

林業の標準功程表あてはめに

関する研究（その2）

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

米 田 幸 武⁽¹⁾ 中 村 英 石⁽²⁾
辻 隆 道⁽³⁾ 渡 部 庄三郎⁽⁴⁾
石 井 邦 彦⁽⁵⁾

目 次

まえがき	5
第1章 標準作業量（標準功程表）の概念	5
1. 標準作業量の定義	5
2. 標準時間（標準作業量）の必要性	6
3. 作業量を測定するための各種方法	8
(1) 直接観察による測定法	8
(2) 概算見積による測定法	8
(3) 作業評価による測定法	9
(4) 時間測定具を使用して直接計量する測定法	9
(5) 予定標準資料（動作時間標準法）による予測的な測定法	10
(6) 実績記録による統計的な測定法	10
第2章 標準時間設定の調査要領	11
1. 時間観測および実績調査	11
(1) 作業方法	11
(2) 対象樹種	11
(3) 使用機械	11
(4) 対象作業員	12
(5) 時間観測員の分担	13
(6) 時間観測上の注意事項	13
(7) 条件調査員の分担	13
2. 期間と場所	13
3. 従来の方式による標準作業量	14
(1) 統計的測定法	14
(2) 直接時間研究法による標準功程表	18
(3) 直接時間研究法による標準時間	29

(1) 経営部作業科長 (2)経営部作業科作業研究室長

(3)(4)(5)経営部作業科作業研究室員

第3章 標準資料法による分析	36
1. 伐木造材作業の分解	36
(1) 纏り作業（作業工程 Complete operation）	36
(2) 単位作業（Fundamental operation）	37
(3) 要素作業（Elemental operation）	38
(4) チェンソー作業による伐木造材作業の作業分解	39
(5) 要素作業の分割と作業改善および標準時間との関係	47
(6) 条件因子の測定	50
2. 要素作業の性格および実態	51
3. 標準作業方法について	61
4. その他の作業改善について	65
5. 標準方法の書式化	67
第4章 標準資料法による標準時間の算定ルール	68
1. 頻度分布から標準時間を算定するとき	68
(1) 環境条件のとき	68
(2) 作業時間値のとき	68
2. 類型区分を決定するとき	70
(1) 基礎控除時間	70
(2) 基礎時間の類型区分	70
(3) 定加時間の類型区分	70
(4) 割増時間の類型区分	70
(5) 追加時間の類型区分	71
第5章 玉切作業	72
1. 単位 玉切	72
(1) 玉切	72
I 要素玉切鋸断時間の因子	72
II 要素玉切鋸断時間における技能の差	77
III 玉切に必要な“立木の形状”をあらわす条件	86
IV 要素玉切鋸断基礎時間表	92
(2) 引落とし	95
(3) 段取	98
(4) 足場作り	103
(5) 位置替	105
(6) クサビ打ち、クサビ抜き	107
(7) 転材確認	108
(8) 玉切進行見	110
(9) 鋸引抜き	110
(10) 道具取替	112
(11) 始動停止	114
(12) 歩行（持歩行+空身歩行）	118
2. 単位 測尺	122
(1) 測尺	122
(2) つる除去	125
(3) 採材検討	125
(4) 障害除去	126

(5) 道具取替	127
(6) 歩行（持歩行＋空身歩行）	128
3. 単位 障害除去	128
(1) 障害木切	128
(2) ボサ切	129
(3) 障害物片付	132
(4) 道具取替	132
(5) 段取，始動停止	133
(6) 歩行（持歩行＋空身歩行）	133
4. 単位 捨切	134
(1) 捨切	134
(2) 始動停止	135
(3) 段取・鋸引抜き・空身歩行・持歩行・その他	135
5. 単位 木口廻し	137
(1) 木口廻し	137
(2) 段取	139
(3) 道具取替	139
(4) 歩行（持歩行＋空身歩行）	139
6. 単位 支え木扱い	143
(1) 支え木扱い・材料とり	144
(2) 段取・道具取替・始動停止・持歩行	144
7. 単位 化粧掛け	145
8. 単位 サルカ切	145
(1) サルカ切	145
(2) 段取・切片除去・位置替・始動停止・道具取替・歩行	146
9. 纏り玉切作業の総括	147
(1) 纏り玉切作業の標準時間表	147
(2) 纏り玉切作業の標準時間の精度について	147
(3) 単位作業に区分して単位作業ごとにみた標準時間の精度について	153
第6章 枝払作業	154
1. 単位 枝切，節切	154
(1) 枝切，節切（機械切）	154
I 正味時間値による吟味	154
II 実際の枝切，節切標準時間	160
(2) 枝切，節切（手工具切の時間）	163
(3) 枝先切	164
(4) 段取	166
(5) 始動停止	167
(6) 歩行（持歩行＋空身歩行）	169
(7) 道具取替	170
(8) 枝片付	171
2. 単位 障害除去	172
全要素	172
3. 単位 手直し	174
全要素	174

4. 単位 木廻し	175
全要素	175
5. 纏り枝払作業の総括	177
(1) 纏り枝払作業の基本時間, 標準時間の表	177
(2) 纏り枝払作業の標準時間の精度について	177
第7章 伐倒作業	181
1. 伐倒作業の資料の取り扱いについて	181
2. 単位 受口切・追口切	184
3. 単位 伐倒方向再考, 退避, ヤリおとし, 方向決定	190
4. 単位 受口直し, 根張切, 足場作り	191
5. 単位 矢打ち	193
6. 単位 障害除去	193
7. 単位 合図, 退避路作り, 懸木落し	194
8. 纏り伐倒作業の総括	194
(1) 纏り伐倒作業の標準時間表	194
(2) 纏り伐倒作業の標準時間の精度について	194
第8章 考 察	195
1. 標準功程表作製上に問題となる条件因子	196
(1) 傾斜に対する検討	196
(2) 歩止り(利用率)に対する検討	203
2. 時間基表のタイプ	205
(1) 伐木造材作業標準作業量算出表	205
(2) 要素区分ごとの基準時間表	205
摘 要	211
文 献	213
Résumé	214
付 表	218

ま え が き

作業の標準作業量を決定することは、作業を標準化するためにも、またあらゆる生産管理の基礎資料として、生産の合理化には欠くべからざるものがある。

国有林においては、昭和24年照査課が各営林局に設置されて以来、従来現場経験者の主観により決定されていた作業工程を、客観的な科学的資料による標準工程表に置き替えるべく、直接時間研究法による標準工程表作成のための調査を進め、各種作業の標準工程表の作成を行なってきたのであるが、現場における時間管理の不十分なことや、作業方法の標準化が併行して進められなかつたためなどの理由によつて、必ずしも完全に現場に応用できるまでの成果を収めることができなかった。

特に昭和32年10月31日32林協第16号の「作業員の賃金に関する労働協約」においては、従来の直接時間研究法とは別個の実績工程を基礎とする作業量を環境係数によつて修正する方式が打ち出され、従来の標準工程表の考え方が大きく後退したかの感がある。

このときにあたり、従来の標準工程表の持っていた欠点を除去する目的をもつて、標準資料法によつて必要な要素作業の標準時間を組立てて標準作業量を決定する方法が検討されていたが、昭和35年秋にこの方法による調査の実行ならびに取り纏めを、チェンソー伐木造材作業を対象として、林野庁より林業試験場に委託せられた。

調査は昭和35年12月12日から24日にわたり、熊本営林局管内矢部営林署鴨猪谷事業所で行なわれ、測定資料数の関係および作業条件測定法の制約などのため満足のできる分析ができなかつたが、今般一応の結果の取り纏めが終了したので報告する次第である。

最後に調査にあたつてご援助、ご協力をいただいた林野庁、熊本営林局監査課、作業課、矢部営林署の関係各位ならびに鴨猪谷事業所の主任以下各位、作業員の諸君に深甚な謝意を表したい。

第1章 標準作業量（標準工程表）の概念

1. 標準作業量の定義

標準工程表という言葉はわれわれ、国有林野関係において使用された言句であり、一般産業においては標準作業量なる言句に匹敵するものであるが、概念的には標準作業量と幾分異なるようである。すなわち、国有林野においては、古くから工程表（森林家必携、p.417）なる言句が使用されているが、これは経験的な数値であり、1人1日当たりの出来高として治山土木関係で使用されているところの歩掛表に近い作業量の表示法である。一般産業でいうところの標準作業量とは、普通「課業“Task”」といわれ、1単位時間、通常1時間に対する作業量のことで、現実には作業量とか、作業時間のみならず、品質、資材の利用度などが条件となるが、これら条件は標準的に管理されたものと仮定されている点、われわれが今までに作成し、使用してきたところの工程表とは異なるところである。この点、歩掛りでは「ノルマ“Nolma”」として基準作業量的な性格が強い。

以上のごとく本質的には異なるが、概念上においては厳格な区別をしておらなかつたのであるが、生産管理上の用語として今後ますます使用されることが予想されるので、ある程度の定義付けが必要であろう。そこで一般産業における生産管理に必要な用語のうち、当論文に関係あるものについて一応の定義づけを行なう。

作業（Operation）……作業とは人が器具や機械等を使用して（または使用しない場合もある）原料や材料

を目的どおりのものにつくりあげてゆく過程をいう。

生産能率……投下労働量とそれに対応する生産物量との比率，あるいは実際作業時間と標準作業時間の比率，または一定時間における実際の作業量と標準作業量の比であり，前者は絶対的能率，後者は相対的能率といわれるが，われわれは後者の概念を用いる。

標準作業時間，標準作業量……標準時間は所定の標準作業条件のもとに，決められた作業方法で，その作業についてある習熟期間を経た作業者が，標準の努力で作業を遂行するに要する時間である。この逆数をとれば1単位時間に対する標準作業量であり，課業（Task）とも呼ばれている。

標準時間は準備時間，主作業時間および付帯作業時間からなっている。

時間基表（Master table），時間研究基表（Master table of detail time studies）……同じ要素が比較できるように配列された時間研究データの総括記録。標準時間データを集め，分析し，作り出すために用いる。

標準資料（Standard data），標準時間資料（Standard time data）……所定の種類の仕事をこなすために用いられるすべての要素について各要素の正常要素時間をまとめたもの，このデータは，それを決定するのに用いた仕事と類似の仕事について，実際の時間研究を行わずに，標準時間を決定する基礎として用いる。

標準化（Standardization）……能率のめやすとして事物の量，質または方法などに関して，定められた手本のことを標準といい，科学研究によつてかかる標準を作ることを標準化という。

単純化（Simplification）……標準化を適用するのに，原則として2つの異なった技法がある。その1つは単純化である。すなわち，既存の製品の形式と寸法とが種々雑多である場合，余計な種類を除くことにある。今1つは現在の形式，寸法は考えないで，形式と寸法とを技術的に計画し直して製品に新しい系列を作りこの系列が性能の要件の全範囲を最も有効に満足さすようにすることである。

専門化（Specialization）……専門化とは2つの方策が考えられる。1つは，製品の種類を少なくして特定の生産手段を専ら使用すること，すなわちある仕事特定の方向に集中するならば，それが肉体的なものであろうと，精神的なものであろうと熟練度が高まり，質的にも量的にも成果は増大する。他の1つは需要者の要求条件と自社の製造条件と，自社の製造条件とのかねあわせから，自社にふさわしい，かつ品種を限定した製品規格を定め，できるだけ製品の種類を少なくして能率的な生産，供給体制を採っていくことである。

2. 標準時間（標準作業量）の必要性

林業生産において作業形態により造林労働，収穫労働，土木労働とに分けられているが，いずれも生産管理上の専門化による区別ではない。作業形態を考慮しない場合の林業労働専門業者は全労働者の20%内外であるといわれ（33年度国有林野統計書によれば常用作業員は16.8%，定期作業員は11.3%となつている），一応専門業者が林業における技能者として熟練者が多い。これら熟練者を作業専門の労働者と考えた場合，作業形態に分けると非常に少ない人員となる。しかし，そのうちの大部分は収穫労働であり，また機械化が一番進んでいる労働であるだけに，機械を中心とした専門化が一番進展しているものと考えられる。この専門化の内容を収穫労働について具体的に述べる。すなわち，専門化には2つの考えがある。その1つは伐木，集材，運材などの作業工程による縦断的，ないし垂直的専門化であり，他の1つは運材においては積込，運転手，荷卸，集材においては荷掛け，集材機の運転手，荷外しなどの製品に対す

る横断的、ないし水平的専門化である。これを今回の対象作業であるところの伐木造材作業についていえば、水平的専門化には伐倒、玉切り、枝払などが考えられる。今回の調査において、標準資料法による作業分析は考え方によつては1つの水平的専門化のあらわれであり、その第1歩として作業員に対する専門化までは考えずに、作業内容について1つの標準化を考える場合の足掛りとして水平的専門化の考え方を導入したのである。すなわち、時間分析結果より伐倒、玉切り、枝払などのまとまり作業に分けて、それぞれの作業についての時間基表を作ることは、標準作業方法もあわせ考慮することになり、これより標準時間算定の効果は増すものである。

- a. 標準時間は単なる所要時間ではなく、諸条件がある一定標準のもとにおける予定時間であるから、標準時間を算定するにあつては必ず諸条件の標準を考慮することにより、多かれ少なかれ作業改善が行なわれ、諸条件の標準化が促進される。
- b. 標準時間が算定されている作業は、その実際所要時間と比較して標準差異を分析することができ、作業能率を向上させることができる。
- c. 種々雑多な製品または作業でも標準時間をもつて全体の作業量、または作業能力をあらわすことができる。そのため日程計画、工程編成などの重要資料となる。
- d. 標準時間は標準原価計算における標準労務費、標準間接費の計算基礎となる。
- e. 標準時間は能率給の賃率またはその決定基礎となる作業能率を合理的に算定する基礎となる。

以上のごとく標準時間は企業にとって多くの効果をあげうるものであるが、標準時間は企業内における日常業務の遂行上、達成標準にあたるが、この標準を維持するためにはその内容を規正した手続標準および成果に対する規格標準が必要となる。伐木造材作業に例をとると、

規格標準……製品、部品、材料素材などの規格で、J I Sのほか各企業で定める標準規格、品質標準がある——用材の日本農林規格、造材仕様など。

手続標準……個々の作業員に対する日常作業や執務そのものの手引きまたは訓練基準であつて、個々の従業員が独自の流儀または判断でやるよりも、効果が確実で、かつ仕事の能率が上がることを確保することを目的とする——森林労働安全基準、伐木造材作業基準、作業手順書など。

達成標準……作業、執務そのものでなく仕事の成果に対する目標であり、また成果を評価し、あるいは計算する基礎である——標準時間表、時間基表など。

このように現在においても多くの標準が整備されているが、標準化の進め方としては伐木造材作業に対して水平的な標準化はもちろんのこと、垂直的な標準化もあわせ考えた。全体を通じた統一性の確立でなければならない。しかしこの場合、統一されるべき水準は、必ずしも企業の最上位のものであるとはかぎらない。組織が、その基本的秩序を形成し、管理が全体管理として、そこに成立する齟齬や摩擦を調整しうることができるものであればよい。このことは標準化を進めることによつて標準化の機能が十分に発揮されてくるからである。標準化の機能としては安定化機能、調整機能が考えられる。

標準化の安定化機能……文明の発達に従つてこのような判断の基準は当然高くなるが、この要求に応じて始終標準を変えては経済性が成立しないので、要求または条件に対して、ある期間一定の水準を定め安定させることが必要となる。これが標準化の1つの主要機能である。

標準化の調整機能……一定の水準を定めるためには、その要求または条件を満足させるのに必要な要因間の利害得失を調整する必要がある。これも標準化の主要機能である。

3. 作業量を測定するための各種方法

前節まで作業量を把握することの必要性を述べたが、実際に作業量を把握するためにはどのような方法があるかを述べる。

実際に測定する方法としては次の6種が考えられる。

直接観察による測定法 (Measurement by observation)

概算見積による測定法 (Measurement by estimate)

作業評価による測定法 (Measurement by work count)

時間測定具を使用して直接計量する測定法

予定標準資料による予測的な測定法 (Predetermined time standard data)

実績記録による統計的な測定法 (Measurement by historical record)

以上であるが、それぞれの特徴を述べる。

(1) 直接観察による測定法

時間測定具を用いることなく、直接、作業現場を観察し、個人的な判断によつて作業量を測定する方法で、別に「主観的測定法」あるいは「一時的測定法」とも呼ばれ、管理者や監督者の勘と経験によるもので、最も原始的なものである。作業が単純で量も少ない場合はこの方法で十分間に合うが、組織的なチーム活動を行なっている作業や、技術的な作業場面においては全く「当て推量の測定」の域にとどまる。

Refa による見積法はこれと似ているが、次の項とも関連があるが、作業全体に対して時間を総括的に求めるには、部分作業を過大に見積り勝ちであるため、精々応急手段としかならず、短い個別的作業に用いるのみであるとしている。

(2) 概算見積による測定法

概算見積は個人的な経験や過去の資料を参考としてある作業を見積る方法で、概括的な計画や予算の概算をするのに軽便であるが、正確な結果を求めることはできない。それにもかかわらず、この方法は最も一般的に広い範囲にわたつて行なわれていることは、他に合理的な測定法を持ち合わせていないからである。

Refa においては経験数値法として経験を組織的に整理し、規則的に同一数値を反復使用するので、基準数値を作ることが主要な作業で、そのためには経験者の経験のほか、信頼しうる外部の資料をも参照することになり、後日正確な数値が求められた場合は置き換えていくことになる。

概算見積法が産業界で適用される場合の一般手順は次のごとくである。

- a. 専任の作業計画者が作業の概算見積をして作業命令書を記入する。
- b. 作業命令書をその作業を実施する職長に交付する。
- c. 職長は個人的な判断で所要時間を見積り、作業の細部計画を立てる。
- d. 完成した作業について、作業命令書の実際時間を集計する。
- e. 実際作業時間と概算見積時間とを比較する。

このような手順によるが、見積は多く個人的な判断で行なうので、多くの欠点を持っている。

- a. 概算見積は時に実際作業と大きな相違をきたすことがあるが、その原因を適確に知ることができない。
- b. 概算見積による結果を強制した場合、作業員は作業の完成に自信を失い、職務に対する熱意と興

味を失うに至る。

c. 作業方法が変更された場合に適切な作業時間を算出することができない。

(3) 作業評価による測定法

この方法は(1), (2)の方法より一歩進めて、a. 作業現場について直接生産量をチェックする。b. 既往の生産記録から生産量の平均値を求める。c. スナップリーディング (Snap-reading) により作業員の稼働状況を分析するなどの積極的な方法により資料を集め作業を評価する測定法である。

このために特別な用紙を準備する必要がある、また、はつきりした作業単位を設定し、信頼できる平均値が得られるような期間を定めて正確に測定する努力が必要となるが、以後に述べる方法に比較すれば比較的軽便な方法ではあり、かつ、妥当な作業測定を行なうことができるが、断片的な測定であることおよび測定の結果から作業標準を導き出すことに多くの困難がある。

(4) 時間測定具を使つて直接計量する測定法

この方法は技術的な測定法であり、いわゆる時間研究 (Time study) による測定法である。測定具としてストップウォッチやその他の秒測器類 (Split second timing devices) を使用する。

使用する測定具によってストップウォッチ法 (Stope watch method) とマイクロモーション法 (Micromotion method) とに大別される。前者はストップウォッチを使用して肉眼で作業の要素動作の所要時間を記録し、後者はマイクロモーションカメラを使用して微細動作、作業手順、作業時間などを詳しく記録してゆく方法である。

測定結果の取りまとめ方法によつて、直接時間研究法 (Direct data method) と標準資料法 (Standard data method) とに分けられる。

直接時間研究法は、国有林において作成されてきた工期表であつて、これは作業に対してまず時間的要素を加味して分析し、時間的重点を発見すると同時に各種の作業条件をもあわせ記録し、これを基礎にして工程分析的あるいは動作分析的着眼をもつて、ムリ、ムダ、ムラを見い出し、標準作業制定の基礎とするので、さらにその標準作業を保守するためと、ある安定した作業速度を維持するために、標準正味時間を観測して実際に即して使用するよう整理することである。すなわち、a. 作業の時間分析、b. 標準作業の時間研究の2つになる。この方法の欠点としては、1) 費用がかかる、2) 非一貫性である、3) 仕事が始動した後においてのみ得られるなどがあげられる。

標準資料法は時間観測を摘出し、その要素作業のそれぞれに対して標準時間を決定すること、1つの作業に対して標準時間を前もつて決定するために便利な形に組立てることから始まる。

その特徴は

- 1) 標準の実際費用が著しく低い。
- 2) 標準が他よりずっと迅速かつ正確に設定されうる。
- 3) 標準が相互に調和している。すなわち、矛盾がないこと。
- 4) 標準が作業に対して容易に説明されうる。
- 5) 標準が作業を始める前に決定されうる。
- 6) 仕事が合理的な原価で決定される。
- 7) 長い作業は日々の計算のために分割される。
- 8) 必要な場合、標準が再現される。

以上の8項目に要約されてくるが、この方式にはキャロル式 (Carroll method)、シュルツ式 (Schulz method) とがあり、シュルツ式は時間観測に入る前に機械ならびに工具の標準化を強力に実施してから標準時間を算定するのであるが、キャロル式においては作業の時間分析と同様な観測方法により必要な固有要素作業のみを抽出観測し、これを比較用紙 (Comparison sheet) に整理し、平準換算法により正味時間を算出し、自ら変数は数表、図表、ノモグラム、公式などにまとめ、1つの作業に対して標準時間を前もって決定するために便利な形に組み立てることであり、時間分析よりいきなり標準資料をまとめるのであるから、機械ならびに工具の標準化、さらに工程管理制度がある程度進んでいることが前提となる。しかし、国有林のごとく標準化、工程管理制度の確立が遅れている所においては暫定標準時間として使用、活用しながら、標準化の促進を計り、工程管理制度の確立を計ることが必要となる。その後においてははじめて適正なる標準時間の決定がなされなければならない。

(5) 予定標準資料 (動作時間標準法) による予測的な測定法

ここに「作業」という総合されたものに対して標準の時間が決められるとしたら、作業を構成している動作 (Motion) または運動 (Movement) 自体にも標準の時間が決められるであろう。もしこれが与えられれば、この基礎数値 (Elemental standard times) を用いて、これらを総合した「作業」というものの標準が決められるはずであると考え、1935年 デーガン (DEEGAN) とウエイン (WAYNE) が発表した「運動動作の研究」において、人間の運動動作はあらゆる基礎動作が調和ある運動であるかぎり、最初の40%の時間は加速し、次の20%の時間は速度が平衡し、最後の40%は減速するという原理を発表したのにもとづくものである。つまり、基礎となる動作または運動について「予め定められた」 (Predetermined) 「一時間標準」 (Time standard) —P.T.S. を決めればこの基礎数値を用いて測定しようとする作業を構成する動作または運動ごとの時間値を求め、これを集計することによって作業の標準時間が得られる。おもに P. T. S. 法の適応される対象作業は手作業である点、われわれの対象とする林業においては活用の範囲が狭められている。

P.T.S. 法の主なものは

- ① Motion time analysis (M.T.A)
- ② Work factor (W.F)
- ③ Methods time measurement (M.T.M)
- ④ Basic motion time-study (B.M.T)
- ⑤ Dimensional motion Times (D.M.T)

この測定法の長所は

- 1) 時間測定具を使用する時間研究の手続を著しく簡素化したこと。
- 2) その精度は直接の時間研究の結果に比べて数%の誤差にすぎないこと。

時間研究における隘路を非常に軽減したが、なお次のような制限がある。

(a) 少なくとも職員総数の1~0.5%の専門分析者をもたなければ全作業の測定を行なうことは困難である。

(b) 測定の対象は反復作業に限定されること。

(6) 実績記録による統計的な測定法

実績記録による測定法 (Measurement by historical record) は別に「統計的測定法 (Statistical

work measurment)」とも呼ばれている。この方法においては、作業現場において日々の消費時間と生産高を記録し、それを定時的に報告し、その資料から統計的に作業標準を導き出して作業効果を判定するのである。

実績記録による測定法は断片的であつたり、抽出的な測定であつた場合はほとんど効果はないが、それが全作業を網羅しかつ長期間にわたつて継続測定されたとき偉大な効果を発揮する。この方法の長所と短所を要約すれば次のとおりである。

長 所

- a. 非反復性の作業、机上作業あるいは成果を適確に把握しがたいような作業の測定にも有効である。
- b. 作業方法が標準化していない作業の測定にも有効である。
- c. 個人および部門の作業効果を同時に測定することができる。
- d. 測定のための経費と所要時間は、きわめて僅少である。
- e. 測定上に専門技術を必要としない。

短 所

- a. 測定の結果得られる作業時間、作業効率、作業標準などの数値は概括的であり、時間測定具あるいは予定標準資料を使用して測定したものに比べればはるかに精度が劣る。
- b. 測定を制度化し、長期かつ広汎に測定しないかぎり正確な統計値をうることができない。

第 2 章 標準時間設定の調査要領

1. 時間観測および実績調査

(1) 作業方法

チェンソーによる伐木造材作業には、単独作業と組作業とがあるが、今回の研究の主目的が標準時間表作成の方法論の確立にあることから、技術的に分析容易な単独作業について調査する。

(2) 対象樹種

標準資料法式では機種、樹種、作業方法が同じであれば全国どこでも使用可能と判断しているので、機種、作業方法が同じである場合には、基準樹種との比を調査することによつて、異なる樹種にも適用可能と考えられる。これがため、単一の樹種を調査する必要がある。また、枝払作業の調査はなかなか難問題を含んでいることが予想されるので、比較的枝数が少なく枝直径が大である樹種を選ぶ必要がある。かかる点からモミ、ツガの天然生林について調査することにした。

実際調査した林相は次のようなものであつた。針広混交の天然林で、海拔 1,200m 以上の上部にはイチイ、モミなどを混じ、蓄積は 1ha 当たり 250m³内外を有し、下部地帯はモミ、ツガ、クリ、ブナ、ミネバリなどを主体とし、モミ、ツガが蓄積の大半を占め、1ha 当たり 300~350m³くらいである。調査の対象となつたのは下部地帯のモミ、ツガだけである。

(3) 使用機械

樹種間と同様使用機種についても、同一機種の調査を行なつておけば、異なる機種にも適用が考えられるので、今回の調査期間中は同一機械を用いるものとする。

実際調査のため使用した機械は、マッカラスーパー55A、ブレードの長さ30in、チェーンはマッカラ-P 8を使用した。機械管理番号 No. 111, No. 112, No. 205 の 3 台で No. 111, No. 112 は昭和 33 年

9月13日に購入し、33年度においては試験的に使用した程度であり、本格的な使用は34年からである。No.205は昭和34年6月に購入、直ちに使用している。それ以後われわれの調査までに掛けた修理費は第1表のごとくである。

マッカラー・スーパー55A 諸元表

エンジン重量 (kg)	10	クラッチ入り回転数	2600
出力 (PS)	7	点火時期 (BTDC)	25°
型式	2サイクル	点火栓 (括弧は国産品)	J-8-J (B56)
筒径×行程 (in)	2.125×1 ¹ / ₂	減速比	3 : 1
排気量 (cc)	87	ギヤオイル	SAE 140 (冬90)
圧縮比	8.9	ギヤオイル容量 (l)	0.125
回転数 (r.p.m)	7500	始動装置	自動捲込
弁型式	リード(および第3吸気口)	燃料タンク容量 (l)	1.14
気化器	ダイヤフラム	ブレード長さ (in)	12, 16, 24, 30, 36, 42
燃料ポンプ	脈圧式	スプロケット歯数	7
使用燃料	混合 (16 : 1)	チェーン給油方式	ブランジャポンプ式
調速機	風圧式	チェーンオイル	SAE 30
クラッチ	乾燥自動遠心式	チェーンオイル容量 (l)	0.300

第1表 調査機械の使用実績

管理番号	稼働時間		造材数量		燃 料		修 理 費	
	34年	35年	34年	35年	34年	35年	34年	35年
No. 111	416.8 ^時	561 ^時	7464.87 ^石	7596.34 ^石	274.0 ^l	419.5 ^l	106,183 ^円	14,324 ^円
No. 112	612.0	635	4326.71	5295.71	333.1	469.0	76,013	27,472
No. 205	727.3	596	5234.06	5457.55	449.4	325.0	24,617	17,024

35年度は1月末までの数値である。

(4) 対象作業員

対象になった作業員は第2表のとおりである。

第2表 対象作業員の状況

氏 名	○ 本 ○ 助	○ 本 ○ 男	○ 丸 ○ 義
年 齢(年)	56	42	26
性 別	男	男	男
専 兼 別	専 業	専 業	専 業
経 験 年 数(年)	2 (10)	2 (19)	2 (4)
使用 チェンソー	No.205	No.112	No.111

努力度 格付賃金/基準賃金 (円)		普 通 802/		普 通 785/		普 通 716/	
稼働実績 (平均一カ月)		主 作 業	副 作 業	主 作 業	副 作 業	主 作 業	副 作 業
	出 役 日 数(日)	13	23	15	24	12	23
	造 材 石 数(石)	(234本) 741.19		(230本) 835.82		(296本) 951.53	
	収 得 賃 金(円)	23,372	32,242	25,922	34,257	30,942	39,128
	1日当たり造材 石数	57.01		55.72		79.29	
	石 廻 り(石)	3.17		3.63		3.21	
	石当たり単価 (円)	31		31		33	
	1日当たり賃金 (円)	1,798	1,402	1,728	1,427	2,579	1,701

○経験年数（ ）内は伐木造材作業の手鋸時代からの通算

○平均1カ月は調査月の12月を中心とした11月、12月、1月の3ヵ月平均である。

(5) 時間観測員の分担

時間観測員は3名とし、次の分担にした。

- A 観測員 準備作業 伐倒作業 枝払作業観測の補助
- B 観測員 測尺作業 玉切作業 枝払作業 皮剥作業
- C 観測員 各作業の正味時間計測
- D 観測員 16mm撮影 条件調査員の指導

(6) 時間観測上の注意事項

- a. 時間観測員は終日観測を原則とするが、以上の分担作業について責任をもつて観測するものとし、分担以外の作業についても中断することなく簡単な観測を継続する。
- b. 時間観測員は調査様式に指定していない事項についても必要と判断した事項は、直ちに野帖に必要事項を記載しておくこと。とくに異常値と判断された場合はその原因および条件を明記しておくこと。
- c. 時間観測に当つては、次の作業に移るための動作はすべて次の作業の中に含めるよう取り扱うこと。
- d. 追加時間に属する作業は、発生の原因、変動傾向ならびにこれを判断するに必要な条件を書きとめておくこと。
- e. 努力度、作業姿勢、テンポなどについて異常なものおよび R.M.R. あてはめに疑問視される作業は差しつかえない程度に調査しておくこと。
- f. 歩行はできうるかぎり上り、下りなどの記号と同時に距離を目測して記入しておくこと。

(7) 条件調査員の分担

条件調査員は5名とし次の分担による。

- A 調査員 } 伐倒作業
- B 調査員 }
- C 調査員 玉切作業
- D 調査員 } 枝払作業
- E 調査員 }

2. 期間と場所

調査期間 昭和35. 12. 12～同 12. 24

調査場所 熊本営林局矢部営林署管内 鴨猪谷事業所36 林班は小班

3. 従来の方式による標準作業量

標準功程表は、その精度特に適合度ならびに適用の方法、その範囲などを明確にしておくことが必要である。今回は全国的に適用できる標準時間表の作成手法を確立しようとしているので、上記のことがらもあわせ行なつておく必要があろう。

もし実績功程と、標準資料法からの標準功程表を比較検討するときは、時間観測の1日功程と対照してみるか、あるいは月別の実績功程と比較してみる方法もある。しかし、このような場合、地形、丸太の大きさ、作業方法、勤務時間ならびに稼働日数などを考慮しないと誤る危険があるし、同種作業者についてはそのほか技術度などの修正を行なうことを忘れてはならない。

標準資料法による標準時間は第1章、3. (4) でも述べたとおり作業方法が標準化されていることを原則とするから、標準化以前の現段階の作業法と功程表を比較しても意義はうすいのであるが、取りあえずの目安の方向として比較することは現段階では、それなりに意味あることであろう。

標準資料法による標準時間と従来の直接時間研究法による標準功程表および統計的測定法による実績功程表と比較検討するときの準備として、次にそれら標準作業量を算出しておいた。

(1) 統計的測定法

現地においては毎日、作業員から日報が提出されており、それにより事業所は機械の管理番号別に造材石数、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なっている。これらの資料によりチェンソーの統計的時間標準を求めてみる。

a. 重みつき平均値による標準

チェンソー3台の毎月稼働時間合計と生産量は第3表のごとくで工数の合計は34年度1,750.1人時、総

第3表 年度別・月別の作業時間と生産量

月	34 年 度		35 年 度	
	作 業 時 間	生 産 量	作 業 時 間	生 産 量
	人時	石	人時	石
4 月	93.5	126.05	93.3	641.46
5 月	53.0	211.00	221.0	1685.49
6 月	146.0	493.50	194.0	1557.89
7 月	218.0	1302.00	244.0	2040.69
8 月	216.0	1295.00	218.0	2068.47
9 月	248.0	1325.00	208.0	1978.97
10 月	195.0	1186.70	127.0	1550.73
11 月	166.0	1238.99	183.0	2337.47
12 月	108.0	2003.49	243.0	3697.41
1 月	220.0	3723.85	59.0	791.03
2 月	86.6	518.62	—	—
3 月	—	—	—	—

生産量は13,424.20石、35年度* 1792.3人時、18,349.60石となつている。この期間内で生産した丸太1石当たりに34年度は0.13人時、35年度は0.10人時がかかっていることになる。また、1人当たりでは34年度7.67石、35年度10.24石となつている。

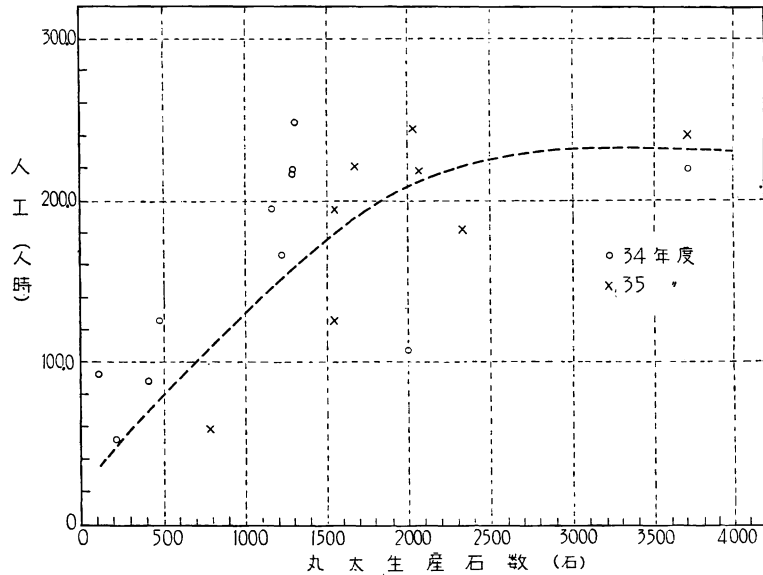
* 35年度は資料が4月より1月までで、2、3月は集計されていなかった。

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に対して大きな重みをあたえている。

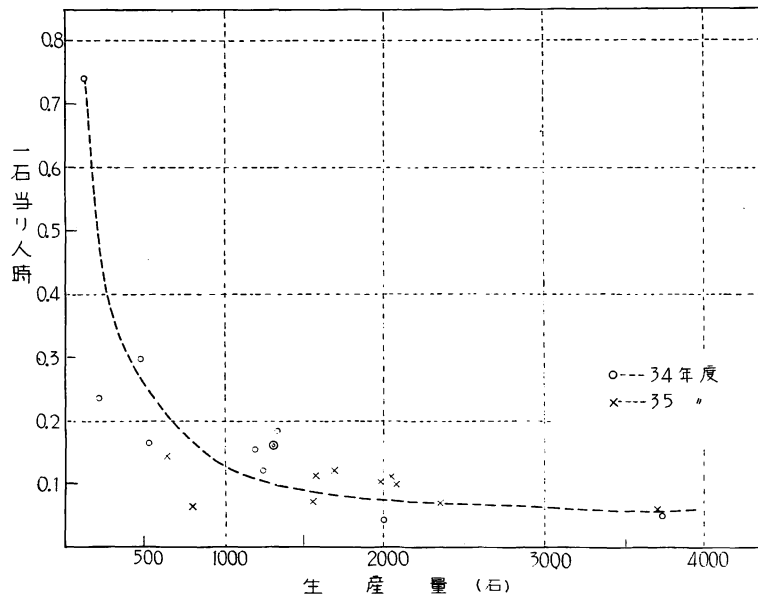
b. 重みをつけない平均値による標準

毎月、石当たりあるいは人時当たり工数を計算してからそれを平均すると、34年度は0.22人時、7.84石時、35年度は0.10人時、10.24石時となる。この標準は生産石数や所要作業時間には関係なく、毎月に等しい重みを与えている。

c. 統計的傾向による標準



第1図 月間丸太生産石数に対する月間直接作業時間

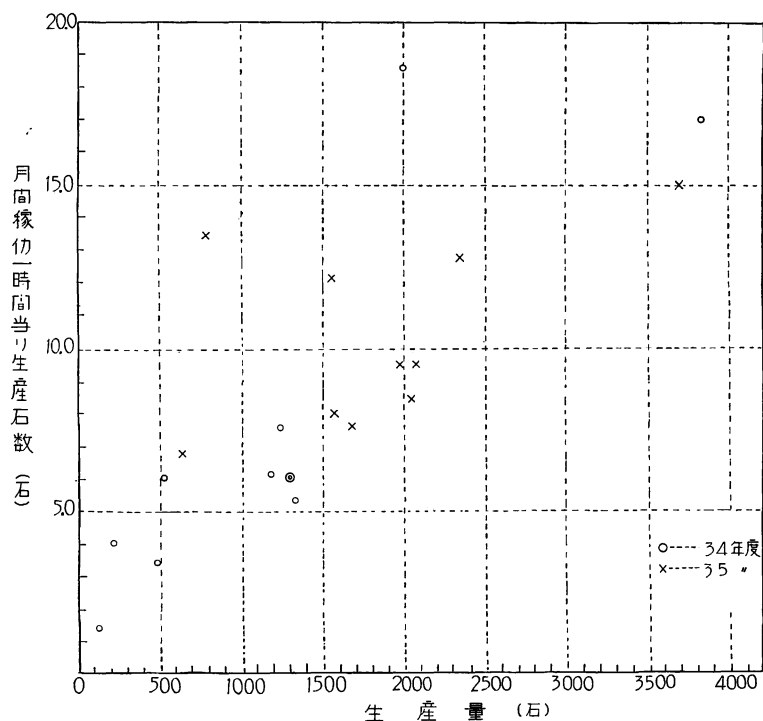


第2図 月間生産石数に対する月間丸太1石当たり直接作業時間

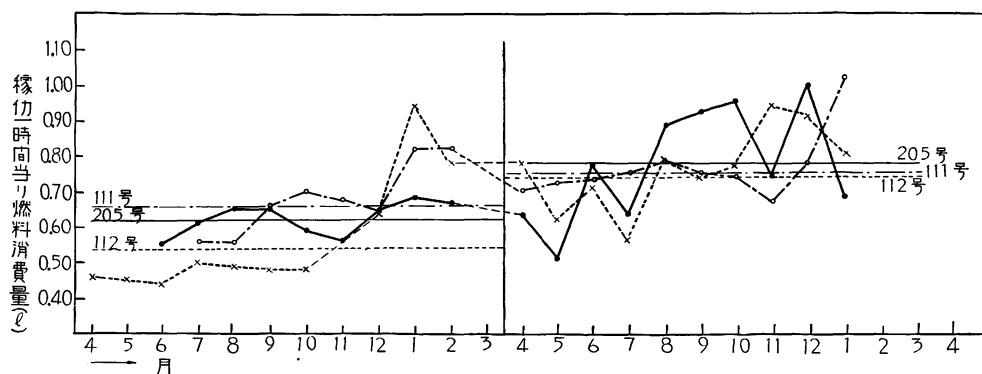
第3表の資料を図にすると第1図となるが、明らかな傾向線は引けない。もし、両者の関係に傾向線が明らかとなれば、この傾向線を標準とみなすのである。すなわち、計画する丸太石数によつて変わる函数である。第2図～第6図は、図による標準をあらわすために作業日報の整理資料から得られた図である。

d. 平均値以外の統計量による標準

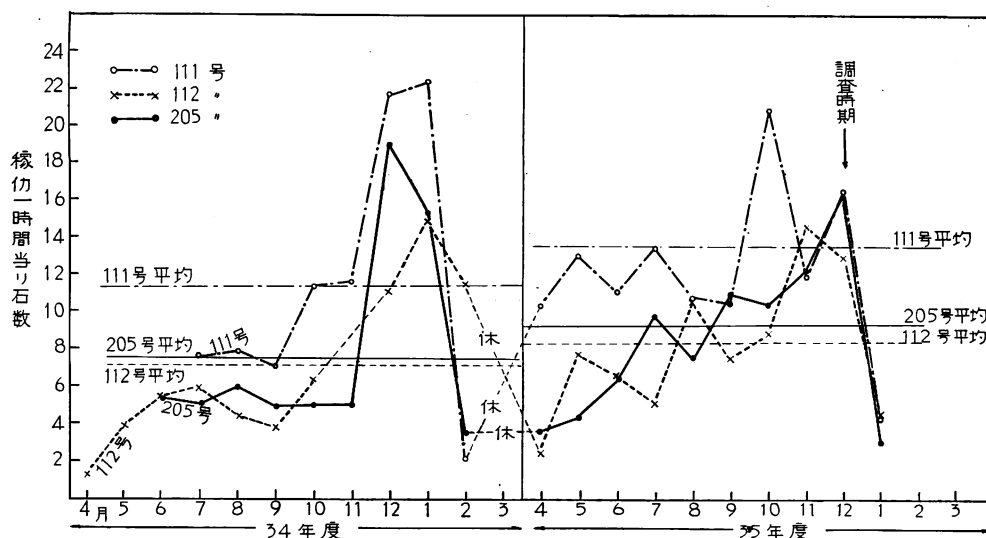
標準を設定する前におこなっていた作業が少なくとも作業者や監督者の熱意という面に関するかぎり、あまりうまいやり方ではなかったと考えられる場合には第3四分位点のような統計を標準量として使う方



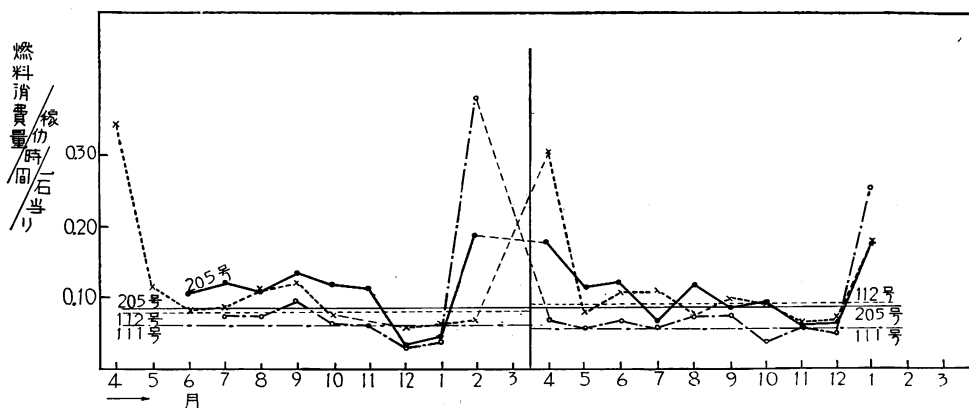
第3図 月間丸太生産石数に対する月間稼働1時間当たり生産丸太石数



第4図 月別に見た稼働1時間当たり燃料消費量



第5図 月別に見た稼働1時間当たり石数



第6図 月別にみた1石当たり稼働時間に要した燃料

第4表 年度別・月別の単位当たり人工数および生産量

石 当 た り 人 工 数 (人時)				1 時 間 当 た り 生 産 量 (石)			
34 年 度		35 年 度		34 年 度		35 年 度	
0.05	12月	0.07	12月	1.35	4 月	6.73	4 月
0.06	1 月	0.07	1 月	3.38	6 月	7.63	5 月
0.13	11月	0.08	10月	3.98	5 月	8.03	6 月
0.16	10月	0.08	11月	5.30	9 月	8.36	7 月
0.17	7 月	0.11	8 月	5.97	7 月	9.49	8 月
0.17	8 月	0.11	9 月	5.98	2 月	9.51	9 月
0.17	2 月	0.12	6 月	6.00	8 月	12.21	10 月

0.19	9 月	0.12	7 月	6.09	10 月	12.77	11 月
0.24	5 月	0.13	5 月	7.46	11 月	13.41	1 月
0.30	6 月	0.15	4 月	16.93	1 月	15.22	12 月
0.74	4 月			18.55	12 月		

法がある。この方法は第4表のごとく計算資料を大きさの順に並べ、第3四分位点を求めるものである。

第3四分位点を示すと石当たり人工数では34年度で0.13人時、35年度で0.08人時、1時間当たり石数では34年度3.98石、35年度は8.03石となる。

以上のごとく統計的標準はその求め方により値が異なり、これを表にまとめると第5表となる。

第5表 統計的標準の各求め方による標準値

		重みつき平均値	平均値	第3四分位点
石当たり人工数	34年度(人時)	0.13	0.22	0.13
	35年度(〃)	0.10	0.10	0.08
1時間当たり石数	34年度(石)	7.67	7.84	3.98
	35年度(〃)	10.24	10.24	8.03

(2) 直接時間研究法による標準工程表

a. 時間観測値

時間観測は後記第3章-(4)の“チェンソーによる伐木造材作業の作業分解表”に基づいて観測を行なったものである。

纏り作業伐倒、測尺、玉切、枝払いならびに単位作業ごとの1日平均観測時間値および時間百分率は第6表に、同じく要素作業ごとは第7表に示してある。

直接時間研究法による標準工程表の作成にあたって用いた実働時間は従来と変わらないが、ただ作業移動として従来扱われている単木間の移動だけは含まれていない。

第6表 纏り作業別単位作業ごとの1日平均観測時間値と百分率の表

			纏り作業	単位作業	No.	1日平均 観測時間	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	準 備 (後始末)	通	勤	1	1781.73 ^秒	%	6.44%
			休	息	2	1392.18		5.04
			身	仕	3	332.18		1.20
			機	械	4	3114.91		11.27
			道	具	5	117.91		0.43
			小	計	6	6738.91		24.38
		移 動	移	動	7	1408.91		5.10
			小	計	8			
		伐 倒	受	口	9	1097.50	30.51	3.97
			追	口	10	939.28	26.11	3.40
			矢	打	11	122.37	3.40	0.44

