20	15	9											
	20	41	38	34	30	27	23	18	14	8										
	22	42	39	36	32	29	25	22	17	13	8									
	24	43	40	37	34	31	27	24	20	17	12	8								
	26	43	41	38	35	32	29	26	23	20	16	12	7							
	28	44	42	39	37	34	31	28	25	22	19	15	11	7						
44	18	41	38	34	29	25	20	15	9											
	20	42	39	35	32	28	24	19	14	9										
	22	43	40	37	34	30	26	22	18	14	8									
	24	44	41	38	35	32	29	25	21	17	13	8								
	26	45	42	40	37	34	31	27	24	20	17	12	7							
	28	46	43	41	38	35	32	29	26	23	20	16	12	7						
46	18	43	39	35	31	26	21	16	10											
	20	44	40	37	33	29	24	20	15	9										
	22	45	42	38	35	31	27	23	19	14	8									
	24	46	43	40	37	33	30	26	22	18	13	8								
	26	47	44	41	38	35	32	28	25	21	17	13	8							
	28	48	45	42	39	36	33	30	27	24	20	16	12	7						
48	30	48	46	43	41	38	35	32	29	26	23	20	16	12	7					
	18	44	40	36	32	27	22	16	10											
	20	46	42	38	34	30	25	21	15	9										
	22	47	43	40	36	32	28	24	20	15	9									
	24	48	44	41	38	34	31	27	23	19	14	8								
	26	49	46	43	39	36	33	29	26	22	18	13	8							
50	28	49	47	44	41	38	35	31	28	25	21	17	13	8						
	30	50	47	45	42	39	36	33	30	27	24	20	16	12	7					
	20	47	43	39	35	31	26	21	16	10										
	22	48	45	41	37	33	29	25	20	15	9									
	24	49	46	43	39	36	32	28	24	19	14	8								
	26	50	47	44	41	37	34	30	27	23	18	14	8							
50	28	51	48	45	42	39	36	33	29	26	22	18	13	8						
	30	52	49	46	43	41	38	35	31	28	25	21	17	13	8					
	32	53	50	47	45	42	39	36	33	30	27	24	20	16	12	7				
	20	47	43	39	35	31	26	21	16	10										
	22	48	45	41	37	33	29	25	20	15	9									
	24	49	46	43	39	36	32	28	24	19	14	8								

第25表（つづき）

$D \backslash H \quad I$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
52	20	49	45	41	36	32	27	22	16	10								
	22	50	46	42	39	34	30	26	21	16	9							
	24	51	48	44	40	37	33	29	24	20	15							
	26	52	49	45	42	39	35	31	27	23	19	9						
	28	53	50	47	44	40	37	34	30	26	22	18	8					
	30	54	51	48	45	42	39	36	32	29	25	22	18	13				
	32	54	52	49	46	43	40	37	34	31	28	24	21	17	8			
54	20	50	46	42	38	33	28	23	17	10								
	22	51	48	44	40	36	31	27	22	16	10							
	24	53	49	45	42	38	34	30	25	20	15	9						
	26	53	50	47	43	40	36	32	28	24	20	15	9					
	28	54	51	48	45	42	38	35	31	27	23	19	14	8				
	30	55	52	49	46	43	40	37	33	30	26	22	18	13	8			
	32	56	53	50	48	45	42	39	35	32	29	25	21	17	13	8		
56	20	52	48	43	39	34	29	23	17	11								
	22	53	49	45	41	37	32	27	22	17	10							
	24	54	51	47	43	39	35	31	26	21	16	10						
	26	55	52	48	45	41	37	33	29	25	20	15	9					
	28	56	53	50	46	43	39	36	32	28	24	19	14	8				
	30	57	54	51	48	45	41	38	34	31	27	23	19	14	8			
	32	58	55	52	49	46	43	40	37	33	30	26	22	18	13	8		
58	22	55	51	46	42	38	33	28	23	17	10							
	24	56	52	48	44	40	36	31	27	22	16	10						
	26	57	53	50	46	42	38	34	30	26	21	15	9					
	28	58	54	51	48	44	41	37	33	29	25	20	15	9				
	30	59	56	52	49	46	43	39	35	32	28	24	19	14	8			
	32	59	56	54	51	47	44	41	38	34	31	27	23	19	14	8		
	34	60	57	55	52	49	46	43	40	36	33	30	26	22	18	13	8	
60	22	56	52	48	43	39	34	29	23	18	11							
	24	57	54	50	46	41	37	32	28	22	17	10						
	26	58	55	51	47	44	40	35	31	26	21	16	10					
	28	59	56	53	49	45	42	38	34	30	25	21	15	9				
	30	60	57	54	51	47	44	40	36	33	29	24	20	15	9			
	32	61	58	55	52	49	46	42	39	35	31	28	23	19	14	9		
	34	62	59	56	53	50	47	44	41	37	34	30	27	23	18	14	8	
62	22	58	53	49	45	40	35	30	24	18	11							
	24	59	55	51	47	42	38	33	28	23	17	10						
	26	60	56	53	49	45	41	36	32	27	22	16	10					
	28	61	58	54	50	47	43	39	35	31	26	21	16	10				
	30	62	59	55	52	49	45	41	37	34	29	25	20	15	9			
	32	63	60	57	53	50	47	43	40	36	32	28	24	20	15	9		
	34	64	61	58	55	52	48	45	42	38	35	31	27	23	19	14	9	
64	22	59	55	50	46	41	36	31	25	18	11							
	24	60	56	52	48	44	39	34	29	24	18	11						
	26	62	58	54	50	46	42	37	33	28	23	17	10					
	28	63	59	55	52	48	44	40	36	31	27	22	16	10				
	30	64	60	57	53	50	46	42	38	34	30	26	21	16	9			
	32	64	61	58	55	51	48	44	41	37	33	29	25	20	15	9		
	34	65	62	59	56	53	50	46	43	39	36	32	28	24	19	14	9	
66	24	62	58	54	49	45	40	35	30	24	18	11						
	26	63	59	55	51	47	43	38	34	28	23	17	10					
	28	64	61	57	53	49	45	41	37	32	27	22	17	10				
	30	65	62	58	55	51	47	43	39	35	31	26	21	16	10			
	32	66	63	60	56	53	49	46	42	38	34	30	25	21	15	9		
	34	67	64	61	58	54	51	48	44	41	37	33	29	25	20	15	9	
	36	68	65	62	59	56	53	49	46	43	39	36	32	28	24	19	14	

第25表 (つづき)

$D \backslash \begin{matrix} H \\ L \end{matrix}$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
68	24 26 28 30 32 34 36	64 65 66 67 68 69 66	59 61 62 63 64 65 66	55 57 58 54 61 62 63	50 53 54 56 58 59 60	46 48 50 52 54 56 57	41 44 46 49 51 52 54	36 39 42 45 47 49 51	31 34 38 40 43 45 47	25 29 33 36 39 42 44	18 24 28 32 35 38 40	11 18 23 27 31 34 37						
70	26 28 30 32 34 36 38	66 67 68 69 70 71 72	62 64 65 66 67 68 69	58 60 61 63 64 65 66	54 56 57 59 60 62 63	49 52 54 55 57 59 60	45 47 50 52 54 55 57	40 43 46 48 50 52 54	35 39 41 44 46 48 50	30 34 37 40 43 45 47	24 29 32 36 39 41 44	18 23 28 31 35 37 40	11 17 22 27 30 33 36					
72	26 28 30 32 34 36 38	68 69 70 71 72 73 74	64 65 66 68 69 70 71	59 61 63 64 65 66 68	55 57 59 60 62 63 65	51 53 55 57 58 60 61	46 49 51 53 54 57 58	41 44 47 49 51 53 55	36 39 42 45 47 50 52	31 35 38 41 44 46 48	25 29 33 37 40 42 45	19 24 28 32 35 38 41	11 18 23 27 31 34 37					
74	28 30 32 34 36 38 40	71 72 73 74 74 75 76	67 68 69 70 71 72 73	63 64 66 67 68 69 70	58 60 62 63 65 66 67	54 56 58 60 61 63 64	50 52 54 56 58 59 61	45 48 50 52 54 56 58	40 43 46 49 51 53 55	35 39 42 45 47 49 51	30 34 37 40 43 46 48	24 29 33 36 39 42 44	18 23 28 32 35 38 41	11 18 23 27 31 34 37				
76	28 30 32 34 36 38 40	72 73 74 75 76 77 79	68 69 71 72 73 74 75	64 66 67 69 70 71 72	60 62 63 65 66 68 67	55 57 59 61 62 64 66	51 53 55 57 59 60 62	46 49 51 52 55 57 59	41 44 47 48 51 53 55	36 40 43 46 49 51 51	31 35 38 41 44 47 48	25 30 34 37 40 43 45	19 24 29 32 36 39 41	11 18 23 27 31 34 38				
78	28 30 32 34 36 38 40	74 75 76 77 78 79 79	70 71 72 73 74 75 76	65 67 68 69 71 72 73	61 63 65 66 68 69 70	57 59 61 62 64 66 67	52 54 57 59 60 62 64	47 50 52 55 57 59 60	42 45 48 51 53 55 57	37 41 44 47 49 51 53	31 36 39 42 45 48 50	25 30 34 38 41 44 46	19 25 29 33 37 40 42	12 18 24 28 32 35 39				
80	28 30 32 34 36 38 40	75 76 78 79 79 80 81	71 72 74 75 76 77 78	67 68 70 71 73 74 75	62 64 66 68 69 70 72	58 60 62 64 65 67 68	53 56 58 60 62 63 65	48 51 54 56 58 60 62	43 46 49 52 54 56 58	38 41 45 48 50 52 55	32 36 40 43 46 49 51	26 31 35 39 42 45 47	19 25 30 34 37 41 43	12 19 24 29 33 36 39				

(注) 原式 $\log_{10} \hat{d} = 0.0004394 + 0.854145 \log_{10} D - 0.527383 \log_{10} H + 0.722089 \log_{10} L$

対数による過少傾向の修正係数 $\log_{10} \mu = 0.002004$, $\mu = 1.0046$

修正式 $\log_{10} \hat{d} = 0.002443 + 0.854145 \log_{10} D - 0.527383 \log_{10} H + 0.722089 \log_{10} L$

（2）胸高直径、樹高より採材長を推定する補助表

胸高直径、樹高という因子は、資材調査の資料によってあらかじめわかっている。この樹形からどれだけの採材長が得られるかと予想する場合、次式によって推定される。

$$\hat{L} = -0.002212D + 1.00152H - 4.18894$$

ここに、 L ：モミ・ツガの有効材長（実際に採材できる長さ）、 D ：胸高直径（cm）、 H ：樹高（m）

$\hat{L}$ を表にしたのが第26表である。ただ上式は、調査地地域（長野地域）のものにしか適用できない弱みがある。ということは、因子 D 、 H 、 L のほかに、もうひとつの因子歩止りか、または裏止めの末径が加わっていないためである。すなわち、裏止めを何cmまで採材するかにより、採材長が変わってくるので広く使用するためにはもう一因子の追加が考慮される必要がある。

第26表 胸高直径、樹高より採材長を推定する表

$$(\hat{L} = -0.02212D + 1.00152H - 4.18894)$$

$\begin{matrix} H \\ D \end{matrix}$	6 m	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
cm	m																	
14	2.1	4.1	6.1	8.1	10.1													
16	2.2	4.2	6.2	8.2	10.2													
18		4.2	6.2	8.2	10.2	12.2												
20		4.3	6.3	8.3	10.3	12.3												
22		4.3	6.3	8.3	10.3	12.3	14.3											
24			4.4	6.4	8.4	10.4	12.4	14.4										
26				6.4	8.4	10.4	12.4	14.4	16.4									
28				6.4	8.4	10.5	12.5	14.5	16.5									
30					8.5	10.5	12.5	14.5	16.5	18.5								
32					8.5	10.5	12.5	14.5	16.5	18.6								
34						10.6	12.6	14.6	16.6	18.6	20.6							
36						10.6	12.6	14.6	16.6	18.6	20.6							
38							12.7	14.7	16.7	18.7	20.7	22.7						
40							12.7	14.7	16.7	18.7	20.7	22.7						
42								14.8	16.8	18.8	20.8	22.8	24.8					
44									14.8	16.8	18.8	20.8	22.8	24.8				
46									14.9	16.9	18.9	20.9	22.9	24.9	26.9			
48									14.9	16.9	18.9	20.9	22.9	24.9	26.9			
50										16.9	19.0	21.0	23.0	25.0	27.0	29.0		
52										17.0	19.0	21.0	23.0	25.0	27.0	29.0		

第4節 枝 払 作 業

1. 纏り枝払作業の基本時間、標準時間基表

纏り枝払作業に関する基本時間ならびに標準時間を一覧にまとめると第27表になる。

2. 纏り枝払作業 Time-table

第27表の標準時間算定式より標準時間値を求め、使用の便をはかって図表にしておく都合がよい。

第28—1、2表は第27表のものから作った標準時間値の表で、第28—1表と第28—2表と加算したものが纏り枝払作業の合計時間値である。

第65図は“不安定要素作業”としての手直し作業を挙げたものである。枝払作業における手直し作業というものは、地方の特色や作業員個人により、その発生度合（発生率）がまちまちである。したがって、第28—2表には手直し作業の標準時間値は、すでに含まれているが、これは発生率91.1%のときの値で

第27表 纏り枝払作業に関する基本時間・標準時間基表

纏 り	単位作業	要 素 作 業	条 件 因 子	発 生 率	類型区分	基 本 時 間 (秒)	標 準 時 間 (秒)
枝払い	枝節切り	枝 先 切 り	胸 高 直 径 (D) 採 材 長 (L)	単 94.6	追 加	$y=3.867D+9.708L-141.914$	$y=3.635D+9.126L-133.399$
		枝・節 切 り	採材部の枝数 (f) 枝直径平均 (g)	単 100.0	基 礎	$\log y=0.0087696f+0.059706g+1.6334675$	$\log y=0.0087696f+0.099706g+1.6334675$
		段 取 場	採 材 長 (L) 枝直径平均 (g)	単 89.3	追 加	$\log y=1.64445 \log L+0.91532 \log g-1.08427$	$\log y=1.64445 \log L+0.91532 \log g-1.13733$
		枝 片 付	な し	玉 22.5	割 増	15.92	玉 3.18
		道 具 取 替	な し	玉 16.5	割 増	9.28	玉 1.86
		始 動 停 止	樹 高	単 83.9	追 加	$y=0.9305H-0.3894$	$y=0.7444H-0.3115$
		節 探	な し	玉 20.6	割 増	14.98	玉 3.00
		歩 行	樹 高	単 100.0	基 礎	$y=12.916H-86.093$	$y=12.916H-86.093$
	障害除去	障 害 木 切 り 障 害 物 片 付 障 害 具 取 替 障 害 具 動 停 障 害 具 身 歩 行 障 害 具 空 持	胸 高 直 径	単 73.2	追 加	$\log y=0.019619D+0.953451$	$\log y=0.019619D+0.782754$
	手直し	手 直 し 段 道 具 取 替 段 道 具 動 停 段 道 具 身 歩 行 段 道 具 空 持	胸 高 直 径 (D) 枝直径平均 (g)	単 91.1	追 加	$\log y=0.020174D+0.122207g+0.727868$	$\log y=0.020174D+0.122207g+0.674818$
	木廻し	木 廻 し 段 支 木 扱 段 支 具 取 替 段 支 材 監 段 支 材 歩 行 段 支 材 空 持	胸 高 直 径	単 92.9	追 加	$y=4.2466D-40.4735$	$y=3.9918D-38.0451$

第28-1表 纏り枝払作業標準時間値

本表は、次のものから作成されている。 $y_4 = 0.744H - 0.3115$ $y_5 = 12.916H - 86.093$

(第28-2表と加算する)

樹 高	採 材 玉 数							
	1玉	2	3	4	5	6	7	8
8 m	31秒	39秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒
10	58	66	74					
12	86	94	102					
14	113	121	129	137				
16	140	148	156	164				
18	168	176	184	192	200			
20	195	203	211	219	227			
22	222	230	238	246	254	262		
24	250	258	266	274	282	290		
26	277	285	293	301	309	317	325	
28	304	312	320	328	336	334	352	
30	331	340	348	356	364	372	380	
32	359	367	375	383	391	399	407	
34	386	394	402	410	418	426	434	442
36	413	422	430	438	446	454	462	470
38	441	449	457	465	473	481	489	497
40	468	476	484	492	500	508	516	524

ある。発生率91.1%をとったということは、手直しの発生率としては最高のものと思われる。ある箇所における手直し作業の発生率は、たとえば50%であったとしよう。そのときは図より50%のところの手直し標準時間の修正値を求め、第28-2表の値より50%のときの修正値分だけ控除してやればよい。

3. 枝払作業標準時間値を求めるにあたって

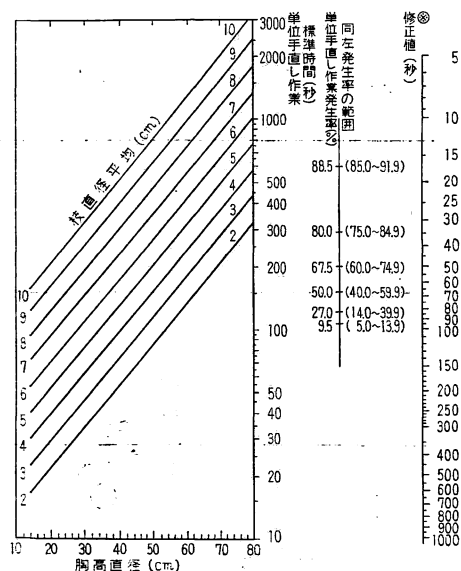
の補助表

(1) 枝数ならびに平均枝直径を推定する表

胸高直径、樹高、採材長を知って、このときの造材のために枝払いする全枝数を求めようとするときは、第29表の造材部における枝数ならびに平均枝直径を推定する表を用いるとよい。本表は次の実験式よりなっている。

$$\textcircled{1} \log y_1 = 0.25946 \log D - 0.29831 \log H \\ + 3.11133 \log \left(\frac{L}{H} \times 10 \right) - 0.98776$$

$$\textcircled{2} \log y_2 = 1.19986 \log D - 1.03534 \log H \\ + 1.03952 \log \left(\frac{L}{H} \times 10 \right) - 0.75130$$



※ 手直し作業の発生率が僅少な場合 第28-2表よりこの時間だけ控除して標準時間を修正する

第65図 手直し作業の発生率に応じた標準時間の修正値

第 28—2 表 纏り枝払作業標準時間値 (第 28—1 表に加算する)

枝 数: 採材部に付いている全枝数。

枝直径平均: 材幹より 30cm 離れた箇所の皮付枝直径の枝 1 本当たり平均太さ。

胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均							胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均						
			cm 2	3	4	5	6	7	cm 2				3	4	5	6	7		
cm 14	m 4	10	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm 18	m 12	50	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒
		20	65	88	117	152	20	4	10			119	144	175	213	263			
		30	80	106	140	181			20			134	162	198	242	299			
		40	97	128	167	216			30			151	184	224	277	343			
		50	119	155	202	259			40			173	211	260	320	397			
		60	145	189	243	311			50			199	245	301	372	464			
		8	10	104	128	158			166			60	232	285	353	437	544		
			20	119	146	181			224			70	271	335	415	515	643		
			30	136	168	207			259			8	10	158	184	216	256	307	
			40	158	195	243			302				20	173	202	239	285	343	
			50	184	229	264			354				30	190	224	266	320	387	
			60	217	269	336			419				40	212	251	301	363	441	
	12	10	144	170	202	240			50	238	285		342	415	508				
		20	159	188	225	269	60	271	325	394	480		588						
		30	176	210	251	304	70	310	375	456	558	687							
		40	198	237	287	347	12	10	199	227	261	302	354						
		50	224	271	328	399		20	214	245	284	331	390						
		60	257	311	380	464		30	231	267	311	366	434						
	16	4	10	81	105	135		171	40	253	294	346	409	488					
			20	96	123	158		200	50	279	328	387	461	555					
			30	113	145	184		235	60	312	368	439	526	635					
			40	135	172	220	278	70	351	418	501	604	734						
			50	161	206	261	330	16	10	240	270	306	349	404					
			60	194	246	313	395		20	255	288	329	378	440					
8		10	121	146	177	215	30		272	310	356	413	484						
		20	136	164	200	244	40		294	337	391	456	538						
		30	153	186	226	279	50		320	371	432	508	605						
		40	175	213	262	322	60		353	411	484	573	685						
		50	201	247	303	374	70	392	461	546	651	784							
		60	234	287	355	439	22	4	10	137	163	194	234	285	350				
20	176	206	244	289	20	152			181	217	263	321	395						
30	193	223	270	324	30	169			203	244	298	365	451						
40	215	255	306	367	40	191			230	279	341	419	519						
50	241	289	347	419	50	217			264	320	393	486	602						
60	274	291	399	484	60	250			304	372	458	566	704						
18	4	10	101	125	156	192		70	289	354	434	536	665	828					
		20	116	143	179	221		8	10	177	204	236	278	330	396				
		30	133	165	205	256			20	192	222	259	307	366	441				
		40	155	192	241	299			30	209	244	286	342	410	497				
		50	181	226	282	351			40	231	271	321	385	464	565				
		60	214	266	334	416			50	257	305	362	437	531	648				
	8	10	140	165	197	235	60		290	345	414	502	611	750					
		20	155	183	220	264	70	329	395	476	580	710	874						
		30	172	205	246	299	12	10	216	246	280	323	376	445					
		40	194	232	282	342		20	232	264	303	352	412	490					
		50	220	266	323	397		30	249	286	330	387	456	546					
		60	253	306	375	459		40	281	313	365	430	510	614					
12	10	181	208	242	281	50		297	341	406	482	577	697						
	20	196	226	265	310	60		330	387	458	547	662	799						
	30	213	248	291	345	70	369	437	520	625	756	923							
	40	235	275	327	388	16	10	258	289	325	370	426	496						

第28—2表 (つづき)

胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均						胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均					
			cm 2	3	4	5	6	7				cm 2	3	4	5	6	7
22	16	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	26	14	40	311	354	309	476	560	668
		20	273	307	348	399	458	541			50	337	388	450	528	627	751
		30	290	329	375	434	506	597			60	370	428	502	593	707	853
		40	312	356	410	477	560	665			70	409	478	564	671	808	977
		50	338	390	451	524	627	748			80	457	538	639	768	927	1130
		60	371	430	503	594	707	850									
		70	410	480	565	672	806	974									
24	4	10	156	183	215	256	309	376	16	10	298	330	369	416	476	550	
		20	171	201	238	285	345	355			20	313	348	392	445	512	595
		30	188	223	265	320	389	477			30	330	370	419	480	556	651
		40	210	250	300	363	443	545			40	354	397	454	523	610	719
		50	236	284	341	415	510	628			50	378	431	495	575	677	802
		60	269	324	393	480	590	730			60	411	471	547	640	757	904
		70	308	374	455	558	689	854			70	450	521	609	718	856	1028
		80	356	434	530	655	810	1007			80	498	581	684	815	977	1181
	8	10	196	224	257	300	354	422	28	4	10	195	223	259	302	359	431
		20	211	242	280	329	390	467			20	210	241	282	331	395	476
		30	228	264	307	364	434	523			30	227	263	309	366	439	532
		40	250	291	342	407	488	591			40	249	290	344	409	493	600
		50	276	325	383	459	555	674			50	275	324	385	461	560	683
		60	309	365	435	524	635	776			60	308	364	437	526	640	785
		70	348	415	497	602	734	900			70	347	414	499	604	739	909
		80	396	475	572	699	855	1053			80	395	474	574	701	860	1062
	12	10	236	266	301	345	400	471	8	10	234	263	300	345	403	476	
		20	251	284	324	374	436	516			20	249	281	323	374	439	521
		30	268	306	351	409	470	572			30	266	303	350	414	483	577
		40	290	333	386	452	534	640			40	288	330	385	462	537	645
		50	316	367	427	504	601	732			50	314	364	426	504	604	728
		60	349	407	479	569	681	825			60	347	404	478	569	684	830
		70	388	457	541	647	780	949			70	386	454	540	647	783	954
		80	436	517	616	744	901	1102			80	434	514	615	744	904	1107
	16	10	278	310	347	393	451	524	12	10	275	306	345	391	450	526	
		20	293	328	370	422	487	569			20	290	324	368	420	486	571
		30	310	350	397	457	531	625			30	307	346	395	460	530	627
		40	332	377	432	500	585	693			40	329	373	430	498	584	695
		50	358	411	473	552	652	776			50	355	407	471	550	651	778
		60	391	451	525	617	732	828			60	388	447	523	615	731	880
		70	430	501	587	695	831	1002			70	427	497	585	693	830	1004
		80	478	561	662	792	952	1155			80	475	557	660	790	951	1157
26	4	10	177	204	238	280	335	404	16	10	316	349	380	438	500	577	
		20	182	222	261	309	371	449			20	331	367	413	467	536	622
		30	209	244	288	344	414	505			30	348	389	440	507	580	678
		40	231	271	323	387	469	573			40	370	416	475	545	634	746
		50	257	305	364	439	536	656			50	396	450	516	597	701	829
		60	290	345	416	504	616	758			60	429	490	568	662	781	931
		70	329	395	478	582	715	922			70	468	540	650	740	880	1055
		80	377	455	553	679	836	1035			80	516	600	705	837	1001	1208
	8	10	216	244	279	323	379	449	30	4	10	215	244	281	326	385	461
		20	231	262	302	352	415	494			20	230	262	304	355	421	506
		30	248	284	329	387	459	550			30	247	284	331	390	465	562
		40	270	311	364	430	513	618			40	269	311	366	433	519	630
		50	296	345	405	482	580	701			50	295	345	407	485	586	713
		60	329	385	457	547	660	803			60	328	385	459	550	666	815
		70	368	435	519	625	759	927			70	367	435	521	628	765	929
		80	416	495	594	722	880	1080			80	415	495	584	725	886	1092
											90	475	570	691	842	1035	1278
	12	10	257	287	324	369	426	499	8	10	255	285	323	370	430	507	
		20	272	305	347	398	462	544			20	270	303	346	399	466	552
		30	289	327	374	433	506	600			30	287	325	373	434	510	608

第28—2表 (つづき)

胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均							胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均								
			2	3	4	5	6	7	8				2	3	4	5	6	6	7		
30	8	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	32	14	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒		
		40	309	352	408	477	564	676	50			397	451	516	599	705	839	1008			
		50	335	386	449	529	631	759	60			430	491	568	664	785	941	1136			
		60	368	426	501	594	711	861	70			469	541	630	742	884	1065	1293			
		70	407	476	563	672	810	985	80			517	601	705	839	1005	1218	1485			
		80	455	536	638	769	931	1138	90			577	676	800	956	1154	1404	1719			
		90	515	611	733	886	1080	1324													
		10	10	295	327	367	415	476	556				16	10	359	394	436	488	555	639	746
			20	310	345	390	444	512	601					20	374	412	459	517	591	684	803
			30	327	367	417	479	556	657					30	391	434	486	552	635	740	873
40	349		394	452	522	610	725		40	413	461	521		595	689	808	959				
50	375		428	493	574	677	808		50	439	495	562		647	756	891	1053				
60	408		468	545	639	757	910		60	472	535	614		712	836	993	1191				
70	447		518	607	717	856	1034		70	511	585	676		790	935	1117	1348				
80	495		578	682	814	977	1187		80	559	645	751		887	1056	1270	1560				
90	555		653	777	931	1126	1373		90	619	720	846		1004	1205	1456	1774				
16	10		337	371	413	463	527	608		20	10	401		438	483	538	607	694	802		
	20	352	389	436	492	563	653		20		416	456	506	567	643	739	859				
	30	369	411	463	527	607	709		30		433	478	533	602	687	795	929				
	40	391	438	498	570	661	777		40		455	505	568	645	741	863	1015				
	50	417	472	539	622	728	860		50		481	539	609	697	808	946	1119				
	60	450	512	591	687	808	962		60		514	579	661	762	888	1048	1247				
	70	489	562	653	765	907	1086		70		553	629	723	840	987	1172	1404				
	80	537	623	728	862	1028	1239		80		601	689	798	937	1108	1325	1596				
	90	597	697	823	979	1177	1425		90		661	764	893	1054	1257	1511	1830				
	20	10	379	415	460	513	579	663	766		34	4	10	218	289	329	378	442	524	631	
20		394	433	483	542	615	708	823	20	273			307	352	407	478	569	688			
30		409	455	510	577	659	764	893	30	290			329	379	442	522	625	758			
40		433	482	545	620	713	832	979	40	312			356	414	485	576	693	844			
50		459	516	586	672	780	915	1083	50	338			390	455	537	643	776	948			
60		492	556	638	737	860	1017	1211	60	371			430	507	602	723	878	1076			
70		531	606	700	815	959	1141	1368	70	410			480	569	680	822	1002	1233			
80		579	666	775	912	1080	1294	1560	80	458			540	644	777	943	1155	1425			
90		639	741	870	1029	1229	1480	1794	90	518			615	739	894	1092	1341	1659			
32		4	10	237	267	304	351	413	492	594			8	10	297	329	362	421	486	569	677
	20		252	285	327	380	449	537	651	20	312	347			393	450	522	614	734		
	30		269	307	354	415	493	593	721	30	329	369			420	485	566	670	804		
	40		291	334	389	458	547	661	807	40	351	396			455	528	630	738	890		
	50		317	368	430	510	614	744	911	50	377	430			496	580	687	821	994		
	60		350	408	482	575	694	846	1039	60	410	470			548	645	767	923	1122		
	70		389	458	544	653	793	970	1196	70	449	510			610	723	866	1047	1279		
	80		437	518	619	750	914	1123	1388	80	497	580			685	820	987	1200	1471		
	90		497	593	714	867	1063	1309	1622	90	557	655			780	937	1136	1386	1705		
	8		10	277	308	346	395	458	538	541	12	10			338	372	415	467	533	619	728
20		292	326	369	424	494	583	698	20	353			390	438	496	569	664	785			
30		309	348	396	459	538	639	768	30	370			412	465	531	613	720	855			
40		331	375	431	502	592	707	854	40	392			435	500	574	667	788	941			
50		357	409	472	554	659	790	958	50	418			473	541	626	734	871	1045			
60		390	449	524	619	739	892	1086	60	451			513	593	691	814	973	1173			
70		433	499	586	697	838	1016	1243	70	490			563	655	769	913	1097	1330			
80		482	559	661	794	959	1169	1435	80	538			623	730	866	1034	1250	1522			
90		537	634	756	911	1108	1355	1669	90	598			698	825	983	1183	1436	1756			
12		10	317	350	390	440	504	587	691	16			10	379	415	460	514	583	670	782	
	20	332	368	413	469	540	632	748	20		394	433	483	543	619	715	839				
	30	349	390	440	504	584	688	818	30		411	455	510	578	663	771	909				
	40	371	401	475	547	638	756	904	40		433	482	545	621	717	839	995				
									50		459	516	586	673	784	925	1099				

第28—2表 (つづき)

胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均								胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均							
			cm 2	3	4	5	6	7	8	cm 3				4	5	6	7	8			
34	16	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	36	20	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒		
		60	492	556	638	738	864	1024	1227			30	524	583	656	746	862	1005			
		70	531	606	700	816	963	1148	1384			40	551	618	699	800	930	1091			
		80	579	666	775	913	1084	1301	1576			50	585	659	751	869	1013	1195			
		90	639	741	870	1030	1233	1487	1810			60	625	711	816	947	1115	1323			
	20	10	422	460	508	565	636	726	839		70	675	773	894	1046	1239	1480				
		20	437	478	531	594	672	771	896		80	735	848	991	1167	1392	1672				
		30	454	500	558	629	716	827	966		90	810	943	1108	1316	1578	1906				
		40	476	527	593	672	770	895	1052		100	901	1058	1252	1497	1806	2194				
		50	502	561	634	724	837	978	1156												
	24	60	535	601	686	789	917	1080	1284		38	4	10	336	379	433	504	594	711		
		70	574	651	748	867	1016	1204	1441				20	349	402	462	540	639	768		
		80	622	711	823	964	1137	1357	1633				30	376	429	497	584	695	838		
		90	682	786	918	1081	1286	1543	1867				40	403	464	540	638	763	924		
													50	437	505	592	707	846	1028		
	36	4	10		313	354	405	472	559			670	8	10	377	421	477	549	640	758	
			20		331	377	434	508	604			727		20	395	444	506	585	685	815	
			30		353	404	469	552	660			797		30	417	471	541	629	741	885	
			40		380	439	512	606	728			883		40	444	506	584	683	809	971	
			50		414	480	564	673	811			987		50	478	547	636	752	892	1075	
8		60		454	532	629	753	913	1115	60		518		599	701	830	994	1203			
		70		504	594	707	852	1037	1272	70		568		661	779	929	1118	1360			
		80		564	669	804	973	1190	1464	80		628		736	876	1050	1271	1552			
		90		639	764	921	1122	1376	1698	90		703		831	993	1199	1457	1786			
		100		730	879	1065	1303	1604	1986	100		794		946	1137	1380	1685	2074			
48	8	10		353	395	448	516	604	716	12		10	419	465	522	595	689	808			
		20		371	418	477	552	649	773			20	437	488	551	631	734	865			
		30		393	445	512	596	705	843			30	459	515	586	675	790	935			
		40		420	480	555	650	773	929			40	486	550	629	729	858	1021			
		50		454	521	607	717	856	1033			50	520	591	681	798	941	1125			
	12	60		494	573	672	797	956	1161		60	560	643	746	876	1043	1253				
		70		544	635	750	896	1082	1318		70	610	705	824	975	1167	1410				
		80		604	710	847	1017	1235	1510		80	670	780	911	1096	1320	1602				
		90		679	805	964	1166	1421	1744		90	745	875	1038	1245	1506	1836				
		100		770	920	1108	1347	1649	2032		100	836	990	1182	1426	1734	2124				
60	16	10		396	440	494	563	654	767	16	10	463	511	570	646	741	863				
		20		414	463	523	599	699	824		20	481	534	599	682	786	920				
		30		436	490	558	643	755	894		30	503	561	634	726	842	990				
		40		463	525	601	697	823	980		40	530	596	677	780	910	1076				
		50		497	566	653	766	906	1084		50	564	637	729	849	993	1180				
	20	60		537	618	718	844	1008	1212		60	604	689	794	927	1095	1308				
		70		587	680	796	943	1132	1369		70	654	751	872	1026	1219	1465				
		80		647	755	893	1064	1285	1561		80	714	826	969	1147	1372	1657				
		90		722	850	1010	1213	1471	1795		90	789	921	1086	1296	1558	1891				
		100		813	965	1154	1394	1699	2083		100	880	1036	1230	1477	1786	2179				
72	20	10		439	485	541	613	705	821	20	10	527	578	640	688	816	939				
		20		457	508	570	649	750	878		20	545	601	669	724	861	996				
		30		479	535	605	693	806	948		30	567	628	704	768	917	1066				
		40		506	570	648	747	874	1034		40	594	663	747	822	985	1152				
		50		540	611	700	816	957	1138		50	628	704	799	891	1068	1256				
	24	60		580	663	765	894	1059	1266		60	668	756	864	969	1170	1384				
		70		630	725	843	993	1183	1423		70	718	818	942	1068	1294	1541				
		80		690	800	940	1114	1336	1615		80	778	893	1039	1189	1447	1733				
		90		765	895	1057	1263	1522	1849												
		100		856	1010	1201	1444	1750	2137												

胸高直径	探材長	枝数	枝 直 径 平 均						胸高直径	探材長	枝数	枝 直 径 平 均							
			cm 3	4	5	6	7	8				cm 3	4	5	6	7	8	9	
cm 38	m 20	本 90 100	秒 853 944	秒 988 1103	秒 1156 1300	秒 1338 1519	秒 1633 1861	秒 1967 2255	cm 40	m 8	本 50 60 70 80 90 100 110	秒 527 567 617 677 752 843 955	秒 600 652 714 789 884 999 1139	秒 695 760 835 935 1052 1196 1373	秒 816 896 995 1116 1265 1446 1668	秒 968 1070 1194 1347 1533 1761 2041	秒 1165 1293 1450 1642 1876 2164 2515		
40	8	20	419	470	535	617	722	859		12	20	487	542	611	698	811	956		
		30	441	497	570	661	778	929			30	509	569	646	742	867	1026		
		40	468	532	613	715	846	1015			40	536	604	689	796	935	1112		
		50	502	573	665	784	929	1119			50	570	645	741	863	1018	1216		
		60	542	625	730	862	1031	1247			60	610	697	806	943	1120	1344		
		70	592	687	808	961	1155	1404			70	660	799	884	1042	1244	1501		
	80	652	762	905	1082	1308	1596	80		720	834	981	1163	1387	1693				
	90	727	857	1022	1231	1494	1830	90		795	929	1098	1312	1583	1927				
	100	818	972	1166	1412	1722	2118	100		886	1044	1242	1493	1811	2215				
	110	930	1112	1343	1634	2002	2469	110		998	1184	1419	1715	2091	2566				
	12	20	462	515	581	664	772	910			16	20	540	587	658	748	862	1010	
		30	484	542	616	708	828	980				30	552	614	693	792	918	1080	
		40	511	577	659	762	896	1066				40	579	649	736	846	986	1166	
		50	545	618	711	831	979	1170				50	613	690	788	913	1069	1270	
		60	585	670	776	909	1081	1298				60	653	742	853	993	1171	1398	
		70	635	732	854	1008	1205	1455				70	703	804	931	1092	1295	1555	
	80	695	807	951	1129	1358	1647	80			763	879	1028	1213	1448	1747			
	90	770	902	1068	1278	1544	1881	90			838	974	1145	1362	1634	1981			
	100	861	1017	1212	1459	1772	2169	100			929	1089	1289	1543	1862	2269			
	110	973	1157	1389	1681	2052	2520	110			1041	1229	1466	1765	2142	2620			
	16	20	505	560	628	714	823	964				20	20	575	633	709	801	918	1069
		30	527	587	663	798	879	1034					30	597	660	744	845	974	1139
		40	554	622	706	812	947	1120					40	624	695	787	899	1042	1225
		50	588	663	758	881	1030	1224					50	658	736	839	966	1125	1329
60		628	715	823	959	1132	1352	60	698				788	904	1046	1227	1457		
70		678	777	901	1058	1256	1509	70	748				850	982	1145	1351	1614		
80	738	852	998	1179	1409	1701	80	808	925			1079	1266	1504	1806				
90	813	947	1115	1328	1595	1935	90	883	1020			1196	1415						

第28-2表 (つづき)

胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均						胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均					
			cm 4	5	6	7	8	9				cm 4	5	6	7	8	9
cm 44	m 8	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm 46	m 12	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒
		100	1029	1229	1484	1805	2215	2735			50	705	807	938	1105	1319	1593
		110	1169	1406	1706	2085	2566	3177			60	757	872	1018	1207	1447	1754
											70	819	950	1117	1331	1604	1951
											80	894	1047	1238	1484	1796	2192
											90	989	1164	1387	1670	2030	2487
											100	1104	1308	1568	1898	2318	2849
											110	1244	1485	1790	2178	2669	3291
		12	20	571	643	735	854	1006									
			30	598	678	779	910	1076									
			40	633	721	833	978	1162									
			50	674	773	900	1061	1266									
			60	726	838	980	1163	1394									
	m 16	70	788	916	1079	1287	1551	1888		m 16	20	648	725	824	950	1114	1323
		80	863	1013	1200	1440	1743	2129			30	675	760	868	1006	1184	1411
		90	958	1130	1349	1626	1977	2424			40	710	803	922	1074	1270	1518
		100	1073	1274	1530	1854	2265	2786			50	751	855	989	1157	1374	1650
		110	1213	1452	1752	2134	2616	3228			60	803	920	1069	1259	1502	1811
											70	865	998	1168	1383	1659	2008
											80	940	1095	1290	1536	1851	2249
											90	1035	1212	1438	1722	2085	2544
											100	1140	1356	1619	1950	2373	2906
											110	1290	1533	1841	2230	2724	3348
		16	20	617	691	786	906	1061									
			30	644	726	830	962	1131									
			40	679	769	884	1030	1217									
			50	720	821	951	1113	1321									
			60	772	886	1031	1215	1449									
	m 20	70	834	964	1130	1339	1606	1945		m 20	20	695	775	876	1005	1170	1382
		80	909	1061	1251	1492	1798	2186			30	722	810	920	1061	1240	1470
		90	1004	1178	1400	1678	2032	2481			40	757	853	974	1129	1326	1577
		100	1119	1322	1581	1906	2320	2843			50	798	905	1041	1212	1430	1709
		110	1259	1499	1803	2186	2671	3285			60	850	970	1121	1314	1558	1870
											70	912	1048	1220	1438	1715	2067
											80	987	1145	1341	1591	1907	2308
											90	1082	1262	1490	1777	2141	2603
											100	1197	1406	1671	2005	2429	2965
											110	1337	1583	1893	2285	2780	3407
	m 24	20	664	741	838	961	1117	1319		m 24	20	744	827	931	1063	1231	1445
		30	691	776	882	1017	1187	1407			30	771	862	975	1119	1301	1533
		40	726	819	936	1085	1273	1514			40	806	905	1029	1187	1387	1640
		50	767	871	1003	1168	1377	1646			50	847	957	1096	1270	1491	1772
		60	819	936	1083	1270	1505	1807			60	899	1022	1176	1372	1619	1933
		70	881	1014	1182	1394	1662	2004			70	961	1100	1275	1496	1776	2130
		80	956	1111	1303	1547	1854	2245			80	1036	1197	1396	1649	1968	2371
		90	1051	1228	1452	1733	2088	2540			90	1131	1314	1545	1835	2202	2666
		100	1166	1372	1633	1961	2376	2902			100	1246	1458	1726	2103	2490	3028
		110	1306	1549	1855	2241	2727	3344			110	1386	1635	1948	2343	2841	3470
	m 48	20	713	793	893	1019	1178	1382		m 8	20	588	668	769	897	1066	1284
		30	740	828	937	1075	1248	1470			30	615	703	813	953	1136	1372
		40	775	871	991	1143	1334	1577			40	650	746	867	1021	1222	1479
		50	816	923	1058	1226	1438	1709			50	691	798	934	1104	1326	1611
		60	868	988	1138	1328	1566	1870			60	743	863	1014	1206	1454	1772
		70	930	1066	1237	1452	1723	2067			70	805	941	1113	1330	1611	1969
		80	1005	1163	1358	1605	1915	2308			80	880	1038	1234	1483	1803	2210
		90	1100	1280	1507	1791	2149	2603			90	975	1155	1383	1669	2037	2505
		100	1215	1424	1688	2019	2437	2965			100	1090	1299	1564	1897	2325	2867
		110	1355	1601	1910	2299	2788	3407			110	1230	1476	1786	2177	2676	3319
46	8	20	554	628	723	845	1005	1211		12	20	633	714	815	947	1117	1336
		30	581	663	767	901	1075	1299			30	660	749	859	1003	1187	1424
		40	616	706	821	969	1161	1406			40	695	792	913	1071	1273	1531
		50	657	758	888	1052	1265	1538			50	736	844	980	1154	1377	1663
		60	709	823	968	1154	1393	1699			60	788	909	1060	1256	1505	1824
		70	771	901	1067	1278	1550	1896			70	850	987	1159	1380	1662	2021
		80	846	998	1188	1431	1742	2137			80	925	1084	1280	1533	1854	2262
		90	941	1115	1337	1617	1976	2432			90	1020	1201	1429	1719	2088	2557
		100	1056	1259	1518	1845	2264	2794			100	1135	1345	1610	1947	2376	2919
		110	1196	1436	1740	2125	2615	3236			110	1275	1522	1832	2227	2727	3361
	12	20	602	677	773	898	1059	1266									
		30	629	712	817	954	1129	1354									
		40	664	755	871	1022	1215	1461									

第28-2表 (つづき)

胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均							胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均							
			cm 4	5	6	7	8	9	10				cm 4	5	6	7	8	9	10	
cm 48	m 16	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm 50	m 20	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	
		20	678	761	865	998	1171	1392	1678			80	1053	1219	1426	1691	2025	2452	2999	
		30	705	796	909	1054	1241	1480	1789			90	1148	1336	1575	1877	2259	2747	3370	
		40	740	839	963	1122	1327	1587	1924			100	1263	1480	1756	2105	2547	3109	3824	
		50	781	891	1030	1205	1431	1719	2090			110	1403	1657	1978	2385	2898	3551	4381	
		60	833	956	1110	1307	1559	1880	2292			120	1575	1873	2250	2726	3328	4092	5061	
		70	895	1034	1209	1431	1716	2077	2540			24	30	836	935	1059	1218	1418	1676	2009
		80	970	1131	1330	1584	1908	2318	2844				40	871	978	1113	1286	1504	1783	2144
		90	1065	1248	1479	1770	2142	2613	3215				50	912	1030	1180	1369	1608	1915	2310
		100	1180	1392	1660	1998	2430	2975	3669				60	964	1095	1260	1471	1736	2076	2512
		110	1320	1569	1882	2278	2781	3417	4226				70	1026	1173	1359	1595	1893	2273	2760
		20	20	726	812	918	1054	1228	1452				1741	80	1101	1270	1480	1748	2085	2514
	30		753	847	962	1110	1298	1540	1852		90		1196	1387	1629	1934	2319	2709	3435	
	40		788	890	1016	1178	1384	1647	1987		100		1311	1531	1810	2162	2607	3171	3889	
	50		829	942	1083	1261	1488	1779	2153		110		1451	1708	2032	2442	2958	3613	4446	
	60		881	1007	1163	1363	1616	1940	2355		120		1623	1924	2304	2783	3388	4154	5126	
	70		943	1085	1262	1487	1773	2137	2603		28	30	887	989	1116	1278	1481	1743	2078	
	80		1018	1132	1383	1640	1965	2378	2907			40	922	1032	1170	1346	1567	1850	2213	
	90		1113	1299	1532	1826	2199	2673	3278			50	963	1084	1237	1429	1671	1982	2379	
	100		1228	1443	1713	2054	2487	3035	3732			60	1015	1149	1317	1531	1799	2143	2581	
	110		1368	1620	1935	2334	2838	3477	4289			70	1077	1227	1416	1655	1956	2340	2829	
	24	20	774	863	972	1111	1288	1514	1806			80	1152	1324	1537	1808	2148	2581	3133	
		30	801	898	1016	1167	1358	1602	1917			90	1247	1441	1666	1994	2382	2876	3504	
		40	836	941	1070	1235	1444	1709	2052			100	1362	1585	1867	2222	2670	3238	3958	
50		877	993	1137	1318	1548	1841	2218	110	1502		1762	2089	2502	3021	3680	4515			
60		929	1058	1217	1420	1676	2002	2420	120	1674		1978	2361	2843	3451	4221	5195			
70		991	1136	1316	1544	1833	2199	2668	52	12	30	730	826	948	1109	1313	1578	1923		
80		1066	1233	1437	1797	2025	2440	2972			40	765	869	1002	1177	1399	1685	2058		
90		1161	1350	1586	1883	2259	2735	3343			50	806	921	1069	1260	1503	1817	2224		
100		1276	1494	1767	2111	2547	3097	3797			60	858	986	1149	1362	1631	1978	2426		
110		1416	1671	1989	2391	2898	3539	4354			70	920	1064	1248	1486	1788	2175	2674		
50	12	30	695	786	902	1054	1247	1498			1824	80	995	1161	1369	1639	1980	2416	2978	
		40	730	829	956	1122	1333	1605			1959	90	1090	1278	15 8	1825	2214	2711	3349	
		50	771	881	1023	1205	1437	1737			2125	100	1205	1422	1699	2053	2502	3073	3803	
		60	823	946	1103	1307	1565	1898			2327	110	1345	1599	1921	2333	2853	3515	4360	
		70	885	1024	1202	1431	1722	2095			2575	120	1517	1815	2193	2674	3283	4056	5040	
		80	960	1121	1323	1584	1914	2336	2879	16	30	776	874	999	1161	1368	1535	1981		
	90	1055	1238	1472	1770	2148	2631	3250	40			811	917	1053	1229	1454	1742	2116		
	100	1170	1382	1653	1998	2436	2993	3704	50			852	969	1120	1312	1558	1874	2282		
	110	1310	1559	1875	2278	2787	3435	4261	60			904	1034	1200	1414	1686	2035	2484		
	120	1482	1775	2147	2619	3217	3976	4941	70			966	1112	1299	1538	1843	2232	2732		
	16	30	740	833	952	1105	1301	1554	1881			80	1041	1209	1420	1691	2035	2473	3036	
		40	775	876	1006	1173	1387	1661	2016	90	1136	1326	1569	1877	2269	2768	3407			
50		816	928	1073	1256	1491	1793	2182	100	1251	1470	1750	2105	2557	3130	3861				
60		868	993	1153	1358	1619	1954	2384	110	1391	1647	1972	2385	2908	3572	4418				
70		930	1071	1252	1492	1776	2151	2632	120	1563	1863	2244	2726	3338	4113	5098				
80		1005	1168	1373	1635	1968	2392	2936	20	30	823	924	1051	1216	1424	1694	2043			
90	1100	1285	1522	1821	2202	2687	3307	40			858	967	1105	1284	1510	1801	2178			
100	1215	1429	1703	2049	2490	3049	3761	50			899	1019	1172	1367	1614	1933	2344			
110	1355	1606	1925	2329	2841	3491	4318	60			951	1084	1252	1469	1742	2094	2546			
120	1527	1822	2197	2670	3271	4032	4998	70			1013	1162	1351	1593	1899	2291	2794			
20	30	788	884	1005	1161	1358	1614	1944			80	1088	1259	1472	1746	2091	2532	3098		
	40	823	927	1059	1229	1444	1721	2079	90	1183	1376	1621	1932	2325	2827	3469				
	50	864	979	1126	1312	1548	1853	2245	100	1298	1520	1802	2160	2613	3189	3933				
	60	916	1044	1206	1414	1676	2014	2447	110	1438	1697	2024	2440	2764	3631	4480				
	70	978	1122	1305	1538	1833	2211	2695	120	1610	1913	2296	2781	3394	4172	5160				

第28—2表（つづき）

胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均							胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均						
			cm 4	5	6	7	8	9	10				cm 4	5	6	7	8	9	10
cm 52	m 24	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm 54	m 24	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒
		30	872	976	1106	1274	1485	1757	2109			80	1174	1353	1576	1861	2222	2681	3271
		40	907	1019	1160	1342	1571	1864	2244			90	1269	1470	1725	2047	2456	2976	3642
		50	948	1071	1227	1425	1675	1996	2410			100	1384	1614	1906	2275	2744	3338	4096
		60	1000	1136	1307	1527	1803	2157	2612			110	1524	1791	2128	2555	3095	3780	4653
		70	1062	1214	1406	1651	1960	2354	2860			120	1696	2007	2400	2896	3525	4321	5333
		80	1137	1311	1527	1804	2152	2595	3164		28	30	959	1071	1161	1390	1617	1909	2284
		90	1232	1428	1676	1990	2386	2890	3535			40	994	1114	1215	1458	1703	2016	2419
		100	1347	1572	1857	2218	2674	3252	3989			50	1035	1166	1282	1541	1807	2148	2585
		110	1487	1749	2079	2498	3025	3694	4546			60	1087	1231	1362	1643	1935	2309	2787
		120	1659	1965	2351	2839	3455	4235	5226			70	1149	1309	1461	1767	2092	2506	3035
	28	30	922	1029	1162	1333	1547	1823	2177			80	1224	1406	1582	1920	2284	2747	3339
		40	957	1072	1216	1401	1633	1930	2312			90	1319	1523	1731	2106	2518	3042	3710
		50	998	1124	1283	1484	1737	2062	2478			100	1434	1667	1912	2334	2806	3404	4164
		60	1050	1189	1363	1586	1865	2223	2680			110	1574	1844	2134	2614	3157	3846	4721
		70	1112	1267	1462	1710	2022	2420	2928			120	1746	2060	2406	2955	3587	4387	5401
		80	1187	1364	1583	1863	2214	2661	3232	56	12	30	805	912	1049	1228	1458	1756	2145
		90	1282	1481	1732	2049	2448	2956	3603			40	840	955	1103	1296	1544	1863	2280
		100	1397	1625	1913	2277	2736	3318	4057			50	881	1007	1170	1379	1648	1995	2446
		110	1537	1802	2135	2557	3087	3760	4614			60	933	1072	1250	1481	1776	2156	2648
		120	1709	2028	2407	2898	3515	4301	5294			70	995	1150	1349	1605	1933	2353	2896
54	12	30	767	868	997	1166	1383	1664	2030			80	1070	1247	1470	1758	2125	2594	3200
		40	802	911	1051	1233	1469	1771	2165			90	1165	1364	1619	1944	2359	2889	3571
		50	843	963	1118	1317	1573	1903	2331			100	1280	1508	1800	2172	2647	3251	4025
		60	895	1028	1198	1419	1701	2064	2533			110	1420	1685	2022	2452	2998	3693	4582
		70	957	1106	1297	1543	1858	2261	2781			120	1592	1901	2294	2793	3428	4234	5262
		80	1032	1203	1418	1696	2050	2502	3085		16	30	850	959	1099	1279	1512	1712	2202
		90	1127	1320	1567	1882	2284	2797	3456			40	885	1002	1153	1347	1598	1919	2337
		100	1242	1464	1748	2110	2572	3159	3910			50	926	1054	1220	1430	1702	2051	2503
		110	1382	1641	1970	2390	2923	3601	4467			60	978	1119	1300	1532	1830	2212	2705
		120	1554	1857	2242	2731	3353	4142	5147			70	1040	1197	1399	1656	1987	2409	2953
16	30	813	916	1048	1218	1438	1621	2088	80			1115	1294	1520	1809	2179	2650	3257	
	40	848	959	1102	1286	1524	1828	2223	90			1210	1411	1669	1955	2413	2945	3628	
	50	889	1011	1169	1369	1628	1960	2389	100			1325	1555	1850	2223	2701	3307	4082	
	60	941	1076	1249	1471	1756	2121	2591	110			1465	1732	2072	2503	3052	3749	4639	
	70	1003	1154	1348	1595	1913	2318	2839	120			1637	1948	2344	2844	3482	4290	5319	
	80	1078	1251	1469	1748	2105	2559	3143	20		30	898	1040	1152	1335	1569	1872	2265	
	90	1173	1368	1618	1934	2339	2854	3514			40	933	1083	1206	1403	1655	1979	2400	
	100	1288	1512	1799	2162	2627	3216	3968			50	974	1135	1273	1486	1759	2111	2566	
	110	1428	1689	2021	2442	2978	3658	4525			60	1026	1200	1353	1588	1887	2272	2768	
	120	1600	1905	2293	2783	3408	4199	5205			70	1088	1278	1452	1712	2044	2469	3016	
20	30	860	966	1100	1273	1494	1780	2150			80	1163	1375	1573	1865	2236	2710	3320	
	40	895	1009	1154	1341	1580	1887	2285			90	1258	1492	1722	2051	2470	3005	3691	
	50	936	1061	1221	1424	1684	2019	2451			100	1373	1636	1903	2279	2758	3367	4145	
	60	988	1126	1301	1526	1812	2180	2658			110	1513	1813	2125	2559	3109	3809	4702	
	70	1050	1204	1400	1650	1969	2377	2901			120	1685	2029	2397	2900	3539	4350	5382	
	80	1125	1301	1521	1803	2161	2618	3205	24	30	946	1091	1206	1392	1629	1934	2330		
	90	1220	1418	1670	1989	2395	2913	3576		40	981	1134	1260	1460	1715	2041	2465		
	100	1335	1562	1851	2217	2683	3275	4030		50	1022	1186	1327	1543	1819	2173	2631		
	110	1475	1739	2073	2497	3034	3717	4587		60	1074	1251	1407	1646	1947	2334	2833		
	120	1647	1955	2345	2838	3464	4258	5267		70	1136	1329	1506	1769	2104	2531	3081		
24	30	909	1018	1155	1331	1555	1843	2216		80	1211	1426	1627	1922	2296	2772	3385		
	40	944	1061	1209	1399	1641	1950	2351		90	1306	1543	1776	2108	2530	3067	3756		
	50	985	1113	1276	1482	1745	2082	2517		100	1421	1687	1957	2336	2818	3429	4210		
	60	1037	1178	1356	1584	1873	2243	2719		110	1561	1864	2179	2616	3169	3871	4767		
	70	1099	1256	1455	1708	2030	2440	2967		120	1733	2080	2451	2957	3599	4412	5447		

第28-2表 (つづき)

胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均							胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均							
			cm 4	5	6	7	8	9	10				cm 5	6	7	8	9	10		
cm 56	m 28	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm 58	m 28	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒		
		30	997	1145	1263	1452	1692	2001	2399			80	1498	1740	2049	2440	2940	3579		
		40	1032	1188	1317	1520	1778	2108	2534			90	1615	1889	2235	2674	3235	3950		
		50	1073	1240	1384	1603	1882	2240	2700			100	1759	2070	2463	2962	3597	4404		
		60	1125	1305	1464	1705	2010	2401	2902			110	1936	2292	2743	3313	4039	4961		
		70	1187	1383	1563	1829	2167	2598	3150			120	2152	2564	3084	3743	4580	5641		
		80	1262	1480	1684	1982	2359	2839	3454			60	16	40	1102	1269	1490	1767	2129	2600
		90	1357	1597	1833	2168	2593	3134	3825					50	1154	1336	1573	1871	2261	2766
		100	1472	1741	2014	2396	2881	3496	4279					60	1219	1416	1675	1999	2422	2968
		111	1612	1918	2236	2676	3232	3938	4836					70	1297	1515	1799	2156	2619	3216
122	1784	2134	2508	3017	3662	4479	5516	80	1394	1636	1952			2348	2860	3520				
58	12	30	847	960	1105	1295	1539	1857	2270	90	1511			1785	2138	2582	3155	3891		
		40	882	1003	1159	1363	1625	1964	2405	100	1655			1966	2366	2870	3517	4345		
		50	923	1055	1226	1446	1729	2096	2571	110	1832			2188	2646	3221	3959	4902		
		60	975	1120	1306	1548	1857	2257	2773	120	2048			2460	2987	3651	4500	5582		
		70	1037	1198	1405	1672	2014	2454	3021	130	2312			2792	3406	4177	5162	6415		
		80	1382	1295	1526	1825	2206	2695	3325	20	40	1152	1321	1541	1823	2189	2662			
		90	1477	1412	1675	2011	2440	2990	3696			50	1204	1388	1624	1927	2320	2828		
		100	1592	1556	1856	2239	2728	3352	4150			60	1269	1468	1726	2055	2481	3030		
		110	1732	1733	2078	2519	3079	3794	4707			70	1347	1567	1850	2212	2678	3278		
		120	1904	1949	2350	2860	3509	4335	5387			80	1444	1688	2003	2404	2919	3582		
16	30		1007	1155	1346	1593	1913	2327	90			1561	1837	2189	2638	3214	3953			
	40		1050	1209	1414	1679	2020	2462	100			1705	2018	2417	2926	3576	4407			
	50		1102	1276	1497	1783	2152	2628	110			1882	2240	2697	3277	4018	4964			
	60		1167	1356	1599	1911	2313	2830	120			2098	2512	3038	3707	4559	5644			
	70		1245	1455	1723	2068	2510	3078	130			2362	2844	3457	4233	5221	6477			
	80		1342	1576	1876	2260	2751	3382	24	40	1204	1376	1599	1884	2251	2728				
	90		1459	1725	2062	2494	3046	3753			50	1256	1443	1682	1988	2383	2894			
	100		1603	1906	2290	2782	3408	4207			60	1321	1523	1784	2116	2544	3096			
	110		1780	2128	2570	3133	3850	4764			70	1399	1622	1908	2273	2741	3344			
	120		1996	2400	2911	3563	4391	5444			80	1496	1743	2061	2465	2982	3648			
20	30		1058	1208	1402	1650	1973	2395			90	1613	1892	2247	2699	3277	4019			
	40		1101	1262	1470	1736	2080	2530			100	1757	2073	2475	2987	3639	4473			
	50		1153	1329	1553	1840	2212	2696			110	1934	2295	2755	3338	4081	5030			
	60		1218	1409	1655	1968	2373	2898			120	2150	2567	3096	3768	4622	5710			
	70		1296	1508	1779	2125	2570	3146			130	2414	2899	3515	4294	5284	6543			
	80		1393	1629	1932	2317	2811	3450	28	40	1257	1432	1658	1946	2317	2796				
	90		1510	1778	2118	2551	3106	3921			50	1309	1499	1741	2050	2449	2962			
	100		1654	1959	2346	2839	3468	4275			60	1374	1579	1843	2178	2610	3164			
	110		1831	2181	2626	3190	3910	4832			70	1452	1678	1967	2335	2807	3412			
	120		2047	2453	2967	3620	4451	5512			80	1549	1799	2120	2527	3048	3716			
24	30		1109	1262	1459	1710	2042	2455			90	1666	1948	2306	2761	3343	4087			
	40		1152	1316	1527	1796	2149	2590			100	1810	2129	2534	3049	3705	4541			
	50		1204	1383	1610	1900	2281	2756			110	1987	2351	2814	3400	4147	5098			
	60		1269	1463	1712	2028	2442	2958			120	2203	2623	3155	3830	4688	5778			
	70		1347	1562	1836	2185	2639	3206			130	2626	2955	3574	4356	5350	6611			
	80		1444	1683	1989	2377	2880	3510	32	40	1313	1491	1720	2012	2386	2868				
	90		1561	1832	2175	2611	3175	3881			50	1365	1558	1803	2116	2518	3034			
	100		1705	2013	2403	2899	3537	4335			60	1430	1638	1905	2244	2679	3236			
	110		1882	2235	2683	3250	3979	4892			70	1508	1737	2029	2401	2876	3484			
	120		2098	2507	3024	3680	4520	5572			80	1605	1858	2182	2593	3117	3788			
28	30		1163	1319	1519	1773	2102	2524			90	1722	2007	2368	2827	3412	4159			
	40		1206	1373	1587	1859	2209	2659			100	1866	2188	2596	3115	3774	4613			
	50		1258	1440	1670	1963	2341	2825			110	2043	2410	2876	3466	4216	5170			
	60		1323	1520	1772	2091	2502	3027			120	2259	2682	3217	3896	4757	5850			
	70		1401	1619	1896	2248	2699	3275			130	2523	3014	3636	4422	5419	6683			

第28—2表（つづき）

胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均						胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均						
			5	6	7	8	9	10				5	6	7	8	9	10	
cm 62	m 16	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm 64	m 16	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	
		40	1156	1334	1564	1862	2247	2749			90	1623	1918	2295	2779	3401	4201	
		50	1208	1401	1647	1966	2379	2915			100	1767	2099	2523	3067	3763	4655	
		60	1273	1481	1749	2094	2540	3117			110	1944	2321	2803	3418	4205	5212	
		70	1351	1580	1873	2251	2737	3365			120	2160	2593	3144	3848	4746	5892	
		80	1448	1701	2026	2443	2978	3669			130	2424	2925	3563	4374	5408	6725	
		90	1565	1850	2212	2677	3273	4040		20	40	1265	1455	1703	2021	2435	2973	
		100	1709	2031	2440	2965	3635	4494			50	1317	1522	1786	2125	2567	3139	
		110	1886	2253	2720	3316	4077	5051			60	1382	1602	1888	2253	2728	3341	
		120	2102	2525	3061	3746	4618	5731			70	1460	1701	2012	2410	2925	3589	
		130	2366	2857	3480	4272	5280	6564			80	1557	1822	2165	2602	3166	3893	
	20	40	1206	1386	1619	1918	2306	2811			90	1674	1971	2351	2836	3461	4264	
		50	1258	1453	1702	2022	2438	2977			100	1818	2152	2579	3124	3823	4718	
		60	1323	1533	1804	2150	2599	3179			110	1995	2374	2859	3475	4265	5275	
		70	1401	1632	1928	2307	2796	3427			120	2211	2646	3200	3905	4806	5955	
		80	1498	1753	2081	2499	3037	3731			130	2475	2978	3619	4431	5468	6788	
		90	1615	1902	2267	2733	3332	4102		24	40	1316	1509	1760	2081	2497	3038	
		100	1751	2083	2495	3021	3694	4556			50	1368	1576	1843	2185	2629	3204	
		110	1936	2306	2775	3372	4136	5113			60	1433	1656	1945	2313	2790	3406	
		120	2152	2577	3116	3802	4677	5793			70	1511	1755	2067	2470	2987	3654	
		130	2416	2909	3535	4328	5339	6626			80	1608	1876	2222	2662	3228	3958	
	24	40	1258	1441	1677	1979	2369	2877			90	1725	2025	2408	2896	3523	4329	
		50	1310	1508	1760	2083	2501	3043			100	1869	2206	2636	3184	3885	4783	
		60	1375	1588	1862	2211	2662	3245			110	2046	2428	2916	3535	4327	5340	
		70	1453	1687	1986	2368	2859	3493			120	2262	2700	3257	3965	4868	6020	
		80	1550	1808	2139	2560	3100	3797			130	2526	3032	3676	4491	5530	6853	
		90	1667	1957	2325	2794	3395	4168		28	40	1370	1566	1820	2144	2564	3107	
		100	1811	2138	2553	3082	3757	4622			50	1422	1633	1903	2248	2696	3273	
		110	1988	2360	2833	3433	4199	5179			60	1487	1713	2005	2376	2857	3475	
		120	2204	2632	3174	3863	4740	5859			70	1565	1812	2129	2533	3054	3723	
		130	2468	2964	3593	4389	5402	6692			80	1662	1933	2282	2725	3295	4027	
	28	40	1311	1497	1736	2041	2435	2945			90	1779	2082	2468	2959	3590	4398	
		50	1363	1564	1819	2145	2567	3111			100	1923	2263	2696	3247	3952	4852	
		60	1428	1644	1921	2273	2728	3313			110	2100	2485	2976	3598	4394	5409	
		70	1506	1743	2045	2430	2925	3561			120	2316	2757	3317	4028	4935	6089	
		80	1603	1864	2198	2622	3166	3865			130	2580	3089	3736	4554	5597	6922	
		90	1720	2013	2384	2856	3461	4236		32	40	1425	1624	1881	2209	2632	3178	
		100	1864	2194	2612	3144	3823	4690			50	1477	1691	1964	2313	2764	3344	
		110	2041	2416	2892	3495	4265	5247			60	1542	1771	2066	2441	2925	3546	
		120	2257	2688	3233	3925	4806	5927			70	1620	1870	2190	2598	3122	3794	
		130	2521	3020	3652	4451	5468	6760			80	1717	1991	2343	2790	3363	4098	
	32	40	1367	1556	1798	2107	2504	3017			90	1834	2140	2529	3024	3658	4469	
		50	1419	1623	1881	2211	2636	3183			100	1978	2321	2757	3312	4020	4923	
		60	1484	1703	1983	2339	2797	3385			110	2155	2543	3037	3663	4462	5480	
		70	1562	1802	2107	2496	2994	3633			120	2371	2815	3378	4093	5003	6160	
		80	1659	1923	2260	2688	3235	3937			130	2635	3147	3797	4619	5665	6993	
		90	1776	2072	2446	2922	3530	4308		66	12	50	1329	1545	1821	2181	2647	3253
		100	1920	2253	2674	3210	3892	4762			60	1394	1625	1923	2309	2808	3455	
		110	2097	2475	2954	3561	4334	5319			70	1472	1724	2047	2466	3005	3703	
		120	2313	2747	3295	3991	4875	5999			80	1569	1845	2200	2658	3246	4007	
		130	2577	3079	3714	4517	5537	6832			90	1686	1994	2386	2892	3541	4378	
64	16	40	1214	1402	1647	1964	2375	2910			100	1830	2175	2614	3180	3903	4832	
		50	1266	1469	1730	2068	2507	3076			110	2007	2397	2894	3531	4345	5389	
		60	1331	1549	1832	2196	2668	3278			120	2223	2669	3235	3961	4886	6069	
		70	1409	1648	1956	2353	2865	3526			130	2437	3001	3654	4487	5548	6902	
		80	1506	1769	2109	2545	3106	3830			140	2810	3408	4166	5131	6358	7922	

第28—2表 (つづき)

