

竹材の伐出作業工程調査報告

青木, 尊重
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15810>

出版情報 : 演習林集報. 7, pp.67-93, 1956-10-30. Kyushu University Forests
バージョン :
権利関係 :



竹材の伐出作業工期調査報告

青 木 尊 重

Takashige AOKI: A Report of Time-study of Operatons of Cutting and Hauling of Baimboos

目 次

I 序 言	V 工期表の作製ならびにその検討
II 調査概要	VI 作業継続による工期の変化
III 要素作業時間分析	VII 摘 要
IV 工期を左右する要因	Résumé

I 序 言

竹材の生産については、竹材そのものが地方的な性格のものであるためと、更には他の一般材にくらべて生産量も僅少であるという関係からか、その施業法や伐出法等の作業面については、一般材の場合と比較して周知せられるところが極めて少い。従来から、竹林の伐採法や保育法の巧拙が、竹材の生産量とか竹材の形質の上に及ぼす影響については、2,3の文献・資料を見、また報告を聞くことが出来たが、特に材価の形成上に可成り大きな比重を占める伐採或は搬出に伴う経費面についての分析結果、すなわち、所謂これらの工期についての分析報告というものは、皆無の現状にある。上述のように、竹材生産が地方的であること、生産された材がそれぞれ特殊な用途をもつという理由のためか、竹材の伐出部門の作業というものが全く慣習的であつて放任状態にゆだねられていることは、竹林経営上たとえば事業実行計画の立案・竹林の管理上、或は竹材の価格管理上甚だ不利であるので、これらを分析して、これまで全く地方的な慣習にゆだねられていた伐出部門の作業組織を合理化し、更には経営活動に裨益する基礎資料を求め、これと同時に筆者が従前より試みて来た竹林作業種試験の成果を、この分野の成果と直結して、如何なる竹林作業法が最も合理的な竹林の生産組織であるかの結論を求めんとする意図をも加味して、本調査を計画した。その第一段階として、取敢えず粕屋郡久原村、村有竹林内において、本調査を実施したものである。

本報告を作成するにあつて、終始御指導御教示を賜つた井上教授ならびに全面的な御協力を願つた荒武教官さらには種々便宜を計つて戴いた大野演習林長始め演習林職員各位に誌上厚く感謝の意を表すると同時に、村有竹林の一部を試験地として快く貸与下さつた久原村当局の御好意に深く感謝するものである。

最後に、本調査費の一部を文部省科学研究助成補助金によつたものであることを附記する。



伐 倒 作 業



枝 払 作 業



集材・結束



曳 出 し

Ⅱ 調査の概要

- 1) 調査年月日
自昭和30年10月11日 (4日間)
至昭和30年10月14日
- 2) 場所
福岡県粕屋郡久原村, 村有竹林内
- 3) 作業者

Mark	年齢	性別	経験	体重	健康状態
A	45才	男	10年	55 kg	良好
B	33	〃	3	60	〃
C	21	〃	4	72	〃
D	53	〃	1	55	〃

4) 作業種ならびに調査林分の概況

No.	作業法(伐採率)	林床	D. B. H.	年齢範囲	立竹度
1	連年択伐 (20%伐採) (施肥区)	特に良	4.1/2~7 ^{cm}	1~5 ^年	密
2	連年択伐 (20%伐採)	中	4.4/2~7	1~4	中
3	隔年択伐 (40%伐採)	不良	4.1/2~8	1~7	中
4	1,2年生竹残存残伐 (60%伐採)	良	3.8/2~9	1~5	中
5	带状皆伐 (100%伐採)	良	3.7/2~7	1~5	密

Ⅲ 要素作業時間分析

作業者4名, 作業日数4日延16人日の作業時間を, 要素動作毎に分析すると, 第I表の通りとなる。

第I表 要素作業時間分析表

要素動作	観測		換算	
	時間	比率	時間	比率
1. 伐倒準備後始末	分 11.88	% 8.1	分 13.3	% 7.7
主体 伐倒小計	14.39	9.8	16.1	9.3
	38.87	26.3	43.4	25.1
	53.26	36.1	59.5	34.4
附帯 下払片付移動道その他小計	20.54	13.9	23.0	13.3
	25.38	17.2	28.4	16.4
	1.09	0.7	1.2	0.7
	1.58	1.1	1.7	1.0
	48.59	32.9	54.3	31.4

第 I 表 (つづき)

要素動作	観測		換算		
	時間	比率	時間	比率	
実働時間計	113.74	77.1	127.1	73.5	
余裕時間	33.72	22.9	45.9	26.5	
合計	147.52	41.2	173.0	41.2	
2. 枝払い					
準備後始末	5.85	4.5	6.8	4.4	
主体	取る	24.17	18.4	27.7	18.0
	払う	60.34	45.9	69.0	44.8
	置く	14.42	11.0	16.5	10.7
	小計	98.93	75.3	113.3	73.5
附帯	移動	5.41	4.1	6.2	4.0
	片の	4.10	3.1	4.6	3.0
	その他	0.30	0.2	0.3	0.2
	小計	9.81	7.5	11.2	7.3
実働時間計	114.59	87.2	131.3	85.2	
余裕時間	16.79	12.8	22.8	14.8	
合計	131.38	36.7	154.1	36.7	
3. 藪出					
準備後始末	3.43	4.3	3.7	4.0	
主体	そろえる	13.76	17.4	14.8	16.0
	く	11.38	14.4	12.3	13.3
	曳く	12.28	15.5	13.3	14.3
	小計	37.42	47.4	40.5	43.6
附帯	移動	7.50	9.5	8.1	8.7
	材料扱い	1.70	2.2	1.8	2.0
	道の整備	1.98	2.5	2.1	2.3
	その他	0.20	0.3	0.2	0.2
	小計	11.39	14.4	12.2	13.2
実働時間計	52.23	66.1	56.4	60.8	
余裕時間	26.75	33.9	36.4	39.2	
合計	78.98	22.1	92.8	22.1	
再掲					
準備後始末	21.16	5.9	23.5	5.6	
主体作業	189.62	53.0	212.9	50.7	
附帯	69.78	19.5	78.5	18.7	
余裕時間	77.32	21.6	105.5	25.0	
除外	84.79	—	—	—	

これより、竹材の伐出作業は、大略次の3部門(伐倒・枝払い・藪出し)に別けられる。すなわち、

a) 伐倒部門とは

林面の下草・下木の刈払いを兼ねて、伐採率の程度に従い、保残竹・伐採竹を選び、伐採竹に対してはこれを地際より伐採し、以下枝払い、藪出し作業の便宜を考

程分析が未だなされていないため代謝率表からの引用も出来なかつたので、また本伐竹作業が可成り労働過激であることをも考慮して、先の観測結果数値からの平均余裕率 21.6% を便宜的ながらも修正して 25% をもつて基準余裕率とし、実働時間比率を 75% とし、さらにこれを各要素動作のそれぞれに割当て修正した。

2) 各要素動作に対する時間配分

各要素動作、さらに各作業部分の全作業時間に対する割合は前述のように作業種または林分の状況によつても異つてくるのが当然であつて、たとえば取扱いが極めて粗放な林分、なかでも 10 年程度の輪伐期をもつて皆伐的取扱いが続けられた林分で、地床もひどく荒れた林分においての場合と、その反対に集約な択伐的取扱いが長年にわたつてなされてきた林分においての場合とでは、各作業部分に対する時間配分は勿論のこと、各作業部分中の要素作業に対する配分も当然異つてくるであろうし、前者のような林分では林床の刈払い等の要素動作に、その他の要素動作よりも相当余計の時間を費して、そのため必然的に、一本当りの伐倒所要時間が多くなり、換言すれば単位時間当りの伐採処理本数を少なくする結果となる。また枝払い作業についても、荒れた林分においては枝の附着が他の林分の場合よりも旺盛であるために、引抜き・その他の要素作業に対してよりも、より多くの時間を費す結果ともなる。

然しながら、一時点における伐採率が 60~20% 程度で、択伐的な取扱いを殆んどとするこの福岡県粕屋郡一帯の竹林に対しては、分析表(第 I 表)の結果から、伐倒に 41%・枝払いに 37%・藪出しに 22% という比率が、一応平均的な数値のように判断される。そこで拘束時間を 7 時間(一般的には 8 時間と見做されているが、この伐竹作業が日照の短い冬季の作業であることと、さらには現場までの往復所要時間を拘束時間に含むものとしている土地の習慣とにより、現場往復の所要時間を除外して 7 時間を拘束時間として調査に当つた)として、各要素動作にこれを配分すると、第 I 表最終欄の通りとなる。

こゝにおいて、上述のような施業竹林においては、伐倒・枝払い・藪出しに対する所要時間配分の割合は大体において 2:2:1 の割合となる。

IV 工期を左右する要因

竹林における諸作業の工期に影響を及ぼす各種の要因には、一応次のような因子が考えられる。すなわち

- (1) 竹の大きさ：胸高直径・稈長・枝張り或は竹冠の大小
- (2) 形質：枝下高の関係や年令差その他による材質の硬・軟
- (3) 立竹の状態：疎密度・立竹度
- (4) 林床の状態
- (5) 林分の位置及び傾斜・地表の状態
- (6) 作業者の能力
- (7) その他