			纏り作業	単位作業	No.	1日平均 観測時間	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	伐倒	伐倒	計	12	2159.15秒	60.02%	7.81%
				伐倒方向の再考	13	26.82	0.75	0.10
				合 図	14	3.82	0.11	0.01
				退 避	15	106.19	2.96	0.38
				受口切なおし	16	24.28	0.68	0.09
				ヤリおとし	17	25.10	0.70	0.09
				根 張 切	18	117.27	3.26	0.42
				方向の決定	19	186.19	5.18	0.67
				足 場 作 り	20	35.10	0.96	0.13
				障 害 除 去	21	763.29	21.22	2.76
				退避路作り	22	4.45	0.12	0.02
				懸 木 落 し	23	145.46	4.04	0.53
				計	24	1437.97	39.98	5.20
				小 計	25	3597.12	100.00	13.01
		倒	測尺・玉切	測 尺	26	1302.37	16.66	4.71
				玉 切	27	3514.20	44.95	12.71
				計	28	4816.57	61.61	17.42
				障 害 除 去	29	519.83	6.65	1.88
				サルカ切	30	613.75	7.85	2.22
				化粧掛け	31	33.10	0.43	0.12
				追 上 切	32	263.28	3.37	0.95
				支え木扱い	33	130.82	1.67	0.48
				木口廻し	34	1440.19	18.42	5.21
				計	35	3000.97	38.39	10.86
				小 計	36	7817.54	100.00	28.28
	材間	枝 払	枝 切	枝 切	37	3080.45	62.26	11.14
				節 切	38	1283.55	25.94	4.65
				計	39	4364.00	88.20	15.79
				障 害 除 去	40	424.98	8.59	1.54
				手 直 し	41	64.83	1.31	0.23
				木 廻 し	42	93.83	1.90	0.34
				計	43	583.64	11.80	2.11
				小 計	44	4947.64	100.00	17.90
		皮 剥	皮 剥	皮 剥	45			
				計	46			
				障 害 除 去	47			
				木 廻 し	48			
				計	49			
				小 計	50			
		実 働 時 間 合 計			51	24,510.12		88.67
	余 裕 時 間	職 場	疲 れ	52	27.09			0.09
			用 達	53	878.45			3.18
			作業（道具）	54	284.00			1.03
				55	104.64			0.38

第6表 (つづき)

		纏 り 作 業	単 位 作 業	No.	1 日 平 均 観 測 時 間	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
	余 裕 時 間	作業（機械）	56	1838.73秒		6.65%	
		小 計	57	3132.91		11.33	
勤 務 時 間		合 計	58	27643.03		100.000	
除 外 時 間	食 事	食 事	59	940.09			
		食 事 休	60	1704.55			
		計	61	2644.64			
	そ の 他	そ の 他	62	562.55			
		除 外	63	310.27			
		計	64	872.82			
	規定外通勤	通 勤（往）	65	1789.64			
		〃（復）	66	1485.36			
		途 中 休 み	67	3.00			
		計	68	3278.00			
	除 外 時 間 合 計		69	6795.46			
拘 束 時 間 合 計		70	34438.49				

第7表 単位作業別要素作業ごとの1日平均観測時間値と百分率の表

① 纏 り 伐 倒

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
伐 倒	受 口 切	受 口 切	1	841.20秒	23.39%
		段 取	2	23.10	0.64
		受 口 進 行 見	3	10.91	0.30
		位 置 替	4	32.64	0.91
		切 片 除 去	5	54.27	1.51
		鋸 引 抜 き	6	7.55	0.21
		道 具 取 替	7	21.55	0.60
		始 動 停 止	8	67.55	1.87
		空 身 歩 行	9	13.55	0.38
		持 歩 行	10	25.18	0.70
			11		
		計	12	1097.50	30.51
	追 口 切	追 口 切	13	776.64	21.59
		段 取	14	39.36	1.09
		追 口 進 行 見	15	29.64	0.82
		位 置 替	16	21.18	0.59
		鋸 引 抜 き	17	5.64	0.16
		道 具 取 替	18	14.55	0.40
		始 動 停 止	19	15.27	0.42
		空 身 歩 行	20	16.82	0.47
		持 歩 行	21	20.18	0.57

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
伐 倒	追 口 切	計	22	秒	%
			23	939.28	26.11
	矢 打 ち	ク サ ビ 打 ち	24	4.18	0.12
		矢 打 ち	25	102.27	2.84
		矢 抜 き	26	3.64	0.10
		段 取	27	0.64	0.02
		道 具 取 替	28	7.00	0.19
		空 身 歩 行	29	4.64	0.13
		計	30	122.37	3.40
	小 計		31	2159.15	60.02
	伐 倒 方 向 再 考	伐倒方向再考	32	21.73	0.61
		段 取	33	0.73	0.02
		空 身 歩 行	34	4.36	0.12
		持 歩 行	35		
		計	36	26.82	0.75
	合 図	合 図	37	3.82	0.11
	退 避	退 避	38	56.10	1.56
		伐 倒 確 認	39	29.00	0.81
		空 身 歩 行	40	6.45	0.18
		持 歩 行	41	14.64	0.41
		計	42	106.19	2.96
	受 口 直 し	受 口 切 直 し	43	16.64	0.46
		段 取	44	0.91	0.03
		受口切直進行見	45		
		位 置 替	46	0.36	0.01
		切 片 除 去	47	0.73	0.02
		鋸 引 抜 き	48		
		道 具 取 替	49	1.91	0.05
		始 動 停 止	50	2.00	0.06
		空 身 歩 行	51	0.73	0.02
		持 歩 行	52	1.00	0.03
			53		
		計	54	24.28	0.68
	ヤリおとし	ヤ リ お と し	55	13.64	0.38
		段 取	56		
		位 置 替	57		
		切 片 除 去	58	0.82	0.02
		鋸 引 抜 き	59		
		道 具 取 替	60	2.27	0.06
		始 動 停 止	61	4.73	0.14
		空 身 歩 行	62	0.73	0.02

第7表 (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
伐 倒	ヤリオとし	持 歩 行	63	2.91秒	0.08%
			64		
		計	65	25.10	0.70
	根 張 切	根 張 切	66	83.64	2.33
		段 取	67	6.18	0.17
		根張切進行見	68	2.27	0.06
		位 置 替	69	4.45	0.12
		切 片 除 去	70	6.82	0.19
		鋸 引 抜	71	0.82	0.02
		道 具 取 替	72	1.82	0.05
		始 動 停 止	73	6.64	0.18
		空 身 歩 行	74	1.27	0.04
		持 歩 行	75	3.36	0.10
			76		
		計	77	117.27	3.26
	方向決定	伐 倒 木 探 し	78	57.18	1.59
		方 向 決 定	79	102.73	2.85
		段 取	80		
		道 具 取 替	81	0.45	0.01
		空 身 歩 行	82	22.73	0.63
		持 歩 行	83	3.10	0.09
			84		
		計	85	186.19	5.18
	足 場 作	足 場 作	86	31.55	0.87
		段 取	87		
		道 具 取 替	88	1.91	0.05
		始 動 停 止	89		
		空 身 歩 行	90	1.64	0.04
		持 歩 行	91		
			92		
		計	93	35.10	0.96
	障 害 除 去	障 害 木 切	94	293.55	8.16
		ボ サ 切	95	125.18	3.48
				207.00	5.75
		障 害 物 片 付	96	67.55	1.88
		段 取	97	3.73	0.10
		道 具 取 替	98	39.82	1.11
		始 動 停 止	99	9.45	0.26
		空 身 歩 行	100	13.10	0.37
		持 歩 行	101	3.91	0.11
			102		
		計	103	763.29	21.22
	退 避 路 作	退 避 路 作	104	3.73	0.10

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
伐 倒	退 避 路 作	段 道 取 替	105	秒	%
		道 具 取 替	106	0.27	0.01
		始 動 停 止	107		
		空 身 歩 行	108	0.45	0.01
		持 歩 行	109		
			110		
		計	111	4.45	0.12
	懸 木 落 し	懸 木 落 し	112	86.82	2.41
		段 道 取 替	113	8.27	0.23
		道 具 取 替	114	3.36	0.09
		始 動 停 止	115	13.55	0.38
		空 身 歩 行	116	12.10	0.34
		持 歩 行	117	21.36	0.59
			118	145.46	4.04
			計	119	1437.97
	合 計	120	3597.12	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
測 尺 玉 切	測 尺	採 材 検 討	1	124.91 ^秒	1.60%
		測 尺	2	567.36	7.26
		道 具 取 替	3	77.55	1.00
		つ る 除 去	4	160.10	2.03
		障 害 除 去	5	278.18	3.56
		空 身 歩 行	6	77.45	1.00
		持 歩 行	7	16.82	0.21
		計	8	1302.37	16.66
	玉 切	玉切① 普 通	9	1425.73	18.24
		引 落 し	10	174.27	2.23
		② 廻 し	11	413.82	5.29
		引 落 し	12	18.55	0.24
		③ 合 せ	13	108.64	1.39
		切 直 し	14	29.00	0.37
		細 計	15	2170.01	27.76
		段 取	16	204.73	2.62
		足 場 作 り	17	74.55	0.95
		位 置 替	18	67.91	0.87
		ク サ ビ 打 ち	19	85.73	1.10
		玉 切 進 行 見	20	15.27	0.20
		鋸 引 抜 き	21	124.91	1.60

第7表 (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
測 尺 玉 切	玉 切	転 材 確 認	22	18.18秒	0.23%
		ク サ ビ 抜 き	23	58.45	0.75
		手 直 し	24	6.91	0.09
		道 具 取 消	25	173.36	2.21
		始 動 停 止	26	211.73	2.71
		空 身 歩 行	27	83.55	1.07
		持 歩 行	28	218.91	2.79
		細 計	29	1344.19	17.19
		計	30	3514.20	44.95
	小 計		31	4816.57	61.61
	障 害 除 去	障 害 木 切	32	104.27	1.33
		ボ サ 切	33	220.82	2.82
		障 害 物 片 付	34	70.18	0.90
		段 取	35	10.36	0.13
		道 具 取 替	36	40.45	0.52
		始 動 停 止	37	3.10	0.04
		空 身 歩 行	38	30.55	0.39
		持 歩 行	39	40.10	0.52
		計	40	519.83	6.65
	サルカ切	サ ル カ 切	41	308.55	3.95
		段 取	42	87.00	1.11
		切 片 除 去	43	32.73	0.42
		位 置 替	44	2.82	0.04
		道 具 取 替	45	30.55	0.39
		始 動 停 止	46	62.64	0.80
		空 身 歩 行	47	42.55	0.54
		持 歩 行	48	46.91	0.60
		計	49	613.75	7.85
	化粧掛け	化 粧 掛 け	50	16.36	0.21
		段 取	51	3.10	0.04
		道 具 取 替	52	4.45	0.06
		始 動 停 止	53	2.73	0.03
		空 身 歩 行	54	1.36	0.02
		持 歩 行	55	5.10	0.07
		計	56	33.10	0.43
	捨 切	捨 切	57	144.91	1.85
		段 取	58	16.45	0.21
		鋸 引 抜 き	59	7.82	0.10
		道 具 取 替	60	15.64	0.20
		始 動 停 止	61	8.55	0.11
		空 身 歩 行	62	8.64	0.12
		持 歩 行	63	11.82	0.15

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
測 尺 玉 切	捨 切	そ の 他 計	64	49.45秒	0.63%
			65	263.28	3.37
	支え木扱い	支 え 木 扱 い 段 取 材 料 と り 道 具 取 替 始 動 停 止 空 身 歩 行 持 歩 行 計	66	59.36	0.76
			67	13.10	0.17
			68	37.36	0.48
			69	6.64	0.08
			70		
			71	14.36	0.18
			72		
			73	130.82	1.67
	木口廻し	木 口 廻 し 段 取 道 具 取 替 空 身 歩 行 持 歩 行 計	74	1017.00	13.00
			75	38.36	0.49
			76	35.10	0.45
			77	271.91	3.48
			78	77.82	1.00
			79	1440.19	18.42
	小 計		80	3000.97	38.39
	合 計		81	7817.54	100.00

③ 纏 り 枝 払

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
枝 払	枝 切	枝 先 切	1	527.64秒	10.66%
		枝 切	2	1569.45	31.72
		細 計	3	2097.09	42.38
		段 取	4	197.73	3.99
		枝 片 付	5	116.27	2.35
		道 具 取 替	6	93.45	1.89
		始 動 停 止	7	127.00	2.57
		空 身 歩 行	8	136.91	2.77
		持 歩 行	9	312.00	6.31
			10		
		細 計	11	983.36	19.88
		計	12	3080.45	62.26
	節 切	節 切	13	851.82	17.22
		細 計	14	851.82	17.22
		段 取	15	73.45	1.48
		道 具 取 替	16	43.64	0.88
		始 動 停 止	17	71.09	1.44
		空 身 歩 行	18	96.45	1.95
		持 歩 行	19	147.10	2.97

第 7 表 (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
枝 払	節 切	細 計 計	20	秒	%
			21	431.73	8.72
			22	1283.55*	25.94
	小 計		23	4364.00	83.20
	障 害 除 去	障 害 木 切 ボ サ 切 障 害 物 片 付 段 取 道 具 取 替 始 動 空 身 歩 行 持 歩 行 障 害 木 片 付 計	24	151.82	3.07
			25	65.82	1.33
			26	76.27	1.54
			27	5.45	0.11
			28	25.91	0.52
			29	6.45	0.13
			30	14.45	0.29
			31	34.45	0.70
			32	44.36	0.90
			33	424.98	8.59
	手 直 し	手 直 し 段 取 道 具 取 替 始 動 空 身 歩 行 持 歩 行 そ の 他 計	34	44.73	0.90
			35		
			36	0.91	0.02
			37	3.45	0.07
			38	9.65	0.20
			39	5.45	0.11
			40	0.64	0.01
			41	64.83	1.31
	木 廻 し	木 廻 し 段 取 支 え 木 扱 い 道 具 取 替 空 身 歩 行 持 歩 行 計	42	60.64	1.23
			43	5.00	0.10
			44		
			45	10.10	0.20
			46	14.73	0.30
			47	3.36	0.07
			48		
			49	93.83	1.90
	小 計		50	583.64	11.80
合 計		51	4947.64	100.00	

b. 余裕率の計算

余裕率の計算は次式によつた。

余裕率の推定式

$$\log \hat{Y} = 0.145848X_1 - 0.000224X_2 + 1.132691 \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

ただし、 $\hat{Y}$ = 休憩率 (勤務+昼食および昼食休みの休憩率)

ここで、 X_1 = 実働平均 R.M.R., X_2 = 労作量値 (勤務+昼食および昼食休み) … (480分勤務における)

480 分勤務していないときには X_2 は次式より推定する。

$$\log \hat{R} = 0.8884 \log X + 1.1199 \log T - 1.2793 \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

ただし、 $\hat{R}$ =勤務+昼食および昼食休みの労作量値…この $\hat{R}$ を①式の X_2 に代入

X =実働平均R.M.R. ……①式と同じR.M.R. の対数

T =求めようとする勤務時間に昼食時間を加えた（480分+45分=525分）の対数

ここで②式の変量 R は1/100, T は1/10 としてある。

以上にもとづいて計算すると、

②式から

$$\begin{aligned} X &= 2.89 & T &= 525 \text{分} \\ \log \hat{R} &= 1.0562678 & \hat{R} &= 1138.33 (=11.3833 \times 100) \end{aligned}$$

$\hat{R}$ を①式に代入すると、

$$\log \hat{Y} = 1.2992058 \quad \therefore Y = 19.92$$

ゆえに余裕率は（525分 $\times$ 19.92-45分）/480分=12.4%

余裕時間は 480分 $\times$ 12.4%=59.5分, 実働時間は 480分 $\times$ 87.6%=420.5分

c. 実働1時間当たり功程を求める計算

実働1時間当たり功程と胸高直径, 樹高, 歩止りの4変量について重回帰分析を行ない推定式を求めた。

(計算過程)

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

$\hat{Y}$ = 実働1時間当たり功程 (m^3) ……対数をとる。

X_1 =胸高直径 (cm) ……計算は単位を1/100 として使用する。

X_2 =樹 高 (m) ……同上は単位を1/100 として使用する。

X_3 =歩 止 り (%) ……同上

1) 偏差平方和・偏差積和

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

$SX_1 = 38.16$	$SX_2 = 13.139$	$SX_3 = 44.411$
$SX_1^2 = 31.5482$	$SX_2^2 = 3.346219$	$SX_3^2 = 36.974197$
$SX_1X_2 = 10.00684$	$SX_2X_3 = 10.540936$	$SX_3 \cdot \log Y = 27.8454406$
$SX_1X_3 = 30.56276$	$SX_2 \cdot \log Y = 8.8139481$	$S \log Y = 34.045$
$SX_1 \cdot \log Y = 26.936761$		$S \log Y^2 = 24.55631417$
$\bar{X}_1 = 0.68142857$	$\bar{X}_2 = 0.23462500$	$\bar{X}_3 = 0.79305357$
$\log \bar{Y} = 0.60786607$		
$Sx_1^2 = 5.54488571$	$Sx_1x_2 = 1.05355000$	$Sx_1x_3 = 0.29983571$
	$Sx_2^2 = 0.26348112$	$Sx_2x_3 = 0.12100512$
		$Sx_3^2 = 1.75389484$
		$Sx_3y = 0.84950000$
		$Sy^2 = 3.86424917$

2) ガウスのC乗数

$$C_{11} = 0.76205260 \quad C_{12} = -3.08504721 \quad C_{13} = 0.08256819$$

$$C_{22}=16.40884549$$

$$C_{23}=-0.60468106$$

$$C_{33}=0.59776253$$

3) 回帰係数の計算

$$b=C_{11}Sx_1y+C_{12}Sx_2y+C_{13}Sx_3y=0.36564625$$

$$c=C_{12} // +C_{22} // +C_{23} // =1.53615798$$

$$d=C_{13} // +C_{23} // +C_{33} // =0.31585915$$

4) 標準誤差の計算

$$\text{回帰に帰因する平方和 } S\hat{y}^2=bSx_1y+cSx_2y+dSx_3y=2.90829541$$

$$\text{回帰からの偏差の平方和 } Sdy_{.123}^2=Sy^2-S\hat{y}^2=0.95595376$$

$$\text{推定の誤差の分散 } Sy_{.123}^2=Sdy_{.123}^2/(N-m)=0.01838373$$

$$\text{推定の標準誤差 } Sy_{.123}\sqrt{Sy_{.123}^2}=0.13558661$$

5) 重相関係数と有意性の検定

$$\text{重相関係数 } R^2=S\hat{y}^2/Sy^2=0.75261591$$

$$R=\sqrt{R^2}=0.86753439$$

分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	説 明
一 次 回 帰	3	2.90829541	0.96943180	$m=4$ $N=56$
回帰からの偏差	52	0.95595376	0.01838373	$R^2=0.75261591$
全 体	55	3.86424917		

$$F_0=0.96943180/0.01838373=5.273^{**}$$

{d.f. 3 と 52}

6) 回帰係数の標準偏差および有意性の検定

$$\text{回帰係数の標準偏差 } Sb=Sy_{.123}\sqrt{C_{11}}=0.11836118$$

$$Sc= // \sqrt{C_{22}}=0.54923198$$

$$Sb= // \sqrt{C_{33}}=0.10482893$$

$$\text{有意性の検定 } \begin{cases} t_b=b/Sb=3.089^{**} \\ t_c=c/Sc=2.797^{**} \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} t_{50(0.05)}=2.010 \\ t_{50(0.01)}=2.682 \end{array} \right\}$$

$$t_d=d/Sd=3.013^{**}$$

7) 偏相関係数

回 帰 式 $Y=bX_1+cX_2+dX_3$ で Y, X_1, X_2, X_3 を 1, 2, 3, 4, とおけば

$$r_{12}=0.8081 \quad r_{13}=0.8208 \quad r_{14}=0.3263 \quad r_{23}=0.8716 \quad r_{24}=0.0916 \quad r_{34}=0.1780$$

しかして行列式による逆行列の解は、

$$-R_{12}=0.1004 \quad R_{11}=0.2292$$

$$-R_{13}=0.0920 \quad R_{22}=0.2835$$

$$-R_{14}=0.0488 \quad R_{33}=0.2821$$

$$R_{44}=0.0698$$

∴ 偏相関係数

$$r_{y1 \cdot 23} = r_{12 \cdot 34} = -R_{12} / \sqrt{R_{11} R_{12}} = 0.394^{**}$$

$$r_{y2 \cdot 13} = r_{13 \cdot 24} = -R_{13} / \sqrt{R_{11} R_{33}} = 0.362^{**}$$

$$r_{y3 \cdot 12} = r_{14 \cdot 23} = -R_{14} / \sqrt{R_{11} R_{44}} = 0.386^{**}$$

8) 重回帰方程式

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}_1 - c\bar{X}_2 - d\bar{X}_3 = -0.2522100$$

$$\therefore \log \hat{Y} = 0.3656462X_1 + 1.5361580X_2 + 0.3158592X_3 - 0.2522100$$

ここで変数の生のデータは $\frac{1}{100}$ として計算してあるのもとの単位にもどすと求むる重回帰方程式は、

$$\log \hat{Y} = 0.00366X_1 + 0.01536X_2 + 0.00316X_3 - 0.25221$$

対数変換の過小推定による修正係数 $\mu = 1.0324$ すなわち、回帰式で求められた $\log \hat{Y}$ の真数を 3.24% だけ加増修正して使用しなければならない。

9) 推定値 $\hat{Y}$ による誤差率の計算

回帰式からの推定値 $\hat{Y}$ と実観測時間 Y との残差平方和から誤差率を求めると

$$N=56 \quad \sum (Y - \hat{Y})^2 = 163.97642$$

$$m=4$$

$$K=3 \quad Sy_{.123}^2 = \sum (Y - \hat{Y})^2 / N - (K+1) = 3.15339350$$

$$Sy_{.123} = \sqrt{Sy_{.123}^2} = 1.77577969$$

$$\log \bar{Y} = 0.60786607$$

$$\mu \bar{Y} = 4.0538 \times 1.03235843 = 4.1850$$

$$\therefore \text{誤差率 } f = \{Sy_{.123} \cdot t_{\phi(\alpha)} / \mu \bar{Y}\} \times 100 = 85.29\% \text{ (95\%信頼度)}$$

d. 実働1時間当たり功程を求める図表

実働1時間当たり功程を求める回帰式をノモグラムであらわせれば第7図となる。このノモグラムの使い方は、たとえば胸高直径 100cm, 樹高30m, 歩止り80%の木を伐倒造材するときの実働1時間当たり造材量は、回帰式からは $\log \hat{Y} = 0.8214$, $\hat{Y} = 6.63m^3$, 修正係数で修正すると $6.84m^3$ となる。これをノモグラムから求めてみる。最初に胸高直径 100cm と歩止り 80% を結んで t_1 との交点を求める。……①の線、次にこの交点と樹高 30m を結ぶ……②の線、②の線と Y との交点が求める実働1時間当たり功程となる。

(3) 直接時間研究法による標準時間

a. 纏り玉切作業についての標準時間

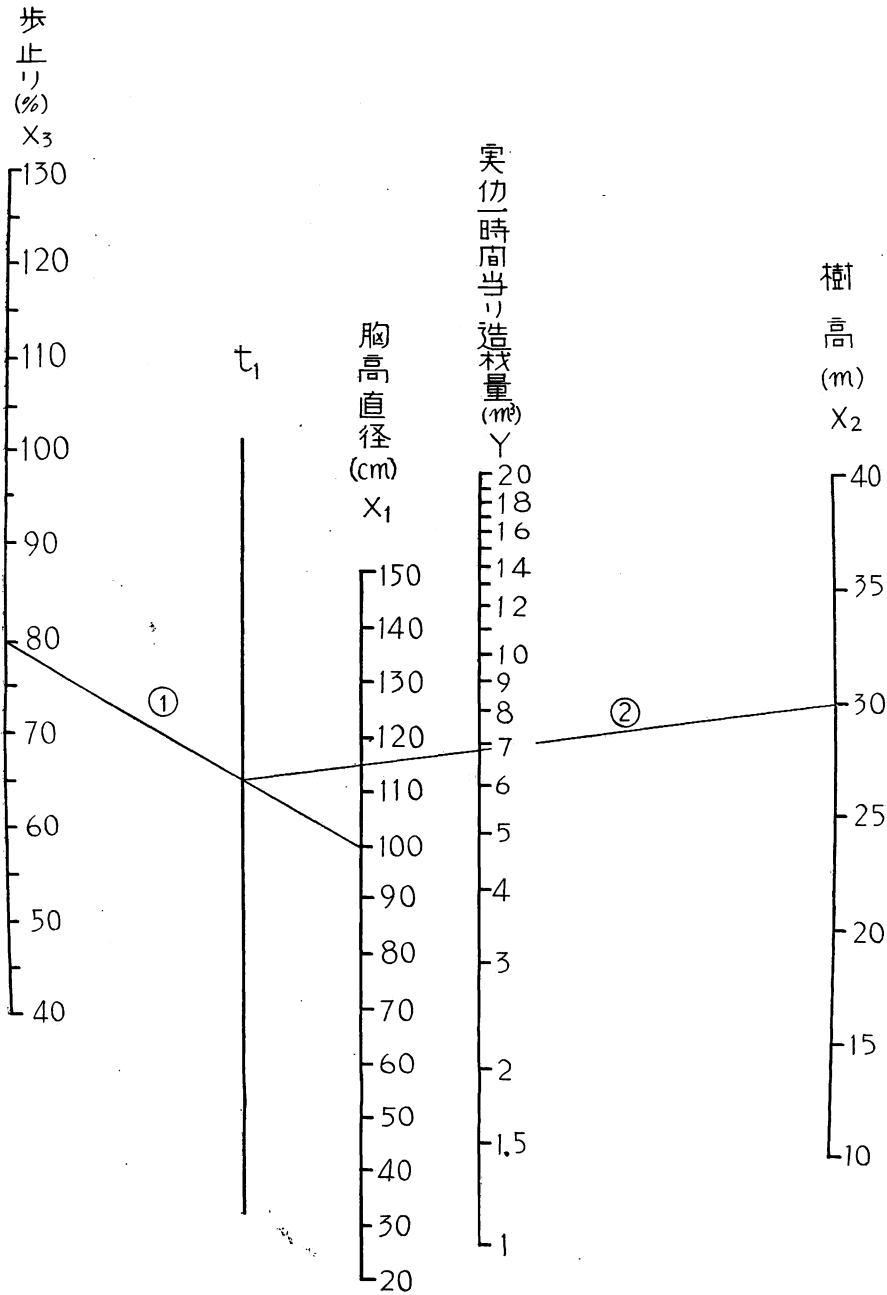
纏り玉切作業について、単木に対する標準時間を求める。纏り玉切作業とは、単木内における測尺、玉切、障害除去、化粧掛け、捨切、支え木扱い、木口廻しに要した総所要時間である。

纏り玉切作業は、玉切全観測時間と胸高直径、樹高、歩止りおよび斜面傾斜を条件因子として重回帰分析を行ない、重回帰方程式から玉切標準時間を求めた。ただし、この際斜面傾斜の因子は有意でないため計算過程中削除され、玉切標準時間を求める推定式は次式となった。

$$\log \hat{Y} = 0.00610X_1 + 0.01947X_2 + 0.00218X_3 - 0.08772 \dots \dots (\hat{Y} \text{ の真数は } 100 \text{ 倍すること})$$

$$\text{ここで } Y = \text{纏り玉切作業時間(秒)} \quad X_1 = \text{胸高直径(cm)} \quad X_2 = \text{樹高(m)} \quad X_3 = \text{歩止り(\%)}$$

対数変換の過小推定による修正係数 $\mu = 1.0469$, すなわち、回帰式で求められた $\hat{Y}$ の真数を 4.69% だけ加増修正して使用すること。



第7図 実働1時間当り功程を求める図表
(チェンソーによるモミ, ツガ伐木造材作業)

$$\log \hat{Y} = 0.00366X_1 + 0.01536X_2 + 0.00316X_3 - 0.25221 \dots (\mu = 1.0324)$$

ただし $\hat{Y}$ = 実働1時間当り功程 (m^3)

X_1 = 胸 高 直 径 (cm)

X_2 = 樹 高 (m)

X_3 = 歩 止 り (%)

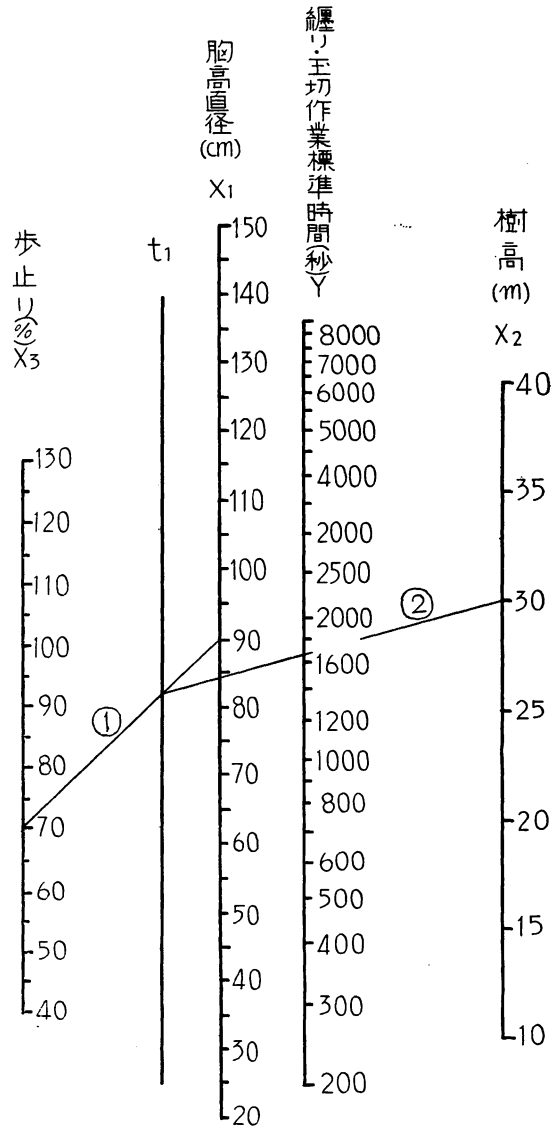
信頼度（1-0.05）における回帰式の誤差率は

$$Sy_{.123}=466.1817 \quad \bar{Y}=907.391 \quad \mu\bar{Y}=949.948 \quad t_{52(0.05)}=2.010$$

$$\text{誤差率 } f=\{Sy_{.123} \cdot t_{\phi}(\alpha)/\bar{Y}\} \times 100=98.63(\%)$$

98.63%で精度はあまりよくない。単木に対する信頼区間は $\hat{Y}_i(1 \pm 0.986)$ の間にある。

纏り玉切作業の回帰式をノモグラムであらわせれば第8図となる。



第8図 纏り、玉切作業標準時間を求める図表

$$\log \hat{Y} = -0.08771 + 0.00611X_1 + 0.01947X_2 + 0.00218X_3$$

$$\mu = 1.0469 \text{ (真数 } \hat{Y} \text{ を 100 倍する)}$$

b. 纏り枝払作業についての標準時間

纏り枝払作業について単木に対する標準時間を求める。

纏り枝払作業とは、枝切、節切、障害除去、手直し、木廻しに要した総所要時間である。

纏り枝払作業観測時間と胸高直径、樹高、伐倒木傾斜、造材歩止り、枝数、採材長および平均枝直径などを条件因子として重回帰分析を行ない、重回帰方程式から枝払い標準時間を求めた。計算の進め方として次の4つの方法について行なった。そしてこのうちの〔Ⅰ〕の方法が精度が最もよくて選ばれた。

第8表 纏り枝払作業について4とおりの回帰式の標準誤差と誤差率をまとめた表

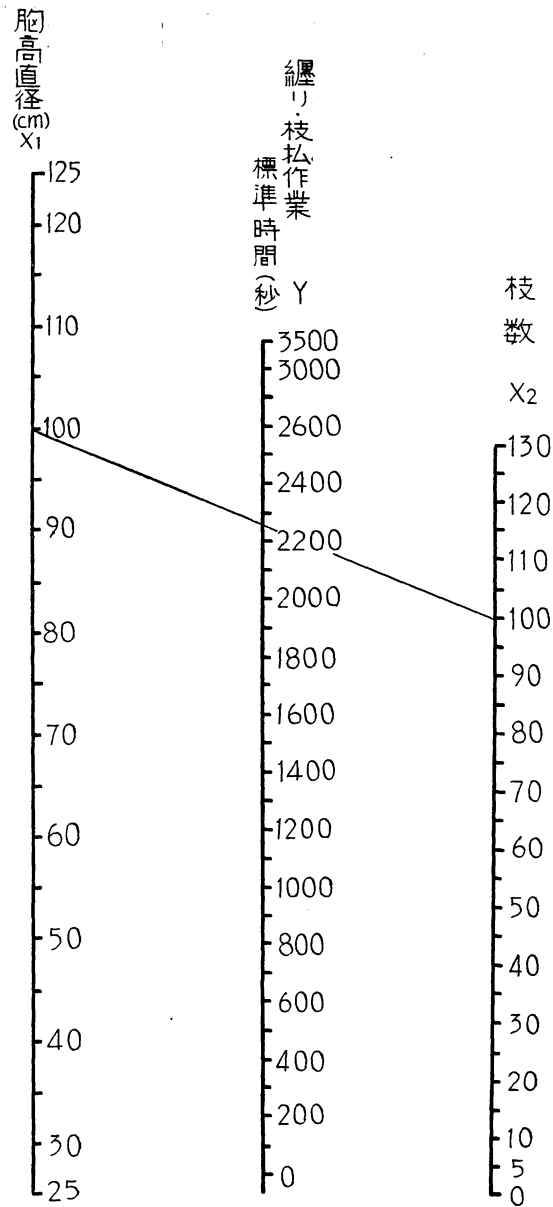
計 算 法	変 量		変 数				
	Y		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
〔Ⅰ〕の方法	纏り枝払作業観測時間		胸高直径	樹高	伐倒木傾斜	歩止り	枝数
〔Ⅱ〕の方法	〃 (対数値)		胸高直径	樹高	枝数	平均枝直径	採材長
〔Ⅲ〕の方法	〃 (〃)		枝 数	平均枝直径	採材長		
〔Ⅳ〕の方法	〃 (〃)		胸高直径	枝数	平均枝直径		

記号	条 件 因 子	例数	回 帰 式	平均値 $\bar{Y}$	零 次 の 相 関			
					$r_{y,1}$	$r_{y,2}$	$r_{y,3}$	$r_{y,4}$
〔Ⅰ〕	胸高直径(X_1) と枝数 (X_2)	48	$\hat{Y} = 17.766X_1 + 10.038X_2 - 521.413$	971.17	0.8458	0.7058		
〔Ⅱ〕	胸高直径(X_1) 樹高(X_2)枝数 (X_3)採材長(X_4)	35	$\log \hat{Y} = 0.008269X_1 - 0.036250X_2 + 0.006751X_3 + 0.042877X_4 + 2.253032$	(対数値) 2.81731143	0.7802	0.7649	0.7172	0.8464
〔Ⅲ〕	採 材 長	35	$\log \hat{Y} = 0.055906X + 1.981656$	〃	0.8464			
〔Ⅳ〕	胸高直径(X_1) と枝数(X_2)	35	$\log \hat{Y} = 0.008732X_1 + 0.008239X_2 + 1.986161$	〃	0.7802	0.7172		

$r_{y1.234}$	$r_{y2.134}$	$r_{y3.124}$	$r_{y4.123}$	回帰係数の有意性検定における t の値	標準誤差 $Sy \cdot x_i x_j$	標本の誤差率 ($\hat{Y}$ と $\hat{Y}$ の残差平方和から求めたもの)	対数変換の過小推定による修正係数	削除された変 量
0.7620	0.5099			$t_b = 7.890 \quad t_c = 3.978$	0.36391683	75.32 %		樹高, 伐倒木傾斜歩止り
0.7473	0.5131	0.5747	0.5678	$t_b = 3.293 \quad t_c = -2.242$ $t_d = 2.928 \quad t_e = 2.552$	0.19257095	144.30	1.1033	平均枝直径
				$t = 9.131$	0.22522613	191.34	1.0276377	枝数, 採材長
0.721	0.636			$t_b = 3.449 \quad t_c = 4.111$	0.20743088	156.05	1.0161090	平均枝直径

以上4つの場合についてそれぞれ計算した計算結果をまとめれば第8表である。表中要素のほか、重相関係数、偏相関係数の有意性ならびに回帰係数の有意性についても検討したことは当然である。そして推定の標準誤差と回帰式の誤差率の最少な〔Ⅰ〕が選ばれた。そのときの回帰式は

$$\hat{Y} = 17.766X_1 + 10.038X_2 - 521.413$$



第11図 纏り枝払作業標準時間を求める図表

ここで Y ; 纏り枝払作業標準時間 X_1 ; 胸高直径 (cm) X_2 ; 採材長さまでの枝数 (本)

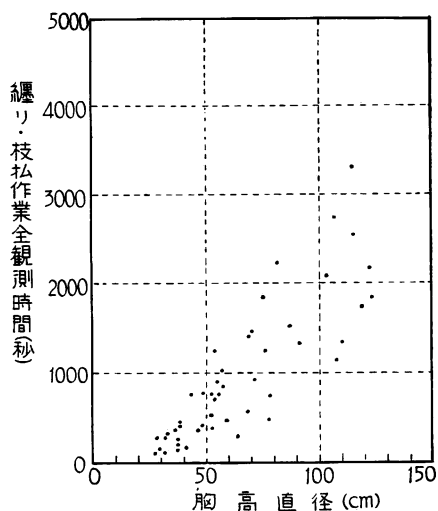
1, 2の相関図について描いておくと第9図, 第10図のものになる。

最後に選択された〔I〕の方法による回帰式のノモグラムを第11図として組んである。

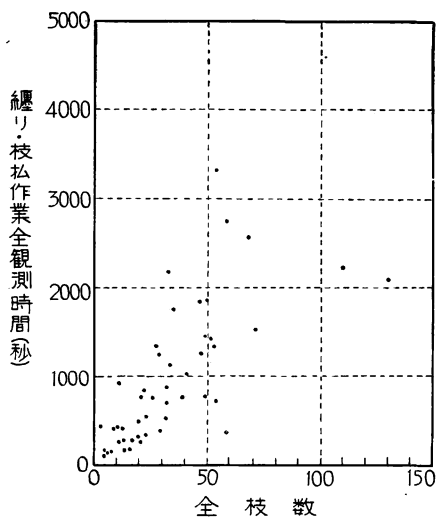
c. 纏り伐倒作業についての標準時間

纏り伐倒作業について単木に対する標準時間を求める。

纏り伐倒作業とは、伐倒の受口切、追口切、矢打ち、伐倒方向の決定、伐倒方向再考、合図、退避、受口切なおし、根張切、ヤリ落し、障害除去、足場作り、退避路作りの単位作業に要した総所要時間であ



第9図 纏り枝払作業全観測時間と胸高直径



第10図 纏り枝払作業全観測時間と全枝数

る。纏り伐倒作業観測時間と、胸高直径、伐根径（長径）、伐根径（平均）、足場傾斜および伐根高を条件因子として重回帰分析を行ない、重回帰方程式から伐倒標準時間を求めた。計算の進め方として次の3と

第9表 纏り伐倒作業について3とおりの回帰式の標準誤差と誤差率をまとめた表

計算法	変量		変数			
	Y		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
〔I〕の方法	伐倒作業観測時間		伐根径（長径）	伐根径（短径）	足場傾斜	伐根高
〔II〕の方法	"		伐根径（平均）	足場傾斜	伐根高	
〔III〕の方法	"		胸高直径	足場傾斜	伐根高	

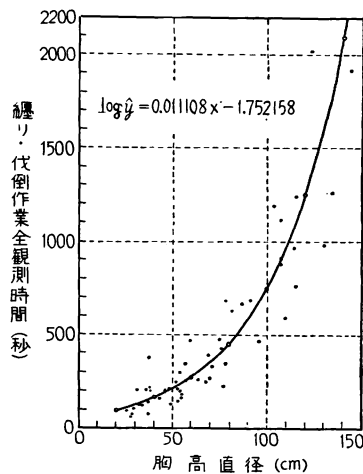
記号	条件因子	例数	回帰式	平均値 (log $\bar{Y}$)	零次の相関		
					r _{y,1}	r _{y,2}	r _{1,2}
〔I〕	伐根径(長径)X ₁ と 伐根径(短径)X ₃	55	$\log \hat{Y} = 0.004690X_1 + 0.006118X_3 + 1.701878$	2.52124182	0.8898**	0.8883**	0.9197**
〔II〕	伐根径(平均)X	55	$\log \hat{Y} = 0.010583X + 1.804826$	"	0.9072**		
〔III〕	胸高直径X	55	$\log \hat{Y} = 0.011108X + 1.752158$	"	0.9128**		

偏相関係数		回帰係数の t検定	標準誤差 Sy·x	標本の 誤差率	対数変換の過小 推定による修正 係数	削除された変 量	備考
r _{y1,2}	r _{y2,1}						
0.404*	0.334	t _b = 3.186** t _c = 3.059** t = 15.697** t = 16.268**	0.16709042 0.16578646 0.16095126	13.32% 13.22% 12.83%	μ = 1.0465 μ = 1.0466 μ = 1.0330	{足場傾斜 伐根高 {足場傾斜 伐根高 {足場傾斜 伐根高	Ŷ = 纏り伐倒 作業の推定 標準時間 (秒)

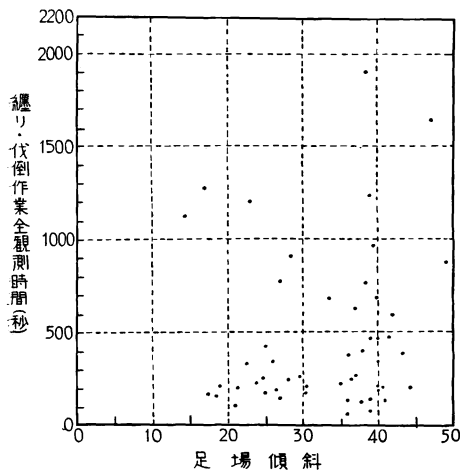
おりの方法について行なつた。そして、このうち〔Ⅲ〕の方法が精度最もよくて選ばれた。

以上3つの場合について計算した計算結果をまとめると第9表になる。結局標準誤差および誤差率の最小な胸高直径を変数とした〔Ⅲ〕の方法による回帰式がもつとも精度良くて選ばれた。回帰式は $\log \hat{Y} = 0.01111X + 1.75216$ である。

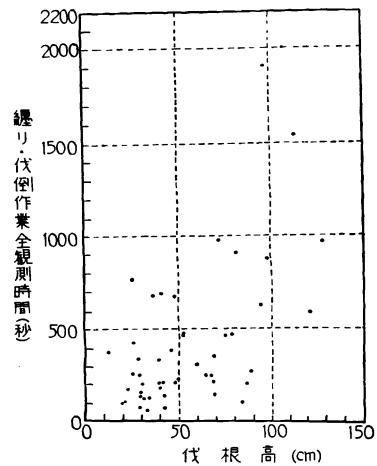
なお参考として、胸高直径、足場傾斜、伐根径および伐根高等の因子について2, 3の相関図を載せておく（第12図～第18図）。



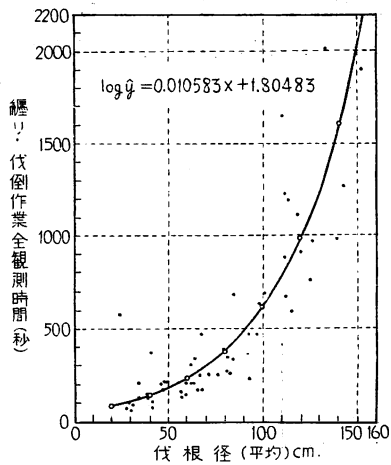
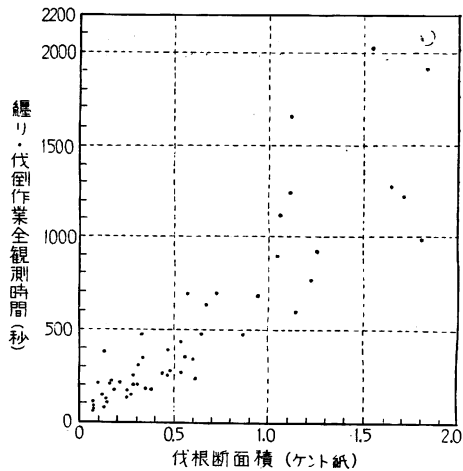
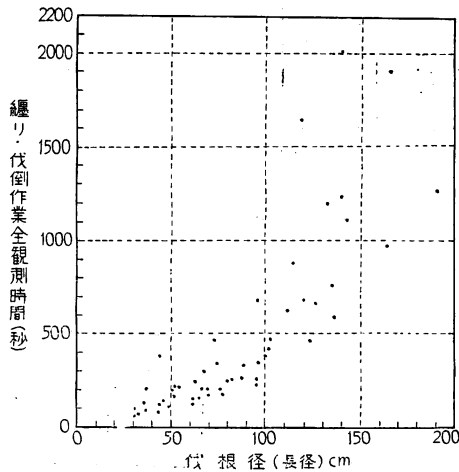
第12図 伐倒時間と胸高直径との関係



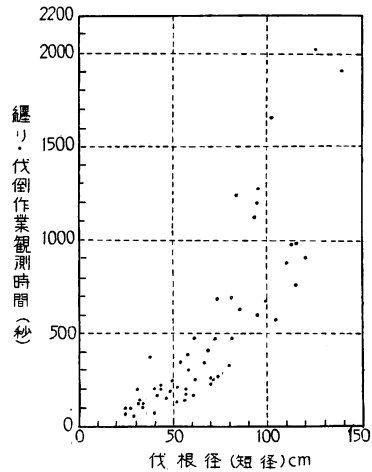
第13図 伐倒時間と足場傾斜



第14図 伐倒時間と伐根高

第15図 伐倒時間と伐根径
(長径短径の平均)第16図 伐根断面積(ケント紙で伐根断面を測定したもの、
ケント紙を伐根上に乗せて伐根の形を取り、それを重量によつて伐根断面積を求める方法)