胸高直径		採材長	枝数	枝 直 径 平 均						胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均						
				cm 5	6	7	8	9	10				cm 5	6	7	8	9	10	
cm	m	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm	m	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒		
66	20	50	1379	1597	1876	2237	2706	3315	68	20	100	1947	2306	2766	3306	4112	5085		
		60	1444	1677	1978	2365	2867	3517			110	2124	2528	3046	3707	4554	5642		
		70	1522	1776	2 02	2522	3064	3765			120	2340	2800	3387	4137	5095	6322		
		80	1619	1897	2255	2714	3305	4069			130	2604	3132	3806	4663	5757	7155		
		90	1736	2046	2441	2948	3600	4440			140	2927	3539	4318	5307	6567	8175		
		100	1880	2227	2669	3236	3962	4894			24	50	1498	1731	2031	2418	2919	3572	
		110	2057	2449	2949	3587	4404	5451				60	1563	1811	2133	2546	3190	3774	
		120	2273	2721	3290	4017	4945	6131				70	1641	1910	2257	2703	3277	4022	
		130	2537	3053	3709	4543	5607	6964				80	1738	2031	2410	2895	3518	4326	
		140	2860	3460	4221	5187	6417	7984				90	1855	2180	2596	3129	3813	4697	
		24	50	1431	1652	1934	2298	2769				3381	100	1999	2361	2824	3417	4175	5151
			60	1496	1732	2036	2426	2930				3583	110	2176	2583	3104	3768	4617	5708
			70	1574	1831	2160	2583	3127				3831	120	2392	2855	3445	4198	5158	6388
			80	1671	1952	2313	2775	3368				4135	130	2656	3187	3864	4724	5820	7221
	90		1788	2101	2499	3009	3663	4506		140		2979	3594	4376	5368	6630	8241		
	100		1932	2282	2727	3297	4025	4960		28	50	1551	1787	2090	2480	2985	3640		
	110		2109	2504	3007	3648	4467	5517			60	1616	1867	2192	2608	3146	3842		
	120		2325	2776	3348	4078	5008	6197			70	1694	1966	2316	2765	3343	4090		
	130		2589	3108	3767	4604	5670	7030			80	1791	2087	2469	2957	3584	4394		
	140		2912	3515	4279	5248	6480	8050			90	1908	2236	2655	3191	3879	4765		
	28	50	1484	1708	1993	2360	2835	3449			100	2052	2417	2883	3479	4241	5219		
		60	1549	1788	2095	2488	2996	3651			110	2229	2639	3163	3830	4683	5776		
		70	1627	1887	2219	2645	3193	3899			120	2445	2911	3504	4260	5224	6456		
		80	1724	2008	2372	2837	3434	4203			130	2709	3243	3923	4786	5886	7289		
		90	1841	2157	2558	3071	3729	4574			140	3032	3650	4435	5430	6696	8309		
		100	1895	2338	2786	3359	4091	5028		32	50	1607	1846	2152	2546	3054	3712		
		110	2162	2560	3066	3710	4533	5585			60	1672	1926	2254	2674	3215	3914		
		120	2378	2832	3407	4140	5074	6265			70	1750	2025	2378	2831	3412	4162		
		130	2642	3164	3826	4666	5736	7098			80	1847	2146	2531	3023	3653	4466		
		140	2965	3571	4338	5310	6546	8118			90	1964	2295	2717	3257	3948	4837		
	32	50	1540	1767	2055	2426	2904	3521			100	2108	2476	2945	3545	4310	5291		
		60	1605	1847	2157	2554	3065	3723			110	2285	2698	3225	3896	4752	5848		
		70	1683	1946	2281	2711	3262	3971			120	2501	2970	3566	4326	5293	6528		
		80	1780	2067	2434	2903	3503	4275			130	2765	3302	3985	4852	5955	7361		
		90	1897	2216	2620	3137	3798	4646			140	3088	3709	4497	5496	6765	8381		
		100	2041	2397	2848	3425	4160	5100		70	20	60	1583	1843	2181	2616	3187	3917	
		110	2218	2619	3128	3776	4602	5657				70	1661	1942	2305	2773	3384	4165	
		120	2434	2891	3469	4206	5143	6337				80	1758	2063	2458	2965	3625	4469	
		130	2698	3223	3888	4732	5805	7170				90	1875	2202	2644	3199	3920	4840	
		140	3021	3630	4400	5376	6615	8190				100	2019	2393	2872	3487	4282	5294	
68	16	50	1396	1624	1918	2301	2797	3444	70		20	110	2197	2615	3152	3838	4724	5851	
		60	1461	1704	2020	2429	2958	3646				120	2412	2887	3493	4268	5265	6531	
		70	1539	1803	2144	2586	3155	3894				130	2676	3219	3912	4794	5927	7364	
		80	1636	1924	2297	2778	3396	4198				140	2999	3626	4424	5438	6737	8384	
		90	1753	2073	2483	3012	3691	4569				24	60	1634	1893	2238	2676	3243	3982
	100	1897	2254	2711	3300	4053	5023	70		1712	1996		2362	2833	3440	4230			
	110	2074	2476	2991	3651	4495	5580	80		1809	2117		2515	3025	3681	4534			
	120	2290	2748	3332	4081	5035	6260	90		1926	2266		2701	3259	3976	4905			
	130	2554	3080	3751	4607	5698	7098	100		2070	2447		2929	3547	4338	5359			
	140	2877	3487	4263	5251	6508	8113	24		110	2247		2669	3209	3898	4780	5916		
	20	50	1446	1676	1973	2357	2856			3506	120		2463	2941	3550	4328	5321	6596	
		60	1511	1756	2075	2485	3017			3708	130		2727	3273	3959	4854	5983	7429	
		70	1589	1855	2199	2642	3214			3956	140		3050	3680	4481	5483	6793	8449	
		80	1686	1976	2352	2834	3455			4260									
		90	1803	2125	2538	3068	3750	4631											

第28—2表（つづき）

胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均						胸高直径	採材長	枝数	枝直径平均					
			cm 5	6	7	8	9	10				cm 5	6	7	8	9	10
70	28	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	72	36	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒
		60	1688	1954	2258	2739	3311	4051			60	1877	2166	2538	3014	3628	4424
		70	1766	2053	2422	2896	3508	4299			70	1955	2265	2662	3171	3825	4672
		80	1863	2174	2575	3088	3749	4603			80	2052	2386	2815	3363	4066	4976
		90	1980	2323	2761	3322	4044	4974			90	2169	2535	3001	3597	4361	5347
		100	2124	2504	2989	3610	4406	5428			100	2313	2716	3229	3885	4723	5801
		110	2301	2726	3269	3961	4848	5985			110	2495	2938	3509	4236	5165	6358
		120	2517	2998	3610	4391	5389	6665			120	2706	3210	3850	4666	5706	7038
		130	2781	3330	4029	4917	6051	7498			130	2970	3542	4269	5192	6368	7871
		140	3104	3737	4541	5561	6861	8518			140	3293	3949	4781	5836	7178	8891
72	32	60	1743	2012	2359	2804	3379	4122	74	20	60	1744	2037	2419	2914	3555	4391
		70	1821	2111	2483	2961	3576	4370			70	1822	2136	2543	3071	3752	4639
		80	1918	2232	2636	3153	3817	4674			80	1919	2267	2696	3263	3993	4943
		90	2035	2381	2822	3387	4112	5045			90	2036	2406	2882	3497	4288	5314
		100	2179	2562	3050	3675	4474	5499			100	2180	2587	3110	3755	4650	5768
		110	2356	2784	3330	4026	4916	6056			110	2357	2809	3390	4136	5092	6325
		120	2572	3056	3671	4456	5457	6766			120	2573	3078	3731	4566	5633	7005
		130	2836	3388	4090	4982	6119	7569			130	2837	3410	4150	5092	6295	7838
		140	3159	3795	4602	5626	6929	8589			140	3160	3817	4662	5726	7105	8858
	20	60	1661	1936	2295	2758	3360	4144		24	60	1796	2092	2472	2975	3618	4457
		70	1739	2035	2419	2915	3557	4392			70	1874	2191	2596	3132	3815	4705
		80	1836	2156	2572	3107	3798	4696			80	1971	2312	2749	3324	4056	5009
		90	1953	2304	2758	3341	4093	5067			90	2088	2461	2935	3558	4351	5380
		100	2097	2486	2986	3629	4455	5521			100	2232	2642	3163	3846	4713	5834
		110	2274	2708	3266	3980	4897	6078			110	2409	2864	3443	4197	5155	6391
		120	2490	2980	3607	4410	5438	6758			120	2625	3136	3784	4627	5696	7071
		130	2754	3312	4026	4936	6100	7591			130	2889	3468	4203	5153	6358	7904
		140	3077	3719	4538	5580	6910	8611			140	3212	3875	4715	5797	7168	8924
	24	60	1713	1991	2353	2819	3423	4210		28	60	1849	2148	2536	3037	3684	4525
		70	1791	2090	2477	2976	3620	4458			70	1927	2247	2660	3194	3881	4773
		80	1888	2211	2630	3168	3861	4762			80	2024	2368	2813	3386	4122	5077
		90	2005	2360	2816	3402	4156	5133			90	2141	2517	2999	3620	4417	5448
		100	2149	2541	3044	3690	4518	5587			100	2285	2698	3227	3908	4779	5902
		110	2326	2763	3322	4041	4960	6144			110	2462	2920	3507	4259	5221	6459
		120	2542	3035	3665	4471	5501	6824			120	2678	3192	3848	4689	5762	7139
		130	2806	3367	4084	4997	6163	7657			130	2942	3524	4267	5215	6424	7972
		140	3129	3774	4596	5641	6973	8677			140	3265	3931	4779	5859	7234	8992
	28	60	1766	2047	2412	2881	3489	4278		32	60	1904	2207	2598	3103	3753	4597
		70	1844	2146	2536	3038	3686	4526			70	1982	2306	2722	3260	3950	4845
		80	1941	2267	2689	3230	3927	4830			80	2079	2427	2875	3452	4191	5149
		90	2058	2416	2875	3464	4222	5201			90	2196	2576	3061	3686	4486	5520
		100	2202	2597	3103	3752	4584	5655			100	2340	2757	3289	3974	4848	5974
		110	2379	2819	3383	4103	5026	6212			110	2517	2979	3569	4325	5290	6531
		120	2595	3091	3724	4533	5567	6892			120	2733	3251	3910	4755	5831	7211
		130	2859	3423	4143	5059	6229	7725			130	2997	3583	4329	5281	6493	8044
		140	3182	3830	4655	5702	7039	8745			140	3320	3990	4841	5925	7303	9064
	32	60	1821	2105	2473	2946	3557	4349		36	60	1961	2267	2662	3170	3823	4671
		70	1899	2204	2597	3103	3754	4597			70	2039	2366	2786	3327	4020	4919
		80	1996	2325	2750	3295	3995	4901			80	2136	2487	2939	3519	4261	5223
		90	2113	2474	2936	3529	4290	5272			90	2253	2636	3125	3753	4556	5594
		100	2257	2655	3164	3817	4652	5726			100	2399	2817	3353	4041	4918	6048
		110	2434	2877	3444	4168	5094	6283			110	2574	3039	3633	4372	5360	6605
		120	2650	3149	3785	4598	5635	6963			120	2790	3311	3974	4822	5901	7385
		130	2914	3481	4204	5124	6297	7796			130	3054	3643	4393	5348	6563	8118
		140	3237	3888	4716	5768	7107	8816			140	3377	4050	4905	5992	7373	9138

第 28—2 表 (つづき)

胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均						胸高直径	採材長	枝数	枝 直 径 平 均					
			5 cm	6	7	8	9	10				5 cm	6	7	8	9	10
cm 76	m 20	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒	cm 76	m 32	本	秒	秒	秒	秒	秒	秒
		60	1833	2146	2552	3079	3766	4661			60	1994	2316	2731	3268	3964	4867
		70	1911	2245	2676	3236	3963	4909			70	2072	2415	2855	3425	4161	5115
		80	2008	2366	2829	3428	4204	5213			80	2169	2535	3008	3617	4402	5419
		90	2125	2515	3015	3662	4499	5584			90	2286	2685	3194	3851	4697	5790
		100	2269	2696	3243	3950	4861	6038			100	2430	2866	3422	4139	5059	6244
		110	2446	2918	3523	4301	5303	6595			110	2607	3088	3702	4490	5501	6801
		120	2662	3190	3864	4731	5844	7275			120	2823	3360	4043	4920	6042	7481
		130	2926	3522	4283	5257	6506	8108			130	3087	3692	4462	5446	6704	8314
		140	3249	3929	4795	5901	7316	9128			140	3410	4099	4974	6090	7514	9334
24	60	1785	2201	2610	3140	3829	4727	36	60	2050	2376	2795	3335	4034	4941		
	70	1863	2300	2734	3297	4026	4975		70	2128	2475	2919	3492	4231	5189		
	80	1960	2421	2887	3489	4267	5279		80	2225	2596	3072	3684	4472	5493		
	90	2077	2570	3073	3723	4562	5650		90	2342	2745	3258	3918	4767	5864		
	100	2221	2751	3301	4011	4924	6104		100	2486	2926	3486	4206	5129	6318		
	110	2398	2973	3581	4362	5366	6661		110	2663	3148	3766	4557	5571	6875		
	120	2614	3245	3922	4792	5907	7341		120	2879	3420	4107	4987	6112	7555		
	130	2878	3577	4341	5318	6569	8174		130	3143	3752	4526	5513	6774	8388		
	140	3201	3984	4853	5962	7379	9194		140	3466	4159	5038	6157	7584	9408		
	28	60	1938	2257	2669	3202	3895		4795	注 本表は次のものから作成されている。							
70		2016	2356	2793	3359	4092	5043	$y_1=3.635D+9.126L-133.399$									
80		2613	2477	2946	3551	4333	5347	$\log y_2=0.0087696f+0.0997063g+1.5214124$									
90		2230	2626	3132	3785	4628	5718	$\log y_3=1.64445 \log L+0.91532 \log g-1.13733$									
100		2374	2807	3360	4073	4990	6172	$\log y_6=0.019619D+0.782754$									
110		2551	3029	3640	4424	5432	6729	$\log y_7=0.020174D+0.122207g+0.674818$									
120		2767	3301	3981	4854	5973	7409	$y_8=3.9918D-38.0451$									
130		3031	3633	4400	5380	6635	8242										
140		3354	4040	4912	6024	7445	9262										

第29表 造材部における枝数ならびにその平均枝直径を推定する表

(左数値は枝数, 右数値は枝直径平均)

$$\log y_1 = 0.25946 \log D - 0.29831 \log H + 3.11133 \log \left(\frac{L}{H} \times 10 \right) - 0.98776$$

(y_1 = 枝数, D = 胸高直径, H = 樹高, L = 採材部までの長さ)

$$\log y_2 = 1.19986 \log D - 1.03534 \log H + 1.03952 \log \left(\frac{L}{H} \times 10 \right) - 0.75130$$

(y_2 = 平均枝直径, D = 同上, H = 同上, L = 同上)

採材長 L												
D	H	2 m	4	6	8	10	12	14	18	20	22	24
cm 14	m	本	cm									
	6	5 2	44 5									
	8	2 1	16 3	58 4								
	10		8 2	27 3	66 3							
	12		4 1	15 2	35 2	71 3						
	14			9 1	21 2	42 2	74	3				
16	6	5 3	45 6									
	8	2 2	17 3	60 5								
	10		8 2	28 3	69 4							
	12		4 1	15 2	37 3	74 3						
	14			9 1	22 2	44 3	77 3					

第29表（つづき）

$\begin{array}{c} l \\ D \backslash H \end{array}$		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
18	$\begin{array}{c} 8 \\ 10 \\ 12 \\ 14 \\ 16 \end{array}$		$\begin{array}{cc} 10 & 4 \\ 5 & 2 \\ 4 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 34 & 5 \\ 16 & 3 \\ 9 & 2 \\ 10 & 1 \\ 6 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 39 & 5 \\ 21 & 3 \\ 24 & 2 \\ 16 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 42 & 4 \\ 49 & 3 \\ 31 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 87 & 3 \\ 55 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{c} 89 \\ 3 \end{array}$				
20	$\begin{array}{c} 8 \\ 10 \\ 12 \\ 14 \\ 16 \end{array}$		$\begin{array}{cc} 10 & 4 \\ 5 & 3 \\ 4 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 35 & 6 \\ 16 & 4 \\ 9 & 3 \\ 9 & 2 \\ 6 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 40 & 5 \\ 22 & 4 \\ 23 & 3 \\ 15 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 43 & 4 \\ 46 & 3 \\ 30 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 82 & 4 \\ 52 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{c} 83 \\ 3 \end{array}$				
22	$\begin{array}{c} 8 \\ 10 \\ 12 \\ 14 \\ 16 \\ 18 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 2 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 18 & 4 \\ 9 & 3 \\ 5 & 2 \\ 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 65 & 7 \\ 30 & 4 \\ 16 & 3 \\ 10 & 2 \\ 6 & 2 \\ 4 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 74 & 6 \\ 40 & 4 \\ 24 & 3 \\ 15 & 2 \\ 10 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 80 & 5 \\ 47 & 3 \\ 30 & 3 \\ 20 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 83 & 4 \\ 53 & 3 \\ 36 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 86 & 4 \\ 57 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{c} 87 \\ 4 \end{array}$			
24	$\begin{array}{c} 8 \\ 10 \\ 12 \\ 14 \\ 16 \\ 18 \end{array}$	2	$\begin{array}{cc} 15 & 5 \\ 9 & 3 \\ 5 & 2 \\ 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 52 & 8 \\ 31 & 5 \\ 17 & 3 \\ 10 & 2 \\ 6 & 2 \\ 4 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 76 & 6 \\ 41 & 4 \\ 24 & 3 \\ 15 & 2 \\ 10 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 82 & 6 \\ 48 & 4 \\ 31 & 3 \\ 21 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 85 & 5 \\ 54 & 4 \\ 36 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 88 & 4 \\ 59 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{c} 89 \\ 4 \end{array}$			
26	$\begin{array}{c} 10 \\ 12 \\ 14 \\ 16 \\ 18 \\ 20 \end{array}$		$\begin{array}{cc} 9 & 3 \\ 5 & 2 \\ 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 32 & 5 \\ 17 & 4 \\ 10 & 3 \\ 6 & 2 \\ 4 & 2 \\ 3 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 78 & 7 \\ 42 & 5 \\ 25 & 4 \\ 16 & 3 \\ 10 & 2 \\ 7 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 84 & 6 \\ 49 & 4 \\ 31 & 3 \\ 21 & 3 \\ 15 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 87 & 5 \\ 55 & 4 \\ 37 & 3 \\ 26 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 89 & 5 \\ 60 & 4 \\ 42 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 91 & 4 \\ 63 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{c} 91 \\ 4 \end{array}$		
28	$\begin{array}{c} 10 \\ 12 \\ 14 \\ 16 \\ 18 \\ 20 \end{array}$		$\begin{array}{cc} 9 & 4 \\ 5 & 3 \\ 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 33 & 6 \\ 18 & 4 \\ 11 & 3 \\ 7 & 2 \\ 4 & 2 \\ 3 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 81 & 8 \\ 43 & 5 \\ 26 & 4 \\ 16 & 3 \\ 11 & 2 \\ 7 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 87 & 7 \\ 51 & 5 \\ 33 & 4 \\ 22 & 3 \\ 15 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 90 & 6 \\ 57 & 4 \\ 38 & 3 \\ 26 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 93 & 5 \\ 62 & 4 \\ 43 & 4 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 93 & 5 \\ 64 & 4 \end{array}$	$\begin{array}{c} 93 \\ 5 \end{array}$		
30	$\begin{array}{c} 12 \\ 14 \\ 16 \\ 18 \\ 20 \\ 22 \end{array}$		$\begin{array}{cc} 5 & 3 \\ 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 18 & 4 \\ 11 & 3 \\ 7 & 2 \\ 5 & 2 \\ 3 & 1 \\ 2 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 43 & 6 \\ 26 & 4 \\ 16 & 3 \\ 11 & 2 \\ 8 & 2 \\ 6 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 87 & 7 \\ 51 & 5 \\ 33 & 4 \\ 22 & 3 \\ 15 & 3 \\ 11 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 90 & 6 \\ 57 & 5 \\ 38 & 4 \\ 27 & 3 \\ 19 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 93 & 6 \\ 62 & 4 \\ 43 & 4 \\ 31 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 94 & 5 \\ 66 & 4 \\ 47 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 95 & 5 \\ 68 & 4 \end{array}$	$\begin{array}{c} 95 \\ 4 \end{array}$	
32	$\begin{array}{c} 12 \\ 14 \\ 16 \\ 18 \\ 20 \\ 22 \end{array}$		$\begin{array}{cc} 5 & 3 \\ 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 18 & 5 \\ 11 & 3 \\ 7 & 3 \\ 5 & 2 \\ 3 & 2 \\ 2 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 44 & 6 \\ 26 & 5 \\ 17 & 3 \\ 11 & 3 \\ 8 & 2 \\ 6 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 88 & 8 \\ 52 & 6 \\ 33 & 4 \\ 22 & 3 \\ 15 & 3 \\ 11 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 92 & 7 \\ 58 & 5 \\ 39 & 4 \\ 27 & 3 \\ 20 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 94 & 6 \\ 63 & 5 \\ 44 & 4 \\ 32 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 96 & 6 \\ 67 & 4 \\ 48 & 4 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 96 & 5 \\ 70 & 4 \end{array}$	$\begin{array}{c} 97 \\ 5 \end{array}$	
34	$\begin{array}{c} 14 \\ 16 \\ 18 \\ 20 \\ 22 \\ 24 \end{array}$		3	$\begin{array}{cc} 11 & 4 \\ 7 & 3 \\ 5 & 2 \\ 3 & 2 \\ 2 & 1 \\ 2 & 1 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 26 & 5 \\ 17 & 4 \\ 11 & 3 \\ 8 & 2 \\ 6 & 2 \\ 4 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 53 & 6 \\ 34 & 5 \\ 23 & 4 \\ 16 & 3 \\ 11 & 2 \\ 8 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 93 & 7 \\ 59 & 6 \\ 40 & 4 \\ 28 & 4 \\ 20 & 3 \\ 15 & 2 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 96 & 7 \\ 64 & 5 \\ 45 & 4 \\ 32 & 3 \\ 24 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 97 & 6 \\ 68 & 5 \\ 49 & 4 \\ 36 & 3 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 98 & 5 \\ 71 & 4 \\ 53 & 4 \end{array}$	$\begin{array}{cc} 98 & 5 \\ 73 & 4 \end{array}$	$\begin{array}{c} 98 \\ 5 \end{array}$

第29表 (つづき)