これらは、各作業部分に一様の重味をもつて影響するわけではなく、或る作業部分には或る因子が特に強く影響する反面、他の因子はたいしてそれに影響しないといった場合があ

る。そこで本調査で実施したもののうちで、特に伐倒・枝払い作業部分に対する、これら諸因子の影響をみると次の通りである。

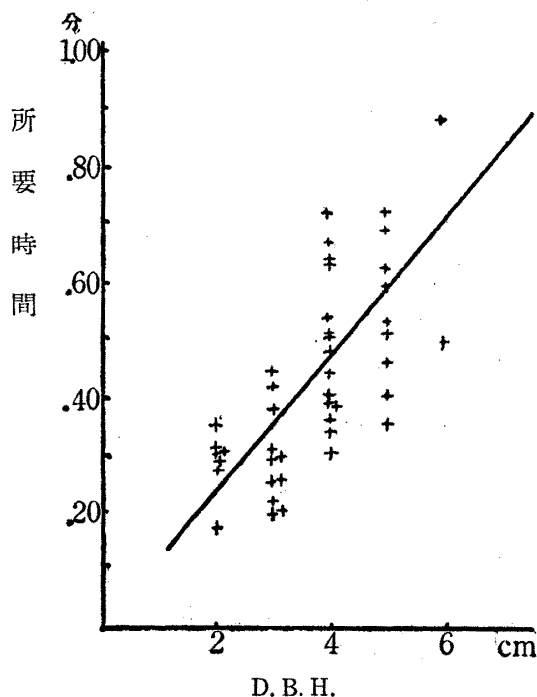
1) 立竹の胸高直径 (D.B.H.) が、伐出作業工程上に及ぼす影響。

(1) 立竹を伐倒する場合、立竹の大きさが工程上に及ぼす影響。

竹の大きさの一つの表現値 D.B.H. の大小が、工程の上に及ぼす影響を知るために、直径を X 軸に、伐倒所要時間を Y 軸にとつてグラフに図示してみると、第 I 図の通りとなつて、これらの傾向は 1 次関係で表現される upward の直線となる。いま、D.B.H. を X に、所要時間を Y にした場合の X に対する Y の回帰を作業種・種別に計算すると、第 II 表及び第 II 図に示す通りとなり、次にその直線性・曲線性を検定すると、何れも直線性のみが有意である。さらに、伐倒作業を要素動作に分解し、これについて上記と同様に回帰を計算すると、何れもこの要素動作は D.B.H. と密接な関係のあることが、b 係数の検定・相関係数の算出から認められた。しかし、要素動作のうち、下払い動作については b 係数は極めて小さく、その検定の結果から $b=0$ の帰無仮説は棄却されず、 $b \neq 0$ と見做されないのであつて、この所要時間は竹の大きさには何等影響されることはなくて、専ら林床の状態がその所要時間の差異に影響しているものと思われる。

第 I 図

竹の大きさと伐倒所要時間の関係

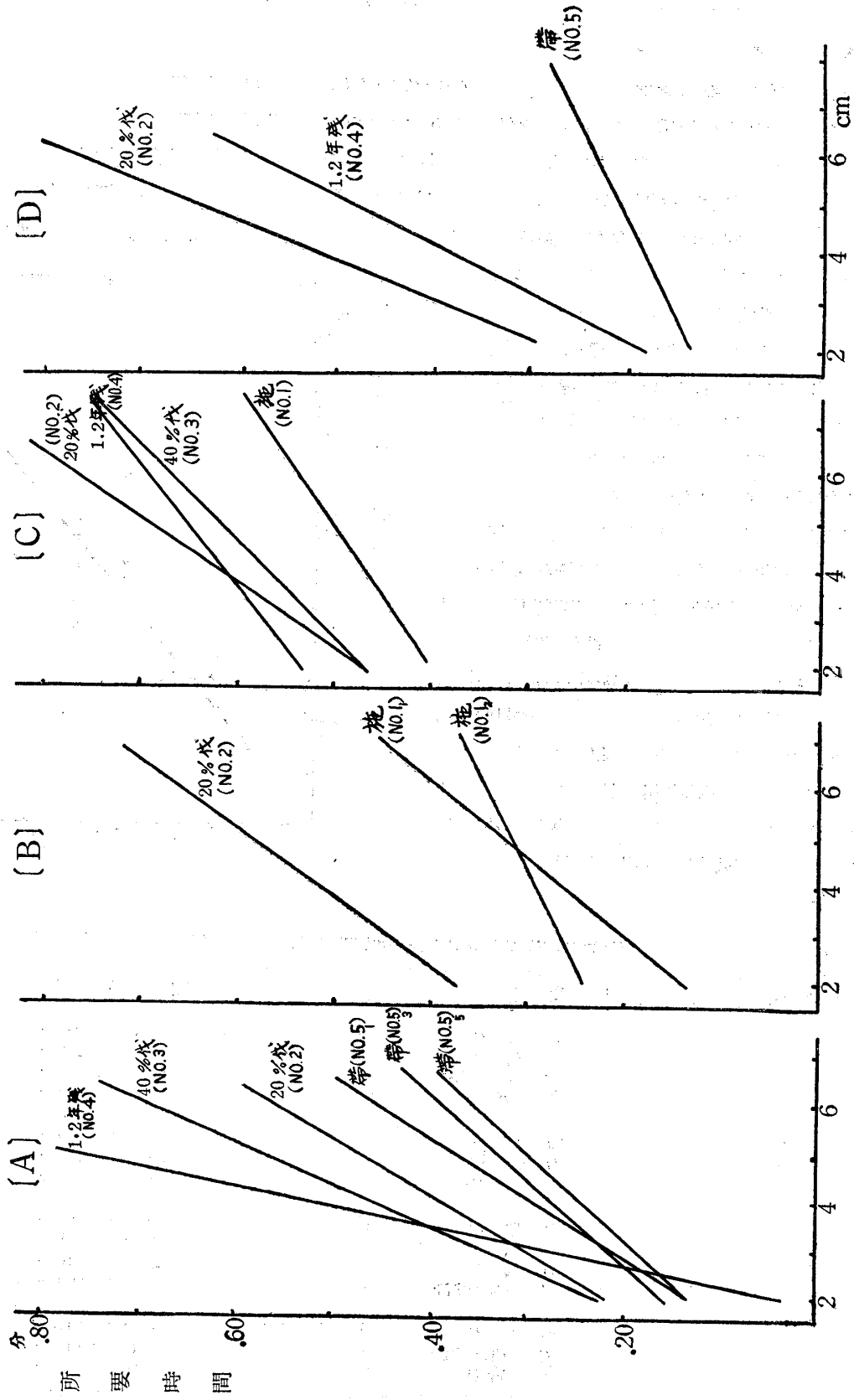


第 II 表

作業種別作業種毎伐倒所要時間回帰式 (1/100分) ($x = \text{D.B.H. cm}$)

作業種 (Mark)	作業種 (W.S.) No.	回 帰 式
A	20 % 伐 2	$y = 3.59 + 8.93 x$
	40 % 伐 3	$- 1.34 + 11.96 x$
	1,2年生・残存残伐 4	$- 48.13 + 26.52 x$
	带状皆伐 5	$- 0.15 + 6.94 x$
B	施肥区 ₁ 1 ₁	$- 1.74 + 7.79 x$
	施肥区 ₂ 1 ₂	$18.37 + 3.08 x$
	20 % 伐 2	$24.17 + 7.15 x$
C	施肥区 1	$33.22 + 3.50 x$
	20 % 伐 2	$32.11 + 7.38 x$
	40 % 伐 3	$37.99 + 5.10 x$
	1,2年生・残存残伐 4	$46.32 + 4.01 x$
D	20 % 伐 2	$0.76 + 13.16 x$
	1,2年生・残存残伐 4	$- 2.12 + 10.12 x$
	带状皆伐 5	$8.51 + 2.52 x$