第17図 伐倒時間と伐根径(長径)



第18図 伐倒時間と伐根径(短径)

第3章 標準資料法による分析

1. 伐木造材作業の分解

伐木造材作業という大きな枠内において生産能率の検討を行ない、あるいは作業改善を実行するにはあまりにも単位が大きすぎるきらいがある。また、1つの標準を維持するには、各種作業条件の安定をはかることにより、標準の安定が計られることは前述したとおりである。これがために条件と複雑な関係のある作業を分解し、簡単な関連として標準の維持に努力することが要求されるのである。

(1) 纏り作業(作業工程 Complete operation)

伐木造材作業を大きく分けて3つの纏り作業に分けられる。第1は立木を次の作業が楽にできるように倒すことであり、第2は最終目的である丸太を作るのに邪魔になり、また製品の品質を良くするための枝

条の除去，第3は一定の規格を持つた丸太を作るための測尺・玉切である。これは作業の単純化，あるいは専門化をはかるに都合のよい分け方であり，また実際の作業量を表示する上において都合のよい単位といえる。すなわち，立木の伐倒では伐根断面積，枝条の除去では枝条の根元断面積あるいは枝数，玉切では切断面積などで直接的にチェーンソーの機械的仕事量と密接な関係を持つものである。

一方，仕事を遂行している作業員から見れば，立木伐倒はチェーンソーを横にして水平に切断し，枝条の除去は斧で切るかあるいはチェーンソーにより枝1本1本を切断するが，ほとんど鋸先で切る短時間のチェーンソー保持とチェーンソーの持歩行が主なる作業となる。玉切においてはチェーンソーを垂直に使用して切断するのみである。チェーンソーは一定の切断長を持つているものであり，伐倒，玉切は切断長を十分に使用されているが，枝条においては切断長の何分の1かを使用するのみでチェーンソーの機械的仕事量から見れば非常に不経済な使い方も知れない。このようなことは標準資料法における作業あるいは機械工具の標準化に対する1つの問題点となるであろう。

以上のごとく簡単に各作業内容を検討して見ても質的な面においては異なっている点，標準資料法による時間基表（Master table）としては少なくとも上述の3つ*に分けるのが無理のないところであろう。

纏り作業としては3つの分類以外にいずれの作業にも含まれない作業あるいは共通的な作業がある。これらの作業をまとめて準備（後始末），移動，余裕，除外に分類し，それぞれを1つの纏り作業として取り扱うことにした。

結局は生産時間として伐倒，玉切，枝払，（剥皮），その他の時間として準備（後始末），移動，余裕，除外に分け，今回の調査においては7つの纏り作業とした。

(2) 単位作業（Fundamental operation）

おのおのの纏り作業をさらに単位の小さい単位作業に分けたが，これは，i. 数量的に表現できること，ii. 作業結果をあらわすこと，iii. 作業努力をあらわすこと，iv. 統一性をもつことなどの要件を勘案したものである。

第10表 纏り作業内における単位作業の分類

	準備 (後始末)	伐 倒	玉 切	枝 払	剥 皮	余 裕	除 外	移 動
機 械 (チェーンソー)	機械準備	根 張 切 受 口 切 受口切直し 追 口 切	玉 切 サルガ切 化粧掛け 捨 切	枝 切 節 切		作業(機械)		
手 工 具 (斧・鋸・鉋・矢)	道具準備	障害除去 足場作り 矢 打 ち ヤリおとし 懸木おとし	測 尺 障害除去 支え木扱い 木口廻し	障害除去 手 直 し 木 廻 し	障害除去 皮 剥 木 廻 し	作業(道具)		
人 力	身 仕 度 通 勤 休 息	伐倒方向検討 伐倒方向再考 伐倒合図 退 避				職 場 疲 れ 用 達	食 事 そ の 他 規定外通勤	移 動

* 今回の調査において皮剥作業が行なわれていなかったたので3つに分けたが，皮剥作業があれば当然4つに分けるべきである。

第10表はおのおのの纏り作業の労働手段を機械、手工具、人力に分けたときの単位作業である。単位作業の段階において Master table を作る場合においては纏り作業ごとに機械、手工具、人力との3種類となるであろう。また、作業改善においてはチェンソーが主なる労働手段となるべきで、その他、特に手工具の欄に含まれる単位作業については注目すべき点である。

(3) 要素作業 (Elemental operation)

要素作業への分割には3つの原則がある。

i) 要素作業（あるいは動作）は正確に測定可能な程度に短いものであること。

予定標準資料法においては作業を構成している動作または運動自体に標準時間があらかじめ決められているので、直接、計測器による時間は求めないのであるが、標準資料法においては直接時間計測による点測定誤差を考慮しなければならない。多くの研究結果では、1回の測定時間の長さは観測熟練者で約0.04分、すなわち3秒が実用的に最も小さな単位である。また、動作の終点が前もつて予測できるように明らかにしておらなければならない。

ii) 手作業時間と機械作業時間とを区別する。

単位作業の分割において労働手段により分類したが、各単位作業内においても手作業時間、手工具時間、機械時間、操作時間などに分割することが必要である。それは手作業時間は、作業者自身の作業速度によつて制約される面が多く、機械時間は機械固有の性能、速度に影響される面が多く、作業者の作業速度にはあまり影響されない。しかし、手工具時間になればおよそ伐木造材作業においては作業者自身の作業速度、手工具の性能（手工具の性能とは表現が悪いかも知れないが、適当な表現方法がないのであえて性能なる字句を使用した）との組み合わせが一般にいう技能あるいは勘などの表現でいわれている数的に表示でき難い作業速度となる。機械時間は高度の標準化が可能であり、時間研究によつて得られた時間値を相互にチェックすることができる。

これに比べると手作業時間ははるかに変動が大きく、手工具時間になるとなおさらのことで、いよいよ標準化あるいは標準時間を厳密に決定することはむずかしくなる。したがつて、時間分析結果を容易にこれらの時間に区別できるようにしなければならない。

iii) 定数要素 (Constant element, 不変要素, 恒常要素) と変数要素 (Variable element) とに分ける。

時間分析においては目的分類により要素作業を分けているが、集計結果より Master table を作るときは、作業条件との関係有無を検討し、作業条件の変動とともに作業時間も変動する変数要素と、仕事ごとに変動しないので、どの仕事でも同じである定数要素とに区別すること、あるいは要素作業を各サイクルに正しく比例配分することができる規則的な要素作業 (Systemetic element) と総てのサイクルに起こるとはかぎらない要素作業 (Random element) とに区別できるようにすべきである。不規則要素を発見するには、多くの観測をしなければならないことがあるが、これらの要素作業は、仕事の正規の一部分として重要なものがある。以上のような区分は標準資料法による要素時間資料を発展させるため、また時間研究によつて得られた時間値を相互にチェックするために役立つのである。

以上要素作業を分割し、その作業区分を明らかにするために作業内容の定義づけを行なつたのが“チェンソーによる伐木造材作業分解表”である。

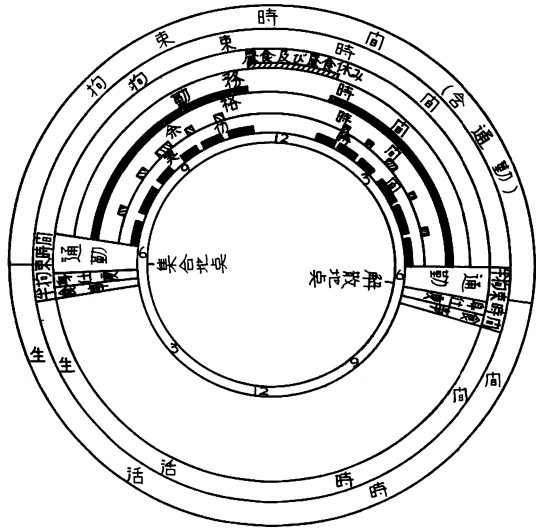
われわれが使用している時間分析関係用語の関係を示すと次のごとくである。

第11表 性質分類

常に起こる Systematic element	定数 Constant element	C	対象によつてほぼ一定し、その使用目的によつて変わる。
	変数 Variable element	V	使用目的によつて変わる。
まれに起こる Random element		R	不規則におきる要素作業

第12表 目的分類

作業	準備後始末		1 作業ロットに対し1回だけ起こる。直接生産をなさない。
	主 作 業	主 体 作 業	1 作業ロットに対し繰り返し起こる。 直接生産をする。
		付 帯 作 業	1 作業ロットに対し繰り返し起こる。 直接生産をなさない。
余 裕		共 通 余 裕	1. 作業に無関係で人体として必要な用途（用便、水のみなど）。 2. 作業に固有なものでなく管理上の理由に基づき、工場または職場に共通して起こる間接業務や短時間の手待。
		固 有 余 裕	1. 作業に固有であるが不規則に起こるもの。 2. 作業による疲れを回復するための休み。
除 外			作業目的に対して不必要、しかも作業者自身でさけうるもの。



第19図 1日の生活時間内容

(4) チェンソー作業による伐木造材作業の作業分解

勤務時間中に発生する要素作業はすべて勤務時間内として取り扱う。たとえば

- 1) 規定内通勤中の用途は勤務時間中の用途余裕とする。
- 2) 作業中の水のみは勤務時間中の用途余裕とする。

除外時間中に除外として発生する要素作業は除外時間内として取り扱う。たとえば規定外通勤中における用途，食事時間における湯水のみ，服装なおしなどは除外時間として処理する。

第13表 チェンソーによる伐木造材作業の作業分解表

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
準備 (後始末)	通 勤	1通勤(往)	集合(解散)場所から機械置場到着までの通勤時間
		2 " (復)	機械置場から(集合)解散場所到着までの通勤時間
		3通勤途中休	通勤途中の休み時間
	休 息	4休 息	機械置場に到着して、朝の作業とりかかりまでの間に行なつた休み時間(作業終了後も同じ)
		5火 た き	火をたくための柴，薪の採取，および火をたきつける時間

第13表 (つづき)

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
準備 (後始末)	身仕度	6身仕度	作業に必要な道具器材の着脱, 服装なおし時間
	機械準備	7機械出入	朝夕, 機械工具および燃料の出し入れの時間 (機械格納箇所) ((歩行を分けて分析のこと))
		8整備	機械の定められた整備, 点検および清掃などの時間 (朝の燃料の 秤量は含む) (("))
		9工具取替	機械整備に必要な工具のとりかえ, 片づけのための時間(("))
		10調整	1日の作業前後に行なうエンジン調子の調整時間 (("))
		11目立	ヤスリを持つてチェーンの目立をはじめてから目立完了までの時間 (("))
		12燃料調合	燃料調合の準備から完了までの時間 (("))
		13燃料缶移	混合燃料, チェンオイルを携行缶に移す時間 (("))
		14給油	燃料タンク, チェンオイルタンクのフタをあけて給油し, タンク のフタをしめるまでの時間 (("))
	道具準備	15鋸手入	鋸の目立, 鋸柄の手入, 器具の取替時間
		16鉋手入	鉋の刃とぎ, 鉋柄の手入
		17斧手入	斧の刃とぎ, 斧柄の手入
		18矢楔手入	矢・クサビの作りおよびなおし, 道具の取替時間
		19測竿手入	測竿の手入, 道具の取替時間
移動	移動	20職場	朝夕の機械置場と作業箇所間, 作業中の作業箇所と休憩場所間, 作業箇所と昼食休み場所間の往復時間
		21作業(伐倒)	造材(玉切, 枝払, 皮剥)が完了し道具機械をとりまとめてから 次の木に移るまでの歩行時間
		22 "(玉切)	伐倒(伐倒確認, ヤリ落し)または枝払, 皮剥が完了し, 道具・ 機械をとりまとめてから玉切に移るまでの歩行時間 (歩行中の手 工具まとはめは含まれる)
		23 "(枝払)	伐倒(伐倒確認, ヤリ落し)または玉切, 皮剥が完了し, 道具・ 機械をとりまとめてから枝払に移るまでの歩行時間, (歩行中の 手工具まとはめは含まれる)
		24 "(皮剥)	伐倒, 玉切, 枝払が完了し, 道具・機械をとりまとめてから皮剥 に移るまでの歩行時間 (歩行中の手工具まとはめは含まれる)
		25道具取纏め	移動のために行なう道具・機械を取まとめる時間
		26伐倒木探し	次の伐倒木を見当づける時間(立つて対称木を探し見つける時間)
伐倒 (段取)	伐倒方向検討	27方向決定	伐倒方向を決定するために枝つきの状況, 力枝ののび方, 腐朽度 の判定, 受口箇所, 追口箇所を検討し決定する時間
		28段取	移動が終わり方向決定に入るまでの時間
		29道具取替	前要素作業終了時点から機械器具の取替え完了までの時間 (完了 後の歩行時間は含まない) (以下道具取替は同じ定義)
		30空身歩行	要素作業から要素作業に移るために空身で歩行した時間 (以下空 身歩行は同じ定義)
		31持歩行	要素作業から要素作業に移るために機械を保持して歩行した時間 (以下持歩行は同じ定義)
	障害除去	32障害木切	作業の障害となる雑木を機械, 手工具で切り倒す時間 (刈払なが ら片づける時間も含む) (以下障害木切りは同じ定義)
		33ボサ切	雑草木, つるを刈払片づける時間 (以下ボサ切は同じ定義)
		34障害物片付	作業に障害となる末木, 枝条, 石礫などをとりかたづける時間 (以下 障害物片付は同じ定義)
		35段取	障害木, ボサ, 障害物の除去を検討する時間
		36道具取替	29と同じ
		37始動・停止	エンジンをかけるため始動前の準備と, スタータロープを引いて

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
伐倒 (段取)		38空身歩行 39持歩行	エンジンの始動および始動のため必然的に起こる調節の時間と、一動作終了後にエンジンを停止する時間（以下始動停止は同じ定義） 30と同じ 31と同じ
	足場作り	40足場作り 41段取 42道具取替 43始動・停止 44空身歩行 45持歩行	伐倒木付近の足場のふみかため、位置決定および根張り、傾斜の関係で足場を組む場合の時間（足場材料の採取も含む） 足場作りの前に足場の検討をする時間 29と同じ 37と同じ 30と同じ 31と同じ
	退避路作り	46退避路作り 47段取 48道具取替 49始動・停止 50空身歩行 51持歩行	伐倒に先立つて作業安全のため退避に便するように退避路をつくる時間 退避路作りの前に退避路を検討する時間 29と同じ 37と同じ 30と同じ 31と同じ
伐倒 (元伐)	根張切	52根張切 53段取 54根張切進行見 55位置替 56切片除去 57鋸引抜き 58道具取替 59始動・停止 60空身歩行 61持歩行	機械をもつて根張部分にあてて切りはじめてから切り終わるまでの時間 根張切りに入る前に根張切り部分の決定と足場の位置を決めて鋸を材にあてるまでの時間（切口に鋸を入れる時間も含む） 根張切りの途中において根張の切り進んでいる具合をみる時間（この場合機械が根張を切っていないことに注意） 鋸断姿勢・位置をかえる時間（この場合機械が根張りを切っていないことに注意） 切りとつた根張の材片を除去する時間 鋸が材にはさまれたとき機械を引き抜く時間 29と同じ 37と同じ 30と同じ 31と同じ
		受口切 62受口切 63段取 64受口切進行見 65位置替 66切片除去 67鋸引抜き 68道具取替 69始動・停止 70空身歩行 71持歩行	受口箇所に機械をあてて切りはじめてから受口を切り終わるまでの時間（機械のもちかえも含む） 受口切りに入る前に足場の位置を決めたり、鋸を材にあてるまでの時間（切口に鋸を入れる時間も含む） 受口切りの途中において受口の切り進んでいる具合をみる時間（この場合機械が受口を切っていないことに注意） 55と同じ 切りとつた受口の材片を除去する時間 57と同じ 29と同じ 37と同じ 30と同じ 31と同じ
	伐倒方向再考	72伐倒方向再考	受口を切り終わつた時、決定した方向に一致しているか、受口の深

第13表 (つづき)

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
伐倒 (元伐)	伐倒方向再考	73空身歩行	さが正しいかを再検討する時間
		74持歩行	30と同じ 31と同じ
	受口切直し	75受口切直し	受口切りを行なつて受口が正しく切れていない場合に再度受口を切りなおす時間
		76段取	受口切直しに入る前に足場の位置を決めたり、切直しの位置を決めて鋸をあてるまでの時間(切口に鋸を入れる時間も含む)
		77受口切進行見	切直しの途中で切りの進んでいる具合を見る時間(この場合機械が切直しをやつていないことに注意)
		78位置替	55と同じ
		79切片除去	切直した受口の材片を除去する時間
		80鋸引抜き	57と同じ
		81道具取替	29と同じ
		82始動・停止	37と同じ
		83空身歩行	30と同じ
		84持歩行	31と同じ
	追口切	85追口切	機械を追口にあてて切りはじめ、伐倒寸前に鋸を引き抜くまで(シン抜けを防ぐツッコミ切りも含む、ただし、追口切りと区別する)
		86段取	追口切りに入る前に、足場の位置を決めて鋸を材にあてるまでの時間(切口に鋸を入れる時も含む)
		87追口切進行見	追口切りの途中において、追口の切り進んでいる具合をみる時間(この場合機械が追口を切つていないことに注意)
		88位置替	55と同じ
		89鋸引抜き	57と同じ
		90道具取替	29と同じ
		91始動・停止	37と同じ
		92空身歩行	30と同じ
		93持歩行	31と同じ
	合図	94合図	伐倒直前に伐倒を知らせる合図の時間(この場合、機械が追口切りを一時やめていることに注意)
	矢打	95クサビ打ち	追口切り進行中、鋸路を開くためにクサビを打つ時間
		96矢打ち	伐倒方向が狂わないように、矢を追口に入れ斧で打込み倒すまでの時間
		97矢・クサビ抜き	打ち込んだ矢・クサビの位置をなおすために矢・クサビを抜く時間および必要でなくなつた矢・クサビを引き抜く時間
		98段取	伐倒方向を考え矢の打込む位置を決めたり、足場の位置を決めて矢を打込むまでの時間
		99道具取替	29と同じ
		100空身歩行	30と同じ
	退避	101退避	伐倒直前に伐倒木から離れて危険をさけるため退避する時間
		102伐倒確認	伐倒を確認し、次の作業に移るまでの時間(この場合、息ぬき、立休に注意)
		103空身歩行	30と同じ
		104持歩行	31と同じ
	ヤリおとし	105ヤリおとし	伐倒された伐根に引きぬけ、裂けがあるときに伐根に残つた部分を切りおとし時間

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
伐倒 (元伐)	ヤリおとし	106段 取	足場の位置を決め、鋸を機械にあてるまでの時間
		107位 置 替	55と同じ
		108切 片 除 去	切りはなした材片を除去する時間
		109鋸 引 抜 き	57と同じ
		110道 具 取 替	29と同じ
		111始動・停止	37と同じ
		112空 身 歩 行	30と同じ
		113持 歩 行	31と同じ
	懸木落とし	114懸 木 落 し	伐倒された木が予定した方向に倒れないで懸木になった時これを処理する時間（内容はなるべく具体的に明記のこと）
		115段 取	懸木の処理について検討したり、そのための準備時間
		116道 具 取 替	29と同じ
		117始動・停止	37と同じ
		118空 身 歩 行	30と同じ
		119持 歩 行	31と同じ
	測 尺	120採 材 検 討	採材にあたって根曲り、材の曲り、腐朽度、折損部などをみながら採材長を検討する時間
		121測 尺	測竿をもつて材長を測り、玉切り箇所手工具でしるしをつけながら測尺する時間
		122道 具 取 替	29と同じ
		123つ る 除 去	測尺にあたって材にまきついているつるを除く時間
		124障 害 除 去	32, 34 を含む（各要素作業ごとに区分して時間分析すること）
		125空 身 歩 行	30と同じ
		126持 歩 行	31と同じ
玉 切	障害除去	127障 害 木 切	32と同じ
		128ボ サ 切	33と同じ
		129障害物片付	34と同じ
		130段 取	35と同じ
		131道 具 取 替	29と同じ
		132始動・停止	37と同じ
		133空 身 歩 行	30と同じ
		134持 歩 行	31と同じ
	玉 切	135段 取	玉切に入る前に足場の位置を決めて鋸を材にあてるまでの時間
		136足場づくり	玉切に際して足場のボサ切片づけ、足場組みなどのための時間（材料採取も含む）
		137玉 切 ①普通切	機械を材にあて、上から下へ切り進み機械を引き抜くまでの時間
		138 引き落し	普通切をやつて切り残された部分を腰鋸で切り離し、鋸を引き抜くまでの時間
		139②廻 し 切	機械を材の下側にあて、機械を回わしながら切り進み機械を引き抜くまでの時間
		140 引き落し	廻し切をやつて切り残された部分を腰鋸で切り離し、鋸を引き抜くまでの時間
		141③合 せ 切	材の下（上）側を切っておき、機械を引きぬいて上（下）から切り進み、機械を引き抜くまでの時間
		142 引き落し	合せ切をやつて切り残された部分を腰鋸で切り離し、鋸を引き抜くまでの時間

第13表 (つづき)

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
玉 切	玉 切	143位 置 替	55と同じ
		144クサビ打ち	クサビを切口に入れ、斧、鉋で打ち込む時間（この場合機械が玉切りを一時止めているかいないかに注意）
		145玉切進行見	玉切の途中において、玉切の進んでいる具合をみる時間（この場合機械が玉切りを一時止めているかいないかに注意）
		146鋸引抜き	鋸が材にはさまれたとき機械を引き抜く時間
		147転材確認	
		148クサビ抜き	96と同じ
		149手 直 し	玉切をやつて木口が揃わない場合、木口を平滑にするための切り直し時間
		150道具取替	29と同じ
		151始動・停止	37と同じ
		152空身歩行	30と同じ
		153持 歩 行	31と同じ
	サルカ切	154サルカ切	元口にあるサルカ部分に機械をあてて切り離すまでの時間
		155段 取	サルカ切に入る前に足場の位置をきめて、鋸をあてるまでの時間
		156切片除去	切り取ったサルカの材片を除去する時間
		157位 置 替	55と同じ
		158道具取替	29と同じ
		159始動・停止	37と同じ
		160空身歩行	30と同じ
		161持 歩 行	31と同じ
	化粧掛け	162化粧掛け	第1玉元口にある根張部分に機械をあてて切り離すまでの時間
		163段 取	化粧掛けに入る前に足場の位置を決めて、鋸をあてるまでの時間
		164道具取替	29と同じ
		165始動・停止	37と同じ
		166空身歩行	30と同じ
		167持 歩 行	31と同じ
	支え木扱い	168支え木扱い	玉切りに際して引割れを防ぐため材に支え木、コロまたは歯止めを入れたりする時間
		169段 取	支え木扱いに際し、処理方法について検討する時間
		170材料とり	支え木扱いに必要な材料を採取する時間
		171道具取替	29と同じ
		172始動・停止	37と同じ
		173空身歩行	30と同じ
		174持 歩 行	31と同じ
	木口廻し	175木口廻し	丸太木口を斧または機械でもつてまめ落とす時間
		176段 取	木口廻しに入る前、足場の位置を決めて斧、または機械を材にあてるまでの時間
		177道具取替	29と同じ
		178空身歩行	30と同じ
		179持 歩 行	31と同じ
	捨 切	180捨 切	腐朽、折損、シン抜け、割れの部分を検討し、腐朽木、折損部、シン抜け、割れの部分を切離す時間

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
玉切	捨切	181段取	捨切に入る前に足場の位置を決め、鋸を材にあてるまでの時間
		182鋸引抜き	55と同じ
		183道具取替	29と同じ
		184始動・停止	37と同じ
		185空身歩行	30と同じ
		186持歩行	31と同じ
		187その他	
枝払	障害除去	188障害木切	32と同じ
		189ボサ切	33と同じ
		190障害物片付	34と同じ
		191段取	35と同じ
		192道具取替	29と同じ
		193始動・停止	37と同じ
		194空身歩行	30と同じ
		195持歩行	31と同じ
	枝切	196枝先切	枝切りに際して枝の中間から先の方を切り落とす時間 (歩行作業と区分して観測すること)
		197枝切	枝切りに際して機械を枝の根元にあて、切り離すまでの時間 (" ")
		198段取	枝切りの前に足場の位置を決めて、鋸をあてるまでの時間
		199枝片付	枝切りした枝を片づける時間
		200道具取替	29と同じ
		201始動・停止	37と同じ
		202空身歩行	30と同じ
		203持歩行	31と同じ
	節切	204節切	短い死節を切り落とす時間（歩行作業と区分して観測すること）
		205段取	節切りの前に足場の位置を決めて、鋸をあてるまでの時間
		206道具取替	29と同じ
		207始動・停止	37と同じ
		208空身歩行	30と同じ
		209持歩行	31と同じ
	手直し	210手直し	完全に切り落とされないでいる枝、節を再度切りなおして落とす時間
		211段取	手直しに入る前に足場の位置を決めて、鋸をあてるまでの時間
		212道具取替	29と同じ
		213始動・停止	37と同じ
		214空身歩行	30と同じ
	木廻し	215持歩行	31と同じ
		216木廻し	枝切に際して丸太を廻わす時間
		217段取	木廻しに入る前に足場をきめたり、木廻しの準備をする時間
		218支え木扱い	木廻しに際して材が転落しないように支え木をする時間（支え木材料の採取も含む）
		219道具取替	29と同じ
		220空身歩行	30と同じ
		221持歩行	31と同じ

第13表 (つづき)

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
皮 剥	障害除去	222障害木切	32と同じ
		223ボサ切	33と同じ
		224障害物片付	34と同じ
		225道具取替	29と同じ
		226始動・停止	37と同じ
		227空身歩行	30と同じ
		228持歩行	31と同じ
	皮 剥	229皮 剥	皮剥器をもつて材の皮を剥ぐ時間
		230皮 片 付	剥がれた皮を片づける時間
		231道具取替	29と同じ
		232空身歩行	30と同じ
余 裕	木 廻 し	233木 廻 し	丸太の皮を剥ぐため材を廻わす時間
		234支え木扱い	材の転落を防止するために支え木やコロを扱う時間（材料採取も含む）
		235道具取替	29と同じ
		236空身歩行	30と同じ
	職 場	237打合せ固有	作業を進行するために生じた作業固有の打合せ
		238手待ち固有	作業を進行するために生じた作業固有の手待ち
	疲 れ	239坐 休	勤務時間内の所定の休憩時間（作業員が坐休、椅坐休、横坐休した時間）
		240立 休	作業中作業員が休む時間（作業員が立つて休んだ時間）
		241息 ぬ き	作業中作業員の息抜きした時間
	用 達	242用 達	生理現象（大・小便）による余裕時間（歩行を含む）
		243汗 ふ き	汗ふきの時間（汗ふきのための一連の動作は含む（ 〃 ）
		244水 の み	湯・水をのむ時間（ 〃 ）
		245服装なおし	作業中の服装のみだれなおし（降雨のための合羽着用と合羽をもつてくる歩行時間も含む）
作業（道具）	作業（道具）	246鋸 修 理	作業中における鋸の目立、鋸柄の手入、器具の取替える時間
		247鉋 修 理	〃 鉋の刃とぎ、鉋柄の手入 〃
		248斧 修 理	〃 斧の刃とぎ、斧柄の手入 〃
		249矢 修 理	〃 矢、クサビの作りおよびなおし 〃
		250測 竿 修 理	〃 測竿の手入およびつくり 〃
	作業（機械）	251機械交換	予備機との機械交換する時間（歩行を含む）
		252機械調整	作業中におけるエンジン部、鋸部の調整および点検（気化器、プラグ、チェーンオイル、チェーンの張、鋸屑除きなど）
		253注油フカン	手動式チェーンソーのチェーンオイルの注油、自動式チェーンソーの注油のための“フカン”
		254工具取替	作業中における機械調整に必要な工具のとりかえ、片づけのための時間（道具取り歩行は分けて観測する）
		255目 立	作業中におけるチェーンの目立
		256燃料点検	作業中における燃料、チェーンオイルの消費状況を見るための時間
		257給 油	作業中における燃料タンク、チェーンオイルタンクのフタをあけて給油し、タンクのフタをしめるまでの時間
		258燃料とり歩行	作業中における燃料缶をおいた場所から持ってくる往復の歩行時間および給油完了後の燃料缶を片付ける時間

纏り作業	単位作業	要素作業	要素作業定義
余 裕	作業(機械)	259燃料調合	作業中に行なう燃料調合の準備から完了までの時間（給油完了後機械を持ち上げて機械をふりまわす時間も含む）
		260燃料缶移し	作業中に行なう燃料，チェーンオイルを携行缶に移す時間
		261道具探し （手工具）	作業中における道具さがし
		262〃（工具）	〃 工具さがし
除 外	食 事	263食 事	弁当を出して食事をし，弁当をかたづけるまでの時間
		264食 事 休 み	食事後から午後の作業にとりかかるまでの間に行なつた休み時間
	そ の 他	265調査打合・手待	調査を進めるために生じた打合，手待時間
		266懸木落とし （特殊）	特殊な長時間を要する懸木落しの時間
		267そ の 他	規定要素作業外の不時に起こる作業時間（主に除外的時間であるが内容により単位作業内に含まれる）
	規定外通勤	268通 勤（往）	宿舎から集合場所到着までの通勤時間
		269 〃（復）	集合場所から宿舎到着までの通勤時間
		270通勤途中休	通勤途中の休み時間
		271そ の 他	通勤途中に起こる不時の時間（用達，水のみ，薪採取）

(5) 要素作業の分割と作業改善および標準時間との関係

前項においては作業工程を構成している要素作業を作業量に関係なく区分したのであるが，要は作業員（あるいは機械）の稼働による作業量の問題であるから，その活動内容の適切な区分を行ない，生産量の増大をはかる必要がある。直接作業員の活動内容について分析基準を示すと第20図となる。

まず，作業量の増大を考える場合に，実働時間中に占める生産時間の割合を増加する条件を整備することを第一に考え，しかる後に，1回当たり生産時間（循環作業に要する時間）を短縮することを考えるのが至当である。

作業員の直接活動内容の分析以前に上述の条件整備を行なつてからは図に示す各単位作業，要素作業時間について第1～5の問題について検討する必要がある。

第1の問題……直接工本来の仕事に実働時間中の何%を使っているか？

一循環に要する時間が同じであるとしても，一定時間内における循環作業の回数を増加することによつて，製作数量の増加がはかられる。

第2の問題……製作品の種類を減らして準備作業を少なくできないか？

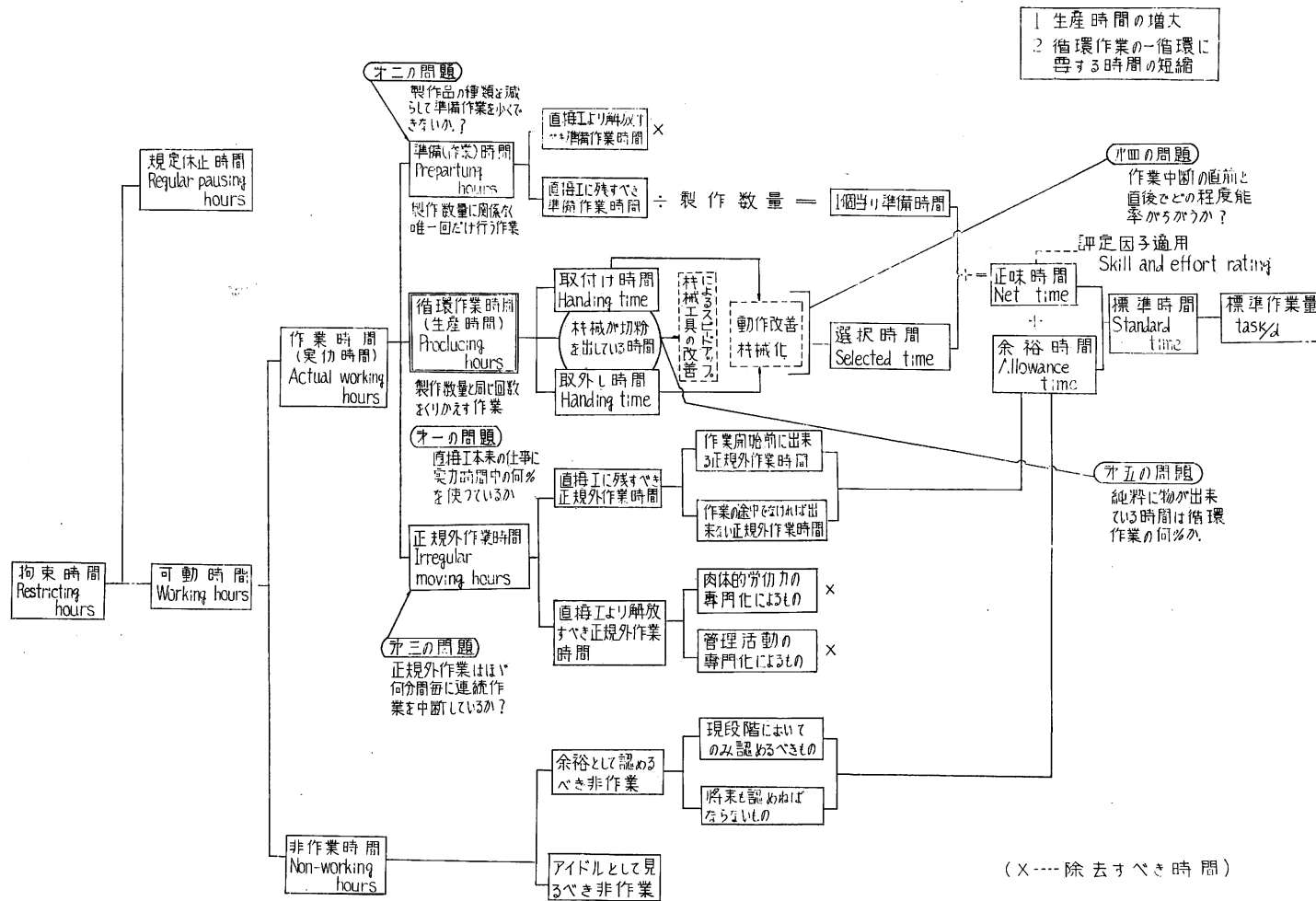
準備作業，正規外作業（付帯作業）の混入によつて招来される循環作業の連続を中断するということが少なくなる。これによつて1循環に要する時間が著しく短縮される。

第3の問題……正規外作業（付帯作業）はほぼ何分間ごとに連続作業を中断しているか？

準備作業とか正規外作業には，直接工でなくてもできる仕事が多い（たとえば運搬，道具取り）。すなわち，より安い工賃でやるという作業員で十分にできる単純な作業を，高給を支払っている熟練者にやらせることは，不当に業務原価を高くしていることになる。

第4の問題……作業中断の直前と直後での程度能率がちがうか？

要素作業中における中断において速い速度に規制された動作の後につづく随意動作は，おそい速度で規



第20図 直接工の活動内容分析基準図

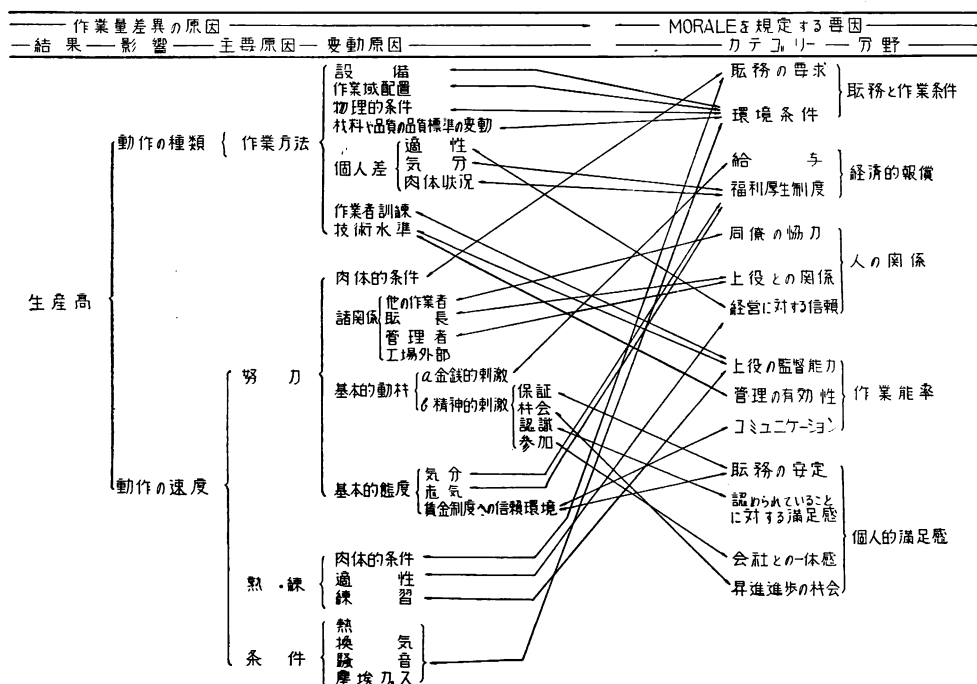
制された動作の後につづく随意動作よりも速く、しかも制約動作と随意動作の境界に僅少の休止をいれて動作の流れを中断しても、その経験の痕跡は消えない。また影響のあり方には個人差が認められるのである。

第5の問題……純粋に物ができている時間は循環作業の何%か？

作業者が循環作業内において直接的な仕事をしている時間が多いほど、実質的能率の向上したことを意味するもので、循環作業時間と機械の直接加工時間、すなわちマシンタイム（Machine time）との差を小さくすることが必要である。

以上の問題により検討された結果より正味時間、余裕時間を求め標準時間（Standard time）を決定するのである。

今までに述べたことは作業研究の立場より作業員が作業量をあげるための直接的な要因についてであるが、作業員を生産組織の中の一員として見た場合、作業量の変動原因は第21図であるが、組織内の一員としてはその組織におけるモラル（Morale）と非常に関係がある。



第21図 作業量の変動原因とMoraleを規定する要因との関係

組織のモラルは多くの場合、経営者と作業員との直接的、間接的な接触から生ずるものであり、モラルの高揚維持が標準の安定に及ぼす影響は多い。すなわち、作業研究の狙いが生産に関連する諸条件の安定をはかり、標準化することにより、作業時間は最終的なものであることを考えた場合、最初の標準時間を設定する場合には、エラを防ぐようあらゆる努力をしなければならないが、経営者が標準時間のエラを常に訂正することと、およびその正確性を明示することに積極的であることは非常に重要であり、また作業員は標準およびその設定者を信頼しなければならない。このような問題は往々にして標準時間の設定員そのものではなく、作業員が組織を通じてのモラルに影響される面が多く、標準時間の設定、維持以

前にモラルを通じて直接的に作業量の変動原因を適確に把握すべきである。

(6) 条件因子の測定

前項で述べたとき間接的な条件因子は標準作業量決定以前および以後の指導訓練等の管理的な面が多く含まれており、標準作業量の表示とは直接的な関係の薄いものである。ここで述べた条件因子は作業に直接関係があり、また標準作業量を表示するための1つの函数となる条件に限定する。今までにチェンソーの伐木造材作業分析において取り上げられた条件因子としては、樹高、胸高直径、歩止り、出石、傾斜、立木の疎密度、地被物の状態、枝条量などであるが、標準功程表として直接的に関係ありとして使用されたものは樹高、胸高直径、歩止りが多く、時々、傾斜の因子が使用されている程度である。その他の因子は補足条件因子として係数化して功程表あてはめの時に勘案使用する程度である。主要な条件因子としてもその測定法においては事業実行上の慣例による測定法が多く用いられているが、この際に条件因子の測定も何らかの標準化が必要であろう。

以上のような意味合いからわれわれは条件因子の測定において次に述べるごとく考え、また簡易に測定できる方法（現地における事業実行を考えた場合の測定可能な方法）を求めるために、次の条件を測定した。

胸高直径……①輪尺。②直径巻尺。③収穫調査資料。

樹 高……①各玉の実長、伐根高および末木長。②収穫調査資料。

伐 根……①高さ……①伐倒方向の傾斜に対する上側、下側の高さ。②地形の傾斜に対する上側、下側の高さ。③受口までの高さ。④受口、追口の差。

(2)径……①受口の幅、受口深さ、追口幅、追口深さ、裂けの幅、長径、短径。

丸 太……1) 長さの実長。2) 末口の長径、短径。

傾 斜……1) 斜面傾斜；伐根の位置において上方、下方ともに樹高距離の範囲内の傾斜をクリノメーターで測定

2) 足場傾斜；作業位置より上方、下方ともに約2m範囲内の傾斜。

3) 伐倒木の傾斜；伐倒木の元から末を見通した傾斜。

4) 予定伐倒方向；受口方向の方位。

5) 伐倒方向角度；予定伐倒方向と実際の伐倒方向との角度。

根 張……根張切によつてできた材片について高さ、幅、厚さを測定。

化粧切……化粧切された材片について長さ、幅を測定。

サルカ……サルカ切された材片の長さ、幅を測定。

以上のごとく測定した条件は多種類におよぶが、時間基表に使用される条件としては主として胸高直径、樹高、切断径などに集約されてくるが、これらの条件については今までも使用されてきた条件ではあるが、われわれとしては一応測定し、实际的にいずれの条件がより有利に相関関係があるかを確かめつつ計算を進めていく所存である。

たとえば玉切箇所断面積、あるいは直径を求めるにおいても測定断面が不定形が多いため、断面積を求めるのに次の方法がある。

①長径、短径の算術平均値による円面積

②長径面積、短径面積の算術平均値

③楕円面積

④直径を1cm括約で測定した値からの面積

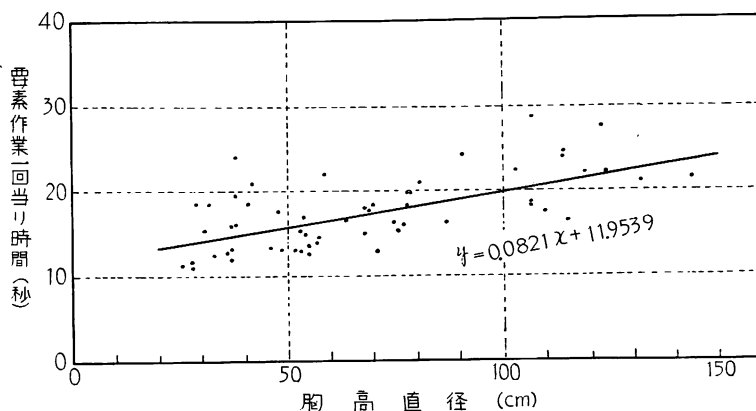
以上4とおりのほかにまだ多くの方法があり、B. MATERN は10とおりの方法について断面を6とおりに分けたのにあてはめていずれの計算法がよいかを求めている。これによると最大と最小直径の算術平均による面積の求め方が、どのような形の面積にも適応して面積推定値の差が少ないようである。

いまさらあらためてこのようなことを考える必要もないかも知れないが、標準資料法として調査分析する上においては一応、直接的にはもちろんのこと間接的にも関係ある事項、条件因子については一応、標準化し、単純化の考え方によつて検討を進めていくことは計算の速度からすれば、非常に遅くなり無駄な努力を費す結果とはなるが、初めて林業労働に標準資料法をあてはめる場合には、1つの経験をうるためには必要なことであり、またこの努力が他職種の場合に役立つことが大いにあるであろうことを期待しているからである。

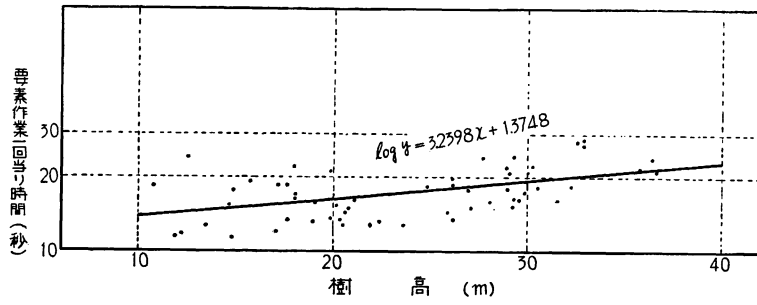
2. 要素作業の性格および実態

伐木造材作業においては一般工場のごとく一定の材料より製品を作るのと異なり、不定の形質をもつた立木という材料を加工して、不定の丸太という製品を作るのである。すなわち、立木は胸高直径、樹高が異なり、これより得られた丸太は長さは一定にできるが、末口径は長さとは無関係に変わつていて、加工に必要な要素作業数は工場のように一定数にはなり得ないのである。しかし、材料としての立木1本当たりの要素作業数は立木の大小により変化するであろうし、また要素作業1回当たり時間も変化するであろう。

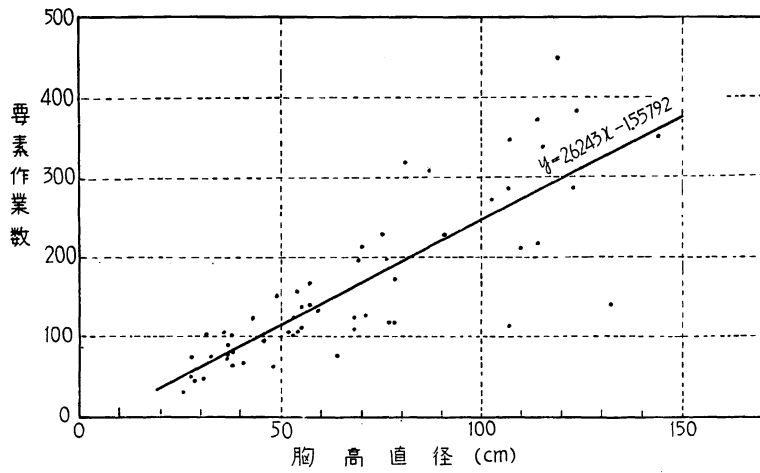
立木の形質をあらわす胸高直径および樹高と伐倒、造材作業を遂行するに必要な要素作業数との関係を探めると第22図～第26図およびその相関関係は第14表のごとくである。そこで伐木造材作業について各因子の重回帰分析を行なつてみた結果を示すと第15表となる。要はわれわれが動作・時間研究をすることによつて求められたものが現地においてあるいは事業実行上に使用する場合に簡易にできるかどうかの問題になつてくることでもあり、また要素作業の性格を通じて今までに考えられていた功程表、あるいはそれに関連ある条件因子でよいものかどうかの検討の余地もあるのではないだろうかという疑問もいただくのである。それがゆえにごく簡単な因子により、実用的価値が認められるかどうかは今後の問題としても1つの時間値を求める算定式の勘案をするにすぎない。