$\begin{matrix} l \\ D \backslash H \end{matrix}$	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
36	14 16 18 20 22 24	27 5 17 4 11 3 8 2 6 2 4 2	54 7 34 5 23 4 16 3 12 3 9 2	95 8 60 6 40 5 28 4 20 3 15 3	97 7 65 6 45 4 33 4 24 3	99 6 69 5 50 4 37 4	99 6 72 5 53 4	100 5 74 4	100 5			
38	16 18 20 22 24 26		35 5 23 4 16 3 12 3 9 2 7 2	61 6 41 5 29 4 21 3 15 3 12 2	99 8 66 6 46 5 33 4 25 3 19 3	100 7 70 5 50 4 38 4 28 3	101 6 73 5 54 4 41 4	101 6 75 5 57 4	101 5 77 4	101 5		
40	16 18 20 22 24 26		35 6 24 4 16 4 12 3 9 2 7 2	62 7 41 5 29 4 21 4 16 3 12 2	100 8 67 6 47 5 34 4 25 3 19 3	101 7 71 6 51 5 38 4 29 3	102 7 74 5 55 4 42 4	102 6 76 5 58 4	102 6 78 5	102 5		
42	18 20 22 24 26 28			42 6 29 5 21 4 16 3 12 3 9 2	68 7 47 5 34 4 25 4 19 3 15 3	102 8 72 6 52 5 39 4 29 4 23 3	103 7 75 6 56 5 42 4 33 3	103 6 77 5 59 4 45 4	103 6 79 5 61 4	103 5 80 5	103 5	
44	18 20 22 24 26 28			42 6 30 5 21 4 16 3 12 3 9 2	69 7 48 6 35 5 26 4 20 3 15 2	104 8 73 6 52 5 39 4 30 4 23 3	105 7 76 6 57 5 43 4 33 4	105 7 78 6 59 5 46 4	105 6 80 5 62 5	105 6 81 5	105 5	
46	18 20 22 24 26 28 30			43 6 30 5 22 4 16 3 12 3 10 3 8 2	69 7 48 6 35 5 26 4 20 3 15 3 12 3	105 9 73 7 53 6 40 5 30 4 23 3 18 3	106 8 76 6 57 5 44 4 34 4 27 3	106 7 79 6 60 5 47 4 37 4	106 7 81 6 63 5 50 4	106 6 82 5 65 5	106 6 83 5	105 5
48	18 20 22 24 26 28 30			43 7 30 5 22 4 16 4 12 3 10 3 8 2	70 8 49 6 35 5 26 4 20 4 16 3 12 3	106 9 74 7 54 6 40 5 30 4 24 4 19 3	107 8 77 7 58 6 40 5 44 5 34 4 27 4	107 7 80 6 61 5 47 5 37 4	107 7 81 6 64 5 50 4	107 6 83 5 66 5	106 6 84 5	106 6
50	20 22 24 26 28 30 32				50 7 36 5 27 5 20 4 16 3 12 3 10 2	75 8 54 6 40 5 31 4 24 4 19 3 15 3	108 9 78 7 58 6 44 5 34 4 27 4 22 3	108 8 80 7 61 6 48 5 38 4 30 4	108 7 82 6 64 5 51 5 41 4	108 7 84 6 66 5 53 4	108 6 85 5 69 5	107 6 86 5 107 5

第29表（つづき）

D	H	l										
		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
52	20	50 7	76 8	109 9								
	22	36 6	55 7	79 7	110 8							
	24	27 5	41 5	59 6	81 7	109 8						
	26	20 4	31 5	45 5	62 6	83 6	109 7					
	28	16 3	24 4	35 4	48 5	65 6	85 6	109 7				
	30	13 3	19 3	27 4	38 4	51 5	67 5	86 6	108 6			
	32	10 3	15 3	22 3	31 4	41 4	54 5	69 5	87 5	108 6		
54	20	51 7	77 8	110 9								
	22	36 6	55 7	80 8	111 9							
	24	27 5	41 6	59 6	82 7	111 8						
	26	21 4	31 5	45 5	63 6	84 7	110 7					
	28	16 4	24 4	35 5	48 5	65 6	86 6	110 7				
	30	13 3	19 4	28 4	39 5	52 5	68 5	87 6	109 6			
	32	10 3	15 3	22 4	31 4	42 4	54 5	70 5	88 6	109 6		
56	20	51 8	77 9	111 10								
	22	37 6	56 7	80 8	112 9							
	24	27 5	42 6	60 7	83 7	112 8						
	26	21 4	32 5	45 6	63 6	85 7	111 8					
	28	16 4	24 4	35 5	49 5	66 6	86 7	111 7				
	30	13 3	19 4	28 4	39 5	51 5	68 6	88 6	110 7			
	32	10 3	16 3	23 4	31 4	42 5	55 5	71 5	89 6	110 6		
58	22	37 6	56 7	81 8	113 9							
	24	28 5	42 6	60 7	84 8	113 9						
	26	21 5	32 5	46 6	64 7	86 7	112 8					
	28	16 4	25 4	36 5	50 6	67 6	87 7	112 7				
	30	13 3	20 4	28 4	39 5	51 5	69 6	89 6	111 7			
	32	10 3	16 3	23 3	31 4	42 5	55 5	71 6	89 6	111 7		
	34	8 3	13 3	18 3	26 4	34 4	45 5	58 5	73 5	90 6	110 6	
60	22		57 8	82 9	114 10							
	24		42 6	61 7	84 8	114 9						
	26		32 5	46 6	64 7	86 8	113 8					
	28		25 5	36 5	50 6	67 7	88 7	113 8				
	30		20 4	28 5	40 5	53 6	70 6	89 7	112 7			
	32		16 4	23 4	32 4	43 5	56 5	72 6	90 6	112 7		
	34		13 3	19 4	26 4	35 4	45 5	58 5	73 6	91 6	111 6	
62	22		57 8	83 9	115 10							
	24		43 7	61 8	85 8	115 9						
	26		32 6	47 6	65 7	87 8	114 9					
	28		25 5	36 6	50 6	68 7	89 7	114 8				
	30		20 4	29 5	40 5	54 6	70 6	90 7	113 8			
	32		16 4	23 4	32 5	43 5	56 6	72 6	91 7	113 7		
	34		13 3	19 4	26 4	35 5	46 5	59 5	74 6	92 6	112 7	
64	22			83 9	116 11							
	24			62 8	86 9	116 10						
	26			47 7	65 7	88 8	115 9					
	28			37 6	51 6	68 7	90 8	115 8				
	30			29 5	40 6	54 6	71 7	91 7	114 8			
	32			23 4	32 5	43 5	57 6	73 6	92 7	114 7		
	34			19 4	26 4	35 5	46 5	59 6	75 6	92 7	113 7	
66	24			62 8	87 9	117 10						
	26			47 7	66 8	89 9	116 9					
	28			37 6	51 7	69 7	90 8	116 9				
	30			29 5	41 6	54 6	71 7	92 8	115 8			
	32			24 5	33 5	44 6	57 6	74 7	92 7	115 8		
	34			19 5	27 4	36 5	47 5	60 6	75 6	93 7	114 7	
	36			16 5	22 4	29 4	38 5	49 5	62 6	77 6	94 6	113 7

第29表 (つづき)

$D \backslash H$	l	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
68	24		63 8	88 9	118 10							
	26		48 7	66 8	89 9	117 10						
	28		37 6	52 7	70 8	91 8	117 9					
	30		29 6	41 6	55 7	72 8	92 8	116 9				
	32		24 5	33 5	44 6	58 6	74 7	93 7	116 8			
	34		19 4	27 5	36 5	47 6	60 6	76 7	94 7	115 7		
	36		16 4	22 4	29 5	39 5	50 5	62 6	77 6	95 7	114 7	
70	26		48 7	67 8	90 9	118 10						
	28		38 6	52 7	70 8	92 9	118 9					
	30		30 6	41 6	55 7	73 7	93 8	117 9				
	32		24 5	33 5	45 6	58 7	75 7	94 8	117 8			
	34		19 4	27 5	36 5	47 6	61 6	77 7	95 7	116 8		
	36		16 4	22 4	30 5	39 5	50 6	63 6	78 6	95 7	115 7	
	38		13 3	18 4	25 4	32 5	42 5	52 5	65 6	79 6	96 7	114 7
72	26			67 9	91 9	119 10						
	28			52 7	71 8	92 9	119 10					
	30			42 6	56 7	73 8	94 8	118 9				
	32			33 6	45 6	59 7	75 7	95 8	117 9			
	34			27 5	36 5	48 6	61 6	77 7	95 7	117 8		
	36			22 4	30 5	39 5	50 6	63 6	78 7	96 7	116 8	
	38			18 4	25 4	33 5	42 5	53 6	65 6	80 6	96 7	115 7
74	28			53 8	71 8	93 9	120 10					
	30			42 7	56 8	74 9	94 9	119 9				
	32			34 6	45 6	59 7	76 8	95 8	118 9			
	34			27 5	37 6	48 6	62 7	78 7	96 8	117 8		
	36			22 5	30 5	40 5	51 6	64 7	79 7	96 7	117 8	
	38			19 4	25 4	33 5	42 5	53 6	66 6	87 7	97 7	116 7
76	28			53 8	72 9	94 9	120 10					
	30			42 7	56 8	74 8	95 9	119 10				
	32			34 6	45 7	59 7	76 8	96 8	119 9			
	34			28 5	37 6	48 6	62 7	78 7	97 8	118 8		
	36			23 5	30 5	40 6	51 6	64 7	80 7	97 8	117 8	
	38			19 4	25 5	33 5	42 5	53 6	66 6	81 7	98 7	116 8
78	28				72 9	94 10	121 11					
	30				57 8	75 8	96 9	120 10				
	32				46 7	60 7	77 8	97 9	120 9			
	34				37 6	49 7	63 7	79 8	97 8	119 9		
	36				31 5	40 6	51 6	65 7	80 7	98 8	118 8	
	38				25 5	33 5	43 6	54 6	67 7	81 7	99 7	117 8
80	28				73 9	95 10	122 11					
	30				57 8	75 9	96 10	121 10				
	32				46 7	60 8	77 8	97 9	121 10			
	34				37 6	49 7	63 7	79 8	98 9	120 9		
	36				31 5	40 6	52 7	65 7	81 8	99 8	119 9	
	38				26 5	34 5	43 6	54 6	67 7	82 7	99 8	118 8

ここに y_1 : 造材部における全枝数 (本), y_2 : 樹幹より 30cm 離れた箇所枝の直径平均 (cm), D : 胸高直径 (cm), H : 樹高 (m), L : 採材長 (m)

そのほか予想する実験式として,

$$y = aD^{b_1}H^{b_2} - c(H-L)^{b_3}$$

$$y = a + b_1D + b_3(H-L)$$

なども吟味したが, 上式が選ばれた。計算結果や吟味過程は省略した。

第5節 1日の標準作業量の算出

国有林野事業の場合は, 暫定的ではあるが各作業種ごとに余裕時間と実働時間が決定されている。

余裕時間 (あるいは余裕率) が決定されていない場合は, 類似作業を観測し, 第30表の形式によって, 1日の余裕時間と実働時間を求めておく。

次に必要な要素作業と, 基準時間を求めるのであるが, 伐倒作業については第18表, 測尺作業は第20表, 玉切作業は第22表, 枝払作業については第27表にのせてある。

基準時間に対して, 作業条件の難易を加味し (これは要素作業の発生率によって表わす), 修正して標準時間を求める。標準時間を求めようとする地域の, 要素作業の発生率が必要になってくるわけである。

調査地の長野地域の, 要素作業の発生率はすでにわかっているから, 発生率によって修正した標準時間は, それぞれ上記表 (第18, 20, 22, 27表) の右端に標準時間として記載している。

実際の活用にあたっては, 伐倒作業は第19—1, 2表, 測尺作業は第21—1, 2表, 玉切作業は第23—1, 2表および第24表, 枝払作業は第28—1, 2表および第65図などのようにまとめておけばよい。そして, 補助表としての第25表の任意の末口径 (d) の推定表, 第26表の資材調査資料などからの胸高直径と樹

第30表 実働時間 (率) 基準表

区 分		時 間	率	摘 要
準備後仕末	始 動 準 備	①		身仕度, 機械調整, 道具準備
	終 業 後 仕 末	②		機械手入れ, 格納, 道具手入れ, 格納
余 裕	作 業 余 裕	③		作業中の機械調整, 給油, 道具修理
	職 場 余 裕	④		打合せ, 手待ち
	疲 れ 余 裕	⑤		立休み, 坐休み, 息抜き
	用 達 余 裕	⑥		水のみ, 汗ふき, 用達
移 動	立 木 間 移 動	⑦		道具とりまとめ, 移動
基礎除時間	化 粧 か け	⑧		
		⑨		
小 計		K	K'	①+②+……………+⑨
勤務時間内通勤		M	M'	
実 働		L	L'	$L = 480 - K - M$ $L' = 100 - K' - M'$
計		480分	100%	

第31表 伐木造材作業標準作業量算出表

要 素 区 分			分類記号	見出表	活 用 表	補助表
伐 倒	基 礎 ・ 定 加 時 間		A	第18表	第 19—1 表	
	追加・割増し	方向再考・方向決定	a			
		退避・受口直し・やり落し	b			
		障 害 除 去	イ			
		矢打ち・根張切り・足場作り・退避路作り	ロ			
測 尺	基 礎 ・ 定 加 時 間		B	第20表	第 21—1 表	
	追加・割増し	歩 行	a			
		枝先切り・採材検討・道具取替え	b			
		障 害 除 去	イ			
		つ る 除 去	ロ			
玉 切	基 礎・定 加	玉 切	C-1	第22表	第 23—1 表	第25表 第26表
		サルカ切り	C-2		第 23—2 表	
	追加・割増し	玉切の段取・足場固め	a			
		玉切の手直し	b			
		玉 切 の 歩 行	c			
		玉切の引落し・道具取替え・始動停止・位置替えほか	d			
		障 害 除 去	イ			
		捨 切 り	ロ		第 24 表	
枝 払	基 礎・定 加	枝・節 切 り	D-1	第27表	第 28—1 表 第 28—2 表	第29表
		枝・節切りの歩行	D-2			
	追加・割増し	枝 先 切 り	a			
		枝・節切りの段取・足場	b			
		枝・節切りの始動停止	c			
		障 害 除 去	d			
		木 廻 し	e			
		枝・節切りの枝片付・道具取替え・節探し	f			
		手 直 し	イ			
		1 本 当 た り 所 要 時 間			T	
1 日 当 た り 実 働 時 間 (率)			L (L')			
1 日 当 た り 処 理 本 数			W	W = L / T または 480 / T × (L')		
1 日 当 た り 作 業 量			Y			

高を知って平均の採材長を推定する表、第29表の枝数および枝直径平均を推定する表などを利用すると便利である。

さて、おのおの要素作業ごとの標準時間値は第31表に書き込まれ、立木1本または1日の作業時間（作業量）が求められることとなる。

機械による修正係数、作業員の技能差による修正係数を最後にほどこして正味時間となるのであるが、これら修正係数については、別報林試研報を参照されるとよい。

本方法による調査がすすめば、各要素作業の合理的な組み立てがわかり、作業方法の確立に役だつし、また近來の生産方式である全幹（全木）集材の場合は、伐倒と造材とに分割されても必要な要素作業だけ組み立てれば標準作業量を算出することができる。また、機械、地形、樹種、林況などの条件因子の変動に対して、各要素作業の変動と発生率を把握しておけば、条件が変わった場合の標準功程を組み立てることができるなど、応用性と再現性が高いものと信ずる。

第4章 考 察

第1節 直接時間研究法と標準資料法との精度の比較

計算の精度はわれわれの調査においては、時間分析技術と条件調査技術との相関において計算の精度はほぼ決まるが、それについても資料数が多くあれば資料の棄却が可能であり、それだけ計算精度があがることはもちろんであるが、反面作業研究の第1の目的である作業改善を行ないつつ、現在の作業を単純化し、標準化していくとき、異常値にあらわれたデータの1個1個がそれぞれ意味を持っているから、簡単に異常値として棄却されてしまうとその目的は果たさないことになる。

直接時間研究法では回帰分析によるまとめ方が多く、したがって、異常値は除去され、組の平均的なものを求めることになる。標準資料法では、使用する要素作業の抜き差し、ならびに環境条件の変動に応じ機敏に時間値の追加、割増しを与えていくので、両法の精度を論議することは当を得ないものではあるが実験的な現段階において、今後の標準資料法に対するすすめ方、考え方に対する一つの指針をうるために行なった。

1. 伐倒作業について

（1）直接時間研究法による回帰式

纏り伐倒作業の総観測時間をプロットしたのが第66図である。この観測時間に回帰式を与えると次のものを得た。

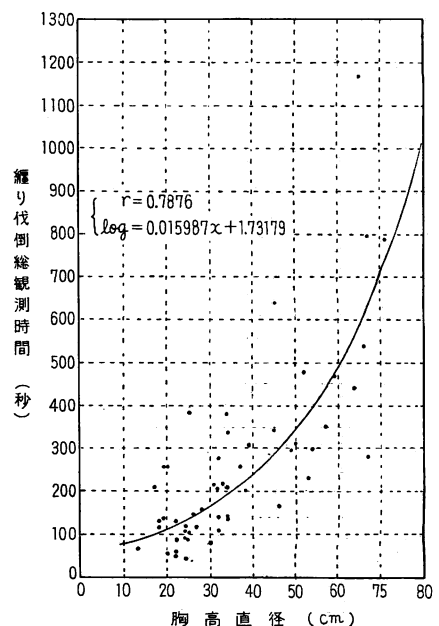
$$N=56$$

$$X=\text{胸高直径}$$

$$Y (= \log Y) = \text{纏り伐倒作業総観測時間}$$

$$\bar{x}=36.892857 \quad \log \bar{y}=2.321602$$

$$Sx^2=149.748571 \quad Sxy=23.940566 \quad Sy^2=6.170515$$



第66図 纏り伐倒作業総観測時間

相関係数 $r=0.78758$

回帰係数 $b=0.159872$

推定の分散と標準誤差 $s_{y \cdot x}^2=0.043391$, $s_{y \cdot x}=0.208304$

回帰係数の有意性 $t_b=46.268^{**}$, $d.f.=54$

回帰方程式 $\log \hat{y}=1.73179+0.015987x$

ここに, y : 纏り伐倒作業の回帰式による標準時間 (秒), x : 胸高直径 (cm)

(2) 纏り伐倒作業標準時間の精度

全資料のなかから任意に 36 本の木を選択し, これに前記 (1) の回帰式を用い, この木に対する標準時間値を算出する。この値を $\hat{y}_{\text{回}}$ とする。

一方, 同様に 36 本の木に対して, 今度は標準資料法による標準時間値を算定しておく。この値を $\hat{y}_{\text{標}}$ とする。

これら計算過程は第 32 表に標準時間あてはめの表として示されている。

さて,

観測時間を..... Y

標準資料法による標準時間を..... $\hat{y}_{\text{標}}$

回帰式 (直接時間研究法) による標準時間を..... $\hat{y}_{\text{回}}$

とし, 精度の尺度としての平均偏差を求めてみると,

$$\hat{y}_{\text{標}} \text{ における精度} \quad \text{平均偏差} = \frac{\sum |Y - \hat{y}_{\text{標}}|}{\sum \hat{y}_{\text{標}}} = \frac{2940.9}{9169.1} = 0.321$$

$$\hat{y}_{\text{回}} \text{ における精度} \quad \text{平均偏差} = \frac{\sum |Y - \hat{y}_{\text{回}}|}{\sum \hat{y}_{\text{回}}} = \frac{3041.5}{8781.1} = 0.346$$

標準資料法による平均偏差は 32.1%, 回帰式によった場合の平均偏差は 34.6% で, 標準資料法によったときの方が精度は良い。しかし, 両者とも平均偏差 10% 以上にあることは精度レベルとしては満足で

ないが, 平均偏差は 1 組の資料にいろいろの標準時間算定法を適用したときに, 相対的な精度をあらわすものとして鋭敏な検定法である。

2. 測尺作業について

(1) 直接時間研究法による回帰式

纏り測尺作業の総観測時間をプロットしたのが第 67 図である。この観測時間に回帰式を与えると次のものを得た。

$$N=55$$

$$X=\text{採材長}, Y=\text{纏り測尺作業総観測時間}$$

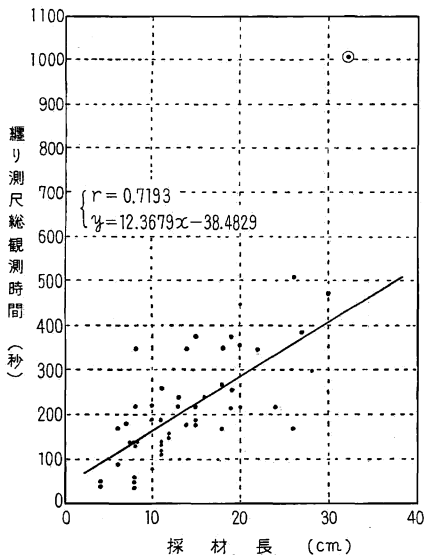
$$\bar{x}=14.3898 \quad \bar{y}=216.4545$$

$$Sx^2=2,270.0145, Sxy=28,186.6445$$

$$Sy^2=673,853.6464$$

$$\text{相関係数} \quad r=0.7193$$

$$\text{回帰係数} \quad b=12.3679$$



第67図 纏り測尺作業の総観測時間

第32表 標準時間あてはめの表

伐倒 No.	条件因子		Y 観測時間	標準資料法					直接時間研究法	
	D 胸高直径	H 樹高		$\hat{Y}_1$ 受口切り 追口切り	$\hat{Y}_2$ 方向決定 方向再考	$\hat{Y}_3$ 割増し 時間	$\hat{Y}$ 標 $\hat{Y}_1 + \hat{Y}_2 + \hat{Y}_3$	$Y - \hat{Y}$ 標 (偏差)	$\hat{Y}$ 回 纏り伐倒	$Y - \hat{Y}$ 回 (偏差)
	cm	m	秒	秒	秒	秒	秒		秒	
165	75.0	32.76	702	613.1	24.3	97.2	734.6	- 32.6	852.7	-150.7
161	39.0	16.84	310	129.9	7.9	97.2	235.0	75.0	226.6	83.4
163	20.0	15.06	61	57.3	6.9	97.2	161.4	-100.4	112.6	- 51.6
124	32.0	18.00	279	96.1	8.5	97.2	201.8	77.2	175.1	103.9
125	45.0	21.83	638	168.2	11.2	97.2	276.6	361.4	282.6	355.4
185	37.0	19.30	259	119.2	9.4	97.2	225.8	33.2	210.5	48.5
160	67.0	25.98	279	434.3	15.0	97.2	546.5	-267.5	635.2	-356.2
158	22.0	12.11	88	62.4	5.6	97.2	165.2	- 77.2	121.2	- 33.2
156	64.0	30.11	447	381.6	20.2	97.2	499.0	- 52.0	568.8	-121.8
155	50.0	27.03	312	208.7	16.2	97.2	322.1	- 10.1	339.7	- 27.7
188	26.0	12.31	150	74.2	5.7	97.2	177.1	- 27.1	140.4	9.6
195	24.0	13.63	44	68.1	6.3	97.2	171.6	-127.6	130.5	- 86.5
193	53.0	21.07	231	237.5	10.6	97.2	345.3	-114.3	379.4	-148.4
192	34.0	16.05	382	104.7	7.4	97.2	209.3	172.7	188.5	193.5
191	18.0	11.45	120	52.5	5.4	97.2	155.1	- 35.1	104.6	15.4
203	34.0	25.49	136	104.7	14.5	97.2	216.4	- 80.4	188.5	- 52.5
200	17.0	14.50	210	50.3	6.7	97.2	154.2	55.8	100.8	109.2
202	25.0	16.35	102	71.1	7.6	97.2	175.9	- 73.9	135.4	- 33.4
198	32.0	23.40	140	96.1	12.5	97.2	205.8	- 65.8	175.1	- 35.1
204	34.0	24.51	339	104.7	13.6	97.2	215.5	123.5	188.5	150.5
196	22.0	14.07	51	62.4	6.5	97.2	166.1	-115.1	121.2	- 70.2
153	54.0	31.03	297	248.0	21.5	97.2	366.7	- 69.7	393.6	- 96.6
150	32.0	15.33	107	96.1	7.1	97.2	200.4	- 93.4	175.1	- 68.1
130	13.5	9.37	69	43.3	4.6	97.2	145.1	- 76.1	88.6	- 19.6
129	45.0	22.57	345	168.2	11.8	97.2	277.2	67.8	282.6	62.4
151	49.0	22.55	294	199.9	11.8	97.2	308.9	- 14.9	327.5	- 33.5
152	46.0	20.24	165	175.7	10.0	97.2	282.9	-117.9	293.2	-128.2
134	24.0	14.01	119	68.1	6.4	97.2	171.7	- 52.7	130.5	- 11.5
135	32.0	10.14	176	96.1	4.9	97.2	198.2	- 22.2	175.1	0.9
136	30.0	16.08	84	88.2	7.5	97.2	192.9	-108.9	162.7	- 78.7
140	34.0	16.08	202	104.7	7.5	97.2	209.4	- 7.4	188.5	13.5
138	34.0	17.78	138	104.7	8.4	97.2	210.3	- 72.3	188.5	- 50.5
149	20.0	11.31	256	57.3	5.3	97.2	159.8	96.2	112.6	143.4
206	28.0	18.49	161	80.9	8.8	97.2	186.9	- 25.9	151.2	9.8
205	22.0	14.95	133	62.4	6.9	97.2	166.5	- 33.5	121.2	11.8
142	66.0	29.05	536	416.0	18.7	97.2	531.9	4.1	612.3	- 76.3
計			836.2				9169.1	+1066.9 -1874.0	8781.1	+1311.2 -1730.3