第 II 図 各作業者別作業種毎 1 本当伐倒所要時間の胸高直径に対する回帰直線



D. B. H.

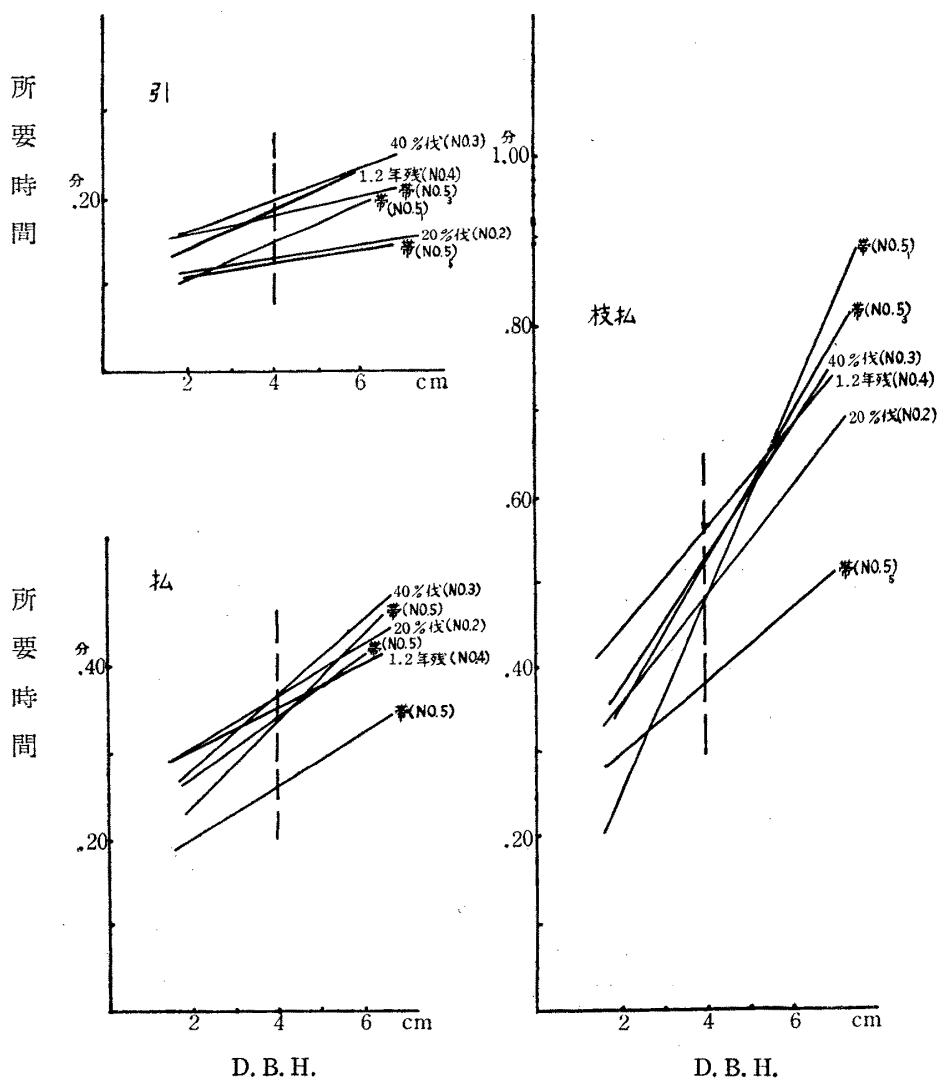
(2) 枝払いをする場合、立竹の大きさが工期上に及ぼす影響。

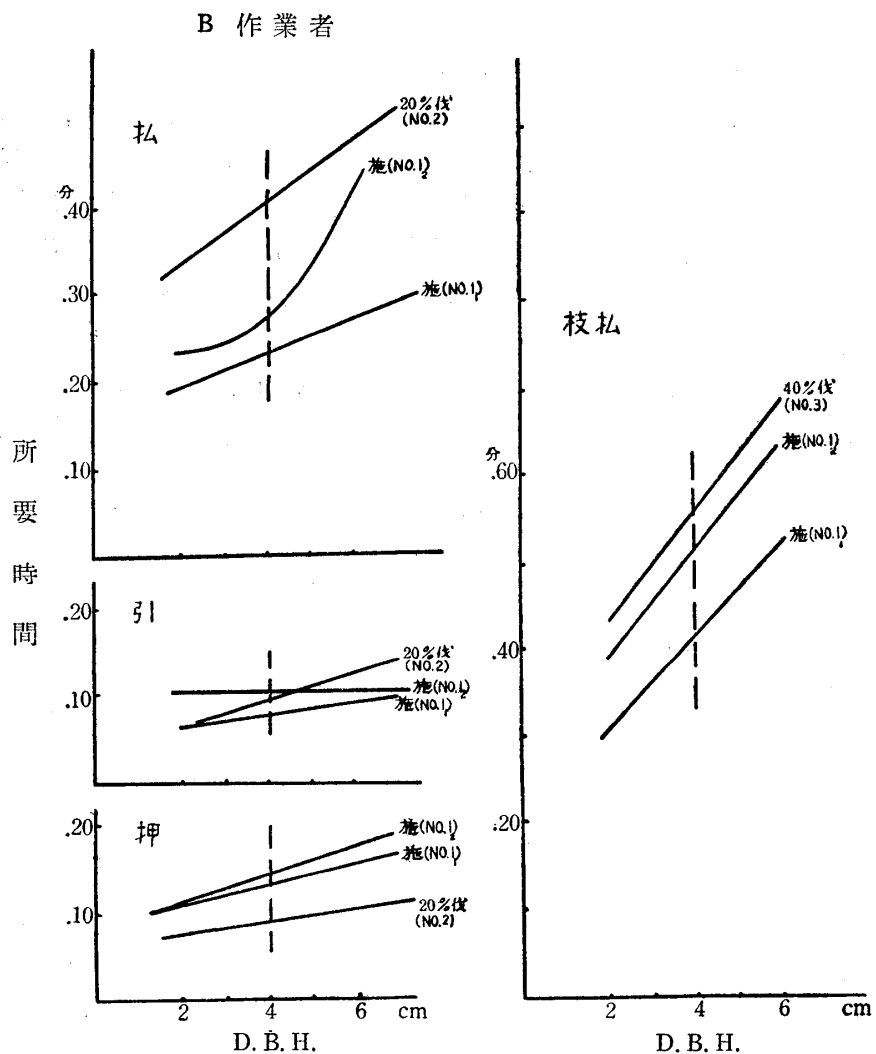
枝払い作業のうち、イ) 引く・ロ) 払う・ハ) 置く、などの要素動作の時間に対する D.B.H. の関係をみると、上記の伐倒の場合と同様に、D.B.H. を横(X)軸に、要素動作の所要時間を縦(Y)軸にグラフに示すと、伐倒の場合と同様な upward の関係がみられる。しかも、その関係は各作業場合別に見るときには、直線関係と観察される場合と拋物線関係として観察される場合とがある。いま、各作業種毎に、各作業種毎に、これらの回帰を計算して、図に示すと第Ⅲ図の通りとなる。

而して、これら各要素動作の合成と見做される枝払い作業全体については、大体これも上記の場合と同様に、D.B.H. に対する枝払い所要時間は $y=a+bx$ で示される直線回帰か、或は $y=a+bx+cx^2$ で示される拋物線回帰かのいずれかの関係が見うけられる。(第

第Ⅲ図 1本当り枝払所要動作時間の D.B.H. に対する回帰曲線

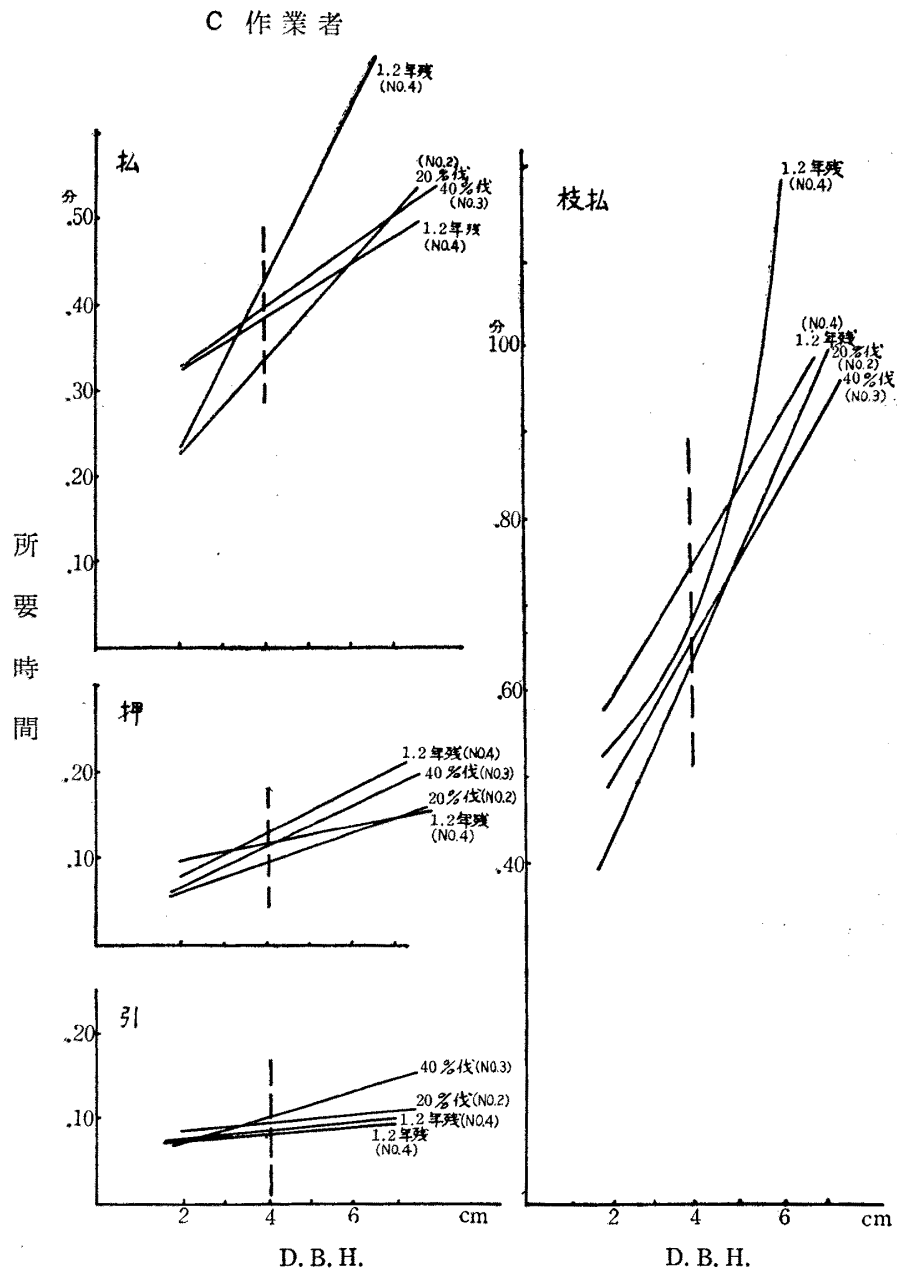
A 作業種





第 III 表 作業者別作業種毎枝払い所要時間回帰式 (1/100 分) ($x = \text{D.B.H. cm}$)