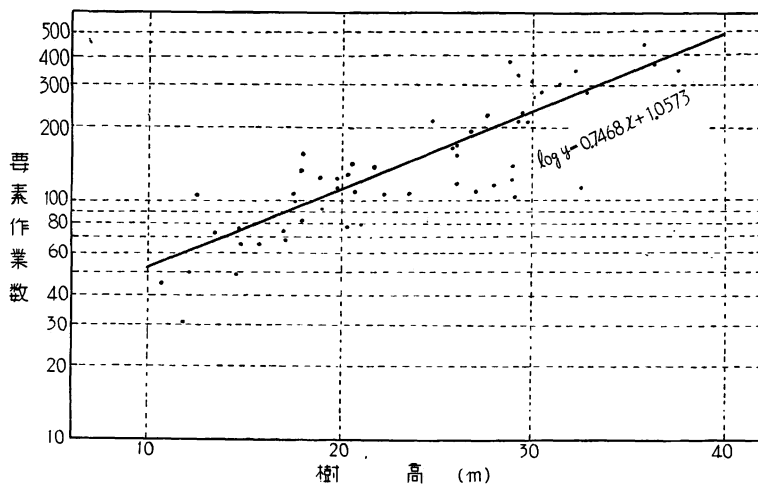
第22図 伐木造材作業



第23図 伐木造材作業



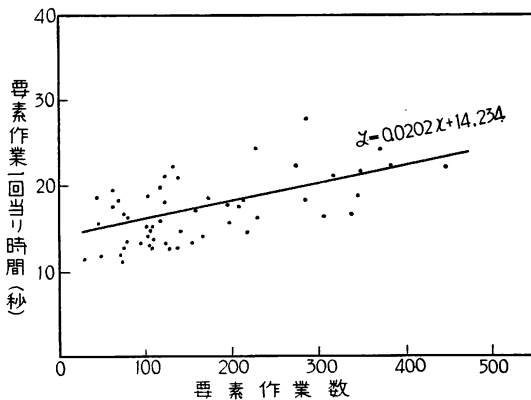
第24図 伐木造材作業



第25図 伐木造材作業

第14表 要素作業数および要素作業1回当たり時間と条件因子との一覧表

		相関係数 r	回帰係数の t 検定	標本の誤差率 f	推定値の誤差率 ϵ
伐倒	要素作業1回当たり時間と胸高直径	0.5413 ^{**}	4.7311 ^{**}	63.10%	8.43%
	〃 樹高	0.5554 ^{**}	4.7741 ^{**}	62.94	8.41
	要素作業数と胸高直径	0.7318 ^{**}	7.8912 ^{**}	104.44	13.96
	〃 樹高	0.5324 ^{**}	4.6222 ^{**}	129.73	17.34
造材	要素作業1回当たり時間と胸高直径	0.5495 ^{**}	4.8329 ^{**}	49.71	6.64
	〃 樹高	0.4101 ^{**}	3.3041 ^{**}	54.27	7.25
	要素作業数と胸高直径	0.7859 ^{**}	9.3383 ^{**}	79.73	10.65
	〃 樹高	0.8013 ^{**}	9.8432 ^{**}	77.12	10.31
伐木造材	要素作業1回当たり時間と胸高直径	0.6259 ^{**}	5.8974 ^{**}	37.55	
	〃 樹高	0.5122 ^{**}	4.3818 ^{**}	14.27	41.43
	要素作業数と胸高直径	0.8264 ^{**}	10.7848 ^{**}	70.55	
	〃 樹高	0.8461 ^{**}	11.6654 ^{**}	13.42	78.74
	要素作業1回当たり時間と要素作業数	0.4910 ^{**}	3.6053 ^{**}	48.18	



第26図 伐木造材作業の要素作業1回当たり出現時間

結局は伐木造材作業に必要な要素作業時間の合計、すなわち単木を処理する時間に対しては胸高直径、採材長、要素作業数との重相関関係が高く、各回帰係数の t 検定においても有意となっており、この回帰式より求められた値の誤差率は4.89%である。

回帰式は

$$\log \hat{Y} = 0.1660 \log X_1 - 0.2549 \log X_2 + 1.2792 \log X_3 + 0.6354$$

Y …単木当たり要素作業時間合計 X_1 …胸高直径 X_2 …採材長 X_3 …要素作業数

上式においては標準作業方法等が確立された場合には、単木1本当たりの処理に要する要素作業数などが予測できることになり、一般産業でいうところの“予定標準資料による予測定的な測定法”（第1章、3、(5)の項参照）の考え方に近づいたものとなるであろうが、今後とも多くの事例についての研究が必要である点、ここでは要素作業の性格としてこのような条件との関係が深いという程度にとどめておきたい。

材料の大小により、それに要する要素作業数および要素作業1回当たり時間は変化するが作業そのものが標準化されていない現今においては要素作業の種類も非常に多くなってくる。われわれが今回調査の対象とした立木は61本であり、それから生産された丸太数は233玉となつた（実際に標準資料法による時間基表の計算に使用したものは立木で59本、丸太数で223本であつた）。以上の生産過程における除外時間を除いて直接、生産に関連ある要素作業のみについて述べると、伐倒作業においては1832要素からなり、独立した要素作業の種類は59で、1要素作業には平均8種類の要素作業と関係しており、伐倒木1本当たり31回の要素作業により伐倒されている。

第15表 相関係数、回帰係数および t 検定値の表

条 件 因 子				相 関 係 数 r_i の 値					
Y	X_1	X_2	X_3	r_{12}	r_{13}	r_{23}	r_{y1}	r_{y2}	r_{y3}
要素作業1 回当たり時間	胸高直径	樹 高	要素作業 数	0.8716	0.8264	0.8060	0.6303	0.5122	0.5070
要素作業 合計時間	"	"	"	0.7511	0.6596	0.8440	0.6789	0.8254	0.9645
"	"	採材長	"	0.7046	0.6596	0.8788	0.6789	0.8246	0.9645

偏 相 関 係 数			重相関係数	回 帰 係 数 の t 検 定			誤差の分数	
$by_{1.23}$	$by_{2.13}$	$by_{3.13}$	R	t_b	t_c	t_d	$Sy_{.123}^2$	$d.f.$
0.2436	-0.2249	-0.0002	0.6349	3.1714 ^{**}	-0.6707	-0.0111	0.0064	56.4
0.1203	-0.0360	1.1438	0.9662	1.487	-0.198	13.819 ^{**}	0.0076	56.4
0.1660	-0.2549	1.2792	0.9689	2.285 ^{**}	2.109 ^{**}	14.257 ^{**}	0.0070	56.4

造材作業においては7806要素からなり、独立した要素作業の種類は94で1要素作業には平均20種類の要素作業が関係しており、立木1本当たり132回の要素作業により造材作業が完了しており、1玉当たりでは34回の要素作業よりなっている。立木1本を伐倒造材して完了するまでには平均163回の要素作業、すなわち163回手をかけて初めて作業が完了することになる。

1要素作業の次にくる別の要素作業種類が伐倒作業においては平均8種類、造材作業においては平均20種類となつてゐるが、この後にくる要素作業と前にある要素作業全数の百分比をもつて要素作業の結合度を示すものと考え、これを各要素作業についてこの結合度を示すと第17表となる。表は結合度上位のものから3位までを一応表としたものである。また、この表は前の要素作業との結合度も表示できる。

伐倒作業を構成している要素作業の59種類に対して持歩行は54%の32種類の要素作業と関係しており、道具取替とは28%の結合度である。すなわち、持歩行の167回のうち28.7%の48回が道具取替のためになされた持歩行であることが知れる。次に多いのが始動であり、結合度は13.7%となり、3番目に多いのが追口段取で0.7%、すなわち12回となつてゐる。それ以外の要素作業、29種類においては結合度が非常に小さくなることが知れ、このことは持歩行との関連要素作業について再検討することにより改善なされる要素作業といえよう。また、要素作業のみを単独でとりあげても第27図～第34図*のごとく、その要素作業が伐倒作業にあるかあるいは造材作業にあるかによつても出現間隔、1回当たり時間が異なつてくるのである。

第17表 要素作業（持歩行、道具取替）の出現間隔と時間

	持 歩 行				道 具 取 替			
	伐 倒 作 業		造 材 作 業		伐 倒 作 業		造 材 作 業	
	出現間隔	時 間	出現間隔	時 間	出現間隔	時 間	出現間隔	時 間
範 囲	1~50	2~137 ^秒	1~79	2~220 ^秒	1~60	1~62 ^秒	1~136	2~60 ^秒
平 均	8.5	18.5	8.5	14.7	6.0	7.5	10.9	9.5
最 頻 値	2	5	4	5.5	2	3	2	5

* 図は各要素作業別にできてはいるが非常に多くなるので代表的なものによつて参考にした。

第16表 基準要素作業の前後の要素作業に対する結合度

（その1）

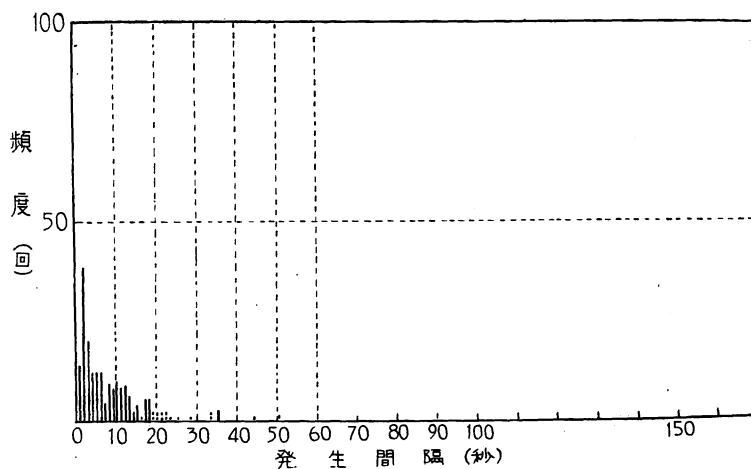
基準要素作業名	要素作業数	関係する要素作業の種類	伐 倒 作 業					
			後にくる要素作業Ⅰ		後にくる要素作業Ⅱ		後にくる要素作業Ⅲ	
			作業名	比率	作業名	比率	作業名	比率
道具取替	202	28	持歩行	19.3%	つる・ボサ切	15.8%	空身歩行	13.9%
持歩行	167	32	道具取替	28.7	始動	13.7	追口段取	0.7
空身歩行	135	28	道具取替	14.8	持歩行	14.1	始動	9.6
始動	107	19	調整	36.4	持歩行	12.1	受口段取	11.2
追口切	96	19	退避	53.1	追口進行見	28.1	追口位置替	17.7
受口下切	89	19	受口位置替	58.4	受口進行見	10.1	受口上切り	4.5
つる・ボサ切	81	16	道具取替	33.3	空身歩行 伐倒木探し	12.3	障害木切り	9.9
受口位置替	75	4	受口上切	73.3	受口下切	22.7	調整	2.7
調整	73	22	持歩行 受口段取	17.8	道具取替	6.8	始動止	5.5
受口上切	72	16	切片除去	38.9	受口位置替	11.1	鋸引抜き	9.7
退避	55	9	持歩行	56.7	空身歩行	18.2	調整	10.9
追口位置替	52	8	追口切	84.6	退避	3.8		
切片除去	48	15	追口位置替	43.8	道具取替	10.4	持歩行 空身歩行	8.3
障害切	45	11	つる・ボサ切	28.9	空身歩行	24.4	道具取替	22.2
追口進行見	43	9	追口切	65.1	空身歩行	9.3	追口切（手ノコ）矢打	7.0
伐倒方向決定	42	12	空身歩行	43.5	始動	19.0	持歩行	11.9
伐倒木探し	41	13	道具取替	29.3	空身歩行	19.5	持歩行	12.2
追口段取	37	7	追口切	75.7	始動	10.8		
受口段取	36	22	受口下切	88.9	受口上切	5.6		
鋸引抜き	32	11	持歩行 調整	25.0	停止 切片除去	9.4	始動 退避	6.3
停止	30	13	道具取替	33.3	持歩行	13.3	調整	2.7
矢打ち	26	11	矢作り	26.9	空身歩行	19.6	追口進行見	11.5
障害物除去	22	13	道具取替	27.3	空身歩行	13.6	受口下切 つる・ボサ切	9.1
立休	22	8	空身歩行	41.1	持歩行	18.2	道具取替	13.6
根張切	19	8	根張切進行見 伐倒方向決定	26.3	根張切片除去	15.3	障害物除去	10.5
身仕度	18	10	道具取替	22.2	空身歩行 始動	16.7	汗ふき	11.1
受口進行見	17	7	受口下切 受口上切	35.3				
足場作	17	8	道具取替 空身歩行	23.5	始動・伐倒木探し つる・ボサ切	11.8		
段取	16	10	受口下切	44.5	空身歩行	12.5		
追口切（手ノコ）	13	6	退避	46.2	道具取替 空身歩行	15.4		
受口切片除去	12	8	空身歩行	33.3	道具取替	16.7		
矢直し	11	3	矢打ち	72.7	停止	18.2		
伐倒確認	10	5	空身歩行	30.0	持歩行 道具取替	20.0		

(その2)

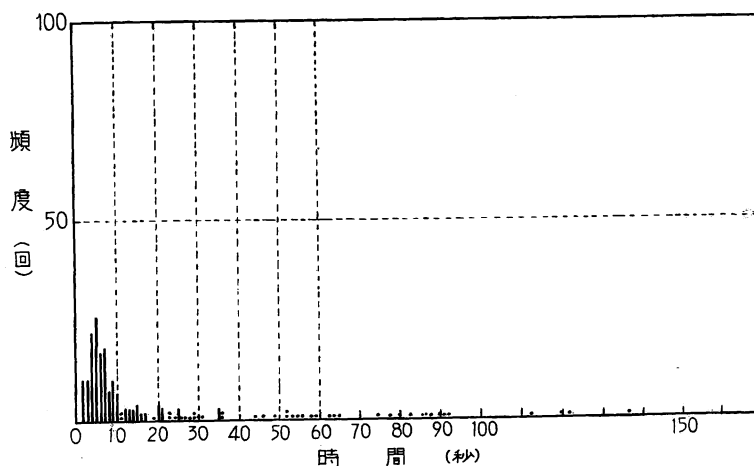
造材作業								
基準要素作業名	要素作業数	関係する要素作業の種類	後に来る要素作業Ⅰ		後に来る要素作業Ⅱ		後に来る要素作業Ⅲ	
			作業名	比率	作業名	比率	作業名	比率
持歩行	835	39	枝切	25.1%	段取	13.2%	節切	12.5%
空身歩行	711	58	木口廻し	30.0	節切り	11.8	道具取替	11.1
道具取替	626	52	始動	12.8	持歩行	11.8	空身歩行	11.7
段取	618	41	枝切り	28.0	普通切	18.3	節切	14.9
枝切	605	20	持歩行	46.1	段取	25.3	停止	8.9
普通切	376	30	停止	18.6	合せ切	11.7	段取・節切 鋸引抜	10.1
木口廻し	373	17	空身歩行	67.0	木口廻し	14.5	道具取替	2.9
始動	338	18	段取	23.7	普通切	19.8	調整	14.3
節切	282	17	持歩行	45.7	段取	20.6	枝切	16.0
測尺	276	23	測尺	48.9	道具取替	9.4	空身歩行	8.7
停止	245	34	道具取替	29.0	持歩行	22.9	空身歩行	7.8
節切(斧)	178	14	空身歩行	46.6	枝切(斧)	15.7	木口廻し	12.4
枝先切	176	12	枝切り	54.5	段取	21.0	持歩行	13.1
枝切(斧)	160	24	空身歩行	36.9	節切(斧)	13.1	枝片付	11.3
ボサ切	105	19	道具取替	42.9	空身歩行	13.3	段取	11.4
枝片付	105	25	枝切(斧)	13.3	道具取替	10.5	段取	7.6
調整	92	17	普通切	22.8	枝切	13.0	段取・節切 持歩行	12.0
障害物片付	92	27	道具取替	14.1	段取	8.7	持歩行・空身歩行・普通切	6.5
矢打ち	87	15	普通切	30.0	鋸引抜	26.4	道具取替	13.8
障害物切(斧)	79	19	障害物片付	17.7	木口廻し	15.2	節切(斧)	13.9
サルカ切	66	10	停止	53.0	持歩行	18.2	位置替	13.6
引落し(手ノコ)	66	15	道具取替	65.2	空身歩行・鋸引 抜・切具合見・ 転材確認	4.5	位置替	3.0
枝先切(斧)	66	11	空身歩行	28.8	測尺	15.2	枝片付	12.1
位置替	61	22	始動	14.8	サルカ切	13.1	普通切	11.5
合せ切	58	18	持歩行	32.8	停止	25.9	普通切	17.2
廻し切	53	15	普通切	47.2	位置替	9.4	切具合見	7.5
ボサ切(手ノコ)	50	12	道具取替	50.0	段取	12.0	空身歩行 枝片付	6.0
立休	50	18	空身歩行	28.0	持歩行 道具取替	10.0	木口廻し	8.0
障害物切(鉋)	45	15	道具取替	44.4	障害物片付	15.6	空身歩行 測尺	6.7
障害物切	45	15	持歩行	27.3	障害物片付	22.7	段取	11.4
枝先切(手ノコ)	43	13	道具取替	27.9	空身歩行	20.9	枝片付	14.0
障害物切(手鋸)	40	13	道具取替	32.5	障害物片付	17.5	枝片付	10.0
材離し	40	16	木口廻し	20.0	持歩行 空身歩行	15.0	道具取替	12.5
切具合見	37	18	普通切	13.5	始動	10.8	道具取替・位置 替・引落(手鋸)	8.1
採材検討	31	13	測尺	41.9	空身歩行	12.9	枝片付	9.7

造 材 作 業								
基準要素作業名	要素作業数	関係する要素作業の種類	後にくる要素作業Ⅰ		後にくる要素作業Ⅱ		後にくる要素作業Ⅲ	
			作業名	比率	作業名	比率	作業名	比率
転材確認	22	10	持歩行	27.3%	道具取替止	18.2%		
引落し	20	6	停止	50.0	持歩行	25.0	鋸引抜き	10.0
枝先切（鉋）	19	6	枝片付	26.0	道具取替	21.1	空身歩行尺測	15.8

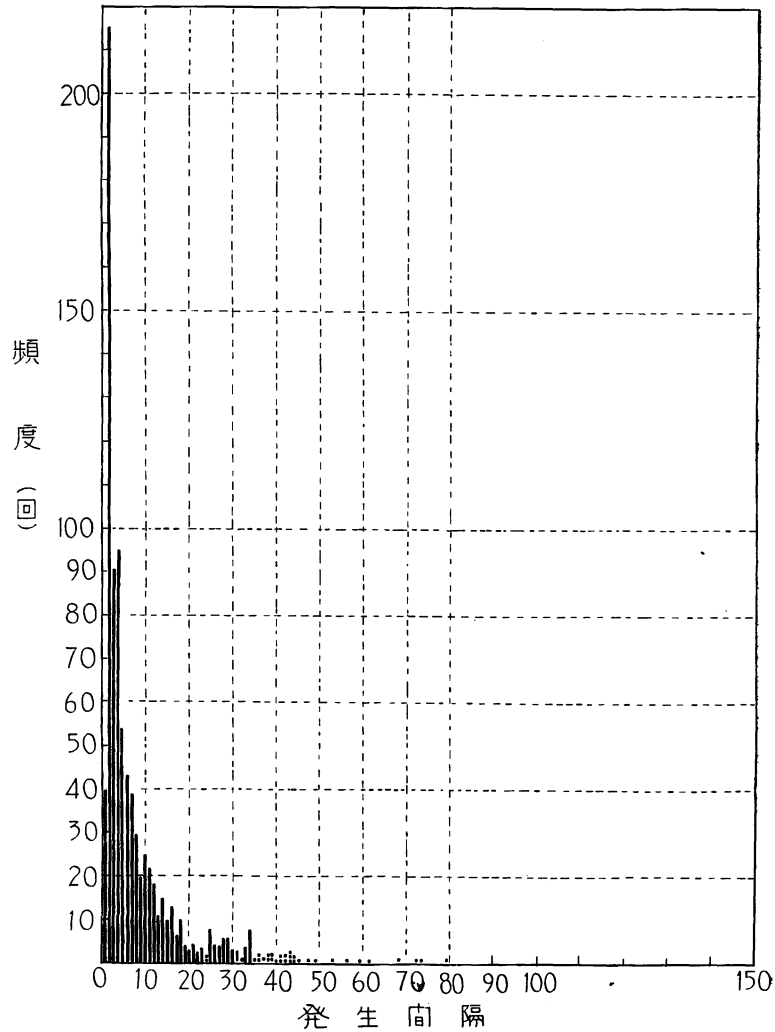
- ・伐倒作業においてはこの表以外に要素作業は26種類ある。
- ・玉切作業においてはこの表以外に要素作業は56種類ある。
- ・表以外にある要素作業は数が少ないので表に記入するのを省略した。
- ・空欄は要素作業数が1例であるので省略した。



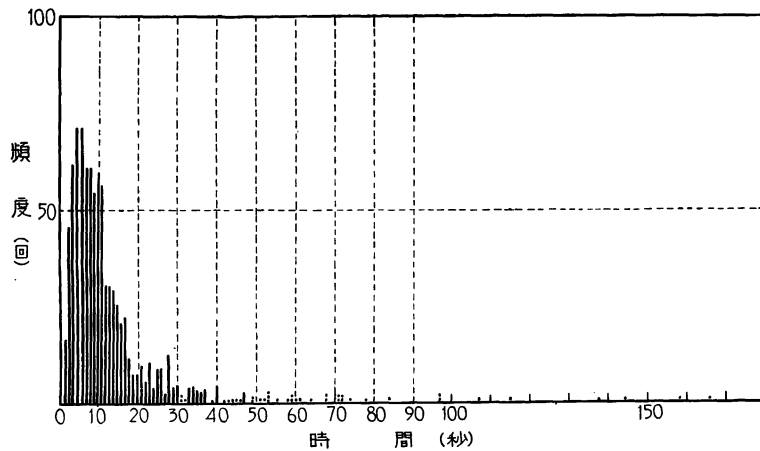
第27図 伐倒作業における持歩行要素作業の発生間隔頻度分布



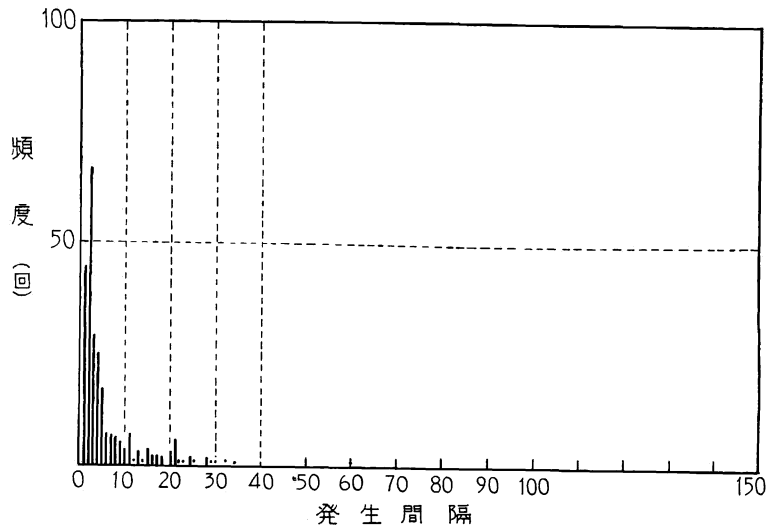
第28図 伐倒作業における持歩行要素作業1回当たり時間の頻度分布



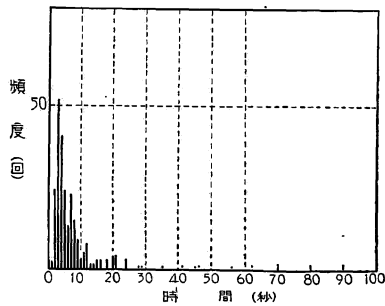
第29図 造材作業における持歩行要素作業の発生間隔頻度分布



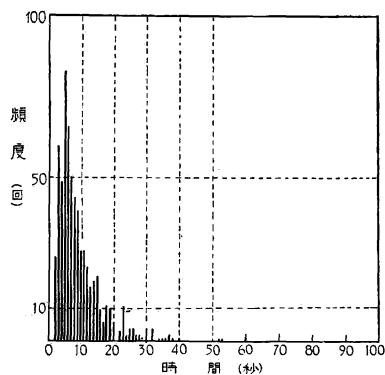
第30図 造材作業における持歩行要素作業1回当たり時間の頻度分布



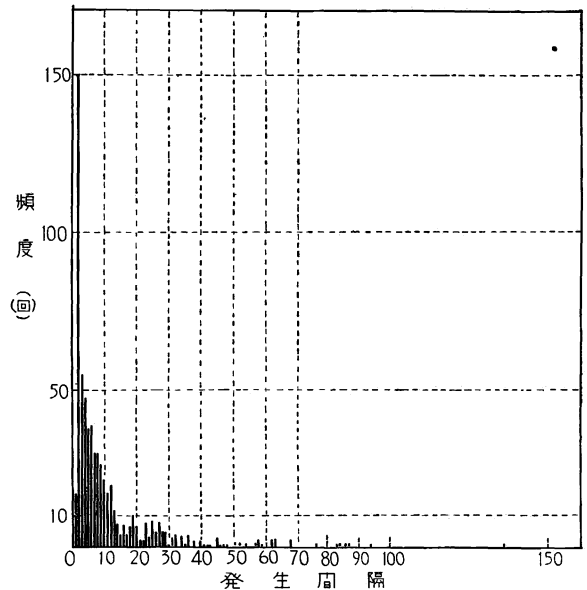
第31図 伐倒作業における道具取替要素作業の発生間隔頻度分布



第32図 伐倒作業における道具取替要素作業1回当たり時間の頻度分布



第34図 造材作業における道具取替要素作業1回当たり時間の頻度分布



第33図 造材作業における道具取替要素作業の発生間隔頻度分布

同じ持歩行においても伐倒作業では平均発生間隔は8.5回に1回であり、最頻値は2回目ごとであり、1回当たり時間では平均値は18.5秒に対して最頻値は5秒となる。造材作業においては平均発生間隔は8.5回に1回であり、伐倒作業と同じ程度に発生しているが最頻値では4回目ごとであり、伐倒作業よりも発生間隔は短くなっている。1回当たり時間値においては平均値が14.7秒、最頻値は5.5秒となつ

ている。また、前述* したごとく要素作業はその前後にくるところの要素作業の種類によつて、1回当たり要素作業時間が異なるのである。第18表は伐木造材作業における要素作業の一部についてあらわしたものである。すなわち第18表その1・持歩行についていえば、持歩行の要素作業前にくる結合度の高い要素作業であるが、これらに関係するところの持歩行の1回当たり時間は7.9秒、16.4秒、19.8秒、19.3秒、19.4秒、23.8秒、14.8秒となつている。すなわち、持歩行の前にくる合せ切りは平均11.1秒であり、こ

第18表 要素作業と関連する要素の時間

その1 持歩行

持歩行時間 要素作業種類	～5	6～10	11～15	16～20	21～25	26～30	31～	平 均	持歩行 時間平均
合 せ 切	6.0	9.1	18.3	—	—	—	—	11.1	7.9
節 切	18.2	26.2	31.2	30.2	46.0	11.6	—	27.2	16.4
枝 切	18.2	20.5	22.9	38.9	19.1	12.4	5.6	19.7	19.8
停 止	7.0	7.2	7.9	8.8	8.5	6.4	7.8	7.7	19.3
空 身 歩 行	19.5	23.1	16.4	15.7	14.0	15.0	25.7	18.5	19.4
道 具 取 替	14.5	10.0	9.9	13.1	10.9	11.0	21.6	13.0	23.8
廻 し 切	17.5	40.2	69.3	36.3	27.3	—	—	38.0	14.8

その2 空身歩行

空身歩行時間 要素作業種類	～5	6～10	11～15	16～20	21～30	31～	平 均	空身歩行 時間平均
木 口 廻 し	22.9	23.6	23.7	22.2	20.0	26.7	23.2	14.7
道 具 取 替	9.5	8.4	14.2	11.7	12.6	11.9	11.3	19.7
測 尺	11.5	11.6	23.3	22.1	28.8	21.0	19.7	19.1
枝 切 (斧)	24.9	23.6	32.6	30.3	22.0	—	26.7	15.6
持 歩 行	7.0	20.9	31.0	49.4	25.6	28.5	27.1	16.5
節 切 (斧)	19.0	25.4	14.5	13.8	9.0	—	16.3	14.4

その3 段 取

空身歩行時間 要素作業種類	～5	6～10	11～15	16～20	21～30	31～40	41～	平 均	段取時間 平均
空 身 歩 行	13.0	13.7	19.6	21.0	25.7	18.0	25.5	19.5	23.0
始 動	7.0	10.2	8.3	—	—	—	—	8.5	7.0
枝 切	19.2	18.2	28.5	22.1	25.7	—	—	22.7	18.0
節 切	15.9	25.1	19.9	17.5	30.5	—	—	21.8	18.8

その4 枝 払

空身歩行時間 要素作業種類	～5	6～10	11～15	16～20	21～25	26～30	31～35	36～40	41～	平 均	枝切時 間平均
節 切	12.6	16.4	17.3	12.5	6.6	14.0	13.7	—	—	13.3	19.4
持 歩 行	9.5	7.2	7.7	7.4	6.7	8.0	8.6	8.2	10.1	8.2	26.1
始 動	—	2.0	4.9	8.5	7.0	6.1	3.8	—	—	5.4	21.3
段 取	7.5	5.5	7.9	5.4	6.2	4.3	8.0	6.2	7.6	6.5	24.8
枝 先 切	9.0	9.3	11.6	9.9	8.7	16.0	15.3	18.2	—	12.3	22.4

* 第3章, 1, (4)—第4の問題の項参照。

その5 木口廻し

木口廻し 要素 作業種類	時間 ～5	6～10	11～15	16～20	21～25	26～30	31～35	36～	平 均	木口廻し 時間平均
空身歩行	12.0	7.7	9.7	7.5	9.9	10.1	11.6	14.6	10.4	22.5
節切（斧）	13.0	—	9.5	13.2	12.6	14.2	11.5	—	12.3	25.6
木口廻し	25.7	15.2	20.0	18.5	20.7	24.8	28.0	36.7	23.7	22.0

れに関係ある持歩行時間は7.9秒であつたということである。

関係する前の要素作業時間とその後にくる要素作業時間との比は一定ではなく、前にくる要素作業の質的内容、あるいは時間の長短によつて変化することがいえる。しかし、その変化についての理論および法則は今後に残された問題であろう。

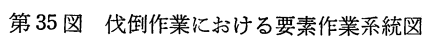
以上のごとく関係ある要素作業について結合度のみならず、その要素作業の本来から持っているところの性格から考慮して改善点を求めることは標準作業方法の確立に非常に役立つことであり、また一般産業における改善の第一歩である「動作経済の原則」（Principles of motion economy）の適用が可能となるであろう。

3. 標準作業方法について

標準資料法においては先に述べたごとく、作業に対する標準の設定が一番大きな課題となることであるが、われわれが対象としている伐木造材作業においてはもちろんのこと、林業一般についても標準に対する研究がなされていないのが現状である。しかし、われわれが標準資料法による分析を取り上げた以上は、何らかの形でこの問題を解決しなければならないのであり、1つの試みとして、標準作業について述べるが、これも現在のところでは調査箇所が1カ所であり、標準作業とはいへない点があり、しいていえば標準作業を求めるための資料とし、また調査地における基準作業程度の意味しか持たないかもしれない。

前節において求めた要素作業の結合度を1つの手掛りとして前後の要素作業を配列していくと第35、36図となる。この図より結合度の高い線をたどることによつて、1つの作業サイクルが求められ、また改善点として要素作業の問題が提起される。すなわち、造材作業に例をとつていえば、まず手工具、チェンソーと使用機具によるグループ分けができる。また、作業により分けると、測尺、木口廻し、サルカ切、玉切、枝節切とに分けられ、それぞれの作業サイクル内において結合度の高い線をたどることによつて要素作業の組合せができる。この組合せが1つの基準作業といえる。そして改善の着眼点としては、まず手工具使用の要素作業を無くすることによりチェンソーの稼働率が向上される。サイクル以外の要素作業を無くすることにより作業サイクルを確保し、分業化あるいは専門化に近づけることができる。また、作業サイクル内の要素作業を少なくすることによりサイクル時間を小さくし、実働率を向上させることができる。

第35、36図より求められた基準作業方法について、その内容に検討を加えてみる。1日の拘束時間あるいは勤務時間に対するその時間内容を目的分類に分けてみると第19表のごとくである。伐倒作業と造材作業（測尺・玉切・枝払）とでは時間比率は1:3.5であり、造材作業が伐倒作業の3.5倍もの時間を要しているが、勤務時間中に両作業が占める割合は、59.2%である。しかし、59.2%の時間内には手工具使用あるいは人力のみの作業も含まれており、実際にチェンソー使用による作業は非常に少なくなることが予想さ



そこでわれわれは立木1本を1つの単位として要素作業の発生率を考えた。すなわち、要素作業の発生率はある要素作業について調査対象となった立木1本ごとに必ず発生する要素作業は発生率100%とし、

第 19 表

	勤務時間に 対する比率	拘束時間に 対する比率
準備後始末	24.4%	1.95%
移動	5.1	4.1
伐倒	13.0	10.5
測尺玉切	28.3	22.7
枝払	17.9	14.4
実働時間合計	88.7	71.2
余 裕	11.3	9.1
勤務時間合計	100.0	80.3
除 外		19.7
拘束時間合計		100.0

2本に1回発生する要素作業は発生率 50 %としたのである。この要素作業発生率と第 35, 36 図より求められた基準作業方法との各要素作業との関係は第20表となる。

また、表中には各要素作業の時間比率も併記した。表は一応、伐倒、造材作業とに分けてあり、時間比率もそれぞれの作業時間を一応 100 %として、両者の比較の便利を考えたものである。伐倒作業においてはサイクル作業で伐倒作業時間の 62.8 %を占めており、発生率 50 %以上の要素作業で 67.9 %の時間を占める。特にサイクル以外の作業において、受口位置替は発生率で 91 %もあるが、これは第 35 図をみても明らかなごとく結合度からみるとサイクル作業では受口下切—受口進行見—受口上切となつ

第 20 表 各要素作業の時間比率と発生率

伐 倒 作 業				造 材 作 業			
	要 素	要素作業	要素作業		要 素	要素作業	要素作業
	作 業 名	時間比率	発 生 率		作 業 名	時間比率	発 生 率
要素作業発生率 50 % 以上	サイクル作業	道具取替	2.6%	要素作業発生率 55 % 以上	道具取替	△ 4.2%	100.0%
		つる・ボサ切	5.8		測 尺	△ 3.7	100.0
		道具取替	2.6		採材見当	0.8	23.2
		持 歩 行	2.7		測 尺	△ 3.7	100.0
		始動(停止)	3.3		枝先切(鉋)	5.4	21.4
		受口段取	0.6		枝 片 付	1.2	55.3
		受口下切	23.4		道具取替	△ 4.2	100.0
		受口進行見	0.3		始動(停止)	△ 4.0	100.0
		受口上切	23.4		段 取	1.3	96.4
		切片除去	1.5		普 通 切	9.1	100.0
		追 口 切	21.6		合 せ 切	0.7	60.7
		退 避	1.6		(始動)停止	△ 4.0	98.2
		持 歩 行	2.7		持 歩 行	△ 7.8	100.0
		確 認	0.8		節 切 り	※△ 8.6	64.2
	計		62.8		持 歩 行	△ 7.8	100.0
	受口位置変 空身歩行	0.9	91.0		枝 切 り	※△ 15.9	78.5
		2.8	78.5		(始動)停止	△ 4.0	98.2
	計		3.7		道具取替	△ 4.2	100.0
	合 計		67.9		材 離	0.6	46.4
	37 種 類		32.1		木 口 廻	△ 6.5	96.4
	総 計		100.0		空身歩行	△ 6.2	100.0
					節 切	※△ 8.6	64.2
					空身歩行	△ 6.2	100.0
					枝 切 り	※△ 15.9	78.5
					木口廻し	△ 6.5	96.4
					計	76.0	

第20表（つづき）

伐 倒 作 業				造 材 作 業			
	要 素	要素作業	要素作業		要 素	要素作業	要素作業
	作 業 名	時間比率	発 生 率		作 業 名	時間比率	発 生 率
				要素作業発生率 50%以上	サイクル以外の作業		
					サルカ切	2.0%	87.4%
					ボサ切	2.1	76.9
					節切(斧)	※ 8.6	73.2
					枝切(〃)	※ 15.9	69.6
					障害物片付	1.2	64.2
					障害木切	2.2	62.4
					鋸引抜き	0.8	57.1
					計	8.3	
					合 計	84.3	
					23 種 類	15.7	50以下
					総 計	100.0	

△同一要素作業を示す。

※同一要素作業でも使用機具が異なっているを示す。時間比率の計には、△※の要素作業については最初の比率を使用した。

ているが、受口下切—受口位置替—受口下切とする方が受口進行見と受口位置替との両要素作業を比較した場合、時間比率および発生率ともに高い受口位置替がサイクル作業内に入るべきであろう。

造材作業においてはサイクル作業で全作業の76%，発生率50%以上においては84.3%の時間を占めている。ここにおいて先に述べた改善の着眼点が一歩進み、要素作業の時間的比率および発生率などによりさらに一段と改善点が明らかとなるのである。

4. その他の作業改善について

今までに述べてきたことは動作、時間研究による測定結果の改善点であるが、これは主として直接的な対象物であるところの材料およびそれを加工するところの作業員の動きについてである。しかし、生産活動においては1つの生産グループがあり、作業員はそのグループの一構成員にすぎないのである。そこに生産グループのモラルあるいは組織を通じての作業員個人のモラルがあり、直接的、間接的に、生産量に影響しているのである。われわれが現在、国有林において調査、とりまとめられている功程表のあてはめについて検討した結果、功程表の多くの条件はもちろんのこと、作業員の社会的、心理的な条件因子として作業員の平均稼働日数および災害件数を考えてみた。すなわち、平均稼働日数は一家の働き手として生計を林業労働に求めている者は稼働日数が多く、半農半労型あるいは家計補助の型のは稼働日数が少なくなることは当然であり、その稼働日数を通じて技能修得の差異も幾分あるのではないかと考えられ、あるいは賃金取得の多寡などを通じて稼働に対する労働意欲などに影響され、その結果のあらわれとして災害件数を考え、稼働日数および災害件数と功程表をつくる場合に考えられる条件因子の単相関係を求め、99%，95%，90%のそれぞれの信頼限界別にまとめてみたのが第21表である。この表からみても今までにあまり考えられていなかった平均稼働日数、災害件数が功程と非常に高い相関関係にあることが知れ

第21表 条件因子の相互単相関関係

	99%	95%	90%
実働1時間当たり功 程	1人1日当たり功 程勤務時間平均R.M.R. 災害件数	樹 齢 歩 止 り 胸高直径	傾 料 作業時間 1時間当たり消費カロリー
1人1日当たり功 程	実働1時間当たり功 程	災害件数	勤務時間平均R.M.R.
樹 齢	歩 止 り	実働1時間当たり功 程傾 斜	作業時間
胸 高 直 径	樹 高 歩 止 り		作業時間・主体作業平均 R.M.R.・勤務時間平均 R.M.R.・1日当たり消 費カロリー・災害件数
樹 高	胸高直径 主体作業平均・R.M.R. 災害件数	歩 止 り 作業時間	
傾 斜	災害件数	樹 齢 歩 止 り	実働1時間当たり功 程作業時間
歩 止 り	樹 齢 胸高直径	実働1時間当たり功 程樹高・傾料 作業時間	
作 業 時 間		歩 止 り 樹 高	樹齢・傾斜 胸高直径 主体作業平均R.M.R.
作業時消費カロ リー	勤務時間平均R.M.R.・1石 当たり消費カロリー・1時 間当たり消費カロリー・平 均稼働日数		実働1時間当たり功 程
主体作業平均R.M.R.	樹 高		作業時間 胸高直径
勤務時間平均R.M.R.	実働1時間当たり消費カロ リー・作業時消費カロリー ・1時間当たり消費カロ リー・災害件数	平均稼働日数	1人1日当たり功 程1石当たり消費カロ リー胸高直径
1時間当たり消費カ ロリー	作業時消費カロリー・勤務 時間平均R.M.R.・1石当 たり消費カロリー・平均稼 働日数		実働1時間当たり功 程
1石当たり消費カ ロリー	作業時消費カロリー 1時間当たり消費カロ リー平均稼働日数		勤務時間平均R.M.R. 胸高直径
平 均 稼 働 日 数	作業時間消費カロリー 1時間当たり消費カロ リー1石当たり消費カロ リー	勤務時間平均R.M.R.	
災 害 件 数	傾斜・樹高 実働1時間当たり功 程勤務時間平均R.M.R.	1人1日当たり功 程	胸高直径

る。すなわち、功程量は作業員の社会的、心理的な条件によつても左右されることが知れる。具体的に述
べると動作、時間研究の手法より求められる生産高差異の原因と社会的、心理的な面からくる作業員のモ
テールを規定する要因との関係についてみると第21図*のごとくである。図の関係をみても明らかなごと
く、生産高差異の変動原因においては動作、時間分析手法により個々の作業について改善点を求めること
も必要であるが、反面それのみでは解決できない面もあり、モテール調査により生産活動の集団として解

* 第3章, 1, (5) の第5の問題における第21図 作業量の変動原因と Morale を規定する要因との
関係

決しなければならない改善点も多分にあり、またこの面からの検討も必要となるのである。

特に変動原因の作業域配置および物理的条件は、林業においては改善が困難であることは周知のとおりであるが、これらの条件と作業員との関連においては特に事業計画を考える場合に慎重を要する点である。第22表は某署における予定実行の対象としたもので出石において実行が25%増、すなわち予定の歩止りが実行によつて多くなつたのであるが、この場合、1人1日の工程量で49%も多くなつてゐる。この表は1営林署の年間生産量であるが、通常は年間予定は現地において団地ごとに伐区を制定するが、今回の調査地においては年間7伐区に分けて事業を行なつてゐる点、各伐区ごとの予定、実行の歩止りを示すと第23表となるが各伐区ごとに非常に差異があり、実行における1日生産量は異なるものと考えられるが、過去の実績においてはこの辺の資料がなく、前表のごとく歩止りと1日生産量との関係*を求めることができなかった。

第22表 予 定 実 行 対 象 表

	出 石	延 人 員	経 費	1 人 1 日 功 程 量	1日当たり 収 得 賃 金
予 定	100	100	100	100	100
実 行	125	71	131	149	183

第23表 伐 区 別 の 歩 止 り

伐 区	ミ		ガ	
	収 穫 評 定	実 行 結 果	収 穫 評 定	実 行 結 果
1	88	80	87%	52%
2	76	129	84	30
3	72	79	72	50
4	68	77	81	52
5	73	75	86	84
6	80	70	89	64
7	80	102	78	43

35年度における実行伐区

1, 2伐区は2月末現在のため、実行結果はいくぶん異なるものと考えられる。

5. 標準方法の書式化

企業における標準係が動作・時間分析手法による調査が終わるか、あるいは調査と併行して標準方法の検討が上記の手順あるいはその他の何らかの方法により行なわれ、作業の最経済的方法を発見した場合は、その永久記録を作成しなければならない。この記録を標準作業方法書（Standard practice）と呼ぶ。この記録は作業の永久記録として役立つのみならず、作業員用の指導標となるのみならず、また作業員を訓練する際に職長や指導員の一助ともなるのである。

標準作業方法書には作業に関する一般的な資料および他の作業部門との関係などの明細を記した一般作業状況表、その作業に直接関係ある事項の明細を記した標準作業状況表、改良方法を一度標準化して実施する段階において、この標準方法を維持してゆくために作業員が実行し、厳守すべき事項を記した標準作

* この関係は第1章、3、(6)の実績記録による統計的な測定法で述べたとき関係が求められる。

業指導票などの書式化したものが当然作製されなければならない。またこれらの書式は事務改善上からも検討され、2, 3の書式が1つとなる場合もある。このようにして生産組織の体制ができてはじめて標準資料法により求められた時間基表が有意義に生きてくるのである。

第4章 標準資料法による標準時間の算定ルール

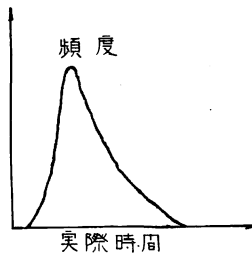
1. 頻度分布から標準時間を算定するとき

(1) 環境条件のとき

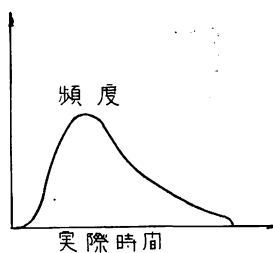
たとえば伐根高とか、枝本数とかのような環境条件について、頻度分布を描くとき、それが歪んだり、2つ山がでてきたりする場合もある。そしてそれから平均的な1つの代表値を選ぶときは、分布が正規分布するとみなし、代表値はすべて算術平均値を選ぶ。

(2) 作業時間値のとき

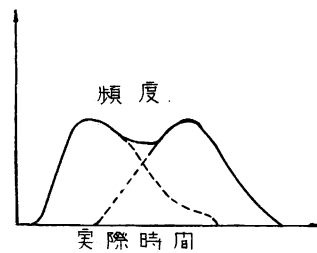
1) レファールの研究によれば、人の作業に対する代表的な頻度分布図は第37図の形になるという。つまり、作業者は最良の時間値を得ようと努力はしているが、多くの場合、種々の影響によってこれを妨げられ、最も頻度の高い平均値よりも左、すなわち平均値より短い時間値のところにあらわれる。それが物的または技術的な障害のひどい作業では第38図のように山の右部が著しく遠くまで広がることのあるという。また、このような障害が頻繁にあらわれるときは第39図のように頻度曲線が2つの山をもつこともあるといっている。また、シルベスター氏 (L. A. SYLVESTER) は多くの時間観測値の分布が2つの高い頻度数値を示すことから2速度動作説 (Two-speed motor theory) を唱え、これを注意、動機と関連させて作業研究の考慮事項としている。