(注) $\log \hat{Y}_1 = 0.01872D + 1.38354$ $\log \hat{Y}_2 = 0.03080H + 0.37698$ $\log \hat{Y}_{\text{回}} = 0.15987D + 1.73179$

推定の分散と標準誤差 $S_{y \cdot x^2} = 6136.675196$, $S_{y \cdot x} = 78.3369$

任意の木に対する Y の分散は、

$$Sy_0^2 = S_{y \cdot x^2} \{1 + 1/n + (x_0 - \bar{x})^2 / Sx^2\} = 6248.3627 + 2.6927(x_0 - \bar{x})^2$$

信頼限界は $\hat{y}_0 \pm t_{53(0.05)} \cdot Sy_0$

回帰方程式は $\hat{y} = 38.4829 + 12.3679x$

ここに、 y : 纏り測尺作業標準時間 (秒), x : 採材長 (m)

(2) 纏り測尺作業標準時間の精度

全資料のなかから任意に 36 本の資料木を抽出し、これに上記 (1) の回帰式を用いて標準時間値を算出する。この値を $\hat{Y}_{\text{回}}$ とする。

一方、同様に 36 本の木に対して、今度は標準資料法による標準時間値を算定しておく。この値を $\hat{Y}_{\text{標}}$ とする。

これら計算過程は第 33 表に標準時間あてはめの表として示してある。

さて、

観測時間を..... Y

標準資料法による標準時間を..... $\hat{Y}_{\text{標}}$

回帰式 (直接時間研究法) による標準時間を..... $\hat{Y}_{\text{回}}$

とし、精度の尺度としての平均偏差を求めてみると、

$$\hat{Y}_{\text{標}} \text{ における精度 } \quad \text{平均偏差} = \frac{\sum |Y - \hat{Y}_{\text{標}}|}{\sum \hat{Y}_{\text{標}}} = \frac{2254.9}{7824.9} = 0.288$$

$$\hat{Y}_{\text{回}} \text{ における精度 } \quad \text{平均偏差} = \frac{\sum |Y - \hat{Y}_{\text{回}}|}{\sum \hat{Y}_{\text{回}}} = \frac{2105}{7658} = 0.275$$

標準資料法による平均偏差は 28.8%, 回帰式によった場合の平均偏差は 22.5% で、回帰式によったときの方が精度がわずかに良い。しかし、両者とも平均偏差 10% 以上にあることは精度レベルとしては満足でない。

3. 玉切作業について

(1) 直接時間研究法による回帰式

纏り玉切作業の総観測時間を打点する第 68—1, 2 図が得られた。そのほかの因子として樹高, 歩止りについても計算吟味されたが、結果的に胸高直径と採材長の 2 因子が取り上げられることになった。この観測時間に回帰式を与えると次のものとなった。

$$N = 56$$

$$\bar{x} = 36.89286 \quad \bar{y} = 14.71750 \quad \log \bar{y} = 2.57478$$

$$Sx_1^2 = 14974.85714 \quad Sx_2^2 = 2609.73065 \quad Sy^2 = 10.53255$$

$$Sx_1x_2 = 5441.75000 \quad Sx_1y = 376.41215 \quad Sx_2y = 150.61328$$

$$c_{11} = 2.75646 \times 10^4 \quad c_{12} = -5.74770 \times 10^4 \quad c_{22} = 15.81678 \times 10^4$$

$$\text{重相関係数} \quad R^2 = S\hat{y}^2 / Sy^2 = 0.92703 \quad R = 0.96282$$

$$\text{回帰係数} \quad b_1 = 0.017188 \quad b_2 = 0.021871$$

$$\text{推定の分散} \quad S_{y \cdot 12}^2 = Sd_{y \cdot 12}^2 / (N - 3) = 0.014500$$

$$\text{推定の標準誤差} \quad S_{y \cdot 12} = 0.12042$$

第33表 標準時間あてはめの表

伐倒 No.	条件因子		Y 観測時間	標準資料法					直接時間研究法	
	H 樹高	L 採材長		$\hat{Y}_1$ 測尺	$\hat{Y}_2$ 歩行	$\hat{Y}_3$ 割増時間	$\hat{Y}_{標}$ $\hat{Y}_1 + \hat{Y}_2 + \hat{Y}_3$	$Y - \hat{Y}_{標}$ (偏差)	$\hat{Y}_{回}$ 纏り測尺	$Y - \hat{Y}_{回}$ (偏差)
	m	m	秒	秒	秒	秒	秒		秒	
165	32.76	28.85	300	266.5	78.1	51.7	396.3	- 96.3	395	- 95
161	16.84	11.23	122	102.4	37.8	51.7	191.9	- 69.9	177	- 55
163	15.06	10.20	220	89.0	33.3	51.7	174.0	46.0	165	55
124	18.00	13.30	228	111.3	40.7	51.7	203.7	24.3	203	25
125	21.83	16.35	249	142.2	50.4	51.7	244.3	4.7	241	8
185	19.30	15.33	183	121.5	44.0	51.7	217.2	- 34.2	228	- 45
160	25.98	18.48	172	180.0	60.9	51.7	292.6	-120.6	267	- 95
158	12.11	8.15	136	67.2	25.7	51.7	144.6	- 8.6	139	3
156	30.11	24.45	225	227.0	71.4	51.7	350.1	-125.1	341	-116
155	27.03	20.42	364	190.8	63.6	51.7	306.1	57.9	291	73
188	12.31	8.12	355	68.7	26.3	51.7	146.7	208.3	139	216
195	13.63	8.17	141	78.4	29.6	51.7	159.7	- 18.7	140	1
193	21.07	15.84	381	135.8	43.5	51.7	231.0	150.0	234	147
192	16.05	11.27	111	96.4	35.8	51.7	183.9	- 72.9	178	- 67
191	11.45	8.14	226	62.4	24.1	51.7	138.2	87.8	139	87
203	25.49	20.46	225	175.2	59.7	51.7	286.6	- 61.6	292	- 67
200	14.50	8.58	45	84.8	31.8	51.7	168.3	-123.3	145	-100
202	16.35	12.23	157	98.7	36.5	51.7	186.9	- 29.9	190	- 33
198	23.40	19.40	221	155.8	54.4	51.7	261.9	- 40.9	278	- 57
204	24.51	19.37	263	165.8	57.2	51.7	274.7	- 11.7	278	- 15
196	14.07	10.23	89	81.6	30.7	51.7	164.0	- 75.0	165	- 76
153	31.03	27.53	393	239.6	73.7	51.7	365.0	28.0	379	14
150	15.33	11.17	263	91.0	33.9	51.7	176.6	86.4	177	86
130	9.37	4.07	48	47.4	18.8	51.7	117.9	- 69.9	89	- 41
129	22.57	19.35	380	148.5	52.3	51.7	252.5	127.5	278	102
151	22.55	18.80	275	148.3	52.2	51.7	252.2	22.8	271	4
152	20.24	14.32	183	129.0	46.4	51.7	227.1	- 44.1	216	- 33
134	14.01	11.25	144	81.2	30.6	51.7	163.5	- 19.5	178	- 34
135	10.14	6.16	92	52.9	20.8	51.7	125.4	- 33.4	115	- 23
136	16.08	8.20	146	96.6	35.8	51.7	184.1	- 38.1	140	6
140	16.08	11.21	194	96.6	35.8	51.7	184.1	9.9	177	17
138	17.78	14.33	355	109.6	40.1	51.7	201.4	153.6	216	139
149	11.31	7.18	186	61.4	23.7	51.7	136.8	49.2	127	59
206	18.49	12.21	141	115.1	41.9	51.7	208.7	- 67.7	189	- 48
205	14.95	10.19	190	88.2	33.0	51.7	172.9	17.1	165	25
142	29.05	22.47	354	213.6	68.7	51.7	334.0	20.0	316	38
計			7757				7824.9	+1093.5 -1161.4	7658	+1102 -1003

(注) $\hat{Y}_1 = 7.0600H + 0.15017e^{0.18011H} - 19.6085$ $\hat{Y}_2 = 2.5356H - 4.9395$ $\hat{Y}_{回} = 12.3679L + 38.4829$

第34表 標準時間あ

伐倒 No.	条 件 因 子														
	d 平 均								D 胸高直径	H 樹 高	L 採材長	q 手直した玉 数	s 化粧掛 面積	c 捨切 直径	
	1 玉	2 玉	3 玉	4 玉	5 玉	6 玉	7 玉	8 玉							
165	71.2	64.5	58.3	52.5	43.4	36.1	20.3	12.4	75.0	32.76	28.85	5	492.0	24.5	
161	32.6	26.8	17.3						39.0	16.84	11.23	1			
163	16.4	12.0	9.4						20.0	15.06	10.20	0			
124	29.1	24.8	15.9	11.1					32.0	18.00	13.30	1	189.0		
125	40.1	31.8	27.4	16.5					45.0	21.83	16.35	1			
185	32.0	27.9	17.1	11.0					37.0	19.30	15.33	2			
160	61.1	57.9	53.6	45.8	29.0				67.0	25.98	18.48	3	472.0		
158	21.1	14.2							22.0	12.11	8.15	0			
156	57.8	53.7	50.1	41.2	32.8	1.95			64.0	30.11	24.45	5			
155	41.7	37.8	33.0	26.2	15.4				50.0	27.03	20.42	5			
188	21.1	13.9							26.0	12.31	8.12	0			
195	20.1	13.5							24.0	13.63	8.17	0			
193	52.3	35.8	28.9	19.9					53.0	21.07	15.84	1	105.0		
192	25.5	19.7	16.5						34.0	16.05	11.27	0			
191	14.1	8.6							18.0	11.45	8.14	1			
203	31.9	28.0	24.4	19.6	13.1				34.0	25.49	20.46	5			
200	14.2	10.5							17.0	14.50	8.58	0		14.0	
202	21.4	19.9	11.9						25.0	16.35	12.23	2			
198	29.4	25.1	21.8	16.3	11.7				32.0	23.40	19.40	3	242.0		
204	30.9	27.1	23.4	17.1	11.7				34.0	24.51	19.37	2			
196	16.5	13.3	10.2						22.0	14.07	10.23	0		26.3	
153	47.9	44.3	39.0	35.8	29.4	20.4	10.1		54.0	31.03	27.53	4		16.6	
150	29.8	27.1	20.7	11.4					32.0	15.33	11.17	2		16.0	
130	10.8								13.5	9.37	4.07	0	284.0		
129	38.3	35.3	28.7	24.0	15.7				45.0	22.57	19.35	4			
151	44.0	40.3	34.8	28.4	20.9	13.6			49.0	22.55	18.80	2			
152	37.6	32.0	24.9	18.9					46.0	20.24	14.32	2	211.0		
134	20.3	14.3	8.9						24.0	14.01	11.25	1			
135	17.8	13.7							32.0	10.14	6.16	0			
136	23.5	18.7							30.0	16.08	8.20	0			
140	31.4	24.9	16.8						34.0	16.08	11.21	1			
138	28.2	22.9	15.5	8.4					34.0	17.78	14.33	2			
149	16.1	10.6							20.0	11.31	7.18	0			
206	25.8	21.6	16.3						28.0	18.49	12.21	1			
205	19.1	13.9	9.2						22.0	14.95	10.19	1			
142	60.7	56.5	51.3	39.6	30.0	22.6			66.0	29.05	22.47	3	274.0		
計															

(注) $\log \hat{y}_1 = -2.36590 + 2.57837 \log d + 6.84436 \frac{1}{d}$

$\log \hat{y}_5 = 0.64221 + 0.021238 D$

$\log \hat{y}_2 = 0.61099 + 0.01956 D$

$\log \hat{y}_6 = 1.36364 + 0.014308 D$

$\log \hat{y}_3 = 0.35970 + 0.01201 D + 0.14827 q$

$\log \hat{y}_7 = 4.309 + 0.0918 s$

$\log \hat{y}_4 = 0.55208 + 0.043892 H$

$47.1 + \log \hat{y}_8 = 0.42357 + 0.040617 c$

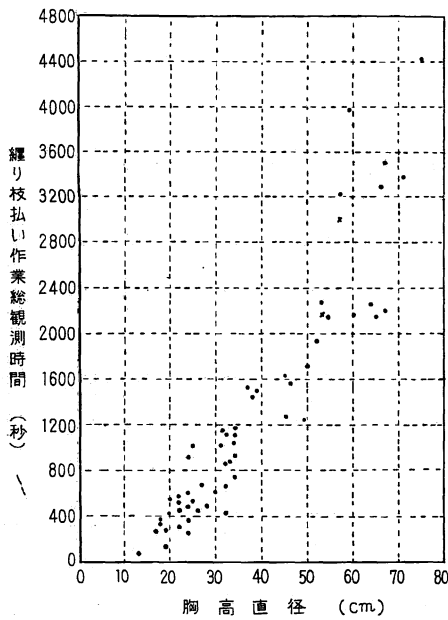
$\log \hat{y}_{\text{回}} = 1.61881 + 0.017188 D + 0.021871 L$

て は め の 表

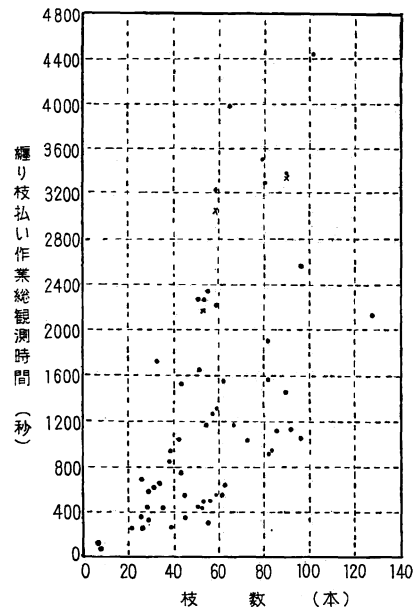
Y 観測時間	標準時間資料法										直接研究法		
	$\hat{Y}_1$ 玉切	$\hat{Y}_2$ 段取足場	$\hat{Y}_3$ 手直し	$\hat{Y}_4$ 歩行	$\hat{Y}_5$ 障害除去	$\hat{Y}_6$ サルカリ	$\hat{Y}_7$ 化粧掛	$\hat{Y}_8$ 捨切り	$\hat{Y}_9$ 割増時間	$\hat{Y}_{標}$ $\hat{Y}_1 + \dots + \hat{Y}_9$	$Y - \hat{Y}_{標}$ (偏差)	$\hat{Y}_{回}$ 纏り玉切	$Y - \hat{Y}_{回}$ (偏差)
秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒		秒	
2599	1147.5	119.7	100.4	97.7	171.8	273.4	49.5	73.3	105.1	2138.4	460.6	3458	-859
351	109.7	23.7	9.5	19.6	29.6	83.5			39.4	315.0	36.0	343	8
129	32.4	10.1		16.3	11.7	44.7			39.4	154.6	-25.6	153	-24
253	99.3	17.3	7.8	22.0	21.0	66.3	21.7		52.6	308.0	-55.0	288	-35
671	194.1	31.0	11.2	32.4	39.6	101.7			52.6	462.6	208.4	562	109
544	119.2	21.6	12.6	25.1	26.8	78.2			52.6	336.1	207.9	389	155
1459	748.9	83.5	40.7	49.2	116.2	210.0	47.6		65.7	1361.8	97.2	1495	-36
136	35.8	11.0		12.1	12.9	47.7			26.3	145.8	-9.8	150	-14
1850	675.6	72.9	74.1	74.8	100.3	190.3			78.8	1266.8	583.2	1793	57
763	277.4	38.8	50.3	54.8	50.6	120.0			65.7	657.6	105.4	841	-78
192	35.5	13.2		12.4	15.7	54.4			26.3	157.5	34.5	175	17
121	33.0	12.0		14.1	14.2	50.9			26.3	150.5	-29.5	162	-41
767	289.5	44.4	14.0	30.0	58.6	132.4	13.9		52.6	635.4	131.6	752	15
252	70.1	18.9		17.6	23.1	70.8			39.4	239.9	12.1	282	-30
180	19.0	9.2	5.3	11.3	10.6	41.8			26.3	123.5	56.5	128	52
605	156.5	18.9	32.3	46.9	23.1	70.8			65.7	414.2	190.8	447	158
136	20.5	8.8		15.4	10.1	40.5		56.9	26.3	178.5	-42.5	126	10
290	55.0	12.6	9.1	18.6	14.9	52.6			39.4	202.2	87.8	207	83
360	127.0	17.3	15.4	38.0	21.0	66.3	26.5		65.7	377.2	-17.2	392	-32
268	142.3	18.9	11.6	42.5	23.1	70.8			65.7	374.9	-106.9	424	-156
101	34.6	11.0		14.8	12.9	47.7			39.4	160.4	-59.4	166	-65
1219	461.6	46.5	39.9	82.0	61.5	137.0		137.7	92.0	1058.2	160.8	1410	-191
290	116.2	17.3	11.0	16.8	21.0	66.3		59.0	52.6	360.2	-70.2	259	31
53	8.6	7.5		9.2	8.5	36.0			13.1	82.9	-29.9	87	-34
696	231.5	31.0	31.1	34.9	39.6	101.7	30.4		65.7	565.9	130.1	654	42
805	334.7	37.1	17.6	34.8	48.2	116.1			78.8	667.3	137.7	745	60
370	180.7	32.4	16.2	27.6	41.6	105.2			52.6	456.3	-86.3	528	-158
219	41.5	12.0	6.3	14.7	14.2	50.9	23.7		39.4	202.7	16.3	189	30
150	29.1	17.3		9.9	21.0	66.3			26.3	169.9	-19.9	201	-51
210	47.9	15.8		18.1	19.0	56.2			26.3	183.3	26.7	206	4
283	99.7	18.9	8.2	18.1	23.1	70.8			39.4	278.2	4.8	281	2
293	88.3	18.9	11.6	21.5	23.1	70.8			52.6	286.8	6.2	329	-36
156	23.4	10.1		11.2	11.7	44.7			26.3	127.4	28.6	131	25
282	74.3	14.4	7.0	23.1	17.3	58.1			39.4	233.6	48.4	233	49
129	38.9	11.0	5.9	16.2	12.9	47.7			39.4	172.0	-43.0	166	-37
1285	717.3	79.8	39.5	67.2	110.9	203.2	29.5		78.8	1326.2	-41.2	1757	-372
18467										16331.8	+2771.6 -636.4	19909	+907 -2249

 $\hat{Y}_9$ =割増時間 早見表

玉数	1	2	3	4	5	6	7	8
時間(秒)	13.1	26.3	39.4	52.6	65.7	78.8	92.0	105.1



第 69-1 図 纏り枝払作業総観測時間



第 69-2 図 纏り枝払作業総観測時間

4. 枝払作業について

(1) 直接時間研究法による回帰式

纏り枝払作業の総観測時間を打点すると第 69-1, 2 図になる。この観測時間に回帰式を与えると次のものになった。

$$N=56$$

$$X_1 = \text{胸高直径} \quad X_2 = \text{採材部の全枝数}$$

$$Y (= \log Y) = \text{纏り枝払作業全観測時間}$$

$$\bar{x}_1 = 36.89286 \quad \bar{x}_2 = 56.01786 \quad \log \bar{y} = 2.95497$$

$$Sx_1^2 = 14,974.85714 \quad Sx_1x_2 = 12,297.1074 \quad Sx_1y = 312.27882$$

$$Sx_2^2 = 34,014.98214 \quad Sx_2y = 355.71763 \quad Sy^2 = 8.12436$$

$$\text{回帰係数} \quad b_1 = 0.017445 \quad b_2 = 0.004151$$

$$\text{重相関係数} \quad R^2 = S\hat{y}^2 / Sy^2 = 0.85228 \quad R = 0.92319$$

$$\text{推定の分散} \quad S_{y \cdot 12}^2 = Sd_{y \cdot 12}^2 / (N-3) = 0.022644$$

$$\text{推定の標準誤差} \quad S_{y \cdot 12} = 0.150479$$

$$\text{回帰係数の有意性} \quad t_b = 11.896^{**} \quad t_c = 4.266^{**}$$

$$\text{偏相関係数} \quad r_{Y1 \cdot 2} = 0.8556^{**} \quad r_{Y2 \cdot 1} = 0.5407^{**}$$

$$\text{回帰方程式} \quad \log \hat{y} = 2.078850 + 0.017445x_1 + 0.004151x_2$$

ここに、 y : 纏り枝払作業標準時間 (秒), x_1 : 胸高直径 (cm), x_2 : 採材部における全枝数 (本)