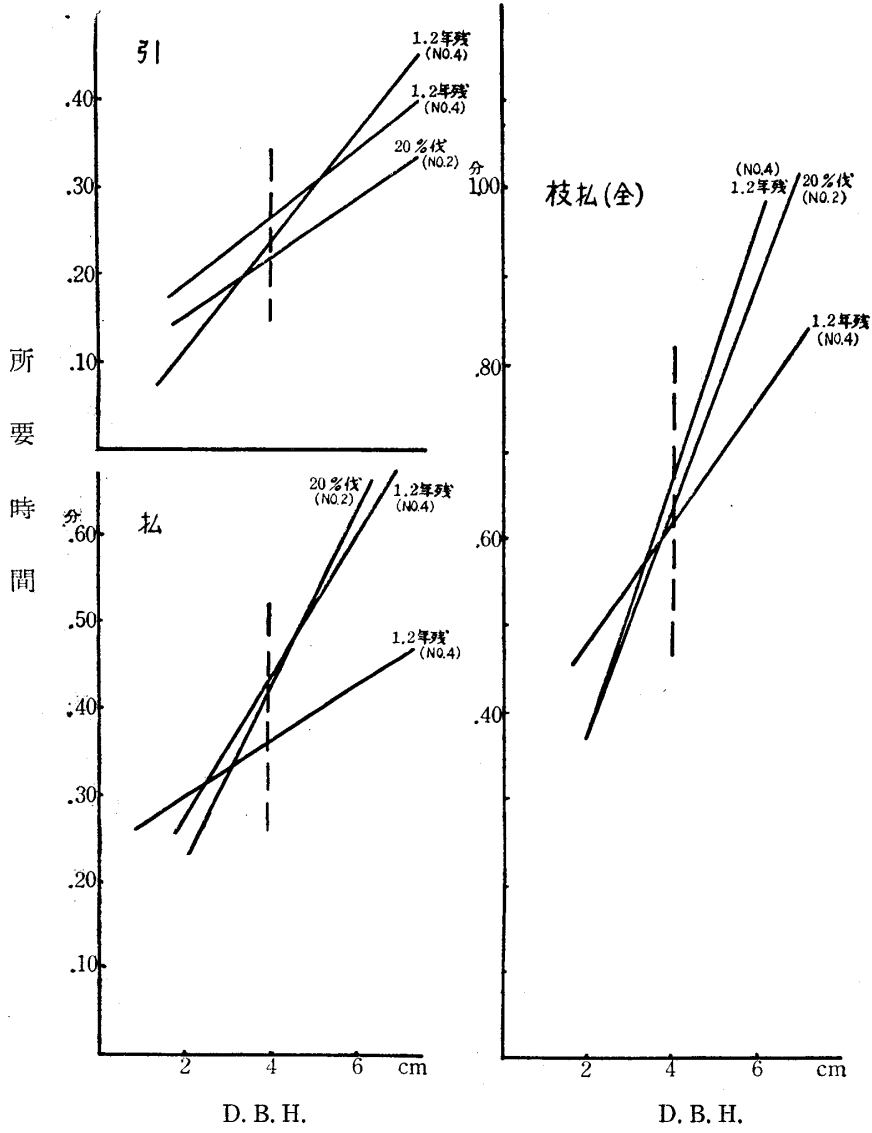
作業者 (Mark)	作業種 (W.S.) No.	回 帰 式
A	20 % 伐 2	$y = 22.64 + 6.48 x$
	40 % 伐 3	$22.25 + 7.64 x$
	1,2 年生・残存残伐 4	$32.67 + 5.86 x$
	E ₁ 5 ₁	$3.55 + 11.35 x$
	E ₃ 5 ₃	$19.30 + 8.19 x$
B	施 肥 区 ₁ 1 ₁	$20.43 + 5.16 x$
	施 肥 区 ₂ 1 ₂	$27.57 + 5.98 x$
	20 % 伐 2	$31.18 + 6.20 x$
C	20 % 伐 2	$21.00 + 10.76 x$
	40 % 伐 3	$32.54 + 8.47 x$
	1,2 年生・残存残伐 4 ₁	$45.96 + 6.60 x$
	" 4 ₂	$58.78 - 8.92 x + 3.02 x^2$
D	20 % 伐 2	$11.54 + 12.99 x$
	1,2 年生・残存残伐 4 ₁	$34.02 + 7.27 x$
	" 4 ₂	$10.35 + 14.35 x$



Ⅲ表)そして、伐倒の場合と同様に、この回帰の有意性の検定を試みた結果は、何れの場合にも直線性は有意となり、またc作業者の1.2年生竹残存残伐作業(No.4)においてのみ、曲線(2次)性も有意となる。(下表)

作業者 (Mark)	作業種 (W.S.) No.	line	curve
A	20%伐 2	✱✱	ナシ
	40%伐 3	✱✱	//
	1,2年生・残存残伐 4	✱✱	//
	E ₁ 5 ₁	✱✱	//
	E ₃ 5 ₃	✱✱	//
E ₅ 5 ₅	✱✱	//	

D 作業者



作業者 (Mark)	作業種 (W.S.) No.	line	curve
B	施肥区 ₁ 1 ₁	※※	//
	施肥区 ₂ 1 ₂	※※	//
	20%伐 2	※※	//
C	20%伐 2	※※	//
	40%伐 3	※※	//
	1,2年生・残存残伐 4 ₁	※※	//
	" 4 ₂	※※	※
D	20%伐 2	※※	ナシ
	1,2年生・残存残伐 4 ₁	※※	//
	" 4 ₂	※※	//

2) 作業種が、伐出作業工程上に及ぼす影響。

工程を左右する要因には、上述の D.B.H. の他に、作業種の違い、林分状態・伐採率・林床の状態さらには作業者の能力や努力度・健康状態等種々あることは、前述の通りであるが、作業者の能力については後述することとして、ここでは他の要因それぞれの分析が出来なかつたので、これらについては単にメモとして記述するに止め、主として作業種要因が、伐出作業工程上に及ぼす影響についてのみ若干分析を進めることとする。

而して林分の状態としてあげられる各種の要因のうち、まず第一には立竹の疎密度がとりあげられるであろうが、この疎密度は伐倒・枝払い・藪出し作業の上に可成り密接な関係を有しているものと考えられる。なかでも、倒竹作業に際しては、立竹密度が大であることは工程の上にマイナスとして働き、枝払い作業については（このような林分では枝下高が一般に高いということを通じて）工程の上にプラスとして働くとしても、倒竹作業やさらには藪出し作業については、伐採率の関係ともならみ合せて考察されなければならないところであろう。

次に伐採率については、伐採率の高い作業というものは、他の作業の場合よりも凡ゆる作業において、より高い工程を上げ得るものと、一般には考えられがちであるが、このような高い伐採率をもつて長期間にわたつて伐採を繰返した林分においては、立竹の形状・地床の状態が漸次悪化して行くに反して、低い伐採率で伐採を繰返した林分では、前者の林況とくらべて立竹の形状も、地床の状態も、より一層良好な条件を備えているので、上述の推測は当初の伐出作業の場合のみに限られるものようである。

また、林床状態の差異については、地床に草本・灌木性の下木が繁茂している場合は、何れの工程も他の場合程はあがらない。なかでも、伐倒作業の際の下払い動作においては、特にそうである。

ところで、作業種（要因）によつて、伐倒・枝払い作業の工程の上に生ずる差異は、それ自体なんら特異なものではなくて、上述の伐採率・疎密度・地床状態等の影響の合成複合結果である。然しながら一応伐倒作業・枝払い作業別に作業種毎の工程の差異を検討してみることとした。すなわち、

(1) 立竹を伐倒する場合、竹林作業種の差異が工程上に及ぼす影響。

第Ⅱ図にみられるように、各作業種毎の工程の間には可成りの差が認められる。いま、竹の大きさを一定とした場合の工程の差異を知るため、共分散分析の方法をもつて平均所要時間についての作業種間の有意性を、作業者毎に検定すると、次の通りとなつた。

作業者	有意差	順位 (作業種 No.)
A	※ ※	No. 4 > No. 3 > No. 2 > No. 5
B	※ ※	No. 2 > No. 1
C	※ ※	No. 2 > No. 3 > No. 1 No. 4
D	※ ※	No. 2 > No. 4 > No. 5

各作業者において、伐倒に対する平均所要時間は、竹の大きさを同一の基準にとつた場合においても、それぞれ有意差が認められる。いま、その修正平均所要時間の大きさの順序

に作業種 (No.) を並べると、上表右欄の通りとなる。带状区 (No. 5), 施肥区 (No. 1) は、他の作業種区 (No. 2, 3, 4) にくらべて最も所要時間が少く、能率的である。これらの Plot は、作業種試験地・施肥試験地として 3~5 年 前より区劃され、毎年保育がほぼ完全に実施され、地床状態が極めて良好であつたためであろう。他の Plot においては、各作業者の数値がまちまちであるが、前記带状皆伐区 (No. 5) と同様に、作業種試験地として設定され、林床の状態は良好であつたにも拘らず 1.2 年生竹残存残伐作業区 (No. 4) は、他の 20 (No. 2)~40 (No. 3) % 択伐区にくらべて、所要時間が大きかつた (作業者 A, C)。このことは、本調査地が 10m×10m に区劃され、その区劃内で作業されたために、調査対象区域外の立竹に影響されるところが大きかつたためと考えられる。このように、伐採される範囲の問題が不用意に介入したために、これをもつて本作業種 (No. 4) に対する工期とみるのは妥当性を欠くものであるが、参考迄に事例として掲示しておく。