第37図 人の作業の時間値に対する代表的な頻度分布図



第38図 パラツキの大きい時間値頻度分布図の例



第39図 2つの異なる原因による2つの頻度分布が重なって現われた頻度分布図

2) 今回の調査においても、要素作業ごとに分解して作業時間値の頻度分布図を描くと、レファールの研究によるものと同じ状態の分布型をする。

3) もしも何ら阻害原因がなく、作業が遂行され常に最高度の能率が発揮されるものとすれば、作業時間は最高生産能力の線において全く一定した値をとる。したがって、度数分布は当然1箇所に集積される。

4) しかし、実際上にはこういう事態はあり得ない。すなわち、毎時何らかの制御されない諸原因によって阻害されている。したがって、個々の作業時間は多かれ少なかれ最高の可能生産時間以上になっている。

5) よって、一定時間に行なわれるか行なわれないかは生産を阻害する原因の大きさに比例して決定さ

れる。

6) これら阻害原因は作業員の労働意欲の低下や疲労にもとづく能率の減退、悪天候や温湿度の著しい変化、伐木の状況、地形などの複合したものであり、これらの阻害原因の特色は確率論的に考えると、あらかじめ予見することのできない“非決定的な”生起条件である。

7) 以上の考え方からすれば、最頻値は多数の観測結果から判断して、与えられた作業条件に最もよく適合し、また作業員の潜在的技能を全面的に発揮された場合のひとつの基準となりうると考える。

8) したがって、このような分布型をもつグループから平均的な代表値を選ぶとき、われわれは算術平均値ではなく、分布の最頻の級をとることにした。それは作業時間を妨げる種々の障害が林業では多過ぎ調査を行なつて標本をとるごとに算術平均値は常に移動する。しかし、最頻値は速くまで分布が広がつても、離れ島があらわれてもそれに影響されて動くことはない。

9) 平均値が常に移動することは、平均値というものが、作業能力を現状において捉えることであり、最高能力にその最高能力発揮度というようなものを乗じたのが平均値である。

最高能力発揮度は地形条件など、純粹の技能以外の要因によつて変動し、作業管理方式によつても変動するものである点、平均値を使用するよりは作業員の技能を最適に発揮したと思われる最頻値を使用することが標準資料方式においては合理的な時間値の基準といえる。

10) 最頻値を選択する場合は級間隔のとり方が問題になる。すなわち、級間隔を5にとるか10にとるかによつて、最頻値がかわるからである。この級間隔の決め方について多くの書では級の数が10~15くらいにあればよく、級間数15が最も適切であるとされている。また、スネデカー氏 (G.W.SNEDECOR) の研究によると、正確な研究をするためには少なくとも20の級がなければならない。それ以上あればなお良いといっている。そして具体的な判定基準としては、級間の数は標準偏差の4分の1でなければならないとしている。

11) 実際、今回の調査による資料でそれを試してみると、標準偏差の4分の1になるための級間は約3秒ほどであればよいようだ。しかし、これは計算途中における2, 3の資料について行なつた試算であるから、最終的には全計算の済んだ後、一方では動作分析の方法論からの判定とも併わせ決定したい。正確には1要素作業ごとに級間というものを決めなければならないのであるが、それは大変やつかいであるし林業としての最大公約数を1つとつてその級間を全体におし進めた方が混乱がなくてよい。

12) 今回の整理計算にあつては級間はすべて5をとつた。すなわち、5秒間隔である。

13) 信頼推論としての、ひろがりの幅は、回帰計算と分布計算とにかかわらず $\pm 2\sigma$ を用いた。 $\pm 2\sigma$ にとつたのは個体の割合が95.45%, 約95%を含むからである。制限の幅がこれできつすぎるということであれば、考慮しないといけなが、今までの標準功程作成経験上からは、やがてはむしろ1.5 σ ぐらいに限界の幅を狭めてやる必要があると考えている。

14) 頻度分布から標準時間を決定するとき最頻値をとつて平均的な代表値とすることは前述したとおりだが、これに制限の幅を与えてやるときは、いきなり $M_0 \pm 2\sigma$ とした。ここでいう σ は母平均値からの標準偏差であることはいふまでもない。したがって、 M_0 に σ で幅を与えてやるときは、 M_0 からの平方の偏差を求めて、これを S' と代替してやらなければならないが、便宜的に母平均 m からの標準偏差 σ を与えた。これは次の理由による。

すなわち、頻度分布の $\bar{X}$ は常に M_0 の右、いいかえれば標本平均値は最頻値より常に大きい、作業員

の妨げとなる障害がないとき、あるいは作業員を訓練するか、熟練を増したとき、そのとき m は M_0 に近づいてくる。そのような想定に立つて $M_0 \pm 2\sigma$ とした。

15) $M_0 + 2\sigma$ とすると、それは必ず $m \pm 2\sigma$ 以下にあつて、 $m \pm 1.5\sigma$ より下ることはないと思われる。したがつて、個体では 95.4%~86.6% までの間にある。今回の資料について $M_0 \pm 2\sigma$ に含まれる測定個数の割合を一々計算してあるが、もし 95.5~86.6% にないときは計算誤りであるか、資料数が少なくて特殊の分布をしているからである。それでも飛びでる数が多いときは超幾何分布として平均値 np を用いること。{ n = 試料の大きさ、 p = 不良率 (0.10 または 0.05 を仮定する)}

16) 最終的には要素作業ごとに変動係数 (相対標準偏差) をもつて広がり幅を規正したいと考えている。

2. 類型区分を決定するとき

標準資料において分析され、資料の調整、計算が行なわれるのである。この最終的計算によつて求められた時間基表は、作業時間構成内容における性質分類* によつて検討され、時間基表の使用にあたり便利であるよう、類型区分を行なつてまとめて行くことが必要となる。

このことは単に使用の便のみならず、直接的に作業内容と時間基表との付け合わせにおいて作業改善点を見出す手段、あるいは標準作業量の維持に対する食い違ひの点検手段などに役立つものである。

われわれは性質分類表より取りあえず次のように類型区分を行なつた。

作 業	規則的に発生する作業 (S)		(G, N)	基礎控除時間
		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

(1) 基礎控除時間

次の時間は基礎控除時間として類型区分する。

- 1) 朝夕の整備時間および余裕時間 (余裕時間には作業時間中の機械調整も含む)
- 2) 作業時間中における移動時間

(2) 基礎時間の類型区分

発生率が 100% で条件との関係があれば基礎時間に区分するわけだが、本計算は玉を対象とするときは 85% 以上、単木を対象とするときは 99% を越えたら、100% の発生率と見なし、傾向があれば基礎時間に類型する。

(3) 定加時間の類型区分

条件との関係がなく発生率 85% または 99% を越えれば発生率 100% と見なし、定加時間に類型する。

(4) 割増時間の類型区分

* 第 3 章, 1, (3) を参照。

1) 条件との関係を分析し、その関係が数的に見出せず、かつ発生率が玉数を対象にするとき、全玉数の84.9～5.0%，単木を対象にするときは98.9～14.0%の出現しかなかったときに割増時間に区分する。その根拠は、定加時間に区分されない出現時間で傾向のもたないもの。

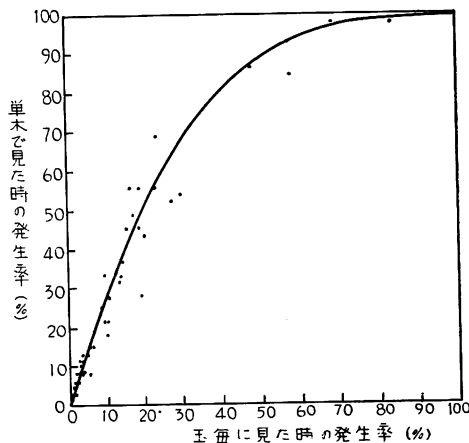
2) 要素作業ごとに個人別の発生率を算出すると、発生率がおおの異なる。しかし、これは伐木造材としての作業手順が決まっていないために作業員の独自判断によつて都合次第の進め方をしているからである。したがつて、Aの作業遂行のためには少なかつた要素作業がBの作業には他の作業員より多く現われるという現象もある。このため発生率は今回の調査対象者3人の作業員の資料をつかつた時は、3人の平均値を用いる。

3) 発生率は次の8階級に級分けして用いる。

発 生 率				
階 級	玉を対 象 の と き	発 生 率 の 範 囲	単木を対象のとき	発生率の範囲
I	10%.....	5.0～14.9%	27.0%.....	14.0～39.9%
II	20	15.0～24.9	50.0.....	40.0～59.9
III	30	25.0～34.9	67.5.....	60.0～74.9
IV	40	35.0～44.9	80.0.....	75.0～84.9
V	50	45.0～54.9	88.5.....	85.0～91.9
VI	60	55.0～64.9	94.0.....	92.0～95.9
VII	70	65.0～74.9	97.0.....	96.0～97.9
VIII	80	75.0～84.9	98.5.....	98.0～98.9

発生率を実数からの算出値そのままを用いておくと、出現回数が1回多くなつても少なくなつても標準時間値が動いてくるからである。具体的に示すと、1玉の始動停止の基礎時間は7秒であつたとする。始動停止は全対象個数（この場合全玉数）に対して68%の発生割合であつたとしよう。しかし、再度の調査では73%の発生割合であつたとすると、発生率68%のときの1玉当たり平均始動停止時間は $7 \times 0.68 = 4.8$ 秒であつたものが、次回調査結果からは $7 \times 0.73 = 5.1$ 秒になる。したがつて、この変動をある範囲内では動かないというために68%の発生率であつても73%の発生率であつても70%を用いておく。

階級数および階級区間については問題もあるが、それは後日の研究に廻す。（玉ごとの発生率に対応する単木の発生率の関係は第40図に示す）



第40図 玉の発生率に対応する単木の発生率

4) 発生率5%以下（単木にあつては14%以下）の要素作業については考えない。なぜなら、20玉に1回くらいの割合（単木では7本伐つて1回くらいの割合）でしかめつたに現われることのない要素作業であるからである。このような要素作業が現われることは特別な作業手順をしたか、異常な作業が起こつたためであると見なす。

(5) 追加時間の類型区分

1) 条件との関係を分析し、条件との傾向があつて発生率が84.9%以下5%以上（単木にあつては98.9%以下14%以上）なら追加時間に類型する。

2) 発生率の級分けは次のようにして使う。ただし階級は8階級までである（それ以上は基礎時間、それ以下は考えない）。これを係数 k として条件式に付け添えておく。

たとえば Z という要素作業時間と X なる条件の関係式が次式であらわされ、そのときの要素発生率が50%であつたとすれば、

$$Z = a + \beta X \cdots \cdots k = 0.50$$

係 数 の 範 囲

階 級	玉を対象のとき	範 囲	単木を対象のとき	範 囲
I	0.10	その要素時間の発生率が 5.0~14.9%までの時	0.270	14.0~39.9%
II	0.20	〃 15.0~24.9 〃	0.500	40.0~59.9
III	0.30	〃 25.0~34.9 〃	0.675	60.0~74.9
IV	0.40	〃 35.0~44.9 〃	0.800	75.0~84.9
V	0.50	〃 45.0~54.9 〃	0.885	85.0~91.9
VI	0.60	〃 55.0~64.9 〃	0.940	92.0~95.9
VII	0.70	〃 65.0~74.9 〃	0.970	96.0~97.9
VIII	0.80	〃 75.0~84.9 〃	0.985	98.0~98.9

以上の類型区分に対するルールはわれわれが計算を進めてゆく上の暫定的なものである。ということは発生率を考えた場合、発生率が求められたことは、玉あるいは単木を対象として一定のサイクルがあるということであり、これにより追加時間とするよりは基礎時間としての取り扱い方を考えるべきではないだろうか。また、伐木造材作業が単純化あるいは専門化された場合においてはそれぞれの作業によつて、現在のところ、われわれが使用している発生率が変わつてゆくことが考えられる。類型区分において特に問題となるのは追加時間であるが、この追加時間に含まれる要素については多分に作業研究の面からの検討が必要となるのであろう。たとえば、不規則的に現われる要素作業であつて、なおかつ何らかの条件と関係があるということは、伐木造材作業のみならず林業労働全般についていえることであるが、作業員が加工材料の所に歩行しあるいは移動してゆくという一般産業とは逆の生産体制にあることに原因しているのではないかと考えられる。

そこでわれわれが追加時間に類型区分された要素作業に対しては、特にそのものの単独要素と考えずに他要素との同時作業、特に基礎時間に類型区分される要素作業との同時作業が可能であるかどうかという作業研究上の検討がなされてから決定される類型区分ではないかと考える。

第5章 玉 切 作 業

1. 単位・玉切

(1) 玉切

類 型	基 礎	纏り 玉切
		単位 玉切 要素 普通切, 合せ切, 廻し切

I 要素玉切鋸断時間の因子

〔1〕 玉切鋸断時間と末口測定法の関係

i) 玉ごとの鋸断観測時間と末口測定法との回帰

——×作業員Bの資料を用い×——

（対数値による）

第24表 作業員Bの平方和、積和の表

作 業 員		B				
末口測定法	N	SX	SY	SX ²	SXY	SY ²
長 径	101	172.7767	172.2425	298.79957427	299.76640742	302.79775067
短 径	101	168.5190	172.2425	284.63951616	292.66799543	302.79775067
長径短径の平均	101	170.6944	172.2425	291.81548546	296.30024086	302.79775067
平均の円面積	101	330.9425	172.2425	1097.78021905	574.80891031	302.79775067

Y; 玉ごとの鋸断観測時間（秒）

X; それぞれの測定法による末口径（cm）

ii) 末口測定法の回帰と推定の誤差

第25表 作業員Bの推定の誤差

末口測定法	平方和および積和			相関係数	回帰係数
	Sx ²	Sy ²	Sxy	r	b
長 径	3.23731623	9.06033675	5.11798416	0.94501	1.580934
短 径	3.46473041	9.06033675	5.28053150	0.94248	1.524081
長径短径の平均	3.33451327	9.06033675	5.20287623	0.94658	1.560311
平均の円面積	13.39469128	9.06033675	10.42907312	0.94669	0.778597

末口測定法	推定の誤差		標本誤差率	平均値	
	Sdy·x ²	Sy·x	f	$\bar{Y}$	$\bar{X}$
長 径	0.96914022	0.09894087	11.4	1.70537129	1.71066040
短 径	1.01237641	0.10112381	11.7	1.70537129	1.66850495
長径短径の平均	0.94223409	0.09755776	11.3	1.70537129	1.69004356
平均の円面積	0.94028651	0.09745688	11.2	1.70537129	3.27665842

$$r = Sxy / \sqrt{(Sx^2)(Sy^2)}, \quad b = Sxy / Sx^2, \quad Sdy \cdot x^2 = Sy^2 - (Sxy)^2 / Sx^2$$

$$Sy \cdot x = \sqrt{Sdy \cdot x^2 / N - 2}, \quad f = (Sy \cdot x) \cdot t_{\alpha}(\alpha) / \hat{Y} \times 100$$

回帰によって説明のつかない推定の誤差の小さいもの順に並べると、変数に平均の円面積→長径短径の平均→長径→短径という順になる。また、測定標本数も平均値も共通なので推定の誤差からの判定と同じ結果になるが、回帰式の誤差率を出して、この誤差率の小さいもの順に見ると、やはり変数に平均の円面積→長径短径の平均→長径→短径という順になる。

したがって、玉切鋸断時間をYにとつたときの回帰において、変数には平均の円面積をもつてくるのが一番ふさわしいが、長径短径の平均ともほとんど大差ないので、円面積に換算手間の要らない長径短径の平均を変数Xとしてもつてくる。また、長径短径の平均ということは、（長径+短径）・1/2ということであるから、長径、短径というものをそれぞれ独立変数に考え、生のままもつてきて、これとYとの関係をみてみると第26表のようになった。

第26表 鋸断時間を Y に、長径、短径をそれぞれ独立変数としたときの回帰

$N = 101$ $m = 3$		X_1	X_2	Y
和		長 径	短 径	玉切鋸断時間
平 均		172.7767 1.71066040	168.5190 1.66850495	172.2425 1.70537129
X_1	1) SX^2 など	298.79957427	291.58986134	299.76640742
	2) 補 正 項	295.56225804	288.27877928	294.64842326
	3) Sx^2 など	3.23731623	3.31108206	5.11798416
	4) $\sqrt{Sx^2}$ など	1.79925435	3.34909359	5.41582635
	5) r		0.98865020	0.94500522
X_2	1)		284.63951616	292.66799543
	2)		281.17478575	287.38746393
	3)		3.46473041	5.28053150
	4)		1.86137863	5.60282288
	5)			0.94247676
Y	1)			302.79775067
	2)			293.73741392
	3)			9.06033675
	4)			3.01003933
	5)			

C乗数の計算

行	指 示	C の 係 数		解 の 番 号		横 の 計
		C_1	C_2	1	2	
1)	前表より	3.23731623	3.31108206	1	0	7.54839829
2)		3.31108206	3.46473041	0	1	7.77581247
3)	1)/3.31108206	0.97772153	1.00000000	0.30201607	0	2.27973760
4)	2)/3.46473041	0.95565359	1.00000000	0	0.28862274	2.24427633
5)	3) - 4)	0.02206794		0.30201607	-0.28862274	0.03546127
6)	5)/0.02206794	C_1		13.68573913	-13.07882566	
7)	C_1 を3, 4に代入		C_2	-13.07882566	12.78744943	

回帰係数

(Check) $C_{11}Sx_1^2 + C_{12}Sx_1x_2 = 1.00000040$

$$b = C_{11}Sx_1y + C_{12}Sx_2y = 0.98024520$$

$$C_{21}Sx_1x_2^2 + C_{22}Sx_2^2 = 0.99999989$$

$$c = C_{21}Sx_1y + C_{22}Sx_2y = 0.58730696$$

標準誤差

$$1) S\hat{y}^2 = bSx_1y + cSx_2y = 8.11817230$$

$$2) Sdy \cdot x_1x_2^2 = Sy^2 - S\hat{y}^2 = 9.06033675 - 8.11817230 = 0.14216445$$

$$3) Sy \cdot x_1x_2^2 = Sdy \cdot x_1x_2^2 / (N - m) = 0.14216445 / 98 = 0.00145066$$

$$4) Sy \cdot x_1x_2 = \sqrt{Sy \cdot x_1x_2^2} = \sqrt{0.00145066} = 0.03808753$$

重相関係数

$$1) R^2 = S\hat{y}^2 / Sy^2 = 8.11817230 / 9.06033675 = 0.89601220$$

$$2) R = \sqrt{R^2} = \sqrt{0.89601220} = 0.94657921^{**}$$

$$1) \text{ 標本誤差率 } f = \{ Sy \cdot x_1x_2 \cdot t_{\phi}(\alpha) / \hat{Y} \} \times 100 = 4.4(\%)$$

誤差率 (95%信頼度)

回帰係数の有意性

$$1) Sb = Sy \cdot x_1x_2 \sqrt{C_{11}} = 0.14091930$$

$$Sc = Sy \cdot x_1x_2 \sqrt{C_{22}} = 0.13619927$$

$$2) t_b = b / Sb = 0.98024520 / 0.1409193 = 6.9569^{**}$$

$$t_c = c / Sc = 0.58730696 / 0.13619927 = 4.3121^{**}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{(120)0.05} = 1.960 \\ t_{(120)0.01} = 2.617 \end{array} \right\}$$

重回帰方程式

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}_1 - c\bar{X}_2 = -0.95141993$$

$$\log \hat{Y} = 0.98025 \log X_1 + 0.58731 \log X_2 - 0.95142$$

すなわち、長径短径の平均をもつてきたときより、長径、短径を独立して取り上げたときは、標準誤差が0.09755776より0.0308753と大きく低下を示し、回帰式の誤差率も11.3%から4.4%と低下して回帰式が一層適合してくることを表わしている。しかし、われわれは長径短径平均を用いて直線式で表わしたときでも回帰式の誤差率は11.3%にあつて許されること、これから、母集団の誤差率を出してみても、後述にあるとおり1%そこそこであること、回帰式として、あるいは時間の推定表作成として直線式の方が扱いやすいこと、また過去に研究された樹幹断面の測定方法において特殊の表示方法を一例除けば、本測定法のように“最大と最小直径の算術平均”をとつたものか、または“ランダムな一方向で測定された直径”が樹幹断面の種々の変形に対しても理論値と常に近似したある一定の比をもつて断面積を表示しているという報告があることなどによつて変数に長径短径の平均を用いてゆく。長径短径独立に扱いたいときは、重回帰方程式を算定しておいたから、それを利用すればよい。

〔Ⅱ〕 玉切鋸断時間と傾斜との関係

傾斜を因子としてとるときに、傾斜の表わし方にはいろいろな方法がある。その中で、今回は比較的測定容易な次の種類を計測した。

- ① 斜面傾斜：伐倒しようとする単木を中心に斜面の上下20m範囲におけるところの傾斜。
- ② 伐倒木の傾斜：伐倒した材の横倒しになつたそのままの状態におけるときの材の傾斜。
- ③ 各玉ごとの傾斜：玉切しようとする箇所における、材を中心とした斜面の上下20m範囲にとつた傾斜。

第27表 各種の傾斜測定方法と玉切時間との相関係数の表

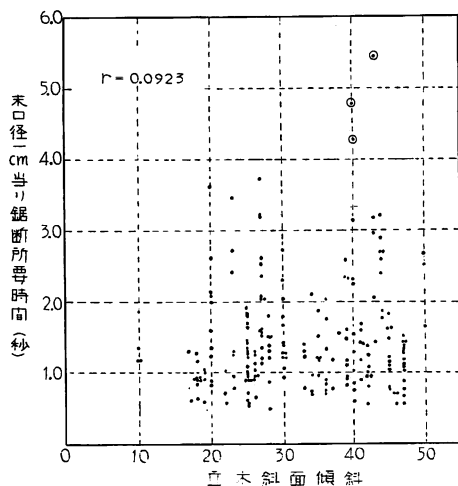
傾斜測定方法の種類	1玉を1個の標本として扱つたとき			
	実際得た個数	相 関 係 数	異常値を除いた個数	相 関 係 数
① 斜 面 傾 斜	213	0.1314	210	0.0923
② 伐倒木の傾斜	223	-0.1946	220	-0.1203
③ 各玉ごとの傾斜	223	-0.0023	220	-0.0075

計算した相関係数は第27表のとおり。このときY；

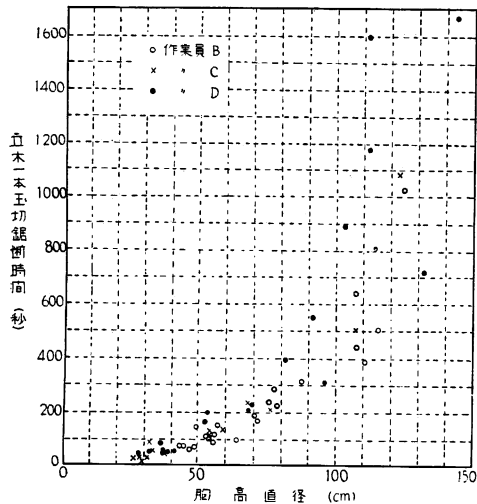
鋸断時間/鋸断径=末口径1cm当たり鋸断時間

玉切鋸断時間と傾斜との関係を一次的に見るため“鋸断時間/鋸断径”に換算して、傾斜の度合による材径1cm当たり鋸断時間の変化として対決させたが、いずれも相関係数は無相関であつた。

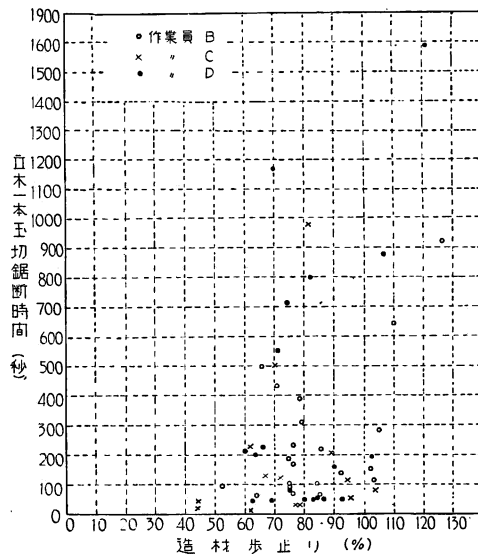
ここで異常値を除いたときの相関係数が、生の実数全体を使つたときより値が低くなつてゐることに気づくであろう。これは傾斜とYとの相関図（第41図）を見ても分るとおり、異常値というのは明らかに群から飛び離れて打点されている。この異常に飛び離れている点があつたがゆゑに、あたかも相関が資料を整理す



第41図 末口径1cm当たり鋸断所要時間と斜面傾斜



第42図 立木1本玉切鋸断所要時間と胸高直径



第43図 立木1本玉切鋸断所要時間と歩止り

る前に比べ高かったかに見えたのである。資料の整理にあたっては頻数分布図を描き、離れ島で2つ山となつた部分を除外した。今回のデータ処理はあらかじめ棄却域を与えて除外したのではなく、すべてこれを一貫して用いてある。

1玉ごとに扱つたのでは傾斜の因子というものが全く現われてこないで、立木1本ということを対象にして取り上げたなら、あるいは平均された中で傾斜の項が浮び上がってくるかもしれない。そこで、 Y に立木1本の玉切鋸断時間の合計、 X_1 に鋸断した末口径の合計、 X_2 に傾斜の因子をとつて重回帰分析にかけた、その時の結果は第28表のとおりである。

第28表 立木1本を1個の標本として扱ったときの玉切鋸断時間と傾斜との関係

変 数	N	零 次 の 相 関		重相関	回帰係数と有意性		推 定 の 誤 差		備 考
		鋸断末口径	鋸断時間		b	t_b	$Sdy \cdot x_1 x_2^2$	$Sy \cdot x_1 x_2$	
斜面傾斜 鋸断末口径	56	0.0897	0.1125	0.9656	0.089263	0.728	0.92465257	0.132084	$r > P = 0.05$ $t_{53(0.05)} = 2.01$
伐倒木の傾斜 鋸断末口径	56	-0.3192	-0.3043	0.9653	0.004915	0.111	0.93369046	0.132728	$r < P = 0.05$ $t_{53(0.05)} = 2.01$
			0.9653		1.307898	25.528			

Y ; 単木当たり玉切鋸断時間 X_1 ; 鋸断した末口径の合計 (末口径は長径短径の平均) X_2 ; 斜面傾斜または伐倒木の傾斜

斜面傾斜と鋸断時間の零次の相関は0.1125で $\rho=0$ の仮説は棄却されない。すなわち、無相関であるといえる、伐倒木の傾斜と鋸断時間の零次の相関は-0.3043で危険率5%で有意、末口径と鋸断時間との相関はもちろん高度に有意、前記玉ごとの傾斜と比較してみると、1玉を1個の標準として扱ったときの方が相関は高い値を示す。すなわち、バラツキの平均された値としてそれを物語っているのかもしれない。

重相関係数 R は 0.9656 で、この重回帰分析としては有意、しかし鋸断時間は末口径と全く直線的関係にあるが、傾斜の因子は直線的関係よりも複雑な曲線的関係をもつた変数であろうと推察される（重相関係数と零次の相関係数の差から）。回帰係数 b の t 検定による有意性は末口径だけが有意で、斜面傾斜、伐倒木の傾斜とも回帰係数は存在しない。一応推定の誤差を求めてみると、斜面傾斜、伐倒木の傾斜とも標準誤差はほとんど似たもので、回帰によつて説明のつかない実験誤差の精度は似たものであるといえる。すなわち、両傾斜の測定員は異なるのだが、傾斜に対する鋸断時間のバラツキは両者とも似ている。結論は傾斜を立木1本当たりの平均されたものとして傾斜の項を取上げてみても、傾斜によつて鋸断時間は何ら影響を受けていない。

C. 単木当たりの玉切鋸断時間と胸高直径、樹高および歩止りとの関係

上記〔II〕では傾斜の項だけを抜き出して調べてみた。本節では立木それ自体の胸高直径、樹高および歩止りなどについて検討した。

第29表 玉切鋸断時間と胸高直径・樹高および歩止りとの関係をまとめた表

変 数	N	零 次 の 相 関			偏 相 関 係 数			重相関	回帰係数と有意性		標準誤差
		樹 高	歩止り	鋸断時間	樹 高	歩止り	鋸断時間	R	b	t_b	$Sy \cdot 123$
胸高直径	56	0.5985	0.0715	0.6414**			0.2993*	0.9142	0.3236	2.261**	0.202487
樹 高			0.1989	0.9047**			0.8410**		2.8308	11.199**	
歩 止 り				0.2144			0.1044		0.2125	0.762	

立木1本玉切鋸断時間と胸高直径および樹高の零次の相関はいずれも1%以下の危険率で有意だが、歩止りは $0.2144 < P = 0.10$ で相関があるとはいえない。偏相関係数を算出すると、鋸断時間と胸高直径間には危険率5%以下で、鋸断時間と樹高間には危険率1%以下で有意を認められるが、鋸断時間と歩止り間は $0.1044 > P = 0.10$ である。なお、回帰係数を算定し、このときの回帰係数の有意性を検定すると回帰胸高直径および樹高だけが危険率1%以下で有意、回帰歩止りは母集団回帰係数 $\beta = 0$ からの標本となつて仮設は棄却されない。ゆえに回帰係数の有意性は無意（このときの $d.f. = 54$ ）、結局胸高直径と樹高だけを考慮すれば良い結果となる。

II 要素玉切鋸断時間における技能の差

〔1〕 平均値間の差

i) 作業員ごとにまとめた平方和、積和の計算

第30表 作業員ごとの平方和、積和の表

作業員	N	SX	SY	SX ²	SXY	SY ²	$\bar{Y}$	$\bar{X}$		
B	101	170.6944	172.2425	291.81548546	296.30020486	302.79775067	1.70537129	1.69004356	50.743	48.983
C	36	58.1457	61.7775	95.57028877	102.47737156	110.88407851	1.71604167	1.61515833	52.005	41.224
D	86	146.8277	162.5766	254.49964163	284.90002824	322.66618750	1.89042558	1.70729884	77.701	50.968
全体	223	375.6678	396.5966	641.88541586	683.67760466	736.34801668	1.77884609	1.68460897	60.096	48.374

Y; 玉ごとの鋸断観測時間 (秒), X; 玉の末口径 (長径+短径/2=平均) (cm)

ii) 作業員ごとの回帰と推定の誤差

第31表 作業員ごとの推定の誤差

作業員	平方和および積和			相関係数	回帰係数	推定の誤差		範囲	
	Sx^2	Sy^2	Sxy			$Sdy \cdot x^2$	$Sy \cdot x^2$	X_{min}	X_{max}
B	3.33451327	9.06033675	5.20287623	0.94658	1.560311	0.94223409	0.00951752	19.5	117.5
C	1.65577687	4.87131445	2.69692763	0.94961	1.793676	0.47856155	0.01407534	18.0	107.0
D	3.82088015	15.32722392	7.33318810	0.95825	1.919240	1.25307200	0.01491752	17.0	123.5
和						2.67386764	0.03851038		
級内平均	8.81117029	29.25887512	15.23299196		1.728827	2.92366232	0.01322924		
全 体	9.03207076	31.01679188	15.56741538		1.723571	4.18524593	0.01893776	17.0	123.5

iii) 修正された作業員間の平均値の差の有意性検定

丸太材の末口径の大きさと玉切鋸断時間には、対数変換をするとある範囲で、 $y = a + \beta x$ なる直線関係にあることが近似的にグラフ上から読みとれるので、丸太材の末口径（以下単に末口径と呼ぶ。末口径は長径と短径の平均である）、 X を同一水準に引直して修正された玉切鋸断時間 Y について作業員別に平均値を比較してみる。いい換えれば、末口径のちがいによる影響を考慮した後において作業員別の玉切鋸断時間の平均値間の差を検定するわけである。

修正項目 (CF)

X に対して $(375.6678)^2/223 = 632.85334509$

Y に対して $(396.5966)^2/223 = 705.33122480$

XY に対して $(375.6679)(396.5966)/223 = 668.11018928$

全体の平方和・積和 第31表最下欄に計算済み

級間の平方和・積和

末口径 (X) $(170.6944)^2/101 + (58.1457)^2/36 + (146.8277)^2/86 - CF = 0.22090048$

鋸断時間 (Y) $(172.2425)^2/101 + (61.7775)^2/36 + (162.5766)^2/86 - CF = 1.75791675$

積 (XY) $(170.6944)(172.2425)/101 + (58.1457)(61.7775)/36 + (146.8277)(162.5766)/86 - CF = 0.33442341$

第32表 修正作業員平均値間の有意性の検定
(Y の回帰により修正された変動)

変動因	平方和および積和			推定の誤差		
	Sx^2	Sy^2	Syx	自由度	平方和	平均平方
全 体	9.03207076	31.01679188	15.56741538	$n - 2 = 221$	4.18524593	1)
作 業 員	0.22090048	1.75791675	0.33442341			2)
誤 差	8.81117028	29.25887513	15.23299197	$n - k - 1 = 219$	2.92366232	0.01335006 ³⁾
修正平均値の有意性の検定のため				$(k - 1) = 2$	1.26158361	0.63079181**

$F_0 = 0.63079181/0.01335006 = 47.250$ $d.f.2$ と 219

共通の末口径を基礎とするように修正して、なお作業員 B. C. D の鋸断時間の平均値の間には $F_0 =$

47. 250 で著しい有意差がある。

iv) 作業員ごとの分散の一様性の検定

第 33 表 作業員ごとの分散の一様性を検するための表

作業員	$Sdy \cdot x^2$	N	自由度 ($N-2$)	逆数 $1/(N-2)$	分散 $Sy \cdot x^2$	$\log Sy \cdot x^2$	$(N-2)\log Sy \cdot x^2$
B	0.94223409	101	99	0.01010101	0.00951752	-2.0214770	-200.1262230
C	0.47856155	36	34	0.02941176	0.01407534	-1.8515505	-62.9527170
D	1.25307200	86	84	0.01162791	0.01491752	-1.8263170	-153.4106280
計 $k=3$	2.67386764 $=q^2$		217 $=f$	0.05114068 $=\sum 1/f_i$			-416.4895680 $\sum f_i \log Sy \cdot x^2$

$$S^2 = q^2/f = 2.67386764/217 = 0.01232197$$

$$\log S^2 \cdot f = (\bar{2}.0906494)(217) = (-1.9093506)(217) = -414.3290802$$

$$\chi^2 = 2.3026[\log S^2 \cdot f - \sum f_i \log Sy \cdot x^2] = 2.3026[(-414.3290802) + (416.4895680)] = 4.9747392$$

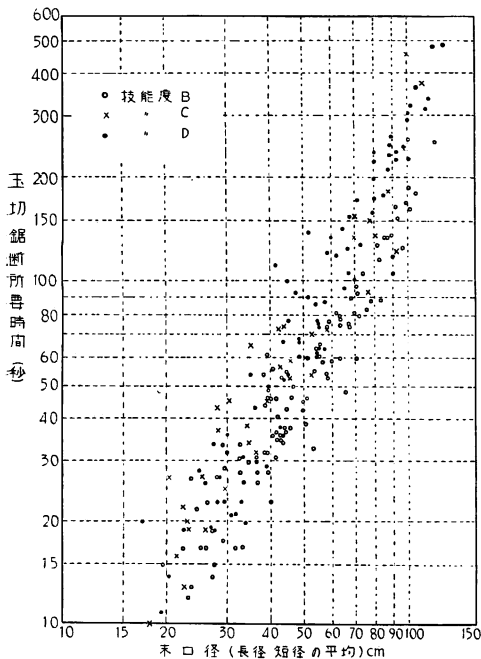
〔補正項〕

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{f_i} - \frac{1}{\sum f} \right] = 1 + 1/(3)(2) [0.0514068 - 0.00460829] = 1.0077554$$

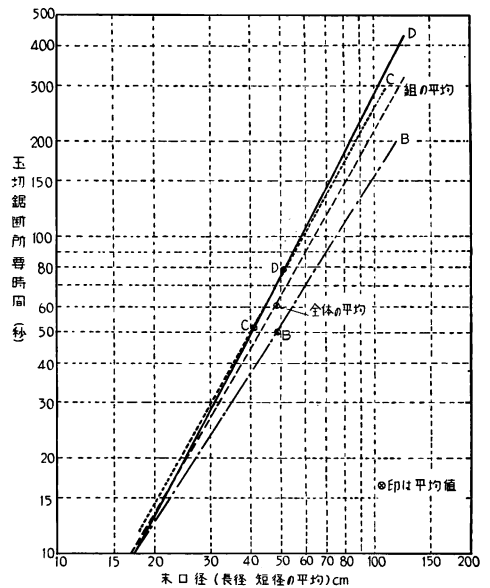
$$\text{補正された } \chi^2 = \chi^2/C = 4.9747392/1.0077554 = 4.9365$$

ここで, $d.f. = k-1=2$, $0.10 > P > 0.05$

したがって, 分散の間に見られる差は, 単に標本抽出による現象にすぎないと考えられる。すなわち, 分散が一様であるという仮説は棄却されないから, この後の仮説 $\sigma_m=0$ という検定が有効になってくる。



第 44 図 玉切鋸断所要時間と末口径



第 45 図 玉切鋸断所要時間の作業員ごとと回帰

v) 回帰係数間の有意性の検定

作業員間の平均値間には有意な差が見られたが、作業員ごと独自の回帰係数は互いに平行しているかどうか回帰係数の一様性について検定を行なう。次に示すのは同じ意味の共分散分析であるから、平均値間の有意差検定まで行なつた場合は計算に使う統計量がすべて出ているから、その1の方法を用いれば早い（本方法は一樣な母分散を持ち、回帰が直線的関係にあると想定できるときに使うこと）。

その1の方法

第34表 回帰係数間の有意性の検定

変 動 因	自 由 度	推 定 の 誤 差		備 考
		平 方 和	平 均 平 方	
こみにした級内残差変動 各級の級内残差変動の和	$n-k-1=219$ $n-2k=217$	2.92366232 2.67386764	0.01232197	誤差の項の $Sdy \cdot x^2$ $\sum (Sdy \cdot x^2)_i$
級間の回帰の差	$k-1=2$	0.24979468	0.12489734**	

$$F_0 = 0.12489734 / 0.01232197 = 10.136 \quad d.f. \text{ 2 と 217}$$

その2の方法

第35表 回帰係数間の有意性の検定
予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	計 算 順 序
回 帰 計	$k=3$	$\sum_{i=1}^k (Sy^2)_i - \sum (Sdy \cdot x^2)_i = 26.58500748$	3)
誤 差	$(n-2k)=217$	$\sum_{i=1}^k (Sdy \cdot x^2)_i = q^2 = 2.67386764$	2)
計	$n-k=220$	$\sum_{i=1}^k (Sy^2)_i = 29.25887512$	1)

完成した分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方	計算順序
直 線 回 帰	1	$\sum (Sxy)^2 / \sum (Sx^2)_i = Sy^2 = 26.33521274$		4)
回 帰 間	$(k-1)=2$	$\sum (Sy^2)_i - S\hat{y}^2 - q^2 = 0.24979474$	0.12489737**	5)
回 帰 計	$k=3$	$\sum (Sy^2)_i - \sum (Sdy \cdot x^2)_i = 26.58500748$		3)
誤 差	$(n-2k)=217$	$\sum (Sdy \cdot x^2)_i = q^2 = 2.67386764$	0.01232197	2)
計	$n-k=220$	$\sum (Sy^2)_i = 29.25887512$		1)

$$F_0 = 0.12489737 / 0.01232197 = 10.136 \quad d.f. \text{ 2 と 217}$$

作業員B、C、Dの直線回帰間には $F_0 = 10.136$ で高度に有意な差があり、回帰係数が一樣であるという仮説は棄却される。

vi) 作業員CとDの間における修正平均値間の差および回帰係数間の差の検定

作業員B、C、Dの間には分散の一樣性が認められ、正規分布をもつ母集団からの標本であると判定された。よって作業員B、C、Dについてそれぞれ回帰方向係数を決定し、この3者の回帰方向係数は平行しているかどうか、すなわち同一の母集団をもつ標本として取り上げられるかどうか回帰係数の一樣性について検定を行なつたがその仮説は棄却された。そこでグラフ（第45図）を見ると、作業員CとDとの回帰は

わずかに交差しているが、回帰の方向から類似しているの、このくらいの違いは込みにして取り扱えないものだろうかどうにか次に検定を行なった。

第36表 Yの回帰により修正された作業員CとDとの平均玉切鋸断時間の差
(準備表)

作業員	N	平方和および積和			相関係数	推定の誤差	
		Sx^2	Sy^2	Sxy	r	$Sdy \cdot x^2$	d. f.
C	36	1.65577687	4.87131445	2.69692763	0.94961	0.47856155	34
D	86	3.82088015	15.32722392	7.33318810	0.95825	1.25307200	84
和						1.73163355	118*
級内平均		5.47665702	20.19853837	10.03011573	0.95365	1.82908029	119
C・Dの全体	122	5.69210493	20.97024809	10.43786963		1.82985561	120

* 自由度1の損失は級内回帰の自由度

作業員C・Dの修正平均値の間の差の有意性検定

変動因	自由度	推定の誤差	
		平方和	平均平方
作業員C・Dの全体	$n-2=120$	1.82985561	
級内平均	$n-k-1=119$	1.82908029	0.01537042
修正平均値間	$k-1=1$	0.00077532	0.00077532

$$F_0 = 0.00077532 / 0.01537042 = 0.0504 \quad d.f. 1 \text{ と } 119$$

作業員CとDの間では修正された平均値間に有意差全くなし。

第37表 作業員C・Dの回帰係数間の差の有意性検定

変動因	自由度	推定の誤差	
		平方和	平均平方
級内平均	$n-k-1=119$	1.82908029	
各級の級内残差の和	$n-2k=118$	1.73163355	0.01467486
2つの回帰係数の差	$k-1=1$	0.09744674	0.09744674*

$$F_0 = 0.09744674 / 0.01467486 = 6.640 \quad d.f. 1 \text{ と } 118$$

作業員CとDとの回帰係数間には $F_0=6.640$ で5%以下の危険率で有意差あり。

vii) C・Dを込みにしてBとの間の回帰係数の差の有意性検定

作業員B・C・Dの3者間には修正平均値に有意な差がある。今度は作業員CとDだけについてみると、CとDの間には修正平均値に有意差はない。結局修正平均値間に差のするのはBと他の2者との間にあることがわかった。そこで、作業員CとDとは回帰方向係数が一様でないの、込みにすることはできないが、ここで無理してC・Dを込みにし新しく平均の回帰を設定すれば、あるいはC・D込みの回帰とBの回帰とは平行するかもしれないと想定し、この間について回帰係数の差を検定した。

回帰係数間には危険率1%以下で高度に有意差がある。すなわち、回帰係数は一様でない。

第38表 (準備表)

作業員	N	平方和および積和			相関係数	推定の誤差	
		Sx^2	Sy^2	Sxy		$Sdy \cdot x^2$	d.f.
B	101	3.33451327	9.06033675	5.20287623	0.94658	0.94223409	99
C・D	122	5.69210493	20.97024809	10.43786963		1.82985561	120
和						2.77208970	219
級内平均	223	9.02661820	30.03058484	15.64074586		2.92930221	220

作業員C・Dを込みにしてBとの間の回帰係数の差の有意性検定

変動因	自由度	推定の誤差	
		平方和	平均平方
級内平均 各級の級内残差の和	$n-k-1=220$ $n-2k=219$	0.92930221 2.77208970	0.01265794
2つの回帰係数の差	$k-1=1$	0.15721251	0.15721251**

$$F_0 = 0.1572125 / 0.01265794 = 12.420 \quad d.f. \text{ 1と219}$$

viii) 回帰方程式の決定

作業員B・C・Dにはそれぞれ異なつた性質をもつ鋸断速度があつて、一緒に込みにすることはできないので、おのおのについて回帰方程式を設けなければならない。すなわち、これから標準時間表を作成するにあつては、おのおの作業員別に設けようというわけである。しかし、標準時間表の1つの使い方として前述したごとく、相対的能率を判定しあるいは技能差の判定、作業員訓練などに用いるものであることからしても個人別に標準時間表を設けることは本来の目的よりそれるものであるが、今回の調査においては調査時期の問題もさることながら、国有林における今までの直接時間法による功程表およびそれより発展した技能評価、環境評価との関連などもあわせ考慮する必要もあつた点、その順序として作業員間の技能差にふれたのである。現在のところ、標準作業方法、標準作業員などが明らかでないチェンソーによる伐木造材作業においては、被験者3名を平均した値により研究を進めてゆき、できればその途上において今回の調査報告と直接の関係はあまりないが、技能差の実態を把握したい考えである。

今回は現場での作業員に対する技能評価があるので、この技能評価を折り込んで全体の群から技能評価別に組み分けしたときの偏りを係数化して便宜的に作成しておけば使用のためには取りあえず間に合う。

現場での作業員に対する技能評価は次のとおりである。

作業員	年齢	チェンソー経年	体表面積	最近3カ月の 1日平均功程	格付賃金	技能度
B	26 ^年	2(4) ^年	1.709 ^{m²}	73.3 ^石	716 ^円	中の上
C	56	2(10)	1.674	57.0	802	中
D	42	2(19)	1.563	55.7	785	下

よつて、ここから以下は作業員B・C・Dをそれぞれ技能度B、技能度C、技能度Dという具合に読みかえる。

1) 回帰方程式

技能度Bについて $\log Y_B = 1.560311 \log X - 0.931622$

または $Y_B = 0.11705X^{1.560311}$

技能度Cについて $\log Y_C = 1.793676 \log X - 1.18029$

または $Y_C = 0.065913X^{1.793676}$

技能度Dについて $\log Y_D = 1.919240 \log X - 1.386291$

または $Y_D = 0.041088X^{1.919240}$

級平均の回帰式 上記3式の個々の回帰の平均に対する代表的な回帰は次のようにして第31表の平均した回帰を求めるときに使った平方和・積和の和から求める。回帰係数 b は同表の欄にある 1.728827 , $\bar{Y}$ は全体の $\bar{Y}$ を用い 1.778846 , $\bar{X}$ は同じく 1.684609 ,
 $\therefore \log Y_S = 1.728827 \log X - 1.133552$