(2) 纏り枝払作業標準時間の精度

全資料のなかから任意に 36 本の資料を抽出し、これに上記 (1) の回帰式を用い、この木に対する標準時間値を算出する。この値を $\hat{y}$ とする。

第 35 表 標準時間あ

伐倒 No.	条 件 因 子					Y 観測時間	標		
	D 胸高直径	H 樹 高	L 採材長	g 枝 直 径 均 平	f 枝 数		$\hat{Y}_1$ 枝先切り	$\hat{Y}_2$ 枝 切 り	$\hat{Y}_3$ 段 足 取 場
	cm	m	m	cm	本	秒	秒	秒	秒
165	75.0	32.76	28.85	7.0	109	4421	402.5	1497.1	109.0
161	39.0	16.84	11.23	6.1	43	1496	110.9	321.2	20.4
163	20.0	15.06	10.20	2.9	52	412	32.4	184.7	8.8
124	32.0	18.00	13.30	5.2	37	844	104.3	231.4	23.2
125	45.0	21.83	16.35	5.4	51	1632	179.4	321.4	33.8
185	37.0	19.30	15.33	5.8	61	1545	141.0	431.2	32.4
160	67.0	25.98	18.48	9.3	79	3509	278.8	1385.1	68.0
158	22.0	12.11	8.15	4.9	28	578	20.9	180.1	9.8
156	64.0	30.11	24.45	7.6	51	2243	322.4	532.6	89.5
155	50.0	27.03	20.42	5.5	33	1722	234.7	228.7	49.5
188	26.0	12.31	8.12	5.6	29	447	35.2	215.8	11.1
195	24.0	13.63	8.17	4.5	26	365	28.4	157.8	9.1
193	53.0	21.07	15.84	6.5	53	2238	203.8	430.8	38.0
192	34.0	16.05	11.27	5.9	43	737	93.0	306.7	19.9
191	18.0	11.45	8.14	2.6	45	348	6.3	149.7	5.5
203	34.0	25.49	20.46	3.5	96	1065	176.9	515.5	32.8
200	17.0	14.50	8.58	(2.5)	26	261	6.7	99.7	5.8
202	25.0	16.35	12.23	5.2	44	530	69.1	266.5	20.2
198	32.0	23.40	19.40	(4.4)	85	1121	160.0	507.6	37.1
204	34.0	24.51	19.37	3.4	91	1120	167.0	455.5	29.2
196	22.0	14.07	10.23	(3.1)	55	309	39.9	205.5	9.4
153	54.0	31.03	27.53	4.8	127	2127	314.1	1299.4	71.4
150	32.0	15.33	11.17	7.0	26	671	84.9	280.1	22.9
130	13.5	9.37	4.07	(2.1)	8	74	47.2	63.2	1.4
129	45.0	22.57	19.35	5.8	59	1285	206.8	414.1	47.6
151	49.0	22.55	18.80	6.6	57	1246	216.3	477.9	51.1
152	46.0	20.24	14.32	6.2	81	1570	164.5	707.8	30.8
134	24.0	14.01	11.25	(3.4)	81	915	56.5	372.2	12.0
135	32.0	10.14	6.16	(4.7)	35	412	39.1	198.1	6.0
136	30.0	16.08	8.20	8.3	31	604	50.5	417.7	16.1
140	34.0	16.08	11.21	5.6	66	1172	92.5	455.6	18.8
138	34.0	17.78	14.33	4.1	82	915	121.0	446.0	21.1
149	20.0	11.31	7.18	3.2	60	530	4.8	232.6	5.4
206	28.0	18.49	12.21	3.1	53	476	79.8	197.4	12.6
205	22.0	14.95	10.19	3.5	58	448	39.6	239.4	10.4
142	66.0	29.05	22.47	6.5	80	3275	311.6	743.1	67.5
計						42663			

注 $\hat{Y}_1 = 3.635D + 9.126L - 133.399$ $\hat{Y}_5 = 12.916H - 86.093$ $\log \hat{Y}_2 = 0.0087696f + 0.0997063g + 1.5214124$ $\log \hat{Y}_6 = 0.019619D + 0.782754$ $\log \hat{Y}_3 = 1.64445 \log L + 0.91532 \log g - 1.13733$ $\log \hat{Y}_7 = 0.020174D + 0.122207g + 0.674818$ $\hat{Y}_4 = 0.7444H - 0.3115$ $\hat{Y}_{\text{回}} = 0.017445D + 0.0041510f + 2.078850$

て は め の 表

標準時間資料法									直接研究法	
$\hat{Y}_4$ 始動停止	$\hat{Y}_5$ 歩 行	$\hat{Y}_6$ 障害除去	$\hat{Y}_7$ 手直し	$\hat{Y}_8$ 木廻し	(玉数)	$\hat{Y}_9$ 割増時間	$\hat{Y}_{標}$ $\hat{Y}_1 + \dots + \hat{Y}_9$	$Y - \hat{Y}_{標}$ (偏差)	$\hat{Y}_{回}$ 纏り枝払	$Y - \hat{Y}_{回}$ (偏差)
秒	秒	秒	秒	秒		秒	秒		秒	
24.1	337.0	179.5	1105.0	261.3	8	64.3	3979.8	441.2	6913	-2492
12.2	131.4	35.3	161.1	117.6	3	24.1	934.2	561.8	866	630
10.9	108.4	15.0	27.1	41.8	3	24.1	453.2	-41.2	440	-28
13.1	146.4	25.7	90.3	89.7	4	32.2	756.3	87.7	618	226
15.9	195.9	46.3	174.8	141.6	4	32.2	1141.3	490.7	1190	442
14.1	163.2	32.3	134.9	109.7	4	32.2	1091.0	454.0	950	595
19.0	249.5	125.1	1455.5	229.4	5	40.2	3850.6	-341.6	3764	-255
8.7	70.3	16.4	52.2	49.8	2	16.1	424.3	155.0	379	199
22.1	302.8	109.2	784.7	217.4	6	48.2	2428.9	-185.9	2553	-310
19.8	263.0	58.0	226.8	161.5	5	40.2	1282.2	439.8	1225	497
8.9	72.9	19.6	76.5	65.7	2	16.1	521.8	-74.8	450	-3
9.8	90.0	17.9	51.2	57.8	2	16.1	438.1	-73.1	403	-38
15.4	186.0	66.5	345.4	173.5	4	32.2	1491.6	746.4	1673	565
11.6	121.2	28.2	120.7	97.7	3	24.1	823.1	-86.1	709	28
8.2	61.8	13.7	22.7	33.8	2	16.1	317.8	30.2	380	-32
18.7	243.1	28.2	61.4	97.7	5	40.2	1214.5	-149.5	1176	-111
10.5	101.2	13.1	21.1	29.8	2	16.1	304.0	-43.0	304	-43
11.9	125.1	18.8	65.3	61.7	3	24.1	662.7	-132.7	498	32
17.1	216.1	25.7	72.1	89.7	5	40.2	1165.6	-44.6	977	144
17.9	230.5	28.2	59.7	97.7	5	40.2	1125.9	-5.9	1121	-1
10.2	95.6	16.4	31.4	49.8	3	24.1	482.3	-173.3	491	-182
22.8	314.7	69.5	224.3	177.5	7	56.3	2550.0	-423.3	3532	-1405
11.1	111.9	25.7	149.9	89.7	4	32.2	808.4	-137.4	556	115
6.7	34.9	11.2	16.0	15.8	1	8.0	110.0	-36.0	223	-149
16.5	205.4	46.2	195.6	141.6	5	40.2	1314.0	-29.0	1285	0
16.5	205.2	55.5	295.1	157.6	6	48.2	1523.4	-277.4	1480	-234
14.8	175.3	48.4	229.4	145.6	4	32.2	1548.8	21.2	1650	-80
10.1	94.9	17.9	37.5	57.8	3	24.1	683.0	232.0	682	233
7.2	44.9	25.7	78.5	89.7	2	16.1	505.3	-93.3	606	-194
11.7	121.6	23.5	197.0	81.7	2	16.1	935.9	-331.9	538	66
11.7	121.6	28.2	110.9	97.7	3	24.1	961.1	210.9	883	289
12.9	143.6	28.2	72.7	97.7	4	32.2	975.4	-60.4	1029	-114
8.1	60.0	15.0	29.5	41.8	2	16.1	413.3	116.7	475	55
13.5	152.7	21.5	41.6	73.7	3	24.1	616.9	-140.9	613	-137
10.8	107.0	16.4	35.2	49.8	3	24.1	532.7	-84.7	505	-57
21.3	289.1	119.6	631.9	225.4	6	48.2	2457.7	817.3	3650	-375
							40825.1	+4804.9 -2965.7	44787	+4116 -6240

 $\hat{Y}_9$: 割増時間早見表

玉数	1	2	3	4	5	6	7	8
時 間	8.0	16.1	24.1	32.2	40.2	48.2	56.3	64.3

一方、同様に 36 本の木に対して、今度は標準資料法によるところの標準時間値を算定しておく。この値を $\hat{Y}$ 標とする。

これら計算過程は第 35 表に標準時間あてはめの表として示している。

さて、

観測時間を…………… Y

標準資料法による標準時間を…………… $\hat{Y}$ 標

回帰式（直接時間研究法）による標準時間を…………… $\hat{Y}$ 回

とし、精度の尺度としての平均偏差を計算する。

$$\hat{Y} \text{ 標における精度} \quad \text{平均偏差} = \frac{\sum |Y - \hat{Y} \text{ 標}|}{\sum \hat{Y} \text{ 標}} = \frac{7,770.6}{40,825.1} = 0.190$$

$$\hat{Y} \text{ 回における精度} \quad \text{平均偏差} = \frac{\sum |Y - \hat{Y} \text{ 回}|}{\sum \hat{Y} \text{ 回}} = \frac{10,356}{44,787} = 0.231$$

標準資料法による平均偏差は 19.0%，回帰式によった場合の平均偏差は 23.1% で、標準資料法によったときの精度が大分よい。しかし、両者とも平均偏差 10% 以上にあることは精度レベルとしては満足でない。

第 2 節 第 1 次調査と今回の第 2 次調査との比較

熊本局管内での第 1 次調査に引きつづき、樹種を同一とし、とくに作業員個人の技能差、努力差を考慮して特定の同一人で調査を行なってみたが、結果的にはわれわれの目途とした標準資料法による工程表の作成は可能であろう確信は得たが、しかし多くの問題点が残されており、これらについて以下述べて考察を加えてみたい。

1. 作業量の差異

第 1 次調査（熊本局管内）と第 2 次調査（長野局管内）の両所において求められた標準資料法による算定式で、胸高直径 50cm の立木に対して、標準時間値を算出してみれば第 36 表になる。

第 1 次調査の算定式では合計時間 1,400 秒、第 2 次調査のものでは 2,840 秒であり、第 2 次調査ではちょうど 2 倍の時間値である。

われわれの分析手法は両所とも同一である点、この作業量差の原因を追求することが急務である。

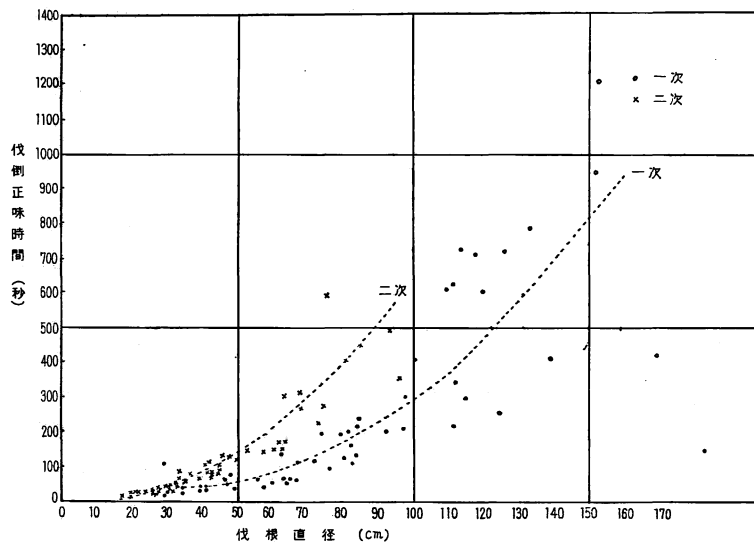
第36表 胸高直径 50cm の立木に対する第 1 次調査と第 2 次調査の算定式による標準時間値

纏 り		1 次調査	2 次調査	1次/2次×100
		秒	秒	%
伐	木	200	340	59.0
玉	切	550	800	69.0
枝	払	650	1700	38.0
計		1400	2840	49.0

このため鋸断時の正味時間を調べてみると第 70, 71 図の状態である。第 70 図は伐倒時の受口切り、追口切りだけに要した正味鋸断時間であり、第 71 図は玉切作業での正味鋸断時間である。第 1 次調査と第 2 次調査では鋸断時間に非常に大きな差異があり、直径の増すにしたがいその差はいよいよ大きくなっている。この点は第 1 次調査と第 2 次調査の作業員の技能、あるいは使用機械の差異、とくに機械の性能もしくは整備の未熟等が考えられる。

2. 使用機種について

両所ともマツカラー・チェンソーを使用した。第 1 次調査では 7.0 PS のギヤドライブ形であり、第 2 次調査では 5.5 PS のダイレクトドライブ形であった。文献 25) で著者らが発表しているごとく、材

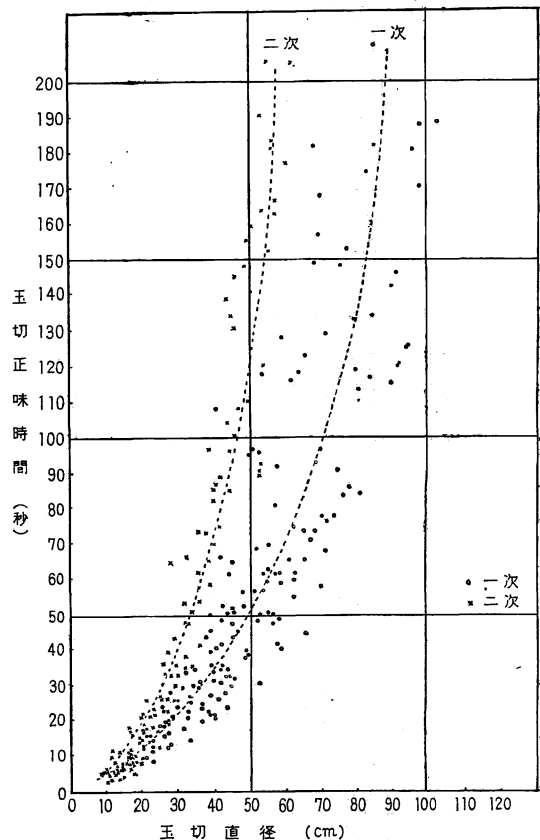


第70図 伐倒時の受口切り，追口切正味鋸断時間

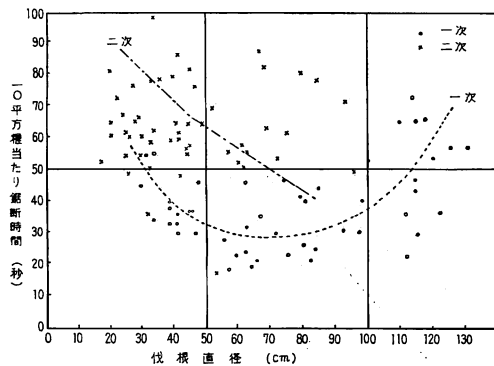
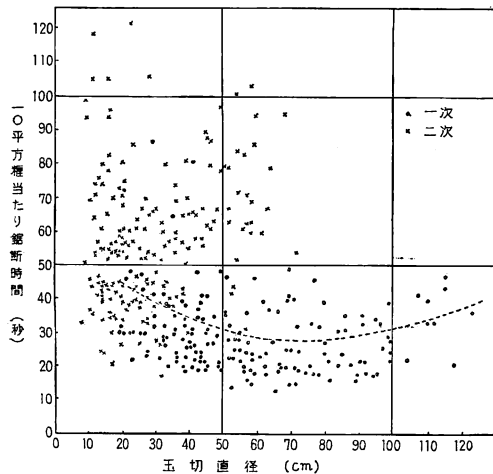
径の大きさが増すにしたがい，ギヤドライブ形はダイレクトドライブ形に比し鋸断時間が早くなっている。しかしモミ・ツガの針葉樹での両形式間のその差は約1.20であった。とすれば形式の違いによる差のほかにも他の原因がありそうだ。

第2次調査での使用機械は予備機のものを使っている。機械の整備状態，性能低下の都合などは調査しなかったが，多分その面の考慮も入れておく必要があったのかと思う。この点で機械履歴簿の方から調べあげてみると，第1次調査では経過年次にしたがって作業量もわずかず増加していつていることが認められる。ただ第2次調査の機械は，初年度より2年度がかえて作業量が低下しており，3年度目はふたたび増加している。このあたりに何か機械取扱い上の欠陥があったのではないか。

次に第72-1，2図のような10cm²当たり切断時間と直径との相関図を作った場合，一定の能率線が描かれるのが通常である。第1次調査では，伐倒にあっては伐根径70cm前



第71図 玉切時の正味鋸断時間

第72—1図 伐倒時の10cm²当たり鋸断時間第72—2図 玉切時の10cm²当たり鋸断時間

後、玉切にあっては丸太直径70cm前後がいちばん能率のよい点である。しかし第2次調査の資料については、伐倒にあっては玉切にあっては点のパラツキが大きくて、能率線の軌跡は求められない状態である。伐倒についてだけ無理して求めれば破線で示したような軌跡にしかならず、したがって、能率の最大点も不明であるということになる。

このことは機械の性能が安定していなかった結果と思われるし、また図の点のちらばり位置が、第1次調査の単位当たり時間より高くなっていることは、技能的の面、機械劣化の予想とあわせ、ソーチェンの目立てのまずさ、すなわち目立技術の未熟が多分にあったのではないかと思考する。

3. 作業手順の差異

両所の作業量の差異についての原因としていけば大きなものは、現在のところでは作業手順の差異によるものではないかと考える。

両所の要素作業系統図を対比してみると、あまりにも違うのにおどろかされる。第1次調査のものは、わりあい図が単純になっているのに比し第2次調査の要素作業系統図はまことに複雑である。

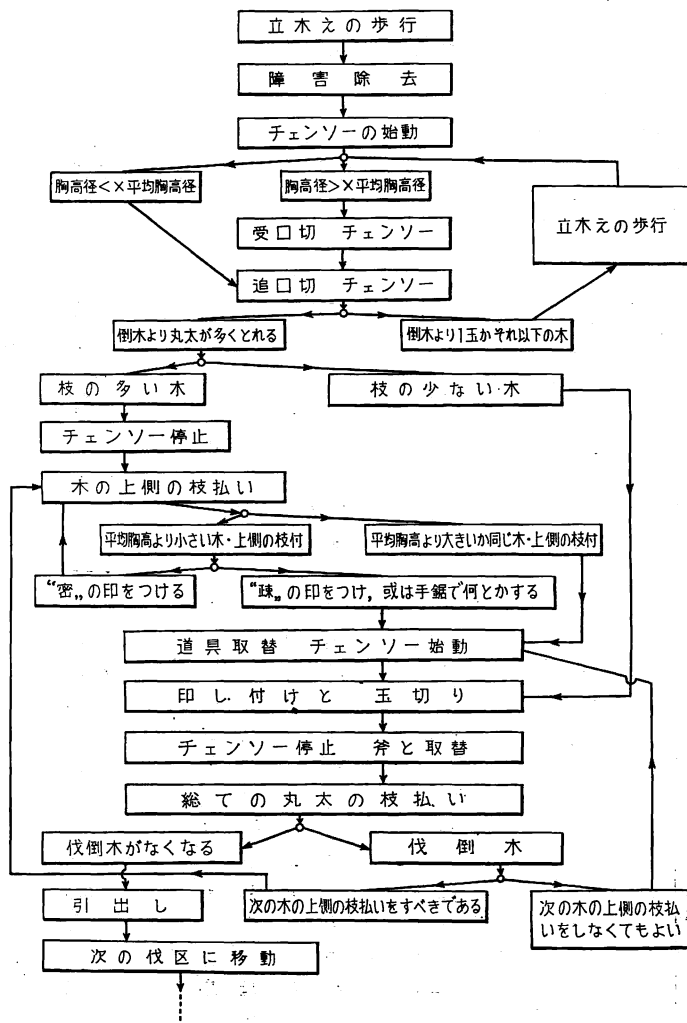
いま胸高直径50cmの立木に対して、その立木を生産してしまうまでの要素作業数と、その要素作業1回当たりの平均時間につき調べあげれば第37表のようになる。前述の第36表では、同立木を処理する時間にちょうど倍の開きがあったが、要素作業数では倍以上の開きがある。これは、第2次調査地の作業仕様は、非常に手をかけて丸太を生産していることである。手をかけている工程部分は、玉切や枝払いの手直し作業が、大変多いことのようにである。要素作業数は多いが、要素1回当たりの時間は逆に少なくなっている。このあたりに作業系統図を複雑にしている原因がありそうだ。

第37表 胸高直径50cmにおける要素作業数および1回当たり時間

工 程	1 次 調 査		2 次 調 査	
	要素作業数	1回当たり時間	要素作業数	1回当たり時間
伐倒作業	23.5	16.4	22.5	20.0
造材作業	92.0	16.1	237.0	14.2
伐木造材作業	115.6	16.1	260.0	14.3

とにかく人力当時のしきたりから抜けきった、チェーンソー作業としての作業方法と手順の研究が必要である。と同時に製品としての仕上げ工程の規準、もしくは指導がなされることがだいじなことである。

要素作業系統図についてスウェーデンの例をあげると第73図である。非常に簡略化されている。この作業系統図に対する基本的な考え方は、“作業はあらかじめ決まっている数多くの要素作業に分けられ、さらに要素作業は一つ一つ、ある特定の仕事とか、材の長さとか、材積とか、またはある林木、ある面の作業といったようにおのおの関係ある因子に対応させられていく”；すなわち、標準資料法による標準作業方法への確立が可能であることを述べており、この考え方にたつて全国的に調査し、約5,000本の伐木造材作業の観測から集約されたようである。ただし、わが国と異なるところは対象木が非常に小さいということであり、この調査における胸高直径は大きいところで35cmである。この系統図に対して要素作業の分岐点（図中の○印）で、どちらにするかは作業員がみずから良い方法をえらぶことになっており、このえらび方の基準が確実な変数に根拠をおいて決められている。この選択は作業員の機能により、地形の条