(2) 枝払いをする場合、竹林作業種の差異が工期上に及ぼす影響。

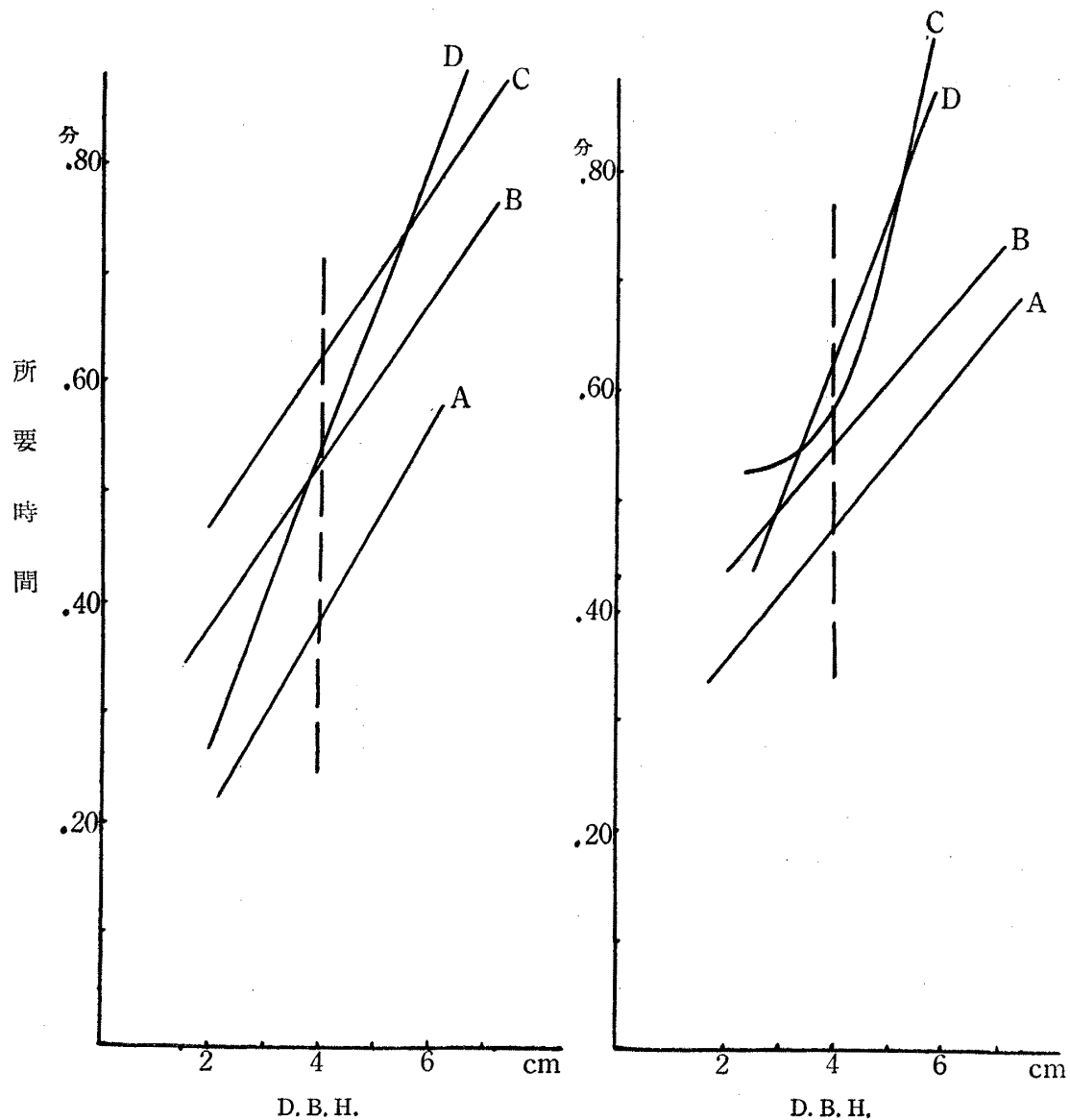
伐倒作業の場合と同様に、各作業者毎に共分散分析の方法で、作業種間の平均所要時間の有意性を検定すると、下表の通りとなる。

作業者	有意差	順位
A	※ ※	No. 5 ₃ > No. 3 > No. 2 > No. 5 ₁ > No. 5 ₅
B	※ ※	No. 2 > No. 1
C	※ ※	No. 4 > No. 3 > No. 2
D	ナ シ	

伐倒作業の場合と同じように、作業者 D を除いた他の作業者の結果数値は、竹の大きさを同一基準とした場合の修正平均所要時間には可成りの有意差が認められ、また平均所要時間の大きさの順序に従つて作業種を配列してみると、上表右欄の通りとなつて、その工期と作業種との関係は伐倒作業の場合ほど明瞭ではない。作業者 D においては有意差は全くなく、B においては施肥区 (No. 1) は、他の Plot にくらべて所要時間が少なく、C においては、1.2 年生竹残存区 (No. 4) は 20 % (No. 2) 40 % (No. 3) 択伐区にくらべて大きい。A・C 両作業者を通じて、40 % 択伐区 (No. 3) は、20 % 択伐区 (No. 2) にくらべて、所要時間が大きい。これは要するに、伐採率の高低が大いに工期の上に影響して、伐採率の最も低い施肥区 (No. 1) において所要時間が最も少なく、20 % 択伐区 (No. 2), 40 % 択伐区 (No. 3) と大きくなり、1.2 年生竹残存区 (No. 4), 及び带状皆伐区 (No. 5) が最も大きくなつている。これは伐採率と枝着きの関係が基因となつていることは勿論であるが、また次の事項にも注意する必要がある。すなわち、带状区 E₅ (No. 5₅) は同じ作業種他の Plot. E₃ (No. 5₃)・E₁ (No. 5₁) にくらべて所要時間は少いが、これは伐採率と枝着きの関係からだけでは説明が出来ないのであつて、これはむしろ作業実行方法の相違にそれを求めるべきであろう。というのは、E₁ (No. 5₁)・E₃ (No. 5₃) は、伐倒作業をかなりの分量続けて、その後で枝払いをした場合の結果数値であるのに反して、E₅ (No. 5₅) は伐倒・枝払いを短時間づゝ幾度となく繰返して、倒竹がうず高く積み重なることを防いだ

場合の結果数値であるからである。このことからして、皆伐に類する伐採率の高い作業種を採用する場合には、作業実行の方法について何等かの考慮をする必要がおこってくる。たとえば、倒竹をうず高く積み上げることは、枝払い実行上に不都合を来すので、伐竹と枝払いとを、逐次少量づつ繰返すとか、或は伐竹者→枝払者の二人共同の作業組織に変更するとかによつて、ある程度このような欠点は解決出来るであろう。このように、場合によつては組織を適宜改めるとすれば、枝払い作業におけるその工期上の影響には一定の方向はうかがわれずに、工期表作製に当つては普通の林分における場合 (Standard) と、施肥区における場合のような特に集約な取扱いがなされてきた林分における場合 (Special) との2つ位に分けておけば充分のように考えられる。

第IV図 各作業者間の工期差異
(伐倒) (枝払)



3) 作業者の経験年数等に起因する差異

作業の工期は、作業者によつて大きく変動することが従来から認められていて、標準工期を決定する場合は作業者の選択の基準をどこにおくか、例えば topman をとるべきであるとか、あらゆる点に関して中位な作業者をとるべきであるとか、というように、とかく論議のわかれるところである。

作業者の能率を比較する場合には、1) 工期に及ぼす他の要因は凡て均一になされているか、或は 2) 他の要因による影響が、結果数値から全て取除かれているように計画されていないなければならないのであるが、この点本調査は不備のそしりをまぬかれない。とはいふものゝ、作業の種類・林分の状態などが、一応均一と、みなされる林況において測定が実施された 10 月 12 日（作業第 2 日目）の結果数値から、作業者の能率の間には、どのような差異が認められたかを検討してみた。

作業者毎に、D.B.H. を X 軸に所要時間を Y 軸にして、Y に対する X の回帰を計算し、さらに図示すると、第 IV 図のようになる。さらに、共分散分析によつて修正平均所要時間をくらべると、下表の通りとなつて、伐倒・枝払いの両作業部門においては、共に極めて有意な差が認められた。さらに、その修正平均所要時間の大きさによつて作業者を配列してみると、伐倒・枝払い共に $C > B > A$ の順序になつて、前掲の各作業者の体位・経験年数を示す表の記載とにらみ合せてみると、作業者 A は最も経験に富み、D において最も経験に乏しく、経験年数の多少の順位は、 $A > C > B > D$ の配列となる。この順位と能率上の

【伐 倒】

	df	S	MS	
全 体	535	657,227.60		
作業者毎	532	625,525.30	1,175.7	
	3	31,702.30	10,567.4	***

【枝払い】

	df	S	MS	
全 体	488	203,622.10		
作業者毎	485	229,792.32	473.7	
修正平均値	3	26,170.22	8,723.41	***

順位とは、A と D においては一致しているが、C と B においては逆転している。もしも、能率の大小が、第 1 に経験年数に左右をされるとするならば、この転倒に対しては、何か他の要因が大きく影響したものと考えねばならないが、体位についても両者間にはさし大差は認められず、また年齢関係においても B の 33 才、C の 20 才と開きはあつても、これが根本の原因とは考えられないので、結局両者の当日の健康状態・或は努力度に起因するものと思考される（が、唯一日限りの観測結果からは、これらの点については明らかにはなしえない）。しかしながら、作業者 A 及び B が完成した工期は、この種の竹林作業において topgroup 乃至 middle group の作業者が完遂する工期と見做して差支えな

ろうし、経験年数1年目の作業者Dと、健康状態か或は努力度の点で劣っていたB作業者が達成した工期は poorer group の作業者が達成する工期とみなして差支えあるまい。そこで、この区分に従つて、それぞれの Class を代表する工期を、D.B.H. に対する所要時間の回帰直線で示すと、次のようになる。

1本当り処理所要時間 (1/100分)

1 本 当 り 処 理 所 要 時 間 (1/100分)

	伐	倒	枝	払
top (middle)	$y=17.06+7.34x$		$y=28.83+5.83x$	
poor	$y=16.55+10.35x$		$y=24.44+10.37x$	

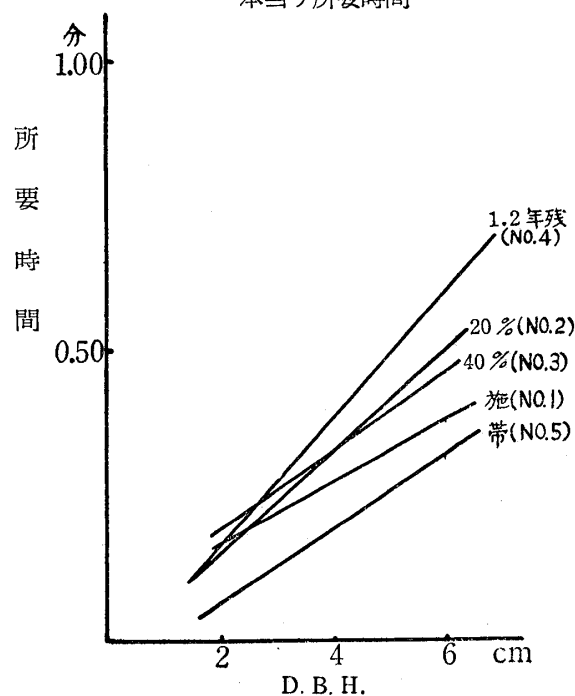
直 径	伐倒所要時間		poor/top	枝払所要時間		poor/top
	top	poor		top	poor	
2 cm	31.74	37.25	1.17	40.49	45.18	1.12
平 均 (4 cm)	48.72	63.54	1.30	53.95	69.14	1.28
6 cm	61.10	78.65	1.28	63.81	86.66	1.36