または, $Y_S = 0.073527X^{1.728827}$

2) 回帰式の適合度

第39表 誤差率の比較

技能階級	N	回帰係数の有意性		推定の誤差		回帰式の誤差率 (%)	回帰式	胸高直径の範囲	
		Sb	t _b	S _{dy} ·x ²	標準誤差			X _{min}	X _{max}
B	101	0.053425	29.21**	0.94223409	0.09755776	11.4	$\log Y_B = 1.560311 \log X - 0.931622$	19.5	117.5
C	36	0.092199	19.45**	0.47856155	0.11863954	14.0	$\log Y_C = 1.793676 \log X - 1.181029$	18.0	107.0
D	86	0.062484	30.72**	1.25307200	0.12213730	12.9	$\log Y_D = 1.919240 \log X - 1.386291$	17.0	123.5
平均の回帰	223	0.038748	44.62**	2.92366232	0.11501843	12.7	$\log Y_S = 1.728827 \log X - 1.133552$	17.0	123.5

① ② ③ ④

$$\textcircled{1} Sb = \sqrt{Sy \cdot x^2 / Sx^2} \quad \textcircled{2} t_b = b / Sb \quad \textcircled{3} Sy \cdot x = \sqrt{Sdyx^2 / N - 2}$$

$$\textcircled{4} f = (\text{標準誤差}) \times t_{\phi}(\alpha) / \text{平均値} \times 100$$

ここで $\{t_{99(0.05)} = 1.990, t_{84(0.05)} = 2.032, t_{84(0.05)} = 1.993, t_{221(0.05)} = 1.960\}$

回帰係数の t_b の値はそれぞれ1%以下の危険率で高度に有意, 標本の誤差率は14.0%で回帰式は存在意義が大いにあるとともに, よく適合しているとみなされる。本回帰式から標準時間を推定し標準時間表を作成したときに, その標準時間表に含む誤差率は, 信頼度を危険率(1-0.05)にとれば, 平均の回帰からの推定表にあつては $e = f / \sqrt{N} = 12.7 / \sqrt{22.3} = 0.9\%$, すなわち1%にも満たない僅かな誤差率しか含んでいない。

ix) 技能階級の違いによる修正率と修正平均鋸断時間

1) 技能階級の修正率

平均の回帰に近づけるための修正率の代表式は, 平均の回帰と各技能階級との間の偏差率が, もはやある一定の率で増減する通常の直線的関係にあるから, 平均の回帰に近づけるための修正率(偏差率)を Y_i , 末口径を X とおけば, 次表をもととして各技能階級ごとの修正率の回帰は次の式で表わせる。

技能階級 B; $Y_B = -2.058 - 0.2734X$

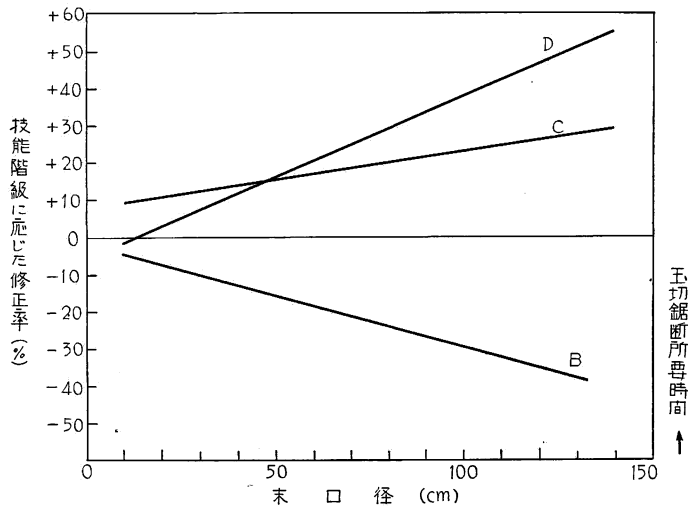
C; $Y_C = 7.382 + 0.1466X$

D; $Y_D = -6.352 + 0.384X$

ここで X は末口径 (cm)

技能階級	胸高直径 X_0	$\log X_0$	回 帰 式		$\log \hat{Y}$ $b \log X_0 - a$	$\hat{Y}$ Y の真数	平均の回 帰からの 偏 差	平均の回 帰に対する 偏差率
			b	a				
平均の回帰 S	30	1.4771213	1.728827	-1.133552	1.4201352	26.31		
	80	1.9030900			2.1565614	143.40		
B	30	1.4771213	1.560311	-0.931622	1.3731466	23.61	- 2.70	-10.26%
	80	1.9030900			2.037903	109.09	-34.31	-23.93
C	30	1.4771213	1.793676	-1.181029	1.4684479	29.41	+ 3.10	+11.78
	80	1.9030900			2.2324978	170.81	+27.41	+19.11
D	30	1.4771213	1.919240	-1.386291	1.4486597	28.10	+ 1.79	+ 6.80
	80	1.9030900			2.2661959	184.59	+41.19	+28.72

この関係を図に表わせば第46図とになる。図上から末口径に応じた技能階級の差が一目で引ける。



第46図 玉切鋸断時間の技能階級による修正率

2) 技能階級の違いによる修正平均玉切鋸断時間の値

前記 1) では末口径の変化に応じた技能階級の変化の傾向をみたのであるが、共通の末口径軸上に修正してYの玉切鋸断時間をみてみよう。

Bの $\bar{X}=1.69004356$, Cの $\bar{X}=1.61515833$, Dの $\bar{X}=1.70729884$

$\bar{\bar{X}}=5.01250073/3=1.67083358$ $\bar{\bar{Y}}=1.77061285$

級内平均回帰係数 $b=1.728827$

技能階級	平均末口径 $\bar{X}$	全体の平均からの偏差 x	積 bx	平均玉切鋸断 時間 Y	平均玉切鋸断 時間の修正値 $Y-bx$	真 数
B	1.69004356	0.01920998	0.03321073	1.70537129	1.67216056	47.0068
C	1.61515833	-0.05567525	-0.09625288	1.71604167	1.81229455	64.9074
D	1.70729884	0.03646526	0.06304213	1.89042258	1.82738345	67.2022
和	5.01250073	-0.00000001	-0.00000002	5.31183854	5.31183856	

$\bar{Y}$ の真数=58.9675

B = 47.0068/58.9675 × 100 = 79.7%

C = 64.9074/58.9675 × 100 = 110.1%

D = 67.2022/58.9675 × 100 = 114.0%

DとBとの間では 47.0068 - 67.2022/67.2022 = -30.1%

末口径の平均を 46.9cm の共通ベースに揃えたとき、技能度Bの作業員は組内平均（水準内平均）の 79.7%，約 80 %の所要時間で済んでいるが、技能度Cの作業員は平均して 110 %，技能度Dの作業員は平均 114 %だけ余計に鋸断時間がかかっている。また、技能度Dと技能度Bの間でみると、技能度Bの作業員は技能度Dが要する鋸断時間の平均 30 %減で済んでいる。

以上のことがらと、前図のグラフを見比べたとき、これらの事柄がグラフでは全然合わないであろう。それはBならBの修正率の勾配線が、そのままの状態では 0.019209（対数値でそのまま記しておく）左の方へ歩みよらせ、Cは 0.055675 だけ右の方へ歩みよらせる。そうしたときの平均鋸断時間の値をみているわけである。もし技能度B・C・Dという作業員の末口径の変化に対する鋸断速度の傾向が類似していれば、すなわち回帰傾斜の方向係数が一様性であれば、上記の比率は末口径がどこであつても変わらないから、そのままの較差率が技能度の差として表わすことにもなる。しかし、末口径に応じた鋸断時間の速度が技能度の違いによつて独自の方向係数をもっているのであるから、今は前図、第46図によつて技能度の差を考えるしかない。

〔II〕バラツキ量の差

本節は標準時間表を作成するという目的とは関係がないが、前節では縦の線で玉切鋸断時間の平均をみってきたのである。そうして技能階級によつて平均時間に差がでてきた。ここでは実験値の回帰からのバラツキ方の具合をみてみようと思う。これはデーターをプロットしたグラフからも、どの作業員が余計にバラツいているとか、または今まで行なわれた計算上で分散をあらわす統計値がでておつたから、それによつて分かる。なお、あらためて技能階級Bという作業員は技能階級Dという作業員に比べて、どれほど安定した作業状態であるかをみしてみる。

技能階級	分散	自由度	備考
B	0.00951752	99	第31表より
D	0.01491752	84	

信頼度を 95 % ($\alpha=0.05$) にとつたとすれば

$$F_{84}^{99} \left(\frac{0.05}{2} \right) = 1.53, \quad F_{94}^{84} \left(\frac{0.05}{2} \right) = 1.51$$

ρ の信頼区間は

$$\left\{ \frac{(0.00951752)(\frac{1}{1.53})}{(0.01491752)}, \frac{(0.00951752)}{(0.01491752)} (1.51) \right\}$$

しかして {0.416997 ~ 0.9633943}

これから両者の標準偏差の比の信頼区間を求めると $\{\sqrt{0.416997} \sim \sqrt{0.9633943}\}$

すなわち、{0.646 ~ 0.982}

よつて技能度Bの作業員の標準偏差は技能度Dの作業員に比べ、64.6% から 98.2% の間にある。そうすると技能度Dの作業員は技能度Bの作業員より鋸断時間が長くなるばかりでなく、バラツキ方も大きい。そのバラツキ量は技能度が上位になるほど少なくなつており、技能度中、上では技能度下の作業員の65%

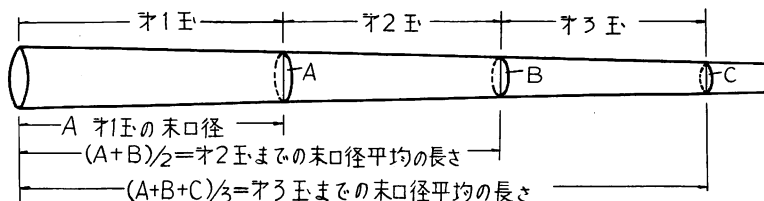
ほどに納まっているといつても、100回中あやまることはたかが5回くらいである。

(注) 上記に行なつた方法は両者の分散の間に差があつたときに用いられる検定方法で、本資料のごとき分散が一様であるという資料に対しては、厳密には当てはまらない。ただし平均値の差ということは全然問題にしていなから、本資料のように平均値間に差があり、かつグラフや統計値で分散が大異なることが認められたときは検定してみるのもよいであろう。ただ、データが正規分布をするということが前提条件であるから、正規分布をしないデータは変数変換をして用いること。

III 玉切に必要な“立木の形状”をあらわす条件

〔I〕採材玉の平均末口径

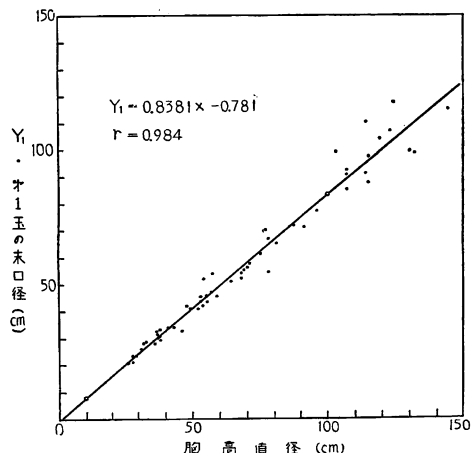
採材玉の平均末口径とは、立木1本で、たとえば第1玉だけを採材したとすれば、第1玉の末口径がそのまま第1玉末口径の大きさを表わす。第2玉を採材したとすれば、平均の末口径の長さは(第1玉末口径+第2玉の末口径)・1/2、第3玉まで採材したとすれば(第1玉末口径+第2玉末口径+第3玉末口径)・1/3、…………、なお図解すれば、



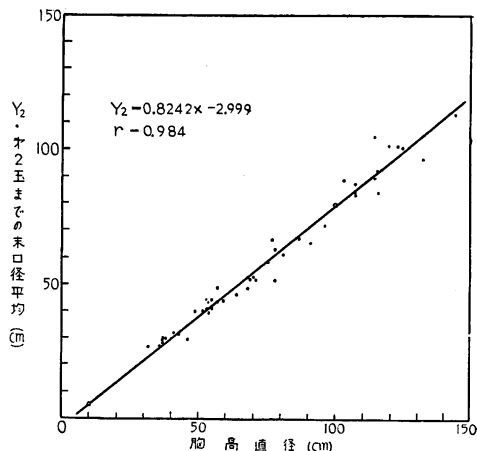
第47図 任意の玉数におけるときの累加切断径平均の長さを説明した図

すなわち、鋸断した長さの合計を1カ所平均の長さに直したわけである。そうして、第1玉の末口径平均の長さ、第2玉の末口径平均の長さ、第3玉の末口径平均の長さ、……と胸高直径との関係は第48図～第53図までに図示してある。

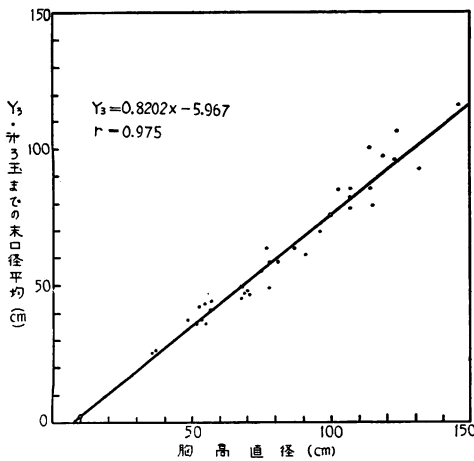
実際作業現場では最高第8玉まで採材したのが単木本数で1本、第7玉まで採材したのが単木本数で3本、第6玉まで採材したのが単木本数で9本、他のほとんどは第4玉以下の採材であつた。したがつて、



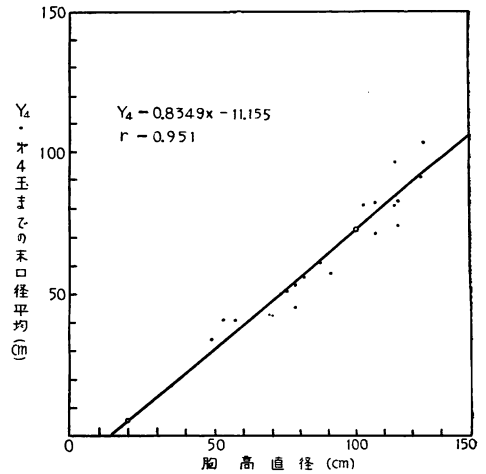
第48図 第1玉の末口径と胸高直径



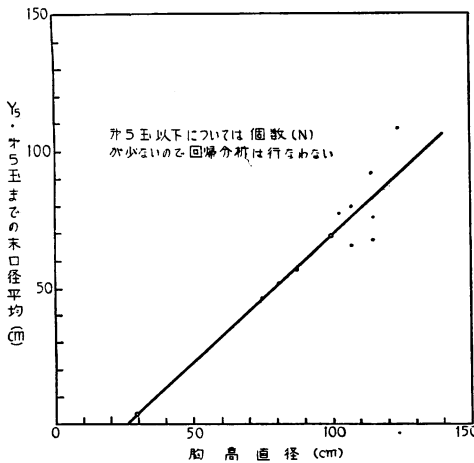
第49図 第2玉目までの末口径平均と胸高直径



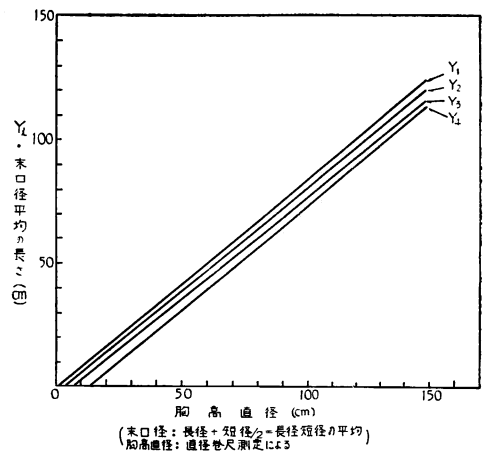
第50図 第3玉目までの末口径平均と胸高直径



第51図 第4玉目までの末口径平均と胸高直径



第52図 第5玉目までの末口径平均と胸高直径



第53図 各玉ごとの末口径平均と胸高直径の回帰

採材第6玉以上については資料不足で図に表わしていない。また、データはすべて通常材長の4.2m材か、4.0m材をとつたときだけのものについて考え、それより短材や長材の入つたとき、捨切りの入つたときのものは使っていない。第48図～第52図にそれぞれ回帰直線を設け、これを1図にまとめれば第53図になる。この回帰係数につき、 t 検定法を用い係数間の差の検定を行なつた。それを次に示す。

第40表 相関係数・回帰係数と推定の誤差をまとめた表

採材 玉数	N	平方和および積和			相関係数 r	回帰係数 b	推定の誤差 $Sy \cdot x$	回帰係数の 有意性 t_b
		Sx^2	Sxy	Sy^2				
Y_1	57	60300.666667	50536.500000	43769.368421	0.9837	0.838075	5.073954	40.56**
Y_2	47	42788.851064	35267.246809	30046.299574	0.9836	0.824216	4.663041	36.56**
Y_3	35	25537.542857	20945.765714	18081.087429	0.9748	0.820195	5.459199	24.01**
Y_4	20	10973.000000	9160.900000	8451.240000	0.9513	0.834858	6.679931	13.09**

胸高直径を X 、第1玉の末口径を Y_1 、第2玉までの末口径平均を Y_2 、第3玉までの末口径平均を

Y_3 ……とおけば

回帰方程式

$$Y_1 = 0.8381X - 0.7806$$

$$Y_2 = 0.8242X - 2.9994$$

$$Y_3 = 0.8202X - 5.9670$$

$$Y_4 = 0.8349X - 11.1546$$

回帰係数の差の検定

$$Y_1 \text{ と } Y_2; \sum\{(y_1 - \bar{y}_1) - b_1(x_1 - \bar{x}_1)\}^2 = Sy_1^2 - b_1^2 Sx_1^2 \\ = 43769.368421 - (0.838075)^2 \cdot 60300.666667 = 1415.989172$$

$$\sum\{(y_2 - \bar{y}_2) - b_2(x_2 - \bar{x}_2)\}^2 = Sy_2^2 - b_2^2 Sx_2^2 \\ = 30046.299574 - (0.824216)^2 \cdot 42788.851064 = 978.463806$$

$$\mu^2 = \frac{\sum\{(y_1 - \bar{y}_1) - b_1(x_1 - \bar{x}_1)\}^2 + \sum\{(y_2 - \bar{y}_2) - b_2(x_2 - \bar{x}_2)\}^2}{N_1 + N_2 - 4} \\ = \frac{1415.989172 + 978.463806}{57 + 47 - 4} = 23.944530$$

$$\mu = 4.893315$$

$$t_0 = \frac{b_1 - b_2}{\mu \left(\frac{1}{Sx_1^2} + \frac{1}{Sx_2^2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{0.838075 - 0.824216}{4.893315 \left(\frac{1}{60300.666667} + \frac{1}{42788.851064} \right)^{\frac{1}{2}}} = 0.046$$

$$d.f. = 57 + 47 - 4 = 100$$

$$Y_1 \text{ と } Y_3; \sum\{(y_1 - \bar{y}_1) - b_1(x_1 - \bar{x}_1)\}^2 = Sy_1^2 - b_1^2 Sx_1^2 = 1415.989172$$

$$\sum\{(y_3 - \bar{y}_3) - b_3(x_3 - \bar{x}_3)\}^2 = Sy_3^2 - b_3^2 Sx_3^2 = 18081.087429 - \\ (0.820195)^2 \cdot 25537.542857 = 901.471596$$

$$\mu^2 = \frac{\sum\{(y_1 - \bar{y}_1) - b_1(x_1 - \bar{x}_1)\}^2 + \sum\{(y_3 - \bar{y}_3) - b_3(x_3 - \bar{x}_3)\}^2}{N_1 + N_3 - 4} \\ = \frac{1415.989172 + 901.471596}{57 + 35 - 4} = 23.334781$$

$$\mu = 5.131742$$

$$t_0 = \frac{b_1 - b_3}{\mu \left(\frac{1}{Sx_1^2} + \frac{1}{Sx_3^2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{0.838075 - 0.820195}{5.131742 \left(\frac{1}{60300.666667} + \frac{1}{25537.542857} \right)^{\frac{1}{2}}} = 0.047$$

$$d.f. = 57 + 35 - 4 = 88$$

$$Y_1 \text{ と } Y_4; \sum\{(y_1 - \bar{y}_1) - b_1(x_1 - \bar{x}_1)\}^2 = Sy_1^2 - b_1^2 Sx_1^2 = 1415.989172$$

$$\sum\{(y_4 - \bar{y}_4) - b_4(x_4 - \bar{x}_4)\}^2 = Sy_4^2 - b_4^2 Sx_4^2 = 8451.240000 - (0.834358)^2 \cdot 10973.000000 \\ = 803.190676$$

$$\mu^2 = \frac{\sum\{(y_1 - \bar{y}_1) - b_1(x_1 - \bar{x}_1)\}^2 + \sum\{(y_4 - \bar{y}_4) - b_4(x_4 - \bar{x}_4)\}^2}{N_1 + N_4 - 4} \\ = \frac{1415.989172 + 803.190676}{57 + 20 - 4} = 30.399724$$

$$\mu = 5.513594$$

$$t_0 = \frac{b_1 - b_4}{\mu \left(\frac{1}{Sx_1^2} + \frac{1}{Sx_4^2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{0.838075 - 0.834358}{5.513594 \left(\frac{1}{60300.666667} + \frac{1}{10973.000000} \right)^{\frac{1}{2}}} = 0.056$$

$$d.f. = 57 + 20 - 4 = 73$$

すなわち、第1玉の末口径を基準ベースとして、第2玉目までの末口径平均長さ、第3玉目までの末口径平均長さ、第4玉目までの末口径平均長さとして逐次検定して行なつたが、いずれの階級においても異質の傾向がなく、回帰係数の第2位以下の数値が若干異なっているのも、それは偶然現象に過ぎないということになった。今後資料の蓄積が計られ、各階級 N の数を等しく揃えられればこの第2位の数値ももつと近似してくるはずである。第5玉以下については暫定的に次のように推定しておく。もし回帰係数 b が絶対的に等しければ、回帰常数の比をとつて、そのまま推定式が推定されるが、今は第1玉の $\bar{X}$ 点を縦にとりその時の $\hat{Y}$ をもつて第1玉に平行線を引いておく。

第1玉の $\bar{X}=69.66667$ これを上式のおのおのに代入して

第1玉目の末口径の長さ	$\hat{Y}$ 57.607	第3玉目までの末口径平均長さ	$\hat{Y}$ 51.174
第2玉目までの末口径平均長さ	54.420	第4玉目までの末口径平均長さ	47.010

これを用いて第5玉以下の $\hat{Y}$ を推定する。

玉数を q 、末口径平均長さ $\hat{Y}$ を p とおきかえておく。想定式は $y = ae^{bx}$

q	p	$\log p$	$\log \hat{p}$	$\hat{p}$ の 真 数	$(p - \hat{p})$ (cm)
1	57.607	1.760475	1.76249	57.875	-0.268
2	54.420	1.735758	1.73374	54.167	+0.253
3	51.174	1.709048	1.70499	50.698	+0.476
4	47.010	1.672190	1.67624	47.450	-0.440

+0.021

よつて、 $\log p = 1.79124 - 0.02875q$

$$p = 61.836e^{-0.0662q}$$

$$\begin{aligned} \text{(注)} \quad & q = -0.02875 \\ & \log a = 1.79124 \\ & a = 61.836 \\ & \log e = 2.3026 \\ & 2.3026 \times 0.02875 = 0.0662 \end{aligned}$$

$(p - \hat{p})$ が+0.021cmであるから本式が適合するとみる。かくすれば

q	$\log \hat{p}$	$\hat{p}$ の真数	備 考
5	1.64749	44.411	q ; ある玉数 p ; 胸高直径 69.67cm の所における末口平均長さ 実験式; $p = 61.836e^{-0.0662q}$
6	1.61874	41.566	
7	1.58999	38.905	
8	1.56124	36.412	

〔Ⅱ〕樹高曲線

樹高曲線については種々の実験式を当てはめてみたが、その中で次の実験式が最もあてはまりが良いうである。

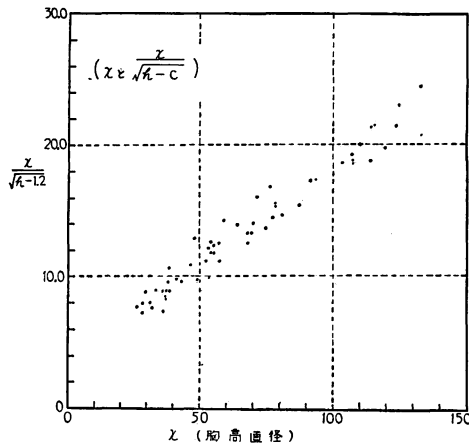
$$h = c + \frac{x^2}{(a + bx)^2}$$

h ; 樹高, x ; 胸高直径, c ; 胸高

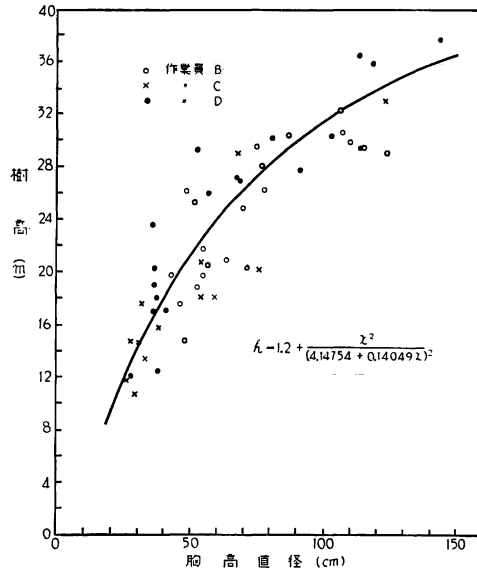
本式はスウェーデンの M. ネズルンド氏 (M. NEZURUNDO) によつて使用された曲線式で、成長曲線などには良く合うといわれている。いま、 y 軸に $x/\sqrt{h-c}$ 、 x 軸に胸高直径をとつてやると直線に近似でき

るから、ここで常数 a , b を決定すると次式が得られた（データは第54図、第55図参照）。

$$h = 1.2 + \frac{x^2}{(3.8442 + 0.1455x)^2}$$



第54図 樹高曲線の図（変数変換値）



第55図 樹高曲線の図

〔Ⅲ〕平均の採材長（実採材の長さ）

樹高曲線と同じ考え方をとり入れ、延寸を入れた実際に採材した材長に対し平均の曲線を求めると次式が得られた（資料は樹高曲線計算に用いたものと同じ）。

$$L = 1.2 + \frac{x^2}{(8.0324 + 0.1471x)^2}$$

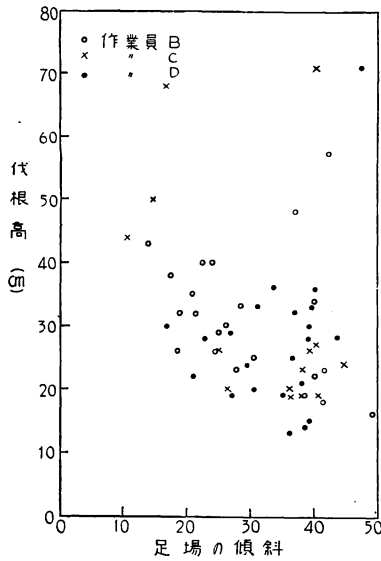
ここで、 L = 実採材長、 x = 胸高直径

〔Ⅳ〕伐根高について

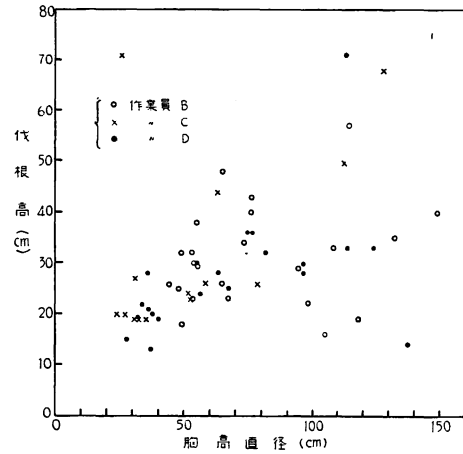
樹高曲線を基に採材の玉数を決めるときに、あらかじめ伐根高の長さというものを控除しなければならぬ。その意味で検討した。

伐根高は足場の傾斜によって影響されるとの判断に立つて、伐根高と足場の傾斜をグラフにプロットしたが（第56図）、その関係は明瞭でない。また、木の大きさ、すなわち胸高直径と伐根高について同じくプロットを試みたが（第57図）、これも関係は導き出せない。これだけの資料から断言するわけにはいかないが、結局機械による伐倒は、他の諸条件によつて伐根高の高さに影響を与えないといえるかも知れない。この点からも現在の伐倒作業において作業標準の必要があらうかと考えられる。すなわち、集約採材といわれながらその方式および基準が明らかでない以上は、何をもつて集約採材したことを判定するか、あるいは集約採材による1日作業量の低下などの判定は困難となるであろう。

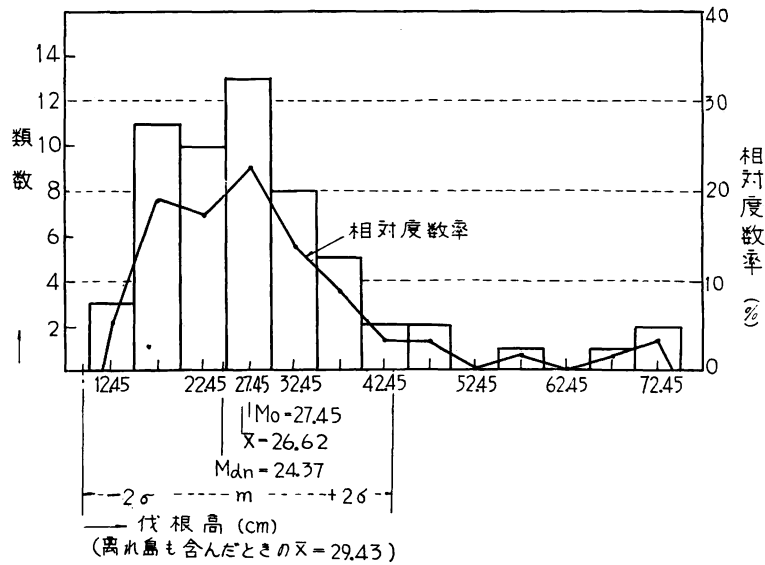
伐根高の平均の高さを求めるために、第58図の頻度分布を描いた。全体を一括したままでは *Mode*, *Median* および算術平均にそれぞれ 3cm くらいの差がある。今伐根高 52.45cm 以上は離れ島になっているので、これを除外すると大体正規分布の姿に似てくる。そしてそのときの $\bar{X}$ を算出すると $\bar{X} = 26.62\text{cm}$ で、 $M_0 = 27.45\text{cm}$ とほとんど近似してくる。資料数が増えれば正規型を想定できるから、平均値を



第56図 伐根高と足場の傾斜との関係



第57図 伐根高と胸高直径との関係



第58図 伐根高の頻度分布図

とつて伐根高の代表値としておく。

Mdn の計算

$$N=58, N/2=29$$

$$Mdn \text{ のある級間} \quad f_s=13 \quad \text{級間の幅} \quad h=5$$

$$\text{この級間以下の総頻数} \quad f_c=24 \quad f_s \text{ の項の下限点} \quad L=22.45$$

よつて

$$Mdn = L + \frac{N/2 - f_c}{f_s} \times h = 22.45 + \frac{29 - 24}{13} \times 5 = 24.37$$

第41表 伐根高の頻数分布表

セル No.	範 囲	中心点 X_i	頻数 f_i	相 対 度数率	標 準 偏 差			摘 要
					$f_i X_i$	X_i^2	$f_i X_i^2$	
1	10.0~14.9	12.45	3	5.2	37.35	155.0025	465.0075	標準偏差の計算は52.45以上の離れ島を除いて行なう。
2	15.0~19.9	17.45	11	19.0	191.95	304.5025	3349.5275	
3	20.0~24.9	22.45	10	17.2	224.50	504.0025	5040.0250	
4	25.0~29.9	27.45	13	22.4	356.85	753.5025	9795.5325	
5	30.0~34.9	32.45	8	13.8	259.60	1053.0025	8424.0200	
6	35.0~39.9	37.45	5	8.6	187.25	1402.5025	7012.5125	
7	40.0~44.9	42.45	2	3.4	84.90	1802.0025	3604.0050	
8	45.0~49.9	47.45	2	3.4	94.90	2251.5025	4503.0050	
9	50.0~54.9	52.45						
10	55.0~59.9	57.45	1	1.7				
11	60.0~64.9	62.45						
12	65.0~69.9	67.45	1	1.7				
13	70.0~74.9	72.45	2	3.4				
計			58 $=N$	100.0	1437.30 $=\sum f_i X_i$		42193.6350 $=\sum f_i X_i^2$	$\sum f = 54$

平均値 $\bar{X} = \sum fX/N = 1437.30/54 = 26.62(\text{cm})$

なお、標準偏差 S は

$$Sx^2 = \sum fx^2 - (\sum fx)^2/N = 42193.6350 - (1437.30)^2/54 = 3937.5000$$

$$S^2 = Sx^2/(n-1) = 74.2924$$

$$S = 8.619$$

第58図が $N(0.1)$ の分布に従うと

$m \pm 2\sigma$ の範囲にとれば、面積の95.4%が含まれる。

そのときの伐根の高さの範囲は $26.62 \pm 2(8.619)$ 、すなわち、 $53.86 \sim 9.38\text{cm}$ になる。

とりあえず、現行作業実態から、少なくともこの範囲くらいに伐根の高さが納まるとよい。これを前の第57図に戻ってグラフを見てみると、 53.86cm から上位にあるのは、作業員B. C. Dにいずれもあつて、前述で説明した技能度評価の優劣とはあまり関係がないようである。

IV 要素玉切鋸断基礎時間表

〔I〕対数変換による過小推定の修正係数

対数法による場合は実観測値より過小に推定されるといわれている。これを修正するために次式が用いられている。この式の μ を対数法による過小推定傾向の修正係数という。

$$\mu = 10^{\frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{2} (\ln 10) \sigma^2} = 10^{\frac{n-1}{n} (1.151293) \sigma^2} \cdot \log y$$

n : 資料の数、ただし n が大であれば $n-1/n$ は省略してもよい。

上式に本例の資料を代入すれば

$$\mu = (1.151293) (0.11501843)^2 = 0.015231$$

ここで $\sigma=0.11501843$ は第39表の標準誤差から。

よつて $\mu=0.015231$ の真数 1.0357 が求むる修正係数で、すなわち推定値 $\hat{Y}$ を 3.57% だけ修正して使用する。

〔ii〕玉切鋸断基礎時間表

玉切りをするときの動作を分解すると大体次の3とおりに大別される。

①普通切…作業動作についての説明は要素作業分解定義表参照

②廻し切… “ “ “

③合せ切… “ “ “

時によつては、この3とおりの方法にそれぞれ引き落とし時間というものが入つて玉切は完了する。ここの玉切鋸断基礎時間とは、純然たる上記3とおりの動作による鋸断時間だけで、引き落とし時間について

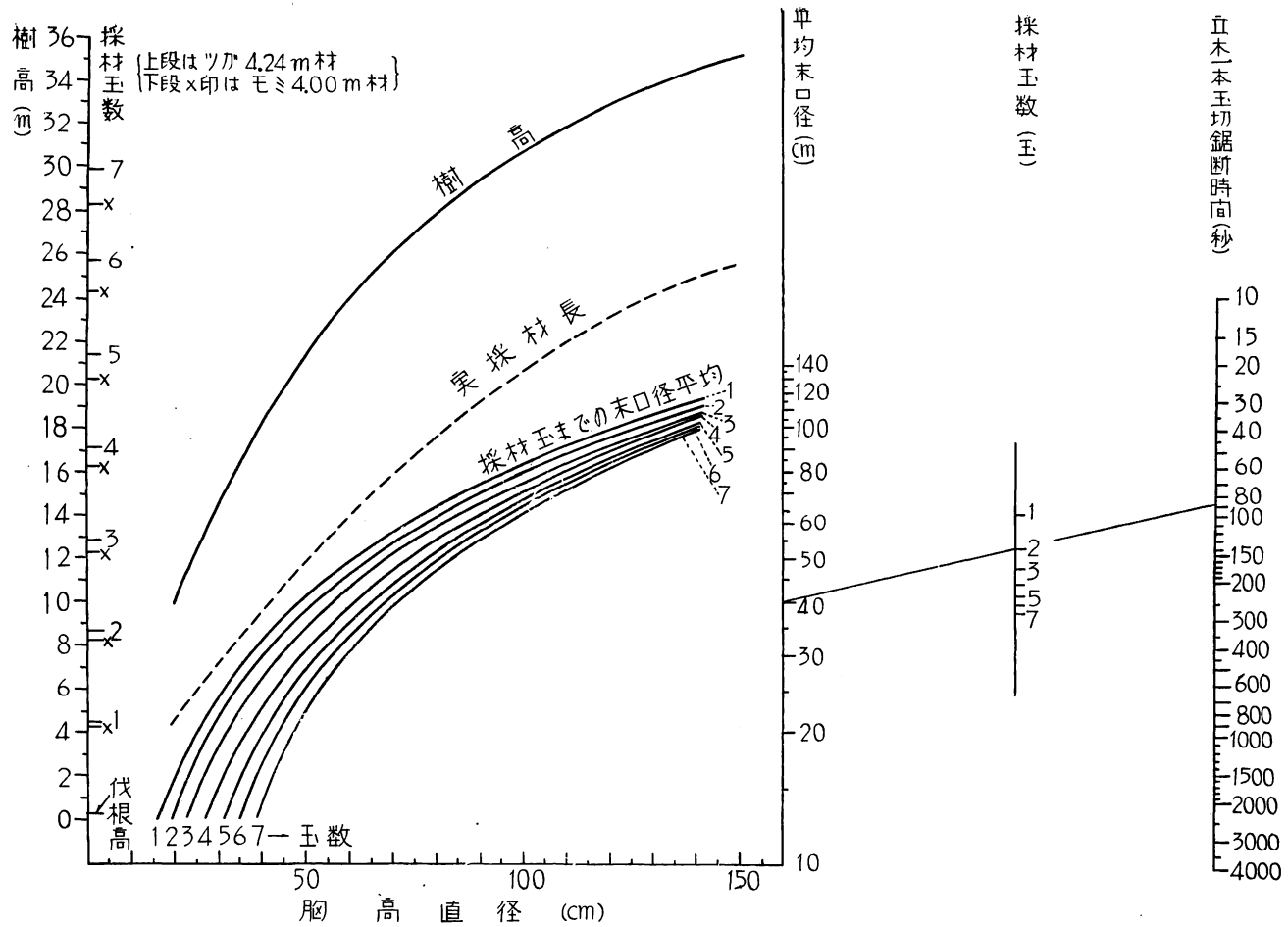
第42表 玉切鋸断基礎時間表

末口径 (cm)	材 玉 数						
	1	2	3	4	5	6	7
16	9.2 ^秒	18.4	27.0	37.8	46.6	55.1	64.3
20	13.5	27.1	40.6	54.1	67.6	81.2	94.7
24	18.5	37.1	55.6	74.1	92.6	111.2	129.7
28	24.2	48.4	72.5	96.7	120.9	145.1	169.3
32	30.5	60.9	91.4	121.9	152.3	182.8	213.3
36	37.3	74.7	112.0	149.4	186.7	224.1	261.4
40	44.8	89.6	134.4	179.2	224.0	268.8	313.7
44	52.8	105.5	158.3	211.1	263.8	316.6	369.4
48	61.4	122.8	184.2	245.7	307.1	368.5	429.9
52	70.5	141.1	211.6	282.1	352.6	423.2	493.7
56	80.2	160.3	240.5	320.6	400.8	481.0	561.1
60	90.3	180.6	270.9	361.3	451.6	541.9	632.2
64	101.0	202.0	303.0	404.0	505.0	606.0	707.0
68	112.2	224.4	336.6	448.8	561.0	673.2	785.4
72	123.8	247.8	371.4	495.2	618.9	742.7	866.5
76	135.9	271.8	407.7	543.7	679.6	815.5	951.4
80	148.5	297.0	445.6	594.1	742.6	891.1	1039.6
84	161.6	323.2	484.8	646.4	808.0	969.6	1131.2
88	175.1	350.3	525.4	700.5	875.6	1050.8	1225.9
92	189.1	378.2	567.4	756.5	945.6	1134.7	1323.8
96	203.5	407.1	610.7	814.2	1017.8	1221.3	1424.9
100	218.4	436.9	655.3	873.8	1092.2	1310.6	1529.1
104	233.8	467.5	701.3	935.0	1168.8	1402.5	1636.3
108	249.5	499.0	748.6	998.1	1247.6	1497.1	1746.7
112	265.7	531.5	797.2	1062.9	1328.7	1594.4	1860.1
116	282.3	564.7	847.0	1129.4	1411.7	1694.5	1976.4
120	299.4	598.8	898.1	1197.5	1496.9	1796.3	2095.7
124	316.0	631.9	947.9	1263.8	1579.8	1895.7	2211.7
128	334.7	669.5	1004.2	1338.9	1673.4	2008.4	2343.1
132	353.0	706.0	1059.0	1412.0	1765.0	2118.1	2471.1
136	371.7	743.3	1115.1	1486.9	1858.6	2230.3	2602.0
140	390.8	781.6	1172.4	1563.2	1954.1	2344.9	2735.7
144	410.3	820.7	1231.0	1641.3	2051.6	2461.9	2872.3
148	430.2	860.4	1290.6	1720.8	2151.1	2581.3	3011.5

$$\log \hat{Y} = 1.728827 \log X - 1.133552$$

Y : 玉切鋸断時間 (秒), X : 末口径 (長径短径平均)

過小推定の修正係数 $\mu=1.0357$



第59図 単木1本の玉切鋸断時間を求める図表

ては後ほど別枠で割増時間として加味される。

〔iii〕立木1本に対する標準時間の求め方

前述の過程を総合すると、玉切鋸断時間の基礎時間は末口径と技能度の違い以外に見当たらない。立木1本に結びつける場合は、胸高直径と樹高だけを考慮に入れておけばよい。これらのことを総合して1図にまとめると第59図が得られる。

例えば、胸高直径60cmの立木があつたとする。実採材長の曲線を左端Y軸の内側の目盛を読むと3玉採材できる。そのときの3玉までとつたときの末口径の平均は、末口径平均曲線の3の曲線を右にたどると、末口径平均の長さを表わす第2の縦軸目盛で約44cmが得られる。それをさらに右の第3の縦軸、採材玉数に定規を当てて、第4の縦軸に当たつたところに立木1本として玉切鋸断時間（秒）が得られる。

第1のY軸内側の目盛は常に規定材長（ツガ4.24m、モミ4.00m）を採材することを前提としているが、規定材長の1/2Lにとつたときは、末口径平均曲線も次の玉までの中間点を拾えばよい。

(2) 引落し

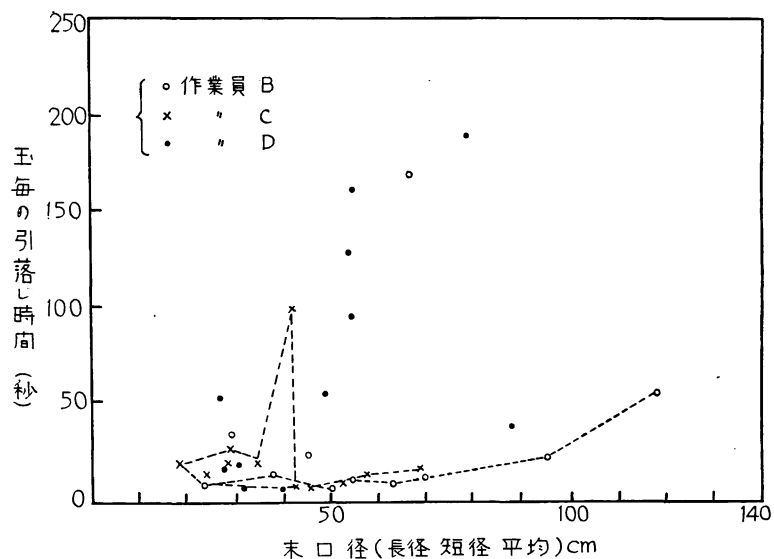
類 型	割増	纏り 単位	玉切 玉切	要素	引落し
-----	----	----------	----------	----	-----

定義 引落し時間とは、チェーンソーで最初の玉切を行なつた後、切断部が残りが少なくなつて、切離後鋸がはさまれるか、身の危険を予知したとき、足場を再確認後、機械の歯先部であらためて切離するか、または道具を取り替えて手鋸で引落す時間。

〔I〕引落し時間と条件との分析

1) 末口径との関係

引落し時間が材の大きさに影響されると想定し、末口径（長径短径の平均）との関係について図示した（第60図）。作業員Bは○印、作業員Cは×印、作業員Dは・印をもつて示す。作業員B、Cはほとんど



第60図 引落し時間と末口径

横に水平で末口径との関係は見い出せない。作業員Dはチラバリが大きく、無論相関は考えられない。全体を込みにしても相関性は認められない。

2) 傾斜との関係

斜面傾斜各玉ごとの傾斜および伐倒木の傾斜をとつたときのそれぞれ相関図を作つたが、いずれも点は直角三角形 Δ の形に散在し、高度の相関があるとは認められない。一応念のため相関係数を算出すると、

斜面傾斜と引落し時間との相関係数 $0.2265 \quad n=41$

各玉ごとの傾斜と $// \quad -0.3803^* \quad n=42$

伐倒木の傾斜と $// \quad 0.2814 \quad n=42$

相関係数の有意水準表と比較すれば、各玉ごとの傾斜だけが5%水準で有意になる。よつて最小自乗法を用い回帰式を設定し、このときの回帰式の誤差率を算出すると、誤差率284.2%と、驚くほどの大きな値を示し、とても回帰式からの推定値を算出するわけにはゆかない。

また、末口径を変数 X_1 、各玉ごとの傾斜を変数 X_2 とし変量に引落し時間をもつてきて重回帰分析を行なつたが、重相関係数は無意、回帰係数の有意性検定における t の値も小さく、重回帰の設計としても条件による影響は見い出せない。