第73図 スウェーデンにおける作業系統図

件、雪の深さ、立木距離などのいかにによって異なる。しかし、作業員の機能とはいっても各個人の知識と自然の特徴に対する判断であって、これは仕事の訓練によってきまるものであると強調している。また一方では、訓練行為の結果を評価するときに非常に重要な因子であると述べている。このように標準作業方法に対しては、まず功程に結び付ける以前に作業員の訓練、あるいは技能評価の判定に結び付けているようである。この根拠として「“よい”作業方法は2つのいずれか一方があらわれ、どちらかに決定することを必要としたところの柔軟性と敏感性が顕著であるのが当然である。これは実行時間と消費エネルギーとの関係の原因に対する認識の変化を要求する」と述べていることによる。このように標準作業方法の確立により、各要素作業についてはそれぞれの条件因子との関係を求めているようである。それがために、時間を求める回帰式も非常に簡単な式を使用している。たとえば、

$$\text{伐 木} \quad t = a + b \cdot D + c \cdot D^2$$

$$\text{枝 切} \quad t = a + b \cdot D + c \cdot M$$

$$\text{玉 切} \quad t = a + b \cdot M + c \cdot M^2$$

t は時間、 D は胸高直径、 M は丸太の中央直径、 a 、 b 、 c は常数

なる式で総時間はこれらの式を合計したにすぎない。ここで問題になることは伐木の内容であるが、これについてはわが国における“伐木造材作業基準”と同じような基準（加藤誠平、ドイツの伐植材作業基準より、機械化林業、No. 105 参照）があるが、その内容については動作的な面までも規定したものであり、これにより作業員の訓練は非常に徹底して行なわれているようである。

第38表 伐倒作業の作業手順

1 次 調 査			2 次 調 査		
要 素 名	結 合 度	発 生 率	要 素 名	結 合 度	発 生 率
—	—	—	方 向 決 定	26.5	80.4
—	—	—	持 歩 行	52.8	35.7
道 具 取 替 え	53.8	74.5	—	—	—
ボ サ 切 り	33.3	70.9	障 害 木 切 り	—	57.1
—	—	—	障 害 物 片 付	—	44.6
道 具 取 替 え	24.2	45.5	—	—	—
持 歩 行	31.3	45.5	持 歩 行	—	26.8
始 動 停 止	—	90.9	始 動 停 止	52.8	57.1
段 取	44.5	69.1	段 取	69.7	76.8
受 口 切 (下)	73.9	100.0	受 口 切 (下)	80.0	100.0
受 口 位 置 替 え	73.3	81.8	受 口 位 置 替	80.0	14.3
受 口 切 (上)	60.4	100.0	受 口 切 (上)	72.8	—
切 片 除 去	43.8	81.8	切 片 除 去	32.8	30.4
—	—	—	受 口 切 見	60.0	17.6
—	—	—	受 口 直 し	40.0	8.9
位 置 替 え	84.6	56.4	位 置 替 え	67.9	1.8
追 口 切	53.1	100.0	追 口 切 り	85.7	100.0
退 避	56.7	98.2	退 避	86.3	91.1
—	—	—	伐 倒 確 認	40.0	83.9
—	—	—	ヤ リ 切 り	14.3	19.6
持 歩 行	—	45.5	持 歩 行	—	35.7

わが国では、両所における要素作業系統図はいずれも複雑であるが、これを整理して要素作業結合度によって配列して見ると第38表ようになる。一応それぞれの箇所における伐倒作業内容において、基準と考えられる流れは求められたが、両者を比較してみると要素作業の数は異なるし、また、それぞれ要素作業の結合度が異なり、なおかつ要素作業の単木に対する発生率が異なっており、また第1次調査においては、現在の“伐木造材作業基準”にあることも守られていない点も見受けられるなど、標準作業方法の確立にはまだまだの感がある。このへんに両所の作業量差のポイントがあろうと考えられる。それと同時に、標準資料法による時間基準表を求めても修正係数による修正を行わなければ、実用の域に達しないであろう。しかし、これには前述のごとき状況では係数を求め、あるいは係数表を作るのに非常な労力と努力が必要となり、在来の標準工期表の欠陥をそのまま姿を変えて踏襲するにすぎないようなものであろう。

4. 計算上の差異

われわれの分析においては両所とも同一手法であったが、計算途上におけるまとめ方において、第1次調査の経験により、第2次調査では単位作業を主体においてまとめた点が異なる。すなわち、第1次調査においては計算に忠実すぎて、回帰式が存在しても精度で誤差率が高い場合は回帰式によらず、頻度分布から基本時間を求めており、第1次調査の結果、要素作業と単位作業とのまとめにおける検討を行なった結果、単位作業の方が精度が高くなった結果により、第2次調査では単位作業で第1次調査より大きなまとめ単位をとり、なおかつ回帰式が求められそうなときは、精度のいかにかわらず回帰式を求めた。このようなまとめ単位の相違から発生率が異なり、当然、求める時間基準表の類型区分が異なるなどして、時間基準のホームは第1次調査に対してスッキリしたものの、時間値に対する精度においては第1次調査とは異なる点がある。

第3節 今後の調査取まとめの態度

(1) 従来の直接時間研究による工期表において、全作業時間を一括して取りまとめた点、他条件、すなわち作業方法や自然条件の変化したところにおける融通性、応用性に欠けた点があったようであり、今回の標準資料法においても現状では大同小異であろう。ということは作業方法に例をとって見ても、第1次および第2次調査において、その要素作業系統図を比較しても明らかなように、伐木造材作業は従来の人力がチェーンソーに代わった現今においても、作業研究的面からの改善あるいは工程系列も含めたところの単純化、専門化がなされずにあり、あるいはチェーンソーの機械性能的な教育はなされたが、その使用における統一的な作業訓練の欠除が上記のような結果を生じたものといえる。

標準資料法においては従来の直接時間法によるよりは工期表を求める以前に調査資料より、要素作業系統図あるいは各要素作業の性格が一応明らかとされうる点は、今後の資料の集積によって作業方法の標準化あるいは標準作業方法における各条件因子との関係等が求めやすくなり、融通性、応用性が拡大されるであろう。各条件因子に対する問題については第1次調査におけるより第2次調査の方が立木の延びが良く、普通採材において平均1玉多く採材されるような状況であった。このような点から見ると、全国的な調査が必要ではないかと思われる。これにあわせて、常にどのような条件のもとで作業が行なわれているかも調査すること、すなわち伐木造材作業の自然条件、資材条件、人間条件等の全国的ないっせいで調査を行ない、その資料による平均的なとりまとめも必要であろう。

(2) 標準時間のフォームについて

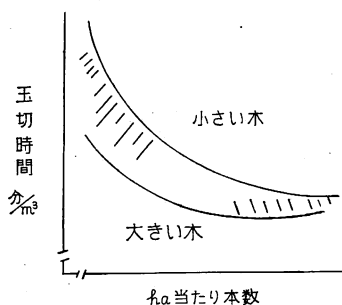
① 実用上のフォーム、② 純粋な標準資料法のフォームが考えられる。

①については時間表の簡便性というか、実用性というか、この目的に対してはわれわれが本報告でとりまとめたフォーム程度であろう。報告書にまとめたフォームは直接時間研究法による従来の工期表と同じく、現在のところでは各地ごとに作製する要がある。その点第1次調査、第2次調査のフォームを比較すればおのずから明らかとなる（単にフォームの比較とはいへこの違いは、精度の問題あるいは標準資料法の確立などという因子も含まれてはいるが）。そこにおいては調査、計算とりまとめが直接時間研究法より複雑になる点、何らうとすることがないが、これも先に述べた全国的いっせい調査により全国的共通要素により組み立てる手法によれば、全国的平均時間表が得られ、この計算過程において条件に対する係数が求められるのであろう。

その係数を各地においていかなる数値を使用するかは簡単な時間分析、たとえばスナップリーディングによるなどすれば、標準資料法としてのフォームは満足されるであろう。②については全国的にわたる要素作業系統図より基準作業方法を求め、その作業系統図による要素作業についての時間基表を求め、それ以外の要素作業については係数化するなどして、時間基表の現場作業への適応をはかりながら、日時をかけて時間基表による基準作業方法へと作業員を指導訓練する必要がある。そこまで考慮して、標準時間法による時間基表を作製するのでなければ、単なる調査研究に終わることになる。また工程編成、工程管理等今後ますますその必要性が増大するであろうところの基礎的資料として、十分に活用される時間研究結果に対する反省と、その活用は慎重に日時をかけて行なうことが確実なる方法である。

(3) その他の留意事項

その他の留意事項としては障害除去時間の取扱い、枝払い作業、足場の良否と作業時間、 h_a あたり本数と歩行時間などがある。第1次、第2次の調査をとおしてこれらの点についてはいっこうに分析できうる資料は得られなかったが、現在のところでは h_a あたり本数（あるいは蓄積）と工期との関係について、スウェーデンの例を示すと次の第74図のごとく確かに関係のあることが知られる。われわれの調査において



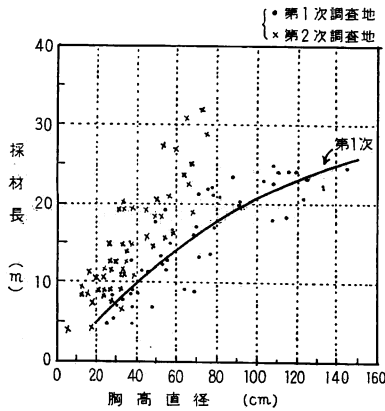
第74図 スウェーデンの例による h_a 本数とその玉切時間の関係

は天然林であり、また調査のために皆伐したのではなく、択伐方式がとられた点、このような関係は求めることができなかった。

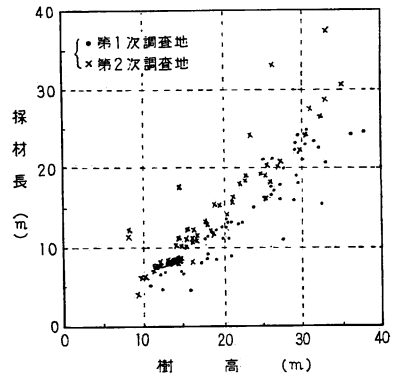
その他の問題についてはここ2～3年間について全幹集材、伐採前地ごしらえ作業などその生産工程系列に大きく変化をきたしており、この点において上記の留意事項について調査とりまとめるのが良いか、あるいは工程系列のなかで大きな立場から見れば苦勞して時間基準を求める以前に、作業改善の余地があるのではないかの検討が伐木造材作業のなかの障害物除去、枝払い、玉切作業とするよりは、生産工程系列の編成において必然的に排除あるいは簡素化する可能性の討議がより重要ではないかとも思う。

(4) 第1次調査と第2次調査の資料を込みにすることの可否

頭初の調査計画は第1次調査と第2次調査とを実施し、標準資料法によると基礎時間や定加時間は同一となるであろうから、両資料を込みにして、資料数をふやし、伐木造材作業の標準資料法による標準時間を完成する態度であった。しかし、それは以下のようなことがらで両資料を込みにすることが見合わさ



第75—1図 第1次調査地と第2次調査地の採材利用度比較



第75—2図 第1次調査地と第2次調査地の採材利用度比較

れた。

1) 樹形と造材歩止りの状態が第75—1, 2図である。第1次調査地での胸高直径の範囲は20~150cmの広域にあり、第75—1図の胸高直径と採材長の利用度の関係は、放物線によって代表される。これに対し、第2次調査地のものは、胸高直径範囲が10~80cmの間で調査され、胸高直径と採材長の利用度の関係は急勾配の直線式で表わされる。

同様第75—2図によっても採材利用度が両所で非常に違っていることが知られる。

採材の仕様がこうに違っている関係上、採材長を推定する補助表としての、第3章第26表の推定式 $\hat{L} = a D^{b_1} H^{b_2}$ (L は採材長, D は胸高直径, H は樹高) なる実験式は、両調査地別々のものでなければならない。

2) 第3章第29表の採材部における全枝数を推定するもの、同平均枝直径を推定する補助表において、このときの実験式は次のものであった。

$$N = a D^{b_1} H^{b_2} \left(\frac{L}{H} \right)^{b_3} \quad (N \text{は採材部の全枝数})$$

$$g = a D^{b_1} H^{b_2} \left(\frac{L}{H} \right)^{b_3} \quad (g \text{は平均枝直径})$$

前式は問題ないが、後式の g に対する測定法第1次調査と第2次調査と異にした。すなわち、第1次調査での枝直径としての測定法は、材幹ぎわの枝根元径を測定したのに対し、第2次調査では材幹より30cm離れた箇所の子直径を読んだのである。

3) 伐倒および玉切時の正味鋸断時間というものがあるがすでに第71図で示されておった。第1次調査と第2次調査との鋸断時間には大きな開きがあった。正味鋸断時間であるから常識的には考えられないほどの違いであるが、原因として機械の形式の違い、目立技術の未熟、機械性能の劣化というものが上げられたが、それにさらに作業者の技能というものが大きくあずかっているであろう。こういう調査をするときの被験者の選定は非常にだいたいなことである。とにかく、第71図の基礎時間となるものが上記の状態であったことから、第1次調査と第2次調査の資料を合併することは見合わされた。

摘 要

国有林野事業での標準工程表作製手法は、1、2の作業種を除いては、もっぱら直接時間研究法の手法によっている。

本報告は標準資料法を用いて、チェーンソー伐木造材作業の標準時間を算定したものである。本手法により同種作業について、すでに第1次調査として熊本地域で行ない、標準資料法での作製の自信を得たので引きつづき第2次調査として長野地域で行なったものである。

第1次調査の結果は林試研究報告¹⁾で発表済みである。

標準資料法による標準時間の設定にあたって、その定義、要素作業の分解、計算ルール等については文献 1) で述べているため省略した。

本報告は第1章第1節が調査要領と実績資料のせいで、本調査は1962年8月、長野営林局伊那営林署管内において、モミ・ツガの伐木造材作業を、チェーンソー（87cc、ダイレクトドライブ型）で行なったものである。第2節が調査地における作業系統図と要素作業時間の時間比率、および従来からの手法での直接時間研究法による標準作業量を推定したものである。

第2章が「標準資料法による標準時間」を算定するための計算で、第1節が纏り・伐倒作業、第2節が纏り・測尺作業、第3節が纏り・玉切作業、第4節が纏り・枝払作業となっている。これら纏り作業ごとの要素作業分解数と、それより整理分析して類型区分された時間表の分類表は次のようである。

纏り 作業	要素作業分解数		分 類 さ れ た 類 型 区 分 数				
	単位作業数	要素作業数	基礎時間	定加時間	追加時間	割増時間	基礎控除 時 間
伐 倒	13	28	2	0	2	8	1
測 尺	1	7	1	0	1	4	1
玉 切	7	29	2	0	4	3	2
枝 払	4	15	2	0	6	1	0

上記の類型区分は次に示す規準によっている。

——まれにしかおこることのない作業——(G.N) 基礎控除時間		
作 業	規則的に発生する作業 (S)	条件の変化により一定の傾向で変動する時間 (V) ——(S.V) 基礎時間
		条件に関係なく一定した時間 (C) ——(S.C) 定加時間
	不規則に発生する作業 (R)	発生する場合は条件の変化により一定の傾向で変動する時間 (V) ——(R.V) 追加時間
		発生する場合でも条件に関係なく一定した時間 (C) ——(R.C) 割増時間

以上のように類型区分された時間基表を、第3章に総括として、Time table を記しておいた。標準時間を組み立てるさいは、基礎時間ならびに定加時間のうえに、必要な要素作業を条件に応じて、追加時間として与え、これらを合計したものが目的作業の標準時間値である。

机上で標準時間を組み立てる際の手助けとするため、条件の変化によって変動する時間をもつ作業について、その条件が勘案できるような補助表を本章中にのせてある。第25表が胸高直径、樹高および採材長を知って任意の玉切部の末口径を推定する表、第26表が胸高直径、樹高より採材長を推定する表、第29表が胸高直径、樹高および採材長を知って造材部の枝数ならびに平均枝直径を推定する表である。

第4章は調査ならびにまとめに当たっての考察を記した。第1節に直接時間研究法と標準資料法との比較を参考までに行なったものである。標準資料法においては、時間値あるいは作業量の比較以前に、作業方法の比較検討がなされるべきであって、いきなり両手法の時間値の比較を行なうことに問題はあがあるが、今後標準資料法に対する進め方、考え方への一つの指針を得ようとして行なった。伐倒作業、枝払作業は標準資料法の方が精度がやや上回ったが、測尺作業、玉切作業はその逆となった。

第2節は第1次調査（熊本地域）と第2次調査（今回の長野地域）のものより作成した Time table により、胸高直径の任意値（例題は 50cm）における伐倒造材の標準時間を試算してみた。両者の標準時間値には次のような相当の開きをみる。

纏　　り	第 1 次 調 査	第 2 次 調 査	(1次/2次)×100
	秒	秒	%
伐　　木	200	340	59.0
玉　　切	550	800	69.0
枝　　払	650	1700	38.0
計	1400	2840	49.0

この違いの問題点として、1) 作業量の差異、2) 使用機種による性能の差、3) 作業手順の差、4) 計算上の差異の4項目が考えられ、これの考察を与えている。

文　　　献

- 1) 米田幸武ほか 4：チェンソー伐木造材作業の標準資料法による標準時間—I，林試研報，149，(1963)
- 2) 生産管理便覧編集委員会：生産管理便覧，丸善，(1957)
- 3) 工程管理便覧編集委員会：工程管理便覧，日刊工業，(1960)
- 4) 日本産業能率研究所編：近代管理技報ハンドブック，同文館，(1958)
- 5) 野田信夫ほか 3：生産事典，同文館，(1958)
- 6) 日本生産性本部訳：ワークスタディ便覧，日本生産性本部，(1959)
- 7) 労働科学研究所：労働の生理的負担，丸善，(1954)
- 8) パーンズ：動作時間研究法，日刊工業新聞社，(1960)
- 9) 林　茂彦訳：メソッド・タイム設定法，技報堂，(1956)
- 10) 樋口伸吾訳：作業研究，日本能率協会，(1959)
- 11) 新居崎邦宣訳：標準作業のきめ方，日本能率協会，(1957)
- 12) —————：標準時間のきめ方，日本能率協会，(1955)
- 13) —————：作業指導のやり方，日本能率協会，(1957)
- 14) 田杉　競ほか：生産管理研究，有信堂，(1956)
- 15) 経営工学講座：作業測定とケーススタディ，共立出版，(1958)

- 16) マンデル：動作時間研究の理論と実際，紀伊国屋書店，(1961)
- 17) 辻 隆道：時間研究のやり方，日本科学技術協会，(1958)
- 18) 大阪府立産業能率研究所：作業研究，経営資料第 8 号，
- 19) SYLVESTER, L.A. : The Handbook of Advanced Time-motion Study. (1950).
- 20) KILANDER, K. : Time Consumption Variations for Felling of Unbarked Timber in Northern Sweden. (1961).
- 21) Swedish study group : Summary of an international Study of one-man work in Felling. (1961).
- 22) 小山 悌：動力鋸による伐木造材理論，工期に関する調査報告，林野庁，(1960)
- 23) 野田信夫ほか訳：時間研究による作業標準決定法，マネジメント社，(1932)
- 24) 辻 隆道：林業労働の余裕に関する研究，林試研報，122，(1960)
- 25) 渡部庄三郎ほか 2：林業の標準工期表のあてはめに関する研究，林試研報，203，(1967)

**A Study of the Application of the Normal Work Output
of Forest Operations. (No. 3)**

A master table of standard data method in chain-saw felling and bucking—II.

Takamichi TSUJI, Shôzaburô WATANABE and Kunihiko ISHII

(Résumé)

The method to determine the normal work output in the national forest industry has mainly depended on the direct data method except in one or two kinds of work.

In this report, the standard time of chain-saw felling and bucking have been computed according to the standard data method. This method giving us reasonably good results from the first investigation at the area of Kumamoto, was applied to the second investigation at Nagano area on similar operations.

The results of the first investigation were reported in the Bulletin of the Government Forest Experiment Station.

The definition of standard time, the analysis of elemental operation of the work, and the standard time on the standard data method were reported in the reference¹⁾, and can be omitted here.

Chapter 1, Paragraph 1, sets forth the essentials and data of this investigation for practical utility.

The inquiry was executed in August 1962, about the felling and bucking of Japanese fir and Japanese hemlock with the chain-saw (having a piston displacement of 87 cc, direct-drive type) in the area under the administration of Ina district office and the jurisdiction of Nagano Regional Forestry Office. In Paragraph 2, there is a figure of operation process, the time ratio of elemental operation time, and the normal work output was assumed by the previous direct data method of accounting.

Chapter 2 shows the accounts for "standard time by the standard data method" : Paragraph 1—to the complete operation of felling ; Paragraph 2—to the complete operation of scaling ; Paragraph 3—to the complete operation of bucking ; Paragraph 4—to the complete operation of trimming.

The number of elemental operations per each complete operation and classified according to the type in the master table are presented in the following table.

Complete operation	The number of elemental operation analysed		The number of similar type classified				
	Fundamental operation	Elemental operation	Basic time	Constant time	Additional time	Extra time	Basic deduction time
Felling	13	28	2	0	2	8	1
Scaling	1	7	1	0	1	4	1
Bucking	7	29	2	0	4	3	2
Trimming	4	15	2	0	6	1	0

The classification according to similar types above-mentioned is subject to the indexes as follows :

		Operation of rare occurrence—(G.N) Basic deduction time	
Operation	Operation of regular occurrence	Hours that alter with a certain tendency by the change of conditions. (V) —(S.V) Basic time	
		Hours fixed with no relation to the conditions (C) —(S.C) Constant time	
	Operation of irregular occurrence	Hours that alter with a certain tendency in case of occurrence (V) —(R.V) Additional time	
		Hours fixed with no relation to the conditions in case of occurrence (C) —(R.C) Extra time	

The above-mentioned master table was summarized in the time table in Chapter 3.

In composing the standard hours, the additional time as the necessary elemental operation according to the conditions were given besides basic and regular additional time. Thus, the total is the volume of standard time for the work concerned.

As for the hours that alter by the change of conditions, a supplementary table is put up in this chapter to facilitate calculation of the standard hours at the desk by making use of it. Table 25 indicates the diameter at the top end of a cesrain bucking point from the known DBH, tree height, and length of cut log ; Table 26 indicates the length of cut log from the known DBH and tree height ; and Table 29 indicates the number of branches and the average diameter of them at the felling part from the known DBH, tree height, and length of cut log.

In Chapter 4, we give our views and eomments on the investigation and on the collected results. We compared the direct data method with the standard data method for reference in Paragraph 1. It poses a question in the standard data method to compare directly the mode of working hours with the amount of output without trying any comparative study on working methods ; but we are hoping to get a guide for dealing with and estimating the standard method hereafter, hence our taking such a questionable way. From the viewpoint of exactness, the felling and the trimming is a little better represented, and the scaling and the bucking is not done so much in the standard method.

In Paragraph 2, we endeavored to calculate the standard working time of felling and bucking about a tree with optional DBH (the example—50 cm) according to the 2 time tables, one of which was made with results of the 1st investigation (in Kumamoto area), the other with results of this 2nd investigation (in Nagano).

There is an appreciable difference between the two standard time values as follows :

Complete operation	The 1st investigation	The 2nd investigation	1st/2nd×100
Felling	200 second	340 second	59.0 %
Bucking	550	800	69.0
Trimming	650	1700	38.0
Total	1400	2840	49.0

As the subjects for study of this difference, the next four items have been thought of, and given consideration : 1) the difference of the quality of operation ; 2) that of the faculty of the machine type ; 3) that of the working process ; 4) that of the calculating method.