本表から、中位な作業者に対する未熟な作業者工期は、1本当り処理所要時間で大体伐倒・枝払い共に、それぞれ 1.17 から 1.30 倍及び 1.12 から 1.36 倍も余計に費していることが明らかとなった。

V 工期表の作製ならびにその検討

上述のように、立竹及び倒竹の大きさを一定の基準に修正した後においても、作業種毎の平均所要時間の間には有意差を生ずる。そのような工期に影響する作業種要因のうちで、伐倒部門においては互に有意な作業種は、20% 択伐 (No. 2)・40% 択伐 (No. 3)・1.2年生竹残存残伐 (No. 4)・带状皆伐 (No. 5) 及び特に集約な施業の行われる連年択伐 (No. 1) とに分けられ、枝払い部門においても各作業種別の取扱いに対してそれぞれ有意差が認められるが、前述の通り作業種毎に伐倒・枝払いの時間的な組織を適当に按配実施したならば、作業種間の工期上には大した差異は認められなくなるので、普通な取扱いがなされている林分における場合 (Standard) と特に集約な取扱いが行われている林分における場合 (Spe-

第 V 図
Fig. V 作業種別伐倒工期
一本当り所要時間



cial) とに区分すれば、充分であろうかと考えられたので、これら作業種区分に従ってそれぞれ功程表を作製することとした。

1) 功程表の作製

(1) 伐倒部門

作業能力の個人毎の差異を標準化するために、各作業者がそれぞれに達成した功程を、各作業種毎に平均することとした。このようにしてえられた各作業種毎の D.B.H. に対する 1 本当りの伐倒所要時間の平均回帰式は次の通りであり、さらにこれを図示すると第 V 図の通りとなる。

回帰式 D. B. H.: x (cm) 一本当り伐倒所要時間: y (1/100 分)

$$\text{No. 1} \quad y = 6.77 + 5.17x$$

$$\text{No. 2} \quad y = -2.30 + 8.72x$$

$$\text{No. 3} \quad y = 5.88 + 6.78x$$

$$\text{No. 4} \quad y = -4.77 + 10.93x$$

$$\text{No. 5} \quad y = -6.10 + 6.43x$$

次に、上記回帰式を用いて各直径階毎の 1 本当りの伐倒所要時間を各作業種毎に示すと、下表の通りとなる。

第 IV 表 作業種別直径階毎 1 本当り伐倒所要時間 (1/100 分)

W.S. No.	D cm					
	2	3	4	5	6	7
1	17.11	22.28	27.45	32.62	37.79	42.96
2	15.14	23.86	32.58	41.30	50.02	58.74
3	19.44	26.22	33.00	39.78	46.56	53.34
4	17.09	28.02	38.95	49.88	60.81	71.74
5	6.76	13.19	19.62	26.05	32.48	38.91

上表は、1 本当り所要時間についてのものであるが、竹材の取扱においては従来より束単位が慣用されているので、束を基準とした場合の功程はどのように表現されるかを検討してみると次の通りとなる。

竹材の結束入数について、筆者は先に九大農学部学芸雑誌 Vol. 13 P. 212~216 において述べたが、結束入数の決定も地方によりその慣用がまちまちであるが、今回は本調査に当たった福岡県粕屋郡久原村近在における慣用法によつた。すなわち、当地方の目通り周囲別 1 束当り結束入数は下表の通りである。

目 通 周 囲 (寸)	3	4	5	6	7	8
本 数 (本)	24	12	7	5	4	3

この結束入数及び上述の 1 本当り所要時間の関係から、次表及び第 VI 図がえられた。

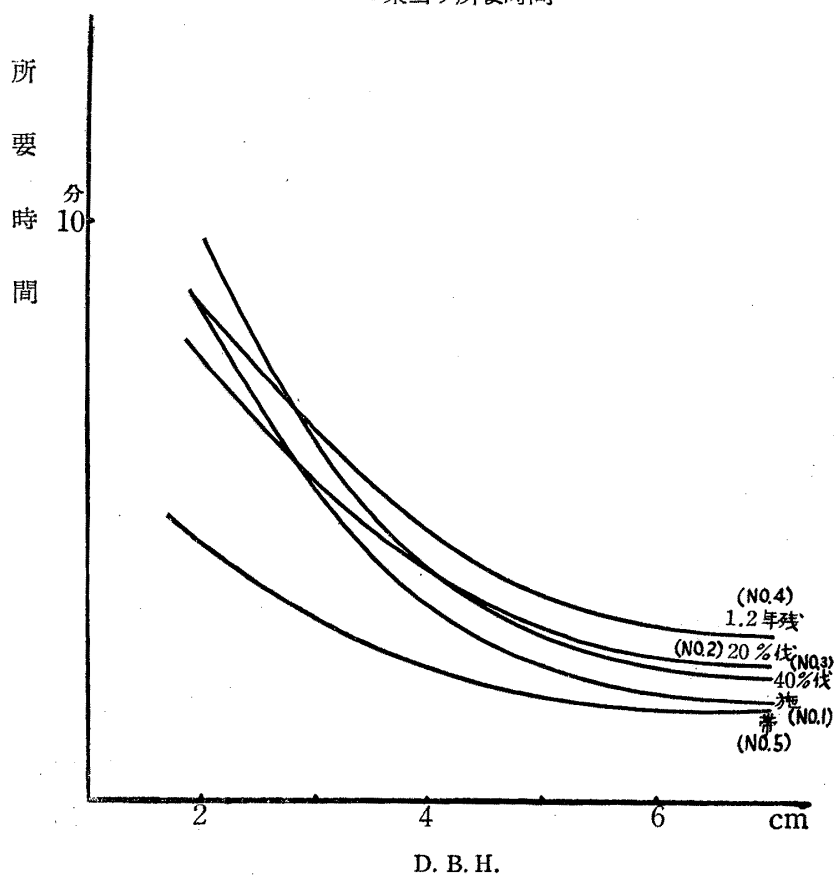
第 V 表 作業種別直径階毎 1 束当り所要時間 (分)

W.S. No. \ D cm	2	3	4	5	6	7
1	8.56	5.35	3.29	2.28	1.89	1.72
2	7.57	5.73	3.91	2.89	2.50	2.35
3	9.72	6.29	3.96	2.78	2.33	2.13
4	8.55	6.72	4.67	3.49	3.04	2.87
5	3.38	3.17	2.35	1.82	1.62	1.56

第 VI 図

Fig. VI 作業種別伐倒功程

— 1 束当り所要時間 —



1 本当り伐倒所要時間は、第 V 図に示すように upward の直線関係であるが、1 束当り所要時間では結束入数の関係が強くあらわれて、直径と結束入数の回帰図に似た曲線をもつて下方に凸な下降曲線となつている。

(2) 枝払い部門

伐倒の場合と同様に、1 本当りの枝払い所要時間並びにこれと結束入数の関係より 1 束当りの枝払い所要時間を求めると、次の通りとなる。回帰式については、作業種毎枝払い所要時間には有意差が認められるが、便宜上普通な取扱いがなされてきた林分の場合 (Stan-

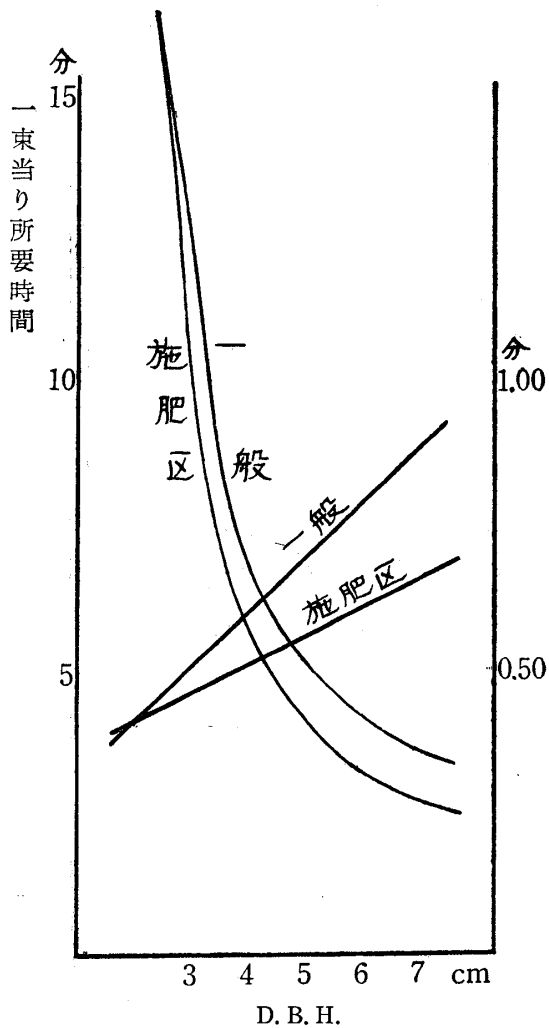
第Ⅵ表 林況別直径階毎1本当り枝払い所要時間 (1/100分)

D. B. H. (cm)	2	3	4	5	6	7
Standard	40.58	50.12	59.66	69.20	78.70	88.73
Special	40.88	45.90	50.93	55.96	60.98	66.01

第Ⅶ表 林況別直径階毎1束当り枝払い所要時間 (分)

D. B. H. (cm)	2	3	4	5	6	7
Standard	20.29	12.45	7.16	4.84	3.94	3.53
Special	20.44	11.01	6.11	3.92	3.05	2.64

第Ⅶ図 1本当り1束当り枝払功程



ard) と特に集約な取扱いがなされてきた林分の場合 (Special) の2つに区分して, 各作業者の功程を平均すると, 次のように示される.

普通 (Standard) $y = 21.50 + 9.54x$

施肥 (Special) $y = 30.82 + 5.03x$

2) 功程表の使用法ならびにその検討

前記のようにして, 福岡県粕屋郡久原村の村有竹林で実施された作業についての功程表を作製した. 而しこの功程表が実際に適用可能であるか, 否か, すなわち, 作業の実行管理或は計画立案の資料, 賃金算定の基準として用いられて適当なものであるかどうかを実例によつて検討しながら, その使用法について, 記述してみることにする.