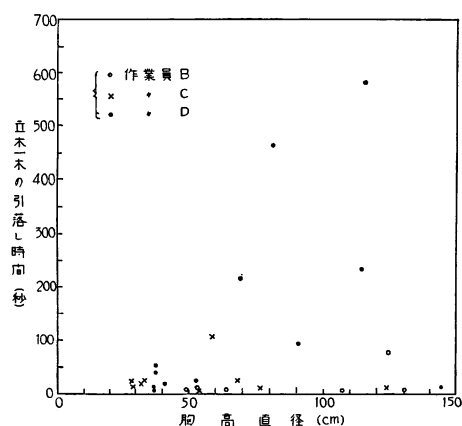
重相関係数 $R=0.3190 \cdots N=34, m=3$ このときの R の有意水準は $0.426=P_{(0.05)}$

回帰係数 $b_1=0.176602 \quad b_2=-0.306673$

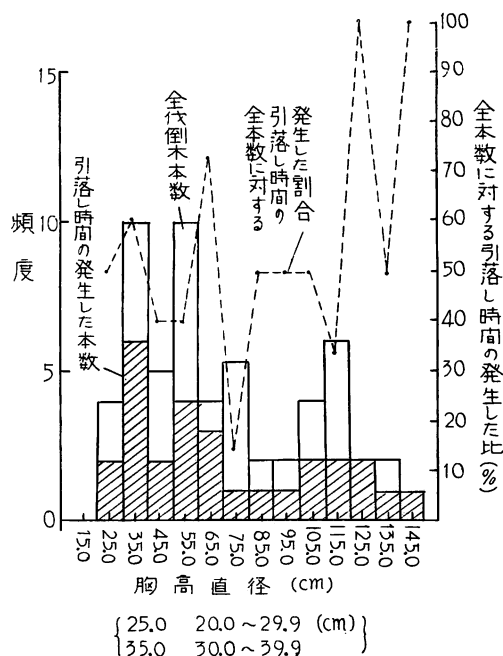
回帰係数の有意性の検定 $t_{b1}=1.2615 \quad t_{b2}=1.2249$ このときの $t_{31(0.05)}=2.042$

3) 胸高直径との関係

1玉の材の大きさによつて影響を受けるのではなく、立木1本としての大きさによつて影響を受けるのだらうと考え、胸高直径をとつて引落し時間との関係をみたのが第61図である。やはり作業員B、Cはあ一定の高さで底に低くチラバリ、作業員Dだけが異常なチラバリ方をしている。全体を込みにしても相関性は認められない。



第61図 立木1本の引落し時間と胸高直径



第62図 引落し時間の発生した比

4) 引落しの発生率

引落し時間は毎回発生ではなく、ときどき発生している。その発生の度合が、胸高直径の細い方では比較的僅小で、胸高直径の大なる方では必らず発生しているかも知れない。このために第62図を画いた。

しかし、胸高直径が大になれば、必らず引落し時間が発生するとはいえない。すなわち、頻数分布の度数の棒が黒い斜線で全部塗りつぶされていない。ただ胸高直径125cmと145cmでは全伐倒木本数に対して100%の発生であるが、145cmの階級では全伐倒木本数がわずか1本、125cmでは同じく1本しか伐倒していないので、はからずも全本数に引落し時間が入った恰好になった。そうすると胸高直径の大なる方では、胸高直径の小なる方より引落し時間が余計に混入するとはかぎらない。一応 χ^2 検定にかけてそのへんのことを明確にしておく。胸高直径の中間点が75.0cmであるから、 ~ 75.0 と $85.0\sim$ とに2分して発生に差があるかどうかをみる。

第43表 全本数に対する引落し時間の発生割合が胸高直径の大なる方と小なる方とで差があるか否かの χ^2 検定

	胸高直径 75.0 以下	胸高直径 85.0 以上	計
引落し時間の出てこない本数	22 (55)	9 (47)	31 (53)
引落し時間の発生した本数	18 (45)	10 (53)	28 (47)
全 伐 倒 本 数	40 (100)	19 (100)	59 (100)

χ^2 検定するために用いた公式

$$\chi^2 = \frac{N (AD - BC)^2}{(A+B) (C+D) (B+D) (A+C)}$$

ここで $A=22$, $B=18$, $C=19$, $D=10$, $N=\sum fe=59$

$$\text{よつて } \chi_0^2 = \frac{59(22 \times 10 - 18 \times 9)^2}{(22+18)(19+10)(18+10)(22+19)} = \frac{198,476}{659,680} = 0.301$$

$$d.f. = (2-1)(2-1) = 1 \quad \chi_{0.50}^2 = 0.455 \quad P(\chi^2 > \chi_0^2) > 0.50$$

∴胸高直径の大きい方と小さい方とで引落し時間の発生する比率に全くといつてよいほど差は認められない。

5) 引落し時間の入る本数割合が個人間では差があるか。

	作業員B	作業員C	作業員D	計
引落し時間の出てこない本数	16 (70)	5 (36)	10 (45)	31 (52)
引落し時間の発生した本数	7 (30)	9 (64)	12 (55)	28 (48)
伐 倒 本 数 計	23(100)	14(100)	22(100)	59(100)

玉切鋸断時間で説明したとおり、作業員Bは技能評価中の上、作業員Cは同中、作業員Dは同下であつた。作業員の技能度は玉切鋸断時間に差があつたばかりでなく、引落し時間が混入する割合にも差がでてきたようである。すなわち、技能度中の上では個人の伐倒本数23本中引落し時間の入つた本数はわずか7本で、その比率30%であるに対して、技能度中または下になると引落し時間の発生した本数の割合は64%または55%であつた。

技能度の上位と下位とでは発生割合に差があるようであるが、いずれも個人の伐倒本数が少なく、今の倍位の本数が観測されたときにそういう統計的な判定を結論づけることにしよう。現段階では平均の48%という値を使つておくことにしよう。

〔ii〕 発 生 率

全玉数 223

引落しの発生した個数 42 発生率は全作業員を込みにしてみる。

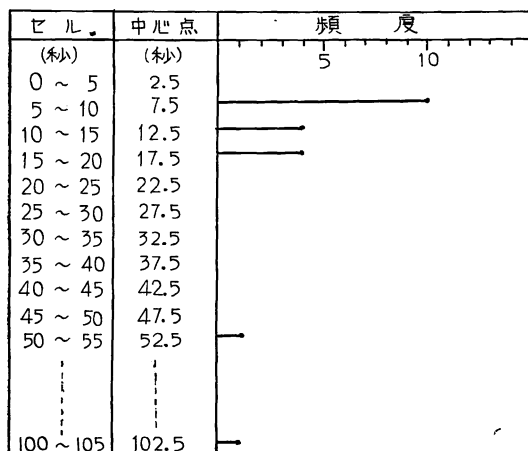
発生率 18.9%≒20%として適用。

〔iii〕 類型区分判定

単位	要素作業	条 件	判 定
玉切	引落し	末口径の大きさ	関係なし
		斜面傾斜	関係なし
		各玉ごとの傾斜	関係なし
		伐倒木の傾斜	関係なし
		胸高直径	関係なし
		末口径と玉ごとの傾斜の3変量	関係なし

“不規則に発生して、発生する場合は条件に関係なく一定した時間”と見なし、計算ルールに従い85%～5%だから割増時間に類型区分する。

〔iv〕 引落しの基本時間と標準時間



条件との関係が見い出せないので頻度分布に表わしたが、 N が少ないために分布の形が不明である。

作業の実際時間は離散分布になるということをも前提としても、これだけの少ない資料をもつてしては M_0 もつかめない。よつて算術平均値から基本時間を求めておく。

作業員 B, C の和 360 平 均 値 17.1 秒
 “ の N 21
 1 玉当たり標準時間は、 $17.1 \text{ 秒} \times 0.20 = 3.42 \text{ 秒}$ になると。

第 63 図 引落し時間の頻度分布図(作業員 B, C の資料)

(3) 段 取

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	段取
		単 位	玉 切		

〔i〕 段取時間と条件との分析

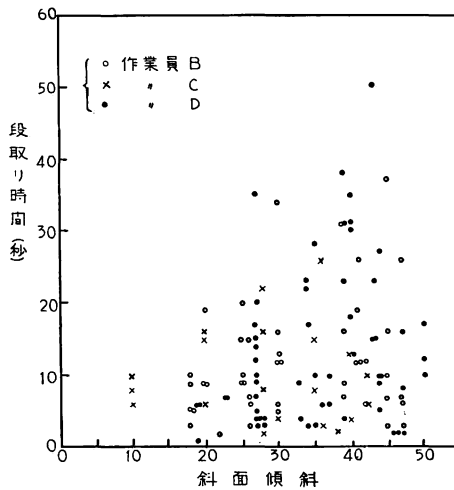
1) 1 玉ごとの時間を 1 個の標本として扱ったときの条件との関係

段取時間を Y 軸に、材の末口径 (短径)、斜面傾斜、伐倒木の傾斜、玉ごとの傾斜をそれぞれ X 軸にとつてグラフにプロットし、その一部を示したのが第 64 図、第 65 図である。このときの相関係数を算出し、1 表にまとめたのが第 44 表である。

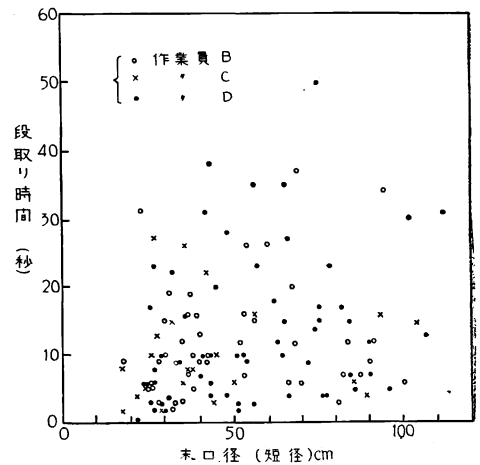
単相関係数末口径および斜面傾斜が 5% の有意水準にあるから、末口径、斜面傾斜を 2 個の独立変数とし、従属変数に段取時間をとつて重回帰分析を行なつた。結果は、重回帰全体としての重相関係数 R は

第44表 玉ごとの段取時間を1個の標本として扱ったときの条件との相関係数

変数 変 量	末 口 径	斜 面 傾 斜	伐倒木の傾斜	玉ごとの傾斜	備 考
標 本 数 N	125	123	125	125	元の全数は129
段取り時間	0.2140*	0.2042*	0.0531	0.0125	



第64図 段取時間と斜面傾斜



第65図 段取時間と末口径

0.2860で1%以下の危険率で有意となったから、これからの回帰係数を設定し、そのときの回帰係数の有意を検定すると b_1, b_2 とも t の値は5%以下の危険率で有意になった。したがって、この回帰式の適合度としての標本の誤差率を算出すれば $f=144.2\%$ (95%信頼度) で非常に大きな値を示し、標準誤差の、いいかえれば標本のバラツキの大きいことを示している（第64図、第65図はこのことを明らかに示している）。もし、本重回帰方程式で段取時間を推定したときには、その推定値には $\pm 13.0\%$ の大きな誤差を含むことになって、推定式としては思わしくない。

段取時間を Y に、末口径を X_1 、斜面傾斜を X_2 としたときの重回帰分析過程

$$N=123 \quad m=3$$

$$Sx^2=11495.967480 \quad Sx_1x_2=3782.813008 \quad Sx_1y=2283.317073$$

$$Sx_2^2=69563.674797 \quad Sx_2y=6157.073171$$

$$Sy^2=10781.658537$$

$$b_1=0.172564 \quad b_2=0.079258$$

$$1) \quad S\hat{y}^2=b_1Sx_1y+b_2Sx_2y=882.016318$$

$$2) \quad Sdy_{12}^2=Sy^2-S\hat{y}^2=9899.642219$$

$$3) \quad Sy_{12}^2=Sdy_{12}^2/(123-3)=82.4970185$$

$$4) \quad Sy_{12}=9.082787$$

$$R=\sqrt{S\hat{y}^2/Sy^2}=0.2860^{**}$$

回帰係数の有意性

$$t_{b1} = b_1 / Sy_{.12} \sqrt{C_{11}} = 2019^*$$

$$t_{b2} = b_2 / Sy_{.12} \sqrt{C_{22}} = 2.279^*$$

林分の誤差率

$$\epsilon = f / \sqrt{N} = 0.130(\%)$$

2) 立木 1 本ごとの時間を 1 個の標本として扱ったときの条件との関係

立木 1 本内における各玉ごとの時間を合計して、この段取時間と胸高直径、立木 1 本内の玉数、斜面傾斜、伐倒木の傾斜との関係を見たのが第 45 表である。

第 45 表 立木 1 本の段取時間を 1 個の標本として扱ったときの条件との相関係数

変数 数量		胸 高 直 径	玉 数	斜 面 傾 斜	伐倒木の傾斜
立木 1 本の 段取時間	標 本 数 N	50	50	50	50
	相 関 係 数 r	0.5872**	0.5269**	0.3656**	-0.0937
	標 準 誤 差 $Sy \cdot x$	22,414.191	23,534.714	25,774.286	
	標本誤差率 %	170.5	179.0	196.1	

上記第 44 表と比較すれば、立木 1 本としてまとめた方がいずれも零次の相関は高い値を示し、条件胸高直径、玉数、斜面傾斜は 1 % 以下の危険率で有意水準にある。したがって、このときの回帰直線を想定し標本の誤差率を算出すると異常に高い値を示し、どれも直線回帰式の適合度は良くない。

ここで零次の相関係数の高い、胸高直径を X_1 、玉数を X_2 、斜面傾斜を X_3 として立木 1 本の段取時間 Y との重回帰分析を行なうと次のとおりである。

$$N=50 \quad m=4$$

$$b_1=34.455336 \quad b_2=1.106794 \quad b_3=0.261003$$

$$1) \quad S\hat{y}^2 = b_1 Sx_{1y} + b_2 Sx_{2y} + b_3 Sx_{3y} = 13316.342334$$

$$2) \quad Sdy_{.123}^2 = Sy^2 - S\hat{y}^2 = 23.489837666$$

$$3) \quad Sy_{.123}^2 = Sdy_{.123}^2 / (N - m) = 510.648645$$

$$4) \quad Sy_{.123} = 22.597536$$

$$5) \quad R = \sqrt{S\hat{y}^2 / Sy^2} = 0.6015^{**}$$

回帰係数の有意性の検定

$$t_{b1} = b_1 / Sb_1 = 34.455336 / 15.607485 = 2.208^{**} \dots \{t_{46(0.05)} = 2.005\}$$

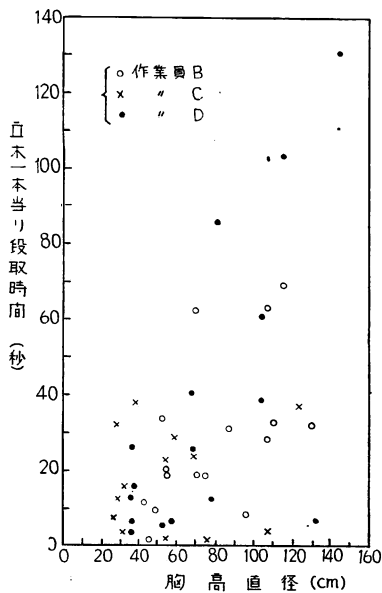
$$t_{b2} = b_2 / Sb_2 = 1.106794 / 3.135273 = 0.353$$

$$t_{b3} = b_3 / Sb_3 = 0.261003 / 0.280435 = 0.931$$

偏相関係数

$$ry_{1.23} = 0.3095^* \quad ry_{2.13} = 0.0516 \quad ry_{3.12} = 0.1367$$

変数に 3 個をとって重回帰としても Y の回帰によって説明されるのは胸高直径だけである（回帰係数の有意性、偏相関係数の有意水準とも 5 % の危険率を越えるのは b_1 だけ）。他の条件は $P > t = 0.50$ であるから有意でない変数を削除すると、もとの直線回帰になつてしまう。しかし、このときの回帰式の誤差率は 170.5 % で非常にあてはまりが悪い。第 66 図は胸高直径と立木 1 本当たり段取時間との相関図で、点のチラパリの大きいことが分かる。立木 1 本にまとめたときの相関係数が、玉ごとの標本のときより高く



第66図 立木1本の段取時間と胸高直径

なつたのも、僅か3点ばかりが第一の象限に表われたために起こつた現象のようだ。図を見ても、また回帰式の誤差率からいっても、回帰式から標準時間を推定することは思わしくない。

〔ii〕段取の発生率

段取りとは足場の位置を定め、測尺目印を確かめ、鋸を当てる時間だから必ず全玉切に発生するわけである。しかし、時間観測上はきわめて短時間（1回が3秒以下）的のものは観測されない場合もあるし、また段取りが歩行作業などと同時的に行なわれた場合は、段取りの観測値として上つていない場合がある。实际的にどれほどだつたか見ると

全玉数 223 実際観測し得た数 129

発生率 57.8% ≒ 60% として適用

〔iii〕類型区分

発生率；毎回起こることが原則。ただし、観測記録できたのは全体の58%であつた。

類型判定；たまたま条件との関係があるかに見えたのも、それ

	条 件	判 定
1玉を1個の標本として扱つたとき	末 口 径	相関わずかに認められるもYによつて説明される寄与率はわずか5%である。
	斜 面 傾 斜	“ “ “ 4% である。
	伐倒木の傾斜	関係なし
	玉ごとの傾斜	関係なし
立木1本を1個の標本として扱つたとき	末口径と斜面傾斜の変数2	重相関係数、回帰係数とも有意だが、回帰式の推定値は誤差率が大き過ぎて標準時間推定式としては思わしくない。
	胸 高 直 径	相関は高度の有意水準にあるがYによつて説明される寄与率は34%である。直線回帰としたときの回帰式の誤差率が大き過ぎる。
	玉 数	相関は高度の有意水準にあるもYによつて説明される寄与率は28%である。直線回帰としたときの回帰式の誤差率が大き過ぎる。
	斜 面 傾 斜	相関は高度に有意水準にあるもYによつて説明される寄与率は13%である。直線回帰としたときの回帰式の誤差率が大き過ぎる。
	伐倒木の傾斜 変数3（胸高直径、玉数、斜面傾斜）	関係なし。 重相関係数は有意水準にあるも、回帰係数、偏相関係数は、胸高直径の因子だけが有意、結局胸高直径との一次回帰になる。

は偶然の現象として取り上げるにはこと足らない。条件に関係なく発生率85%～5%の間にあるから、割増時間に類型区分する。

〔iv〕頻度からの段取基本時間および標準時間の決定

段取時間は条件として測定された以外に段取時間を左右する多くのファクタがあつてそれらの計算は困難である。幸いに第64図、第65図は段取時間がY軸に対して一様にチラバリ、1つの群をなしているの

で頻度分布図を画くことができる。

その前に作業員間に段取時間のとり方に差があるかどうか、平均値の差を検定しておく。

	Y_1	Y_2	Y_3	T
	(作業員 B)	(作業員 C)	(作業員 D)	(計)
$\sum Y_i$	528	790	790	1,550
$\sum Y_{ij}^2$	9,308	3,594	17,368	30,270
n	44	22	59	125

修正項 $CF = T^2/N = 19220.0$

全変動 $S = \sum y^2_{ij} - CF = 11050.0$

級 間 $S_A = Y_1^2/n_1 + Y_2^2/n_2 + Y_3^2/n_3 - CF = 140.5116$

級 内 $S_E = S - S_A = 10909.4884$

自由度 $\phi = N - 1 = 125 - 1 = 124$

$\phi_A = K - 1 = 3 - 1 = 2$

$\phi_E = \phi - \phi_A = 122$

分 散 分 析 表

要 因	SS	d.f.	V	F_0
級 間	140.5116	2	70.2558	0.786
級 内	10909.4884	122	89.4220	
全 体	11050.0000	124		

したがって、作業員間にはカタヨリがない。

第 46 表 段取時間の頻度分布表

範 囲	中心点 X	f	fX	X^2	fX^2
0～5	2.5	24		6.25	
5～10	7.5	37		56.25	
10～15	12.5	22		156.25	
15～20	17.5	19		306.25	
20～25	22.5	7		506.25	
25～30	27.5	6		756.25	
30～35	32.5	5		1056.25	
35～40	37.5	4		1406.25	
40～45	42.5	0		1806.25	
45～50	47.5	0		2256.25	
50～55	52.5	1		2756.25	
計		125 = N	1632.5 = $\sum fX$		33231.25 = $\sum fX^2$

(ここで、例えば 5～10 の階級で、上位の 10 は含まれない)

$$\bar{X} = \sum fX / N = 13.01$$

$$Sx^2 = \sum fX^2 - (\sum fX)^2 / N = 11910.80$$

$$s^2 = Sx^2 / (n - 1) = 96.0548$$

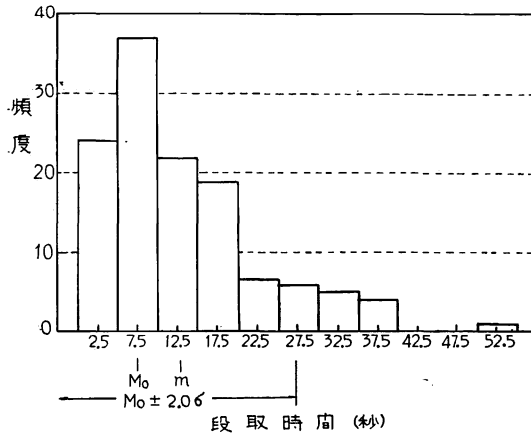
$$s = 9.8009$$

$Mode=7.5$

$$M_0 \pm 2.0\sigma = 7.5 \pm 2.0(9.8008) = 27.1 \sim 0$$

$M_0 \pm 2.0\sigma$ より実際外れた観測個数 11個

観測個数の含まれる割合 $100 - (11/125 \times 100) = 91.2\%$



第 67 図 段取時間の頻度分布

第 67 図は明らかに歪みをもち、むしろ離散分布型になっている。よつて平均値 m でなく、 $Mode$ をとつて段取時間の基本時間とする。幅は $M_0 \pm 2.0\sigma$ とする。

現今の時間分析技術をもつてしては、これ以上段取時間が記録されるとは考えられないから、1玉当たりの平均段取標準時間は

$$7.5(\text{秒}) \times 0.60 = 4.5 \text{秒}$$

すなわち、1回の段取時間が観測されるときは7.5秒が最もよく現われ、時には27.1秒まで起こる、1日の作業の中で1玉平均としての段取標準時間は4.5秒である。

(4) 足場作り

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要 素	足場作り
		単 位	玉 切		

〔Ⅰ〕足場作り時間と条件との関係

足場作り時間は、玉切りに際して足場のボサ切り、片づけ、足場くみ（材料採取も含む）などの作業時間であるから、地形の状態によつてどうにも変わる不安定な性質である。よつて、観測資料も大部バラツクのものと想定したが、実はそれほどでもなかった。全体の群から異常に飛び離れた3点があつたが、これは異常値として取り除いてある。

因 子	標 本 数 N	相 関 係 数 r
足場作り時間と斜面傾斜	37	0.0680
〃 末口径（短径）	40	0.0861
〃 玉ごとの傾斜	40	0.1021

相関係数は問題にならない。観測値は2秒から41秒までの間にバラツいているということは、今回測定した以外の条件、例えば植生の状態、植生の量、枝条の量、地表面の状態……などが足場作り時間を左右しているものであろう。しかし、それら条件は計量困難なので実際的には、この多くのファクタが混絡して現われたものであると決めつけておくしかない。

〔Ⅱ〕足場作りの発生率

全玉個数 223 実際発生した個数 43

発 生 率 $19.3\% \approx 20\%$ として適用

〔Ⅲ〕類型区分

単位	要素作業	条件	判定
玉 切	足場作り	斜 面 傾 斜	関係なし
		末口径(短径)	関係なし
		玉ごとの傾斜	関係なし

その他の条件としての例えば、植生の状態、地表面の状態、植生の量、枝条の量等は測定困難、不規則に発生して、発生する場合でも条件に関係ない。発生割合は 19%，計算ルールに従い発生率 85%～5% だから割増時間に類型される。

〔Ⅳ〕足場作りの基本時間と標準時間の決定

相関図から足場作り時間に、作業員の間にカタヨリはないようであるから、いきなり一緒にした頻度分布図を画く。

第 47 表 足場作り時間の頻度の分布表

セル No.	範 囲	中 心 点 $\bar{X}$	頻 度 f	fX	X^2	fX^2
1	0 ～ 5	2.5	11		6.25	
2	5 ～ 10	7.5	10		56.25	
3	10 ～ 15	12.5	6		156.25	
4	15 ～ 20	17.5	5		306.25	
5	20 ～ 25	22.5	4		506.25	
6	25 ～ 30	27.5	2		756.25	
7	30 ～ 35	32.5	1		1056.25	
8	35 ～ 40	37.5	0		0	
9	40 ～ 45	42.5	1		1,806.25	
計			40 = N	485.0 = $\sum fX$		9,500.0 = $\sum fX^2$

$$\bar{X} = \sum fX / N = 12.12$$

$$Sx^2 = \sum fX^2 - (\sum fX)^2 / N = 9500 - (485.0)^2 / 40 = 3619.3750$$

$$s^2 = Sx^2 / (n - 1) = 92.8045$$

$$s = 9.6335$$

$$m \pm 2\sigma = 12.12 \pm 2(9.6335) = 31.387 \sim 0$$

頻度分布図は離散分布で、ポアソン分布のような形をしている。しかし、もつと資料数を増すか（実際分布判定をするには N が 40 くらいでは足りない）、級間をもつと狭くとなつてやれば、作業時間の代表的分布になつてくる。計算ルールに従い頻度分布からの基本時間を決定するには *Mode* をとるから、ここで *Mode* をとると $M_0 = 2.5$ になる。

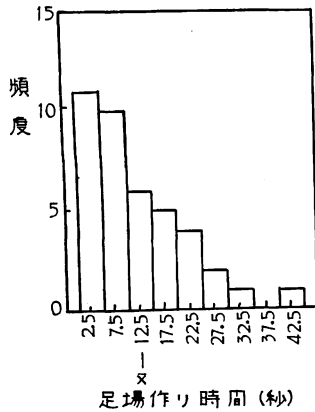
$$\text{よつて } M_0 \pm 2\sigma = 2.5 \pm 2(9.6335)$$

$$= 21.77 \sim 0$$

測定値で 21.77 秒から外れる個数は 6 個

$$2\sigma \text{ に含まれる割合は } 100 - (6/40 \times 100) = 85\%$$

しかし、85% は 1.5 σ ～ 2.0 σ の間に納まらない。そうすると、いくら作業が熟練しても平均値が 2.5 秒に近よることはない判定しよう。



計算ルールで $M_0 \pm 2\sigma$ をとつて、86.6~95.4% までに納まらないときは $\bar{X}$ をとることになっているから、足場作りの基本時間は頻度分布図の $\bar{X}$ をとる。

$$\bar{X} = 12.12$$

よつて限界の幅は

$$m \pm 2\sigma = 12.12 \pm 2(9.6335) = 31.4 \sim 0$$

1 玉平均の足場作り標準時間は

$$12.12 \times 0.20 = 2.42 \text{ 秒}$$

足場作り時間は発生するときは 1 回の時間が 12 秒くらいであるが、

1 玉平均すると 2.42 秒である。

第68図 足場作り時間の頻度分布

(5) 位置替

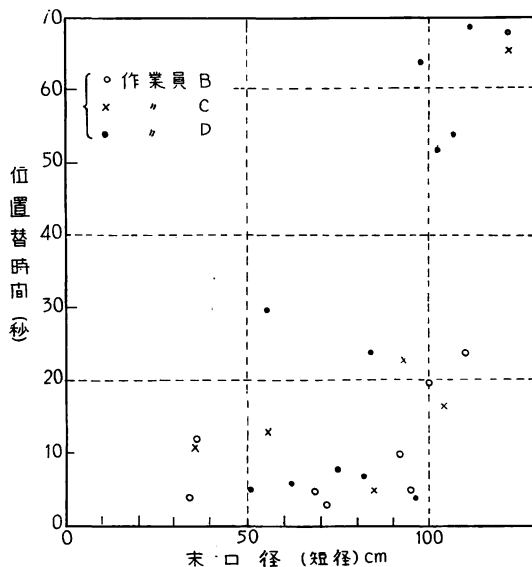
類 型	割 増	纏 り 単 位	玉 切 玉 切	要素	位置替
-----	-----	------------	------------	----	-----

〔I〕位置替時間と条件との分析

位置替の発生するのは第1番目に材の大きさである。したがつて、位置替時間と末口径を、その他斜面

第48表 位置替時間と条件因子との相関係数

条 件 因 子	標 本 N	相 関 係 数 r	回 帰 係 数 b	回帰係数の有意性 t_b	誤 差 f	率
位置替時間と末口径(短径)	24	0.5204**	0.4257	2.859**	182.3	
〃 と 斜 面 傾 斜	24	0.0690				
〃 と 玉 ご と の 傾 斜	24	0.1473				



第69図 位置替時間と末口径

傾斜、玉ごとの斜面傾斜などについても調べた。相関図は第69図に一部を示す。相関係数は第48表のとおり。

位置替時間と条件末口径だけが、相関係数 r 、回帰係数 b とも危険率 1% 以下の有意水準にあり、回帰は有意であると結論される。しかし、回帰式の誤差率は、182.3% もの高い値を示し、如何にデータのバラツキが大きいことを示している。第69図はこのことをよく示している。また、回帰係数が有意だとしてこのまま、直線式を設定したとしよう。末口径 50cm 以下ではおそらくマイナスの時間値が出てくるはずである。このこと 1 つをとつても末口径が必ずしも位置替時間の全部を

代表していないことが分かる。末口径と傾斜の 2 つの条件を同時に変数にとつて重回帰分析を試みれば誤差率は若干低下するかも知れない。しかし、今は何としても標本数 N が 24 ではたとえそうしたとしても、統計的面からの結論とするには事足りない。

第 69 図は作業員別に色分けしなければ、指数曲線として取り扱つた方がよい。同じ末口径 100cm 以上で位置替時間の高い値をとるのは、作業員 D だけである。およそ作業員 B, C の 3 倍の値である。かくすれば、図全体の点のチラバリから指数曲線を当てはめたとしても、作業員 1 人の異常な 2, 3 点によつてのみ引かれた結果となりふさわしくない。これは異常値として取り除くべきであらう。今異常値として上位値の 4 点を除くと相関係数は $r=0.2539$ となり、もはや相関は存在しなくなる。異常値として取り除かれた 4 点はいずれも技能度下の作業員である。技能度下なる作業員を対象にした標準時間を設定することは標準資料法の意義が薄れるので思わしくなく、本来なら作業員 D の資料は全部オミットして時間値を決定すべきであるが、得られた資料数が少ないので、異常値だけを除いた残り資料を使つておく。

〔Ⅱ〕位置替の発生率

位置替とは材の一方側からだけで切断が不都合のとき、材をまたぎ材の向う側から切断するため位置を替える時間である。223 玉の鋸断において普通切りが 122 玉、廻し切りが 41 玉、合せ切りが 60 玉となつており、そのうち位置変が発生したのは普通切りで 10 玉、8.2%、廻し切りで 12 玉、29.3%、合せ切り 1 玉で 1.7% となつている。合せ切りは主に径級が小さい時に応々にして用いられる方法であり、廻し切りは径級の大きい時に用いられている点から考えても、材の大きい方で発生するものであるが、足場の傾斜とか材の倒れ方などによつて作業位置の関係から径級の小さい所でも発生する場合も考えられる。すなわち、第 69 図では 30cm 級からも発生しているので、一応、全部の資料を込みにして発生率を算出しておく。

全玉数 223 位置替の発生した個数 23 発生率 $10.3\% \approx 10\%$ として適用

〔Ⅲ〕類型区分

単位	要素作業	条件	判定
玉 切	位置替	末 口 径	関係なし
		斜面傾斜	"
		玉ごとの傾斜	"

よつて不規則に発生し、発生する場合でも条件に関係なく、発生率は 10% であるから割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕位置替の基本時間と標準時間

第 49 表 位置替時間の頻度分布表

セル No.	範 囲	中 心 X	頻 度 f	fX	X^2	fX^2
1	0 ~ 5	2.5	3		6.25	
2	5 ~ 10	7.5	7		56.25	
3	10 ~ 15	12.5	4		156.25	
4	15 ~ 20	17.5	1		306.25	
5	20 ~ 25	22.5	4		506.25	
6	25 ~ 30	27.5	0		756.25	
7	30 ~ 35	32.5	1		1,056.25	
計			20	250.0		4,425.00

$$\bar{X} = \sum fX / N = 12.50$$

$$Sx^2 = \sum fX^2 - (\sum fX)^2 / N = 1300.00$$

$$s^2 = Sx^2 / (n-1) = 68.421053$$

$$s = 8.2717$$

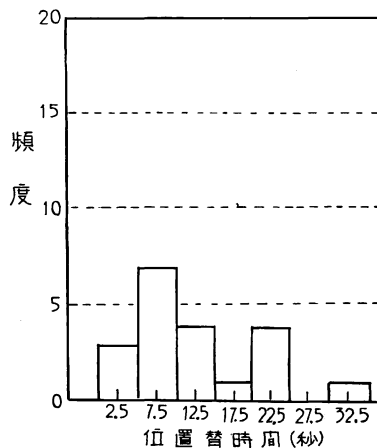
$$m \pm 2\sigma = 12.50 \pm 2(8.2717) = 29.04 \sim 0$$

標本数 N が少なく分布の形が明確でない。位置替の基本時間としては $\bar{X}$ を用いる。したがって、 $\bar{X} = 12.50$ 限界の幅は 29 秒までとなる。1 玉当たりの標準時間は

$$12.5 \text{ 秒} \times 0.10 = 1.25 \text{ 秒}$$

(6) クサビ打ち, クサビ抜き

類型	割増	纏り	玉切	要素	クサビ打ち	クサビ抜き
		単位	玉切			



第70図 位置替時間の頻度分布図

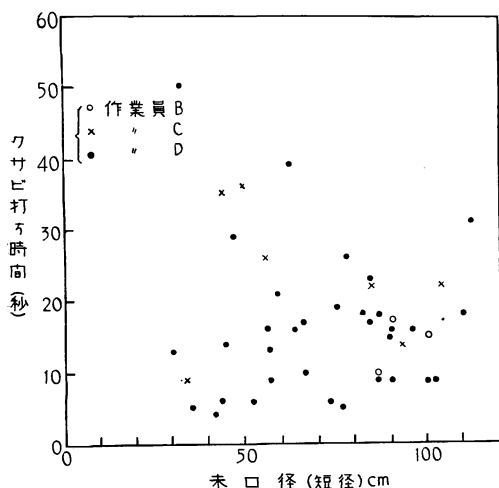
〔I〕クサビ打ち時間と条件との分析

まず最初にクサビ打ち作業についてだけ分析を進める。

クサビ打ち時間と条件, 末口径, 伐倒木の傾斜, 斜面傾斜, 玉ごとの傾斜のそれぞれについて先ず相関図（第71図）ならびに相関係数を調べた。

第50表 クサビ打ち時間とそれぞれ条件因子との相関係数

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	誤 差 率 f
クサビ打ち時間と末口径(短径)		43	-0.082			
"	伐倒木の斜面	43	0.7554**	0.6873	7.382**	78.4
"	斜 面 傾 斜	43	0.6822	24.915	5.974	87.5
"	玉ごとの傾斜	43	0.2622			



第71図 クサビ打ち時間と末口径

クサビ打ち時間は条件伐倒木の傾斜または斜面傾斜との間で関係がありそうだ。ありそうだということは, 3 人の作業員が木の大きさも傾斜も, また使用している機械などほぼ同一の条件に近い使い方をしているながら, 図でわかるように, クサビ打ち作業の現われてきているのは作業員 B が 3 点, 作業員 C が 7 点で, 残りの 33 点は作業員 C だけのものである。作業員ごとの総処理玉数に対するクサビ打ち作業の発生率を調べると

作業員	総処理玉数	クサビ打ち発生玉数	発生割合
B	101	3	3%
C	36	7	19%
D	86	33	38%

すなわち、技能度の違いによつてクサビ打ちの発生割合に非常に大きな差がある。技能度中の上は100玉を処理する間に僅か3回しかクサビというものを使わないのに、技能度下になると2玉か3玉目には必ず1回ずつの割合でクサビを使っている。なお、その内容を玉切方法別に見ると、クサビ使用は廻し切りに多く、発生割合は46.3%、普通切りが17.2%、合せ切りが5.0%となつており、合せ切りにおいては技能度下の者のみに発生している。廻し切りではBが7.7%、Cが42.8%、Dが71.4%、普通切りではBが3.7%、Cが20.0%、Dが30.6%となつており、この辺に技能度による作業に対する勘の働きというか敏しような行動とその判断力の差がこの結果をもたらすものではないかと考えられる。これらの点から見ても、作業への適性あるいは安全性ということについては一応別としても、技能度下になると上記のようなムダな時間が潜在しているのではないかと判断される。

したがつてクサビ打ちの条件との影響は、たとえば伐倒木の傾斜か、斜面傾斜に支配されそうだとするとそれは技能度下の作業員だけに適用すをことであつて、他の技能度の作業員ではそのような関係は導き出せない。その発生割合が2倍とか3倍というならともかくも、10倍以上もの差があるというのは本要素作業の特色であるかどうかは現在までのところ断言はできないが、多分に作業訓練の問題も含まれているのではないだろうか。すなわち、作業研究の立場から見れば、特に標準資料法の考え方においては標準作業方法を決定することになるので、このような個人差のなほはだしい要素作業については作業改善においては皆無にするかあるいは作業指導書または手順書を作り、それにより作業訓練を施して一定にしてゆく方策をとるべきであろう。したがつて、Dの作業員に訓練を施せば、発生率はBの作業員かもしくはCの作業員まで近づくわけである。

〔Ⅱ〕クサビ打ち、抜き作業の発生率

作業員B、Cを合わせて7%≒10%として適用、クサビ抜きはクサビ打ちと同じ発生率としてみる。

〔Ⅲ〕類型区分

作業員B、Cを対象として類型区分する。そのときは条件との関係は全く見いだせない。発生率はわずか7%である。計算ルールに従つて85~5%にあるから、割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕クサビ打ち、クサビ抜きの基本時間と標準時間

前述の理由から作業員Dの値を標準時間に取り入れるわけには行かない。技能度選定を中の被験者に求めたとしたら、おそらく作業員BとCの範囲に値が観測されるであろう。したがつて、ここでは標準時間の原則から外れるが、作業員BとCが平均を示すものとして、B、Cの値から基本時間を算出する。クサビ打ちが発生すれば、その後にはほとんど同時にクサビ抜きが発生する。よつて打ちと抜きを加えて基本時間を出す。クサビ打ち、クサビ抜きの基本時間=B、Cの打ち、抜きの時間計/B、Cの打ちの回数=

$$339/10=33.9秒$$

1玉当たりのクサビ打ち、クサビ抜きの平均時間は $33.9秒 \times 0.10 = 3.39秒$

(7) 転材確認

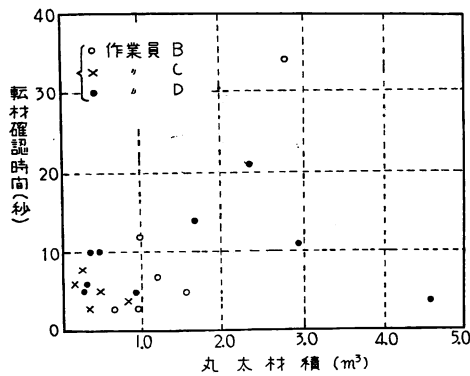
類 型	割 増	纏 り 玉 切		要素 転材確認
		単 位	王 切	

〔Ⅰ〕転材確認と条件との分析

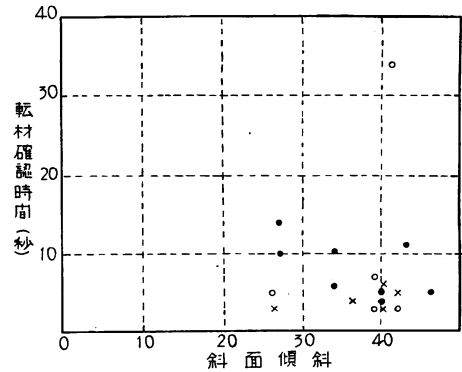
転材確認は条件に末口径（短径）、斜面傾斜、丸太材積を測定した。そのときの関係は第72図、第73

図に示す。3人の作業員にはそれぞれ同じような状態で発生している。全部一緒に纏め相関係数を算出すれば次のとおり。

条 件	因 子	相 関 係 数 r	標 本 数 N
転 材 確 認	と 末 口 徑 (短 徑)	0.4517*	20
"	と 斜 面 傾 斜	-0.2040	18
"	と 丸 太 材 積	0.4039	20



第72図 転材確認時間と末口径



第73図 転材確認時間と斜面傾斜

転材確認は末口径と関係がありそうだ。よつて回帰式を設定し、そのときの誤差率をみると163%，回帰係数の有意性検定の t の値は $t_b = 2.148$ で危険率5%をとれば仮説は棄却される $\{t_{18(0.05)} = 2.101\}$ 。第72図をみると、末口径70cmを越えたところではデータがわずか4点だけで点の傾向がつかめず、70cm以上のデータをもう少し収積しないと上記関係式の最後の判断は下せない。これだけの $(N=20)$ データをもつてしては転材確認は末口径と一番関係が深いのではないだろうかといえぬ。

転材確認とは鋸断して切離された材が傾斜の下側に向つて転び落ちるのを確視している時間だから、傾斜が緩い所では起こらない。第73図はそれをよく示しており、転材確認は傾斜 25° 以上の斜面地に起こる。それ以下の斜面地では起こらない。

〔Ⅱ〕転材確認の発生率

全体を対象にしたときは、

全玉数 223 転材確認の発生個数 20 発生率 9.0%

傾斜 25° 以上では

25°以上での対象個数 172 発生率 11.6%
" 発生個数 20

〔Ⅲ〕類型区分

全体を対象としてみようが、傾斜 25° 以上だけで調べてみようが、発生率はさほどの差は出てこなかった。ただ斜面傾斜 25° 以下では軽材確認時間は発生しない。

単位	要素	因子	判 定
玉 切	玉 切	末口径(短徑)	関係はあるらしい、資料数が少なくて判明しない
		斜 面 傾 斜	関係なし
		丸 太 材 積	関係があるという確かなことはいえない。

条件末口径との関係がこれだけの資料では明らかでないので、割増時間に類型区分する。将来は追加時間に変更されるかも知れない。

〔IV〕軽材確認の基本時間と標準時間

基本時間 = $\bar{X} = 8.80$ 秒

標準時間 = $8.80 \times 0.10 = 0.88$ 秒

転材確認の要素作業は“伐木造材作業基準”（昭和 35 年 1 月 20 日制定）によれば、転材のおそれあるときは作業前に何らかの処置を施すことになっており、作業基準を守つておれば発生しない要素作業である。調査時点において現地の作業員に聞いたところでは、この基準は知らなかった。すなわち、前項で述べた作業員訓練ということにおいては、われわれの調査したところにおいては欠けていたともいえるのではないだろうか。しかし、現実には転材確認の要素作業が発生しており、いずれにしても現実の作業に忠実であれば作業基準からは無い作業とはいえ否定することのできないものであり、また標準資料法においても今後の資料収集あるいは技術的な発展などを見合わせながら検討する要はあるかと考える。

(8) 玉切進行見

類型 (考えない)	纏	り	玉	切	要素	玉切進行見
	単	位	玉	切		

〔I〕玉切進行見と条件との分析

玉切進行見は条件に玉ごとの斜面傾斜および末口径をとつた。玉切進行見は 3 人の作業員におのおの発生しているが、標本数 N が総体でわずか 11 個、そして相関図は相関の確からしさを示していないから、回帰分析は行なわれない。

〔II〕玉切進行見の発生率

玉数 23 発生個数 11 発生率 4.9%

〔III〕類型区分 発生率が 5 % 以下だから標準時間表として考えない。

〔IV〕玉切進行見の標準時間

玉切進行見作業は 1 日の中で 1 回起こるか起らない作業で、時間的には 5 秒～24 秒の間である。もし考えておくとすれば基礎控除時間として与える。

(9) 鋸引抜き

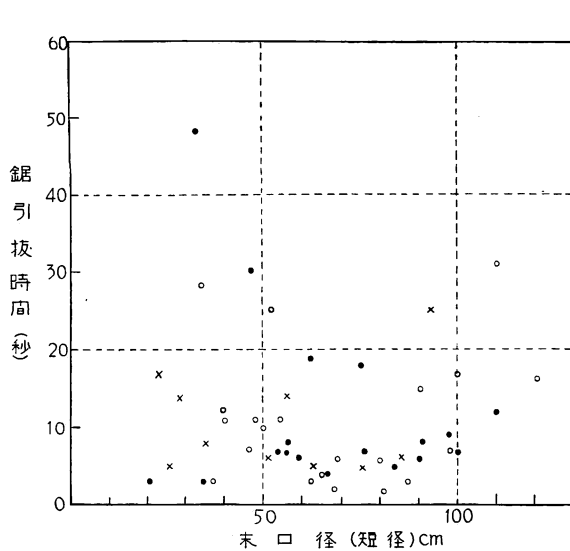
類 型	割 増	纏	り	玉	切	要素	鋸引抜き
		単	位	玉	切		

〔I〕鋸引抜きと条件との分析

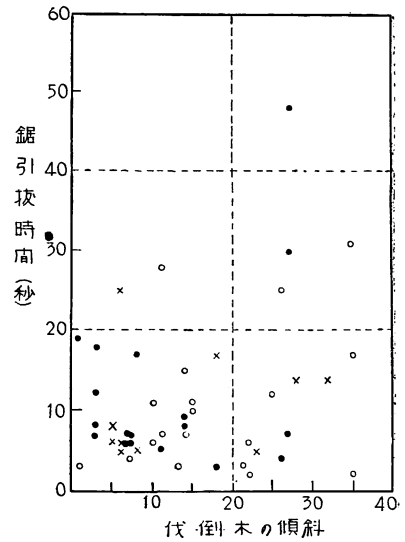
鋸引抜き時間と条件としての短径、伐倒木の傾斜および胸高直径との相関係数は次のとおり。

第 51 表 鋸引抜き時間と条件因子との相関係数

鋸引抜き時間と末口径(短径)との相関係数 (玉ごと)	-0.091	$N=49$
“ 伐倒木の傾斜との (“)	0.324*	$N=49$
“ と胸高直径 (単 木)	0.161	$N=31$