本表を使用して, 標準功程を算出するに先立つて功程表使用上の前提条件である. 林分の状態・伐採歩合等を決定する必要がある. 而して,

林分の状態を判定する方法としては, 第一に林分の直径分配を (本数或は束をもつて) 推定し, 次いで功程表 (第5・7表) より一束或は一本当りの伐採・枝払いの両部門各々の所要時間を算出するのである. その算出の方法は, 束単位, 或は本数単位によ

をもつて) 推定し, 次いで功程表 (第5・7表) より一束或は一本当りの伐採・枝払いの両部門各々の所要時間を算出するのである. その算出の方法は, 束単位, 或は本数単位によ

る直径分配の率を重みとして伐採・枝払い毎の所要時間の平均値を求め、次いで作業の方法に従つて、各々の主体時間を推定するのである。その主体時間を、先に求めた平均所要時間で除すことによつて伐採に対する、或は枝払いに対する出来高（束或は本数）が得られる。主体時間の推定は、本調査期間中の要素動作分析からえられた結果から類推すると、伐採に対するものは拘束時間の14%・枝払いに対するものは同じく27.6%であつて、拘束時間7時間とすれば伐採59分・枝払い114分となる。

このようにしてえられた標準工期と実際の作業実施によつてえられた実現功表とを比較して、本工期表が標準工期表として使用可能なものであるかどうかの一応の検定としよう。而して、

実際の作業実施結果と標準工期との関係は、下表の通りである。

第Ⅲ表

(伐倒)

実 現		標 準	
出 来 高	主 体 時 間	出 来 高	主 体 時 間
束 13.8	分 42.08	束 14.6	分 50.96
15.0	78.10	13.2	47.65
32.3	37.55	34.7	72.70
8.8	56.18	11.2	29.40
16.0	47.02	17.4	51.47
11.7	66.08	13.7	40.04
18.4	43.01	17.4	69.89
10.9	43.01	13.0	36.09
12.5	52.54	15.0	43.71
23.8	66.70	23.2	68.27
11.7	37.79	12.9	34.31
21.3	101.64	25.8	83.93

第Ⅳ表

(枝払)

実 現		標 準	
出 来 高	主 体 時 間	出 来 高	主 体 時 間
束 13.2	分 84.13	束 12.2	分 90.87
15.3	71.51	12.5	87.14
31.0	191.21	25.9	228.45
5.7	24.03	5.1	27.08
13.4	84.14	15.2	74.36
9.8	68.47	10.8	61.94
15.7	106.90	18.6	90.33
12.9	144.75	16.4	113.95
11.0	83.30	14.4	64.00
25.0	105.61	20.7	127.33
20.5	131.83	21.4	126.40
14.2	90.74	15.7	82.20
13.1	109.60	15.3	93.78
19.3	133.63	24.7	104.41

いま、伐倒・枝払い毎に 1) 出来高束について、2) 主体時間について、実現値と標準値とを比較するために相関係数を計算すると、伐倒においては束関係及び実働所要時間の関係は、それぞれ次の通りとなる。

束 : $r=0.957$ 主体時間 : $r=0.992$

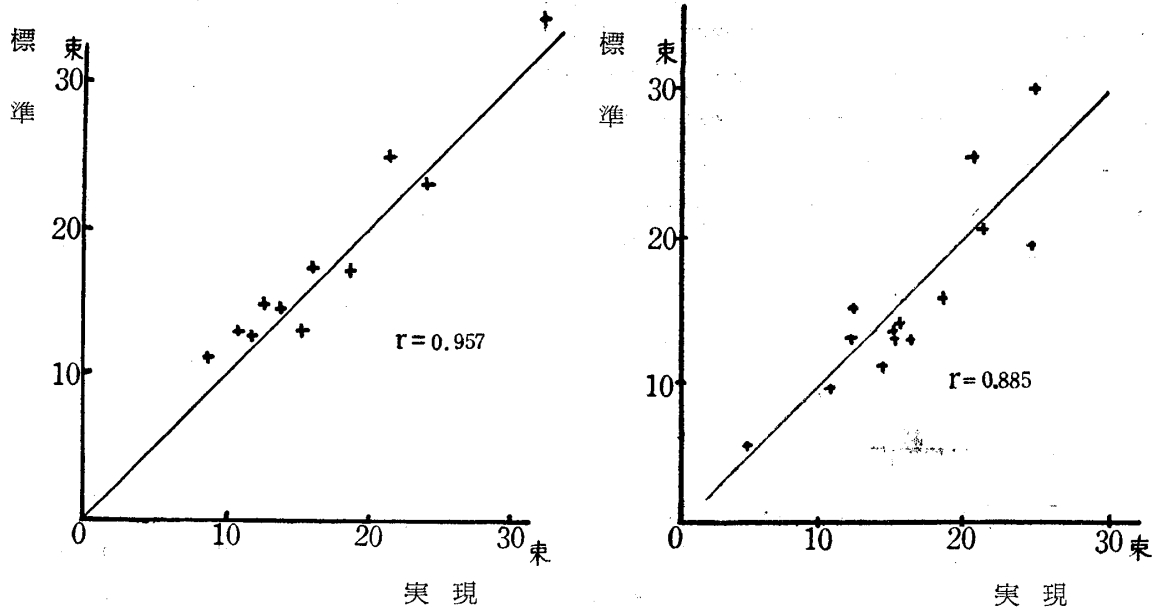
この相関係数は、何れも母相関係数=0との帰無仮説は否定されて、実現値と標準値との間には極めて有意な相関があり、さらに実現値に対する標準値の回帰は0.9997となり $b=1$ の仮説は否定されない。さらに、枝払い作業においても同様に、

束 : $r=0.885$ 主体時間 : $r=0.915$ となり、

第Ⅷ図 実現工期と標準工期の相関

(伐倒)

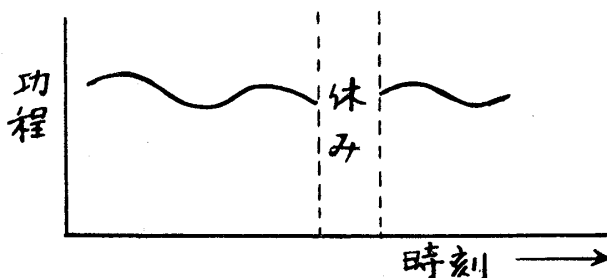
(枝払い)



伐倒における場合と同様に、母相関係数=0の仮説は否定されて、両者の間には高度の相関関係が認められる。さらに、前者同様、標準値に対する実現値の回帰を計算すると、それぞれ、0.764、0.793となるが、これは $b=1$ の仮説が95%の有意水準においては棄却出来ない。以上の結果より、上記工期表は一応、標準工期表として使用しても差支えはないものと判断される。

Ⅵ 作業継続による工期の変化

労働心理学が教えるように、竹林のこの種の作業において、もしも竹の大きさ・その他の工期の上に影響を及ぼす各種の要因が規正されるとするならば、恐らく下図に示すよう



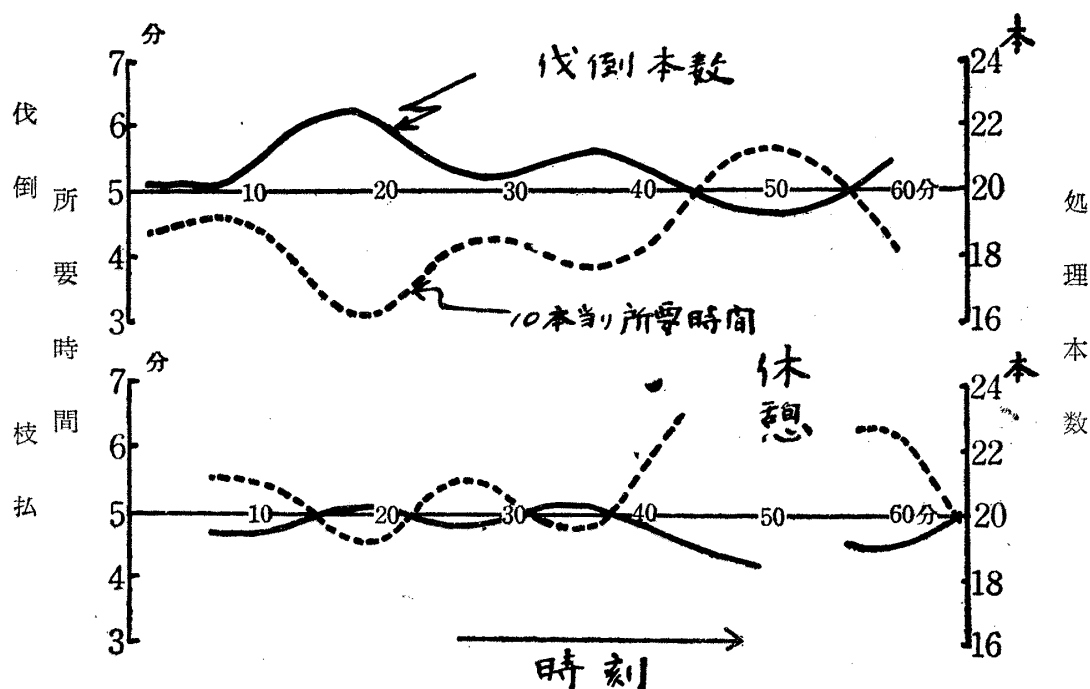
な傾向が窺われるであろう。と推察して、伐倒、枝払いにおける作業時間の経過と工期の関係とを、第Ⅷ図のようにならわした。而して、竹の大きさ(D.B.H.)の影響をなるべく除去するために、10本当りの処理所要時間をもつて工期をあらわす基準として、平均

処理本数を求め、時間の経過一定間隔毎に、これを図示し、これらを平滑化したものが、第Ⅷ図である。

Ⅶ 摘要

本調査は、昭和30年10月12日より4日間、福岡県粕屋郡久原村・村有竹林内における竹材の伐出作業中、その主なる要素作業部門である伐倒・枝払い・曳出しの三作業に対

第 K 図 作業時間の経過に対する工期の変化



する工期の時間観測を実施したものである。而して、本調査の結果、次のことが明らかとなった。

(1) 要素時間分析

上記時間観測の結果を分析表に纏めると第 I 表 (要素動作時間分析表) の通りとなつて、全作業時間に対する実働・余裕時間はそれぞれ 75 (%) : 25 (%) の割合となる。さらに伐倒・枝払い・曳出しの三作業に所要する時間の割合は、対象となる林分の状態・竹の形質・伐採の程度等によつても異つてくるであろうが、20%~60%程度の択伐をもつて、収獲作業を実施している林分においては、それぞれ 2:2:1 の比率とみなされる。

(2) 工期を左右する要因

工期を左右する要因としては、伐倒・枝払い両要素作業共に、竹の 1) 大きさ (D.B.H.) 2) 形質・3) 林分の状態・4) 伐採の程度・5) 作業者の能率などが一応考えられるが、そのなかでも、特に大きな影響力をもつと考えられる次の三項について分析すると、次の通りとなる。すなわち、

① 立竹の径級 (D.B.H.) の大小

第 I 図に示すように、1次或は2次の upward の曲線関係が認められ、 b_1 及び b_2 は $b = 0$ の帰無仮説を否定して、相関係数の検定の結果と共に、伐出作業工期の上に密接な影響力のあることを示している。

② 作業種

各作業種間には量的生産力の上に差異が生ずると同時に、立竹の形質・林床の状態・立竹の疎密度等といった林分構成内容の上にまでも差異が生じてくることは当然である。而して、このような立竹の形質・林分の状態などの良否が伐出作業工期の上に直接に影響して、これらが複合された形で作業種の相違による工期上の差異としてあらわれてくるのである。そこで各作業種に対する工期の差異を検討するために、各作業種毎に胸高

直径 (D.B.H.) に対する所要時間の回帰を求め、各作業種毎の修正平均所要時間の間の有意性を検定すると、これらの間には極めて有意な差が認められる、そこでその修正平均値の大きさの順序に作業種を列挙すると

- 1) 伐倒作業においては 1・2年 生竹残存残伐 (No. 4) → 40% 択伐 (No. 3)
20% 択伐 (No. 2)
→ 带状皆伐 (No. 5)
→ 集約的連年択伐 (No. 1)
- 2) 枝払い作業においては 1・2年 生竹残存残伐 (No. 4) → 40% 択伐 (No. 3)
带状皆伐 (No. 5)
→ 20% 択伐 (No. 2) → 集約的連年択伐 (No. 1) の順序となる。

③ 作業者の能力

作業者毎の修正平均所要時間を比較すると、この平均値間には極めて大きな有意差が認められ、その大きさの順序にこれを配列すると、

$$C > B > A$$

の順序となる。さらに、各作業者毎の経験年数・年齢・体位を比較すると、年齢・体位については特に顕著な傾向は認められなかつたけれども、経験年数のみが工期の上に強く影響しているもののように判断された。各作業者の経験年数は次の通りであつて、工期の大小と、経験年数の順位との間において A・D については一致しているが、B・C については転倒が認められる。これは、C 作業者が努力度か或は健康状態かにおいて、なんらかの欠陥があつたためと考えられる。さらに、平均所要時間の大きさよりみると、A・B は top class に入れて差支えないものと認められるので、この種の作業においては大体 3～4 年の経験で、一応技術的には熟練の域に達するものと判断される。

作業者	年数
A	10
B	3
C	4
D	1

(3) 工期表の作製ならびにその検討

以上の結果を基礎として、伐倒作業部門については作業種毎に 1 本当りの伐倒所要時間ならびに 1 束当りの伐倒所要時間を表示することによつて工期表を作製し、枝払い作業部門については一般的な取扱いを続けた林分の場合と、特に集約な連年択伐的な取扱いを続けた林分の場合とに分けて、伐倒作業部門の場合と同じように 1 本当りならびに 1 束当りの枝払い所要時間を表示した。上記の工期表を使用して算出した標準工期と、現実に達成した工期との差異を、本表より求めた工期が、果して標準として使用可能か否かを伐倒作業 12 例・枝払い作業 14 例について検討した。この結果、両者の相関関係をみると、標準工期 (束・主体所要時間) に対する実現工期 (束・主体所要時間) の相関係数は、伐倒作業で 0.957, 0.992・枝払い作業で 0.885, 0.915 となり、母相関 $r=0$ の帰無仮説は棄却されて、極めて高次の関係が認められた。さらに、標準値に対する実現値の回帰は $b=1$ と見做しえずとして、この算出工期表を標準工期表として使用しても差支えないことが明らかとなつた。

(4) 作業継続による工期の変化

10 本当りの処理 (伐倒, 枝払い) 所要時間を求め、グラフに示すと、第Ⅸ図の通りとなる。本調査においては直径分配関係、その他林分構成内容が規正出来なかつたために、一定の傾向は明示しえないけれども、労働心理学が示すところの工期の変化曲線というものは、或る程度うかがうもののものである。

Résumé

The present report is on a time-study of the three element works of cutting, lopping and hauling bamboos carried out during the cutting work at the village-owned bamboo forest at Kubara-mura, Kasuya-gun, Fukuoka Prefecture in 4-days period from October 12, 1955.

The following points have been made clear as a result of the study.

1. Analyses of Element Time

The results of the time-study are summerized in Table 1, "Element Time Analyses". The ratios of the net working hours and the allowed times to the total work hours were 75 % and 25 % respectively. The ratio of time required in the element works of cutting, lopping and hauling may differ by the conditions of the stand, the properties of bamboos, the degree of cutting, etc., but in a stand where cutting work is carried on by 20 %~60 % selective cutting, the ratio of the time required in the element works seems to be 2:2:1.

2. Factors Influencing Output

As the factors influencing the output, (1) the size (D.B.H.) and (2) the properties of bamboos, (3) the conditions of the stand, (4) the degree of cutting, (5) the efficiency of the workers, etc. are considered in both the element works of cutting and lopping. Among all, the three factors that are considered to have the greatest influence are analyzed in the following.

(1) D.B.H. of Standing Bamboos

As shown in Fig. 1, an upward curvilinear relation of the 1st order or the 2nd order is seen, and b_1 and b_2 rejects the null hypothesis of $b=0$ and, together with the result of the test of the correlation coefficient, it shows that the size has a strong influence on the output of the cutting work.

(2) Working System

There appear differences in quantitative production by different working systems, and at the same time the working system causes differences in the constitution of the stand, such as the properties of standing bamboos, the conditions of the forest bed, the density of the standing bamboos, etc., as can be expected as a matter of course. And these factors, the properties of standing bamboos, the conditions of the stand, etc. have direct influence on the output of the cutting work, and the effects appear in a composite form as the difference of the output. Therefore, the regression

of the required time on the D.B.H. for different working systems was obtained and there are quite significant differences among the adjusted means of the required time for various working systems. The working systems are listed in the following in the order of the magnitudes of their adjusted mean values.

1) In Cutting Operation

Sporadic cutting leaving both 1st and 2nd year bamboos (No. 4)

20 % selective cutting (No. 2)

40 % selective cutting (No. 3)

Clear cutting in strips (No. 5)

Intensive annual selective cutting (No. 1)

2) In Lopping Operation

Sporadic cutting leaving both 1st year and 2nd year bamboos (No. 4)

Clear cutting in strips (No. 5)

40 % selective cutting (No. 3)

20 % selective cutting (No. 2)

Intensive annual selective cutting (No. 1)

(3) Ability of Workers

The adjusted mean time required of each worker was compared and significant differences among the mean values were observed. The workers are arranged according to the order of the values as follows:

$$\frac{C}{D} > B > A.$$

The age, physique and years of experience of each worker were compared. No marked tendency was seen as regards the age and physique, but the years of experience seemed to affect the output strongly. The

Worker	Years of Experience
A	10
C	3
B	4
D	1

years of experience of the workers were as shown in the table on the left. The order of outputs and that of years of experience agreed with each other with Workers A and D, but the order was reverse with Workers B and C. This seems to be due to some faults or other in the effort or the health conditions of Worker C. In view of the mean time required in working, Workers A and B can be classed as the top

class workers, and it seems that 3 or 4 years experience makes a worker an expert technically in this kind of work.

3. Preparation of Output Table and Its Review

Based on the above study, an output table was prepared. In the case of the cutting operation, the time required in cutting one bamboo in each working system and also the time required in cutting one SOKU of bamboos were expressed in the table. And in the lopping operation, the stands were classified into two, the stand that had undergone an ordinary treatment and the one that had undergone an especially intensive annual selective cutting treatment, and as in the case of the cutting operation, the time required in lopping the branches of one bamboo and that required in lopping the branches of one SOKU of bamboos were expressed in the table.

The standard output computed from the above output table and the output actually achieved were compared and the review was made as to whether this output table could be used as a standard. The review was made with 12 cases of cutting operation and 14 cases of lopping operation. From these results, the correlation coefficients between the standard output (output of work by SOKU and sum of element time) and the actual output (output of work by SOKU and sum of element time) are computed as 0.957 and 0.992 with the cutting operation and 0.885 and 0.915 with the lopping operation, and contrary to the null hypothesis of the population correlation $r=0$, a close relationship was observed. Further, it is made clear that this table can be used as the standard output table, since $b \neq 1$ cannot be considered to hold, regarding the regression of the actual number (output of work by SOKU and sum of element time) on the standard number.

4. Change of Output due to Continued Working

The time required in treating (cutting and lopping) ten bamboos are shown in the graph, Fig. IX. Since the diameter distribution and constitution of the stands could not be controlled in this study, no definite tendency cannot be given, but some idea of the output variation curve as shown by the labor psychology may be obtained from the study.