第74図 鋸引抜き時間と末口径



第75図 鋸引抜き時間と伐倒木の傾斜

鋸引抜き時間は伐倒木の傾斜との相関係数が5%有意水準にはあるが、第75図を見てみると、これに回帰式を設定し鋸引抜き時間を設定しても常識的には無理のようである。相関係数0.324で5%の危険率で有意となつたとしても、それは無相関ということに対して有意なのであつて、両者の変数の間が高度に有意だと思つてはならない。とにかく相関係数が何か関係のありそうなことを示しているが、バラツキが非常に大きいので、変数に末口径を加え、重回帰分析を行なつたが、重回帰全体としての有意性は認められずそれ以外の条件によつてバラツキを大きくしていると見られる。

分散分析による重相関の有意性検定

変 動 因	d.f.	SS	MS	F_0
回 帰 ($R^2 Sy^2$)	2	0.04394283	0.02197142	2.784
誤 差 ($(1-R^2) Sy^2$)	46	0.36302452	0.00789184	
全 体 Sy^2	48	0.40696735		

(元のオーダは $h=100$ 倍である)

$$\therefore F_0 < F_{46}^2 = 0.10$$

〔Ⅱ〕鋸引抜き発生率

全玉数 223

鋸引抜きの発生した個数 51 計算値との差2個足りないのは特別な例なので除外した。

発生率 $22.9\% \approx 20\%$ として適用

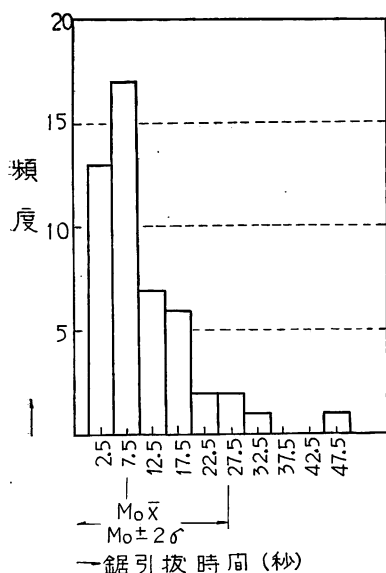
〔Ⅲ〕類型区分

今回の調査では鋸引抜きと条件との関係について明らかにすることは困難である。よつて条件との関係は認められないものとする。発生率95%~5%にあるから割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕頻度分布から鋸引抜きの基本時間と標準時間の決定

第52表 鋸引抜時間の頻度分布表

セル No.	範 囲	中 心 $\bar{X}$	f	fX	X^2	fX^2
1	0 ~ 5	2.5	13			
2	5 ~ 10	7.5	17			
3	10 ~ 15	12.5	7			
4	15 ~ 20	17.5	6			
5	20 ~ 25	22.5	2			
6	25 ~ 30	27.5	2			
7	30 ~ 35	32.5	1			
8	35 ~ 40	37.5				
9	40 ~ 45	42.5				
10	45 ~ 50	47.5	1			
計			49	532.5		9,806.25



第76図 鋸引抜きの頻度分布図

$$\bar{X} = \sum fX / N = 10.87$$

$$Sx^2 = \sum fX^2 - (\sum fX)^2 / N = 4019.3878$$

$$s^2 = Sx^2 / (N-1) = 83.7372$$

$$s = 9.1508$$

$$M_0 \pm 2\sigma = 7.5 \pm 2(9.1508) = 25.80 \sim 0$$

2σ より外れる測定個数 4

2σ に含まれる割合 $100 - (4/49 \times 100) = 91.8\%$, よつて $95.4 \sim 86.6\%$ に入るから M_0 をとつてもよいとする。

鋸引抜きの基本時間は M_0 をとることになると 7.5 秒になる。したがつて、鋸引抜きの1玉当たり標準時間は $7.5 \times 0.20 = 1.5$ 秒。鋸引抜時間は 5 秒から 10 秒の間に最も多く現われ、5 玉目に 1 回くらいの割合で発生する。当座の目標としては最大 26 秒くらいまでに納まるようにしたい。1 玉平均の鋸引抜標準時間は 1.50 秒となる。

110 道具取替

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	道具取替
		単 位	玉 切		

〔I〕道具取替時間の作業員間の差

作 業 員	Y_1	Y_2	Y_3	T
	(作業員 B)	(作業員 C)	(作業員 D)	(計)
$\sum Y_i$	449	309	889	1,647
$\sum Y^2_{ij}$	10,443	6,305	23,501	40,249
n	30	22	55	107

道具取替時間には作業員間の違いということは考えられない。しかし、現実には個人特有の道具の取扱ひ方があつて、若干のかたよりがあるかも知れない。最初に検定しておけば自信が得られる。

$$\text{修正項 } CF = T^2/N = (1647)^2/107 = 25351.4860$$

$$\text{全変動 } S = \sum Y^2_{ij} - CF = 40249 - CF = 14897.5140$$

$$\text{級間変動 } S_A = Y_1^2/n_1 + Y_2^2/n_2 + Y_3^2/n_3 - CF = 78.0655$$

$$\text{級内変動 } S_E = S - S_A = 14897.5140 - 78.0655 = 14819.4485$$

$$\text{自由度 全変数 } \phi = N - 1 = 106$$

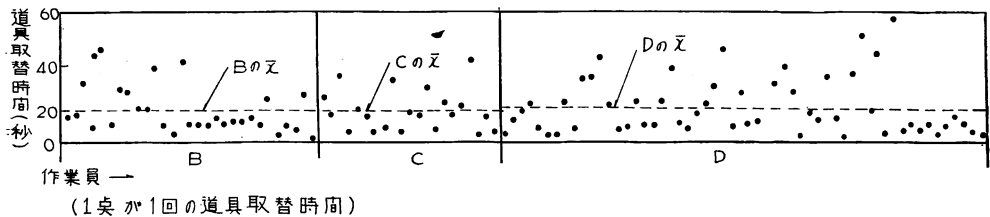
$$\text{級間 } \phi_A = K - 1 = 2$$

$$\text{級内 } \phi_E = \phi - \phi_A = 104$$

第53表 分散分析表

要因	SS	d.f.	V	F_0
作業員間	78.0655	2	39.0328	0.274
級内変動	14,819.4485	104	142.4947	
全	14,897.5140	106		

F_0 が1以下なので F の値と比較するまでもない。もちろん作業員間の平均値には差はない。1回の道具取替時間を1点として作業員別に分け、グラフ化すると次の第77図になる。図から作業員間のバラツキ方に差があるとも見られないから分散の均斉性についての検定を省く。



第77図 作業員別に分けた道具取替時間

〔Ⅱ〕道具取替の発生率

作業方法が単純化され、作業順序が規定化されると、現在の道具取替回数よりはずつと減ってくる。現在は標準作業方法が確立されていないのだから、調査に現われた実数をもつて現実作業における平均の発生率としておく。

全玉数 223 実際発生した回数 107

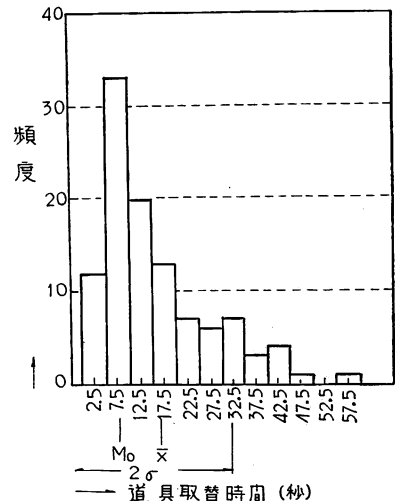
発生率 48.0% ≒ 50% として適用

〔Ⅲ〕類型区分

条件に関係なく一定した時間で、発生率48%なので、計算ルールに従い割増時間に区分する。

〔Ⅳ〕頻度分布から道具取替基本時間と標準時間の決定

平均値や分散に作業員間の違いがないから資料を一緒にして次の頻度分布図（第78図）ができる。図は明らかに離散分



第78図 道具取替時間の頻度分布図

布をなし、二項分布に近い姿をしているから、道具取替時間の基本時間は平均値 m ではなく、最頻値 $M_0=7.5$ 秒を用いる。1玉平均としての道具取替標準時間は

$$7.5 \text{ 秒} \times 0.50 = 3.75 \text{ 秒}$$

玉切の道具取替時間は5秒～10秒の間が最も多く現われ、最頻値は7.5秒である。ときによつては同時作業があつて道具取替時間が現われないから、1玉当たり平均道具取替標準時間は3.75秒である。

第54表 道具取替時間の頻度分布表

セル No.	範 囲	中 心 点 X	頻 度 f	fX	X^2	fX^2
1	0 ～ 5	2.5	12		6.25	
2	5 ～ 10	7.5	33		56.25	
3	10 ～ 15	12.5	20		156.25	
4	15 ～ 20	17.5	13		306.25	
5	20 ～ 25	22.5	7		506.25	
6	25 ～ 30	27.5	6		756.25	
7	30 ～ 35	32.5	7		1,056.25	
8	35 ～ 40	37.5	3		1,406.25	
9	40 ～ 45	42.5	4		1,806.25	
10	45 ～ 50	47.5	1		2,256.25	
11	50 ～ 55	52.5			2,756.25	
12	55 ～ 60	57.5	1		3,306.25	
計			107 = N	1,692.5 = $\sum fX$		41,518.75 = $\sum fX^2$

(例えば10～15の階級で上位の15は含まない)

$$\bar{X} = \sum fX / N = 15.8178$$

$$Sx^2 = \sum fX^2 - (\sum fX)^2 / N = 41518.75 - (1692.5)^2 / 107 = 14747.1963$$

$$s^2 = Sx^2 / (n-1) = 139.1245$$

$$s = 11.80$$

よつて、 $M_0 \pm 2\sigma = 7.5 \pm 2(11.80) = 31.10 \sim 0$

31.10秒から外れる測定個数は12

したがつて、 2σ に含まれる測定個数の割合は $(100 - 12/107 \times 100) = 88.8\%$

よつて計算ルールで規定した86.6%～95.4%の間に入るから M_0 をとつて代表値にしたことは認められる。

(11) 始動停止

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	始動停止
		単 位	玉 切		

〔I〕始動停止時間の作業員間の差

始動停止時間は誰が行なつても同じであるという仮説を立てる。しかし、現実的には作業員の機械取扱いの熟練の差、機械の調子の良し悪しによる始動時間の差というもの考えられるので、このことを検定する。

	Y_1	Y_2	Y_3	T	備 考
	(作業員 B)	(作業員 C)	(作業員 D)	(計)	
$\sum Y_i$	719	501	828	2,048	Y_i は始動停止時間
$\sum Y_{ij}^2$	17,491	14,703	16,984	49,178	
n	66	27	60	153	

修正項 $CF = T^2/N = (2,043)^2/153 = 27413.7516$

全変動 $S = \sum Y_{ij}^2 - CF = 49178 - CF = 21764.2484$

級間変動 $S_A = Y_1^2/n_1 + Y_2^2/n_2 + Y_3^2/n_3 - CF = 1141.7241$

級内変動 $S_E = S - S_A = 21764.2484 - 1141.7241 = 20622.5243$

自由度 $\phi = N - 1 = 153 - 1 = 152$

$\phi_A = K - 1 = 3 - 1 = 2$

$\phi_E = \sum f_i = 150$

第55表 分散分析表

要 因	SS	d.f.	V	F_0
作 業 員 間	1141.7241	2	570.8625	4,152*
級 内	20622.5243	150	137.4835	
全 体	21764.2484	152		

作業員 B, C, D の間には始動停止時間にカタヨリの差がある。したがって、いずれの作業員の間に差があるかを t 検定によって検討する。

○作業員 B と C 間の差について

$$\text{公式 } t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sigma_E \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{\frac{Y_1}{n_1} - \frac{Y_2}{n_2}}{\sqrt{V_E} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

ここで $t = t_{\phi_E(\alpha)}$ であるから上式に代入すれば次のようになる。

$$\left| \frac{Y_1}{n_1} - \frac{Y_2}{n_2} \right| > t_{\phi_E(\alpha)} \sqrt{V_E \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$$

よって

$$\left| \frac{719}{66} - \frac{501}{27} \right| = |10.89 - 18.56| = 7.67$$

$$\{t_{150(0.05)}\} \sqrt{137.4835 \frac{66+27}{66 \times 27}} = 1.960 \sqrt{7.1766} = 5.25$$

∴ $\bar{y}_1 - \bar{y}_2 > t_{\phi_E(0.05)}$ なる危険率 5% では作業員 B と C の平均値の間に有意な差がある。

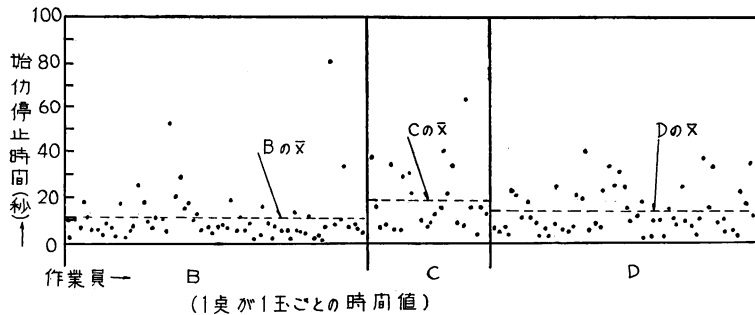
○作業員 B と D 間の差について

$$\left| \frac{Y_1}{n_1} - \frac{Y_3}{n_3} \right| = \left| \frac{719}{66} - \frac{828}{60} \right| = |10.89 - 13.80| = 2.91$$

$$\{t_{150(0.05)}\} \sqrt{137.4835 \frac{66+60}{66 \times 60}} = 1.960 \sqrt{4.3720} = 4.10$$

$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_3 < t_{\phi_E(0.01)}$ なる危険率 5% では作業員 B と D との平均値間には有意差は認められない。たとえ危険率 10% に上げて $t_{\phi_E(0.01)} \sqrt{V_E \frac{n_1 + n_3}{n_1 \cdot n_3}} = 3.44$ で $\bar{y}_1 - \bar{y}_3 < t_{\phi_E(0.10)}$ となり有意な差は認め

られない。結局作業員BとCの平均値間に有意差があつて、作業員BとD間では差がない。グラフにプロットすると次の第79図となる。図は1点が1玉に発生した始動と停止の合計時間である。



第79図 1玉に発生した始動停止時間

○作業員BとDの分散の均斉性の検定

作業員B, 作業員D間にはバラツキのカタヨリはないようであるが, 念のため検定しておく。

作業員Bの変動 $S_B = 17491 - (719)^2/66 = 9658.2576$

作業員Dの変動 $S_D = 16984 - (828)^2/60 = 5557.6000$

自由度 M (この場合B) = $66 - 1 = 65$

N (この場合D) = $60 - 1 = 59$

第56表 作業員B, Dの分散の均斉性の検定

変	量	変 動	自 由 度	不 偏 分 散	自由度の記号
作 業 員 B		9658.2576	65	148.5886	f_1
作 業 員 D		5557.6000	59	94.1966	f_2

$$F_0 = \frac{f_1}{f_2} = \frac{148.5886}{94.1966} = 1.58 < F_{99}^{85} \left(\frac{0.05}{2} \right) = 1.66 \dots \dots \text{検定は両側検定となる。}$$

危険率5%では両作業員の間にバラツキの違いがあるという確かなことはいえない。

〔Ⅱ〕始動停止の発生率

考え方としては玉切りを始める前には必ず始動があり, 玉切りが完了すればエンジンを止め, 所定の所へエンジンを置か, 手を持ち変えて移動の態勢に入ることになり, また作業基準においても移動する時はエンジンを止めるよう規定されており, 次の玉切りに移るときはエンジンが止まっているのが普通であり, 全玉数に発生するのが建前である。しかし, 実際には同時作業として行なわれたり, 立木を2~3本倒してにおいてほとんど移動せずに同一箇所において玉切鋸断を行なつたりするから, 必ずしも全玉数に発生してはいない。

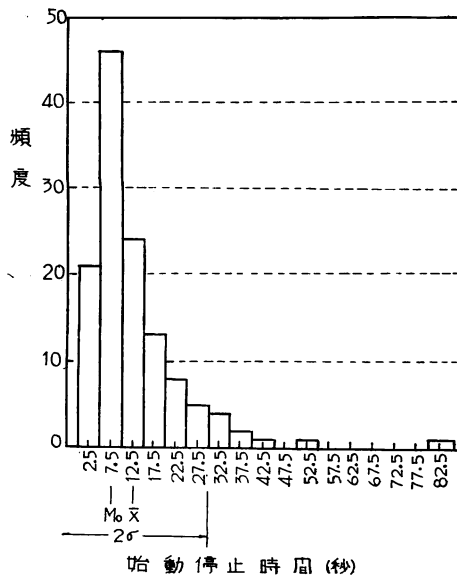
全玉数 223

実際発生した個数 153

発生率 68.6% ≒ 70%として適用。

〔Ⅲ〕類型区分

始動停止は作業の段取にはある程度影響されるが環境条件により影響されるということはない。始動停止時間が個人によつて差が出るということは機械の調子の良し悪しによるもので, 作業員について最低30例ほど調査し, 頻度分布図を描き, 最頻値が5秒~10秒の間に現われるのが一般的であり。もし最頻値がそれ以外に現われるときは, その作業員の所有する機械を調整するなどして障害を排除すべきである。こ



第80図 動始停止時間の頻度分布

である。したがって、始動停止時間の基本時間は平均値 m でなく $Mode 7.5$ を用いておく。

これは標準作業方法への1つの足がかりとなり得るものであり、このようにして障害を取り除いてはじめて標準時間を使用されるのであつて、取り除きができないときは標準時間を使用すべきではない。

全玉数に発生するのが原則的であるが、計算ルールに従い条件に関係なく全玉数に対して発生率85%~5%であるから割増時間に区分する。

〔IV〕頻度分布から始動停止基本時間と標準時間の決定

平均値および分散に有意な差が現われなかつた作業員Bと作業員Dの資料を用いて頻度分布図を描くと第82図になる。図は明らかに離散分布をなし二項分布に近い姿をしている。今回は離散分布の適合度を検定することは省略して離散分布を想定し計算を進める。二項分布と仮定すれば始動停止時間は7.5の階級が最大

第57表 始動停止時間の頻度分布表

セル No.	範 囲	中 心 $\bar{X}$	頻 度 f	fX	X^2	fX^2
1	0 ~ 5	2.5	21		6.25	
2	5 ~ 10	7.5	46		56.25	
3	10 ~ 15	12.5	24		156.25	
4	15 ~ 20	17.5	13		306.25	
5	20 ~ 25	22.5	8		506.25	
6	25 ~ 30	27.5	5		756.25	
7	30 ~ 35	32.5	4		1,056.25	
8	35 ~ 40	37.5	2		1,406.25	
9	40 ~ 45	42.5	1		1,806.25	
10	45 ~ 50	47.5				
11	50 ~ 55	52.5	1		2,756.25	
12	55 ~ 60	57.5				
13	60 ~ 65	62.5				
14	65 ~ 70	67.5				
15	70 ~ 75	72.5				
16	75 ~ 80	77.5				
17	80 ~ 85	82.5	1		6,806.25	
計			126 = N	1,625.0 = $\sum fX$		36,687.50 = $\sum fX^2$

$$\bar{X} = \sum fX / N = 12.90$$

$$Sx^2 = \sum fX^2 - (\sum fX)^2 / N = 15730.1587$$

$$s^2 = Sx^2 / (n - 1) = 125.8413$$

$$s=11.22$$

$$M_0 \pm 2\sigma = 7.5 \pm 2(11.22)$$

$$= 29.94 \sim 0$$

27.94 秒から外れる測定個数 8

したがって、 2σ に含まれる測定個数の割合は $100 - (8/26 \times 100) = 93.7\%$

1 玉平均としての始動停止標準時間は $7.5(\text{秒}) \times 0.70 = 5.25 \text{秒}$

よつて玉切の始動停止時間は 5 秒～10 秒の間が最も多く現われ、最頻値は 7.5 秒である。ときによつては同時作業のため始動停止時間が現われないから、平均の始動停止標準時間は 1 玉当たり 5.25 秒である。

(12) 歩行 (持歩行+空身歩行)

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

定義 { 持歩行……機械を持つて歩行する時間
空身歩行……単身または機械以外の道具類をもつて歩行する時間

〔I〕歩行時間と条件の分析

1) 1 玉ごとの時間を 1 個の標本として扱ったときの条件との関係

持歩行時間を Y 軸に、末口径 (短径), 材長, 斜面傾斜, 伐倒木の傾斜をそれぞれ X 軸にとつてグラフを作り調べると同時に, このときの相関係数を算出したのが次の表である。

第 58 表 1 玉ごとの持歩行時間を 1 個の標本として扱ったときの条件との相関係数

変数 変量	末口径	材長	斜面傾斜	伐倒木の傾斜	備考
標本数 N	129	129	122	129	N が等しくないのは条件の測定もれ
持歩行時間	0.1383	-0.0011	-0.033	-0.1760	

相関係数はいずれも $\rho=0$ の仮説を棄却できない。ただ伐倒木の傾斜だけがかろうじて危険率 5% の有意水準にあるが, その寄与率はわずか 3% にしかすぎない。すなわち, Y のこれだけの変動のうち伐倒木の傾斜によつては 3% しか説明がつかないということである。

2) 立木 1 本ごとの時間を 1 個の標本として扱ったときの条件との関係

立木 1 本内における各玉の持歩行時間を合計して, この持歩行時間と胸高直径, 樹高, 歩止りおよび伐倒木の傾斜との関係について分析した。零次の相関は第 59 表のとおりである。

第 59 表 立木 1 本の持歩行時間を 1 個の標本として扱ったときの条件との相関係数

変数 変量	胸高直径	樹高	歩止り	伐倒木の傾斜
標本数 N	52	52	52	53
持歩行時間	0.4033**	0.5065**	0.0147	-0.2120

歩止りおよび傾斜との関係については問題にならない。異常値を除いて再計算を試みたが, $\rho=0$ の仮説は到底棄却されなかつた。胸高直径と樹高は 1% 以上の有意水準にある。

胸高直径と樹高とは相互に関連性をもっているので, 胸高直径か樹高かどちらか一方の変数と時間との

回帰が存在するならこれをもつて持歩行時間の代表条件となしうる。そのため回帰式の適合度を調べると、

回帰持歩行時間と胸高直径の誤差率

$$f = (\text{標準誤差}) t_{50(0.05)} / \text{平均値} \times 100 = (28.5296576)(2.010) / 35.711538 \times 100 = 160.6$$

回帰持歩行時間と樹高の誤差率

$$f = (\text{標準誤差}) t_{50(0.05)} / \text{平均値} \times 100 = (26.88237)(2.010) / 35.71154 \times 100 = 151.3$$

回帰持歩行時間と胸高直径の誤差率は160.6%，回帰持歩行時間と樹高の誤差率は151.3%と両者共誤差率は非常に大きく、いかにデータのバラツキの大きいを示している。回帰係数の有意性を検定すれば、

$$\text{胸高直径の回帰について} \quad t_b = 3.116^{**}$$

$$\text{樹高の回帰について} \quad t_b = 4.154^{**}$$

と両者とも、もちろん高度に有意であり、母集団回帰の $\beta=0$ という仮説は棄却されることになる。もしここで回帰式の適合度合というものを無視すれば、これがただちに持歩行時間を推定する代表式として採用されてしまうであろう。だがこれだけのデータのバラツキの大きい標本を知りながら、本回帰から標準時間を推定することは避けるべきである。

〔II〕歩行時間（持歩行＋空身歩行）としての分析——立木1本の歩行時間を1個の標本として——

空身歩行時間というものは直接生産のためには不可欠というものではない。目的が玉切であるから、空身歩行時間は少ないほどよい。また、段取りが良ければ空身歩行時間はあらわれないのであるが、調査観測値には空身歩行が現われなかつたり、現われたりしている。これは目的分類を行なえば事実このようになるが、性質分類によれば、玉切のためにはいずれの方法であらうとも目的地まで達しなければその目的は遂行されないことを考えてみると、持歩行と空身歩行の別なく、とにかくそこまで歩行しなければならぬことになる。したがって、目的地までに達する歩行時間ということで、持歩行時間＋空身歩行時間を一緒にし、これを歩行時間として条件との分析をした。

第 60 表 歩行時間と条件因子との相関係数，回帰係数

因 子	N	相 関 係 数 r	回 帰 係 数 b	回帰の有意性 t_b	回帰の誤差率 f
胸 高 直 径	52	0.5093**	0.59510	4.186**	135.8
樹 高	52	0.5330**	2.89431	4.454**	133.5

持歩行時間と条件との分析より、歩行時間（持歩行＋空身歩行）と条件との分析の方が、相関係数 r は増し、回帰係数の有意性検定における t の値も増した。そして回帰式の誤差率は 160.6% から 135.8% に、また 151.3% から 133.5% にそれぞれ減じた。しかし、まだまだ誤差率は大きい。よつて胸高直径と樹高を変数に廻し、変量に歩行時間をとつて重回帰分析にかけた。統計量は次のとおりである。

想定式は $\log Y = a + bX_1 + cX_2$

Y ；歩行時間の対数， X_1 ；胸高直径の実数， X_2 ；樹高の実数

$$N=52, m=3$$

$$Sy^2=7146.20997$$

$$ry_1=0.4515$$

$$ry_2=0.4393$$

$$r_{12}=0.8653$$

$$b=0.332742$$

$$c = 0.010528$$

$$Sdy_{.12}^2 = 5.62231786$$

$$Sy_{.12}^2 = 0.1147118$$

$$Sy_{.12} = 0.33873467$$

$$R = 0.461784$$

回帰係数の有意性の検定

$$t_b = b / Sy_{.12} \sqrt{C_{11}} = (0.332742) / (0.33873467)(0.873940) = 1.124$$

$$t_c = c / Sy_{.12} \sqrt{C_{22}} = (0.010528) / (0.33873467)(0.040617) = 0.765$$

偏相関係数

$$ry_{1.2} = 0.15855$$

$$ry_{2.1} = 0.10866$$

Y に対数変換を施すと、零次の相関は実数のときの相関より若干落ちたから、あるいは時間と樹形との関係は無理して指数曲線と考えなくてよかつたかも知れない。

重相関係数 R と零次の相関 ry_1 との間には直線化してなお若干の曲線の部が残っているようなので、両対数を取り $\log Y = a + b \log X_1 + c \log X_2$ として分析しなおした。そうすると重相関係数は $R = 0.4354$ 、零次の相関は ry_1 が 0.4328、 ry_2 が 0.4018 となつて両対数をとつた方がなお直線化されるようである。いずれにしても重回帰分析にかけたのでは、片対数、両対数とも回帰係数の有意性は認められず、偏相関係数も存在が認められない。結局胸高直径のバラツキは樹高の影響でバラツキ、樹高のバラツキは胸高直径の変化でバラツいていて、時間が影響を受けるよりその相互の影響の方が遙かに大きいとみられる。

したがつて、 Y に時間をとるなら、変数は X_1 か X_2 か、すなわち胸高直径か樹高か一方だけでよろしい。よつて元の直線回帰 $Y = a + bX$ にもどる。変数に胸高直径をとるよりは、樹高をとつた方が統計値は若干精度がよいが、どちらをとつても誤差率 136% と 134% で大して変わらないから、実際使用に便な胸高直径を条件として選ぶことにしよう。

〔Ⅲ〕歩行作業の発生率

玉数を対象としたとき

全玉数 223 歩行時間の発生した個数 146 発生率 65.5%

単木を対象としたとき

全伐倒数 56

歩行時間の発生した個数53(総数59本のうち条件測定もれがあるので本計算の対象となるのは56本)

発生率 94.6%≒94%として適用

〔Ⅳ〕類型区分

持歩行だけについて分析したとき	王ごとに扱つたとき	末口径(短径)	関係なし
		材 長	"
		斜 面 傾 斜	"
		伐倒木の傾斜	少しは関係あるかも知れない
	立木ごとに扱つたとき	胸 高 直 径	相関ならびに回帰係数を認める。ただ

持歩行だけについて分析したとき	立木ごとに扱ったとき	し誤差率が高い。	
		樹 高	相関ならびに回帰係数を認める。ただし誤差率が高い。
		歩 止 り	関係なし。
		伐倒木の傾斜	〃
歩行時間として分析したとき（持歩行+空身歩行）	立木ごとに扱ったとき	胸 高 直 径	相関ならびに回帰係数を認める。ただし誤差率はまだ大きい。
		樹 高	〃
		胸高直径、樹高の変数重共変動の形ではYの回帰に影響なし。	

すなわち、玉ごとに扱ったときよりは立木ごとに扱った方が関係深く、持歩行と空身歩行とに分けるよりは歩行時間としてまとめた方がよろしい。発生率は100%が原則であるが、同時作業が入るため玉切りの歩行として实际的に現われるのは92~95.9%の間に現われる。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が、発生率が必ず100%とは限らないので、追加時間に類型区分する。

〔V〕歩行時間の条件式

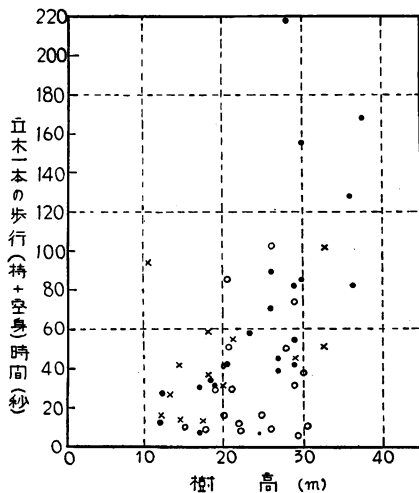
何んとしても誤差率が100%を越しているのだから、本当はもつとあてはまりのよい曲線式があるに違いない。第82図からはそれを見出すわけにはゆかない。あまりにもバラツキが大きいためである。一応歩行時間の条件としては胸高直径をとる。そのときの条件式は

$$\hat{Y} = (8.06375 + 0.5910X) \dots \dots \dots k = 0.94$$

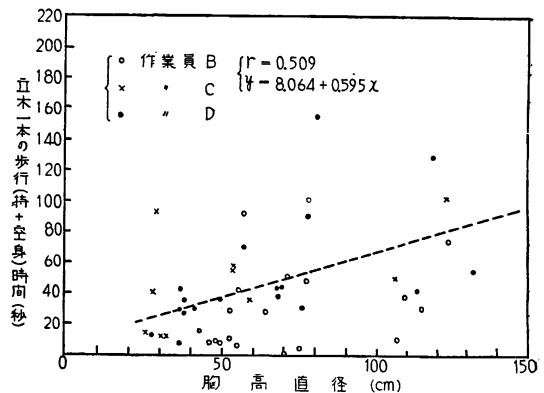
Y; 単木1本当たり歩行時間（持歩行+空身歩行） 秒

X; 胸高直径 cm

本式は一応の目安としての実験式としておくが、これは今後の問題で、玉切りにおける持歩行において



第81図 立木1本の歩行時間（持歩行+空身歩行）と樹高との関係



第82図 立木1本の歩行時間（持歩行+空身歩行）と胸高直径との関係

は枝の少ない所では単なる歩行であり、枝の多い所では枝払いしながら歩行するので同時作業的な色彩が強く、この両者の測定区分あるいは測定技術に問題が残されていると考えられる。また、空身歩行においては前述したが、現実にはわれわれの見た範囲内では玉切時における段取と、それにともなう作業行動によつて極力少なくしようと努力している作業方法を取っている作業員も目撃している。以上のことがらを考え合わせると、後日資料集積を待つて補正する必要があらう。

2. 単位・測尺

(1) 測 尺

類 型	基 礎	纏 り	玉 切	要素	測尺
		単 位	測 尺		

〔I〕測尺時間と条件との分析

第61表 測尺時間について統計値をまとめた表

計 算 過 程	変 量 Y	変 数 X_1	変 数 X_2	零 次 の 相 関 係 数			回 帰 係 数	
				ry_1	ry_2	r_{12}	b_1	b_2
第1回目の計算	測尺時間	胸高直径	樹 高	0.7590	0.8112	0.8273	0.4098	3.9308
第2回目の計算	測尺時間	胸高直径	延採材長	0.7590	0.8732	0.7772	0.2984	5.5767
第3回目の計算	測尺時間		樹 高		0.8112			5.4923
第4回目の計算	測尺時間		延採材長		0.8732			6.8062

計 算 過 程	回帰係数の有意性検定		偏 相 関 係 数		推定の誤差	誤差率	備 考
	t_{b_1}	t_{b_2}	$ry_{1.2}$	$ry_{2.1}$	$Sy_{.12}$	(%)	
第1回目の計算	2.0235*	4.2144**	0.2678	0.5010**	0.26795475	56.3	オーダは1/100
第2回目の計算	1.9766	6.9683**	0.2620	0.6915**	0.22366835	47.0	同上
第3回目の計算		10.1931**			0.2755153	57.9	同上
第4回目の計算		13.1662**			0.22960995	48.2	同上

すなわち、最初は胸高直径と樹高を変数にとつて分析したら、重回帰全体としての重相関係数は有意 ($R=0.8261$)、回帰係数 b_1 , b_2 とも有意、偏相関係数を出すと測尺時間と樹高だけが有意で胸高直径は有意とならない。この回帰における誤差率は56.3%で少し思わしくない。次に立木1本から実際にどれだけの長さのものを測尺したかという意味で立木1本の採材した長さを変数とし、胸高直径を入れて重回帰分析にかけた。重相関係数は無論有意 ($R=0.8825$)、回帰係数は b_1 (胸高直径) が5%の危険率に僅かに及ばない。 b_2 (延採材長) は高度に有意、偏相関係数を求めると測尺時間と胸高直径が有意でなくなつてくる。この回帰における誤差率を出すと47.0%で、樹高のときより下がつたが、まだ全体として若干思わしくない。

胸高直径というものは測尺時間との零次の相関係数は0.7590で高度に関係がありそうだが、回帰の寄与率はどうもあまりなさそうだ。そこで測尺時間と樹高だけ、または測尺時間と延採材長だけの直線回帰でみると、延採材長においては、胸高直径をわざわざ変数に加えて多次式としたのと採材長だけの一次式とでは誤差率はいくらか差はない (47%と48.2%)。回帰係数の有意性検定の t の値および偏相関係数の $ry_{1.2}$ が僅かに5%の危険率に及ばなかつたこともこれでわかる。すなわち、測尺時間はそれほど胸高直

径の影響は受けない。第85図を見ても胸高直径は非常にバラツキが大きく、これを示している。

測尺時間は樹高か延採材長との一次式で間に合うことがわかった。しかし、それには誤差率がやや高い値を示す。第84図、第85図をよく見ると、樹高、延採材長ともデータは曲線関係で影響していることである。よつてこの後、第5回目の計算としては、曲線式としての分析を続ける。

計 算 過 程	データの処理	標 本 数 N	変 数	相 関 係 数 r	推定の誤差 $S_{y \cdot x}$	誤 差 率 (%)
第5回目の計算	両 対 数 値	56	樹 高	0.8412	0.11720985	12.2
"	"	"	延 採 材 長	0.8860	0.09852385	10.3

対数値に変数変換したときの樹高および延採材長の単相関係数は前の実数のときより増した。すなわち、0.8112から0.8412に、0.8732から0.8860に、だがこれくらいの増し量では変数変換をしたことによつて相関度が高くなったのか、対数値をとつたために高くなったのか（対数値による解法の方が同じ精度でも高い相関を示すから）、この相関の差だけではわからない。誤差率で比較すると、樹高が12.2%、延採材長が10.3%で延採材長を因子にもつてきた方がよらしい。しかし、実際の運用を考慮したときに延採材長ということよりは樹高を因子にもつた方が何かと好都合のように思うし、誤差率も樹高と延採材長とではいかほども差がない。それならば因子に樹高をとつておいた方が活用面では有利であろう。

因子を樹高として真数にもどした誤差率

第5回目の計算で樹高の誤差率12.2%というのは対数法によるものであるから、第3回目の実数と比較するには次の操作が要る。

$$\bar{Y} = (\text{対数の平均値の真数}) \times (\text{修正係数 } \mu)$$

$$\hat{Y} = (\text{変数樹高の回帰式から計算した } \hat{Y} \text{ の真数}) \times (\text{修正係数 } \mu)$$

Y = 測尺時間の観測値

$$\text{標準誤差} = \sqrt{\sum (Y - \hat{Y})^2 \cdot \frac{1}{n - m}}$$

n ; 標本の数, m ; 変数の数

また $\mu = 1.0371$

よつてここに算出された誤差率は

$$\text{標本誤差率} = (\text{標準誤差}) \cdot t_{54(0.05)} / \text{平均値} \times 100 = (27.4887)(2.010) / 88.3389 \times 100 = 62.5\%$$

第3回目計算の誤差率57.9%より対数法によつたときの方が大きくなった。すなわち、両対数より片対数をとつてやるべきだった。

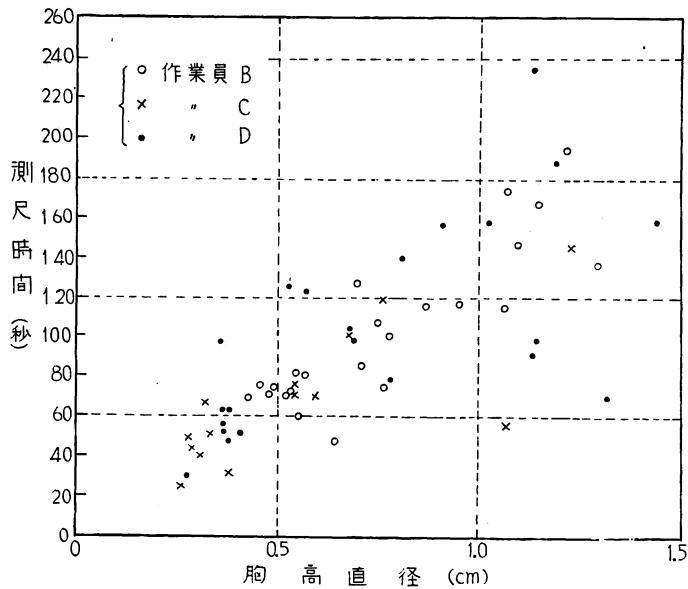
第6回目の計算として Y に対数をとつて計算したが、両対数をとつたときの第5回目の計算よりよい結果というものは何も得られなかった。かえつて結果的には当てはまりが悪くなった。

計 算 過 程	データの処理	標 本 数 N	変 数	相 関 係 数	推定の誤差 $S_{y \cdot x}$	誤 差 率 (%)
第6回目の計算	片 対 数 値	56	樹 高	0.8341	0.11956141	68.4

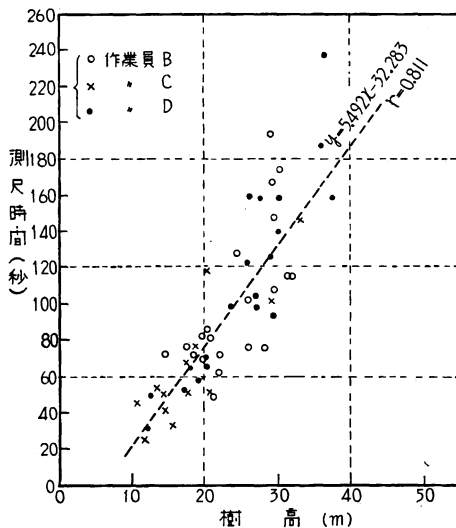
そこで3次式の多項式を当てはめてみたが、第84図には3次式も当てはまらなかった。結局簡単な指数曲線では表わせない。 $y = a + bx$ に付加項の加わつた $a + bx + c_e \cdot e^{dx}$ なる実験式かまたは $y = ax^{b1} e^{-\frac{b \cdot 2}{x}}$ なる指数式が適合するに思う。後日資料の収集を計り、再検討の上あらためて本実験式を適用してみ

る考えである。このことは測尺が単に機械的に行なわれているのではなく、長年の経験により、あるいは時代の要請によつて丸太としての製品の質を問題とすることによつて各人の測尺に対する判断が異なり、また能力によつて時間的な差が非常にあるのではないかと考えられる。その点、全幹材による作業方式においては一定箇所では1人の者が判断を下して測尺を行なう場合にはもつとすつきりした回帰式が得られるかも知れず、そしてこのようなことからして標準作業方法設定以前の問題の1つともいえる。

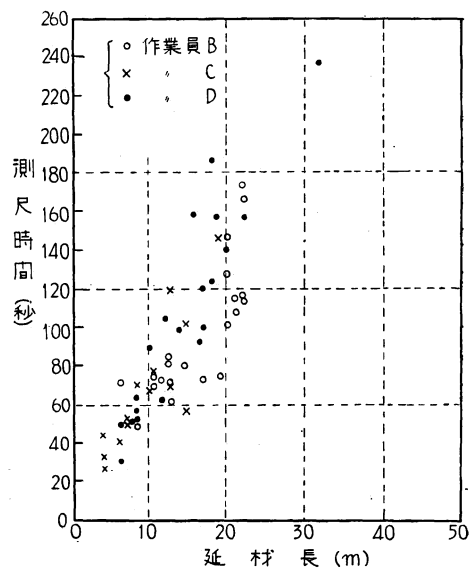
とにかく、ここまでの段階としては最初に求めた直線式が誤差率の面から見ると最も良い方程式であらう。



第83図 測尺時間と胸高直径



第84図 測尺時間と樹高



第85図 測尺時間と延材長

〔Ⅱ〕測尺の発生率

単木を対象としたとき

全伐倒数 59

発生個数 59（条件測定値もれが3個あるので計算は56になっている）

発生率 100%

玉数を対象としたとき

発生率 100%

〔Ⅲ〕類型区分

基礎時間に類型区分される。

〔Ⅳ〕測尺時間の条件式

単木1本の測尺時間を推定する方程式は

$$\hat{Y} = 5.492X - 32.283$$

Y ；単木1本の測尺時間（秒） X ；樹高（ m ）

標準時間表に含まれる誤差率 $= 57.9 / \sqrt{56} = 7.7\%$

(2) つる除去

類 型	割 増	纏 り 単 位	玉 切 測 尺	要素	つる除去
-----	-----	------------	------------	----	------

〔Ⅰ〕つる除去時間と条件との分析

つる除去の現われた回数は、単木で5本だけである。5本だけでは条件との分析をしようもない。玉ごとにとつた場合はつる除去の現われた回数は12回であるが、条件との関係が見いだせない。

〔Ⅱ〕つる除去の発生率

全玉数 223 つる除去の発生個数 12 発生率 5.4% $\approx$ 10% として適用

〔Ⅲ〕類型区分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕つる除去の基本時間と標準時間

つる除去は平均値を用いて基本時間とする。

玉ごとの基本時間 $= 1223 / 12 = 101.92$ 秒

1玉当たり標準時間 $= 101.92 \times 0.10 = 10.19$ 秒

(3) 採材検討

類 型	割 増	纏 り 単 位	玉 切 測 尺	要素	採材検討
-----	-----	------------	------------	----	------

〔Ⅰ〕採材検討時間と条件との分析

採材検討時間は実際問題としては単木の形質をうまく表わす方法がないかぎり、結びつける条件がない。採材検討に必要な単木の形質を表現化する方法は目下考えつかない。取りあえず樹高だけとの相関図

を作つたが無論相関度は見いだせない。

〔Ⅱ〕採材検討の発生率

全玉数 223 採材検討の発生した個数 31

発生率 13.9%≒10%として適用

〔Ⅲ〕類型区分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕採材検討の基本時間と標準時間

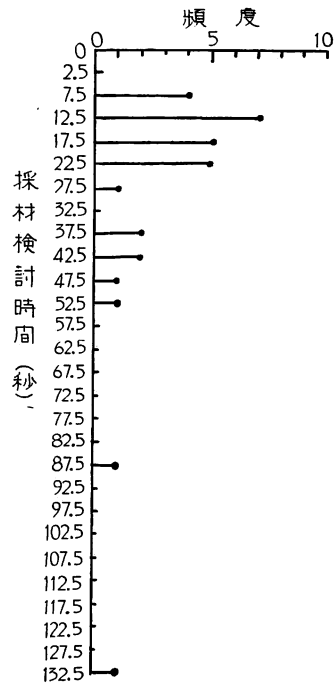
標本数 (N) が少なく頻度分布図は次図の状態の基本時間は不明、採材検討時間は最低5秒から最高309秒までであるも、ほとんどは5秒から133秒の間にある(133秒を越える点は1点)。したがつて133秒までの数値から算術平均による基本時間を決定しておく。

採材検討時間の基本時間 133秒までの和 $798/30=26.60$ 秒

1玉当たり採材検討標準時間 $=26.60 \times 0.10=2.66$ 秒

(4) 障害除去

類 型	追 加	纏 り	玉 切	要素	障害除去
		単 位	測 尺		



〔Ⅰ〕障害除去時間と条件との分析

第86図 採材検討時間の頻度分布図

測尺中の障害除去時間であるから一番影響する因子としては枝の本数が考えられるが、今回は玉ごとに分解したときは末口径の大きさと、単木1本で扱ったときは胸高直径と結びつけて調べてみた。単木で扱ったとき、両対数値に変換すれば直線関係が想定できる。玉ごとで扱った方がよいか、単木で扱った方がよいか変動係数を求めれば次のとおりである。

条 件	標 本 数 N	平 均 値 $\bar{Y}$	標 準 偏 差 s	変 動 係 数 C
玉 ごとに 扱 っ た と	61	40.66	50.17	123.4(%)
き 単 木 で 扱 っ た と き	31	80.00	82.70	103.4(%)

変動係数も単木で扱った方がよろしい。

$Y = (\log Y) = \text{障害除去時間}$, $X = (\log X) = \text{胸高直径}$,

$N=30$

$Sx^2=0.973407$, $Sxy=1.355264$, $Sy^2=5.961932$

$r=0.5626$

$b=1.39229$

$Sdy \cdot x^2=4.075012$

$Sy \cdot x=0.381492$

誤差率 $f = \{Sy \cdot x(2.048)/\bar{Y}\} \times 100 = 46.0(\%)$

$Sb = Sy \cdot x / \sqrt{Sx^2} = 0.38667$

$t_b = b/Sb = 3.601^{**}$ $P < \{t_{38(0.01)} = 2.763\}$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 1.69984 - b(1.80988) = -0.82003$$

$$\therefore \log \hat{Y} = 1.39229 \log X - 0.82003$$

〔Ⅱ〕障害除去の発生率

全伐倒数 59

障害除去の発生個数 31

発生率 52.5% ≒ 50% として適用

〔Ⅲ〕類型区分

追加時間に類型区分する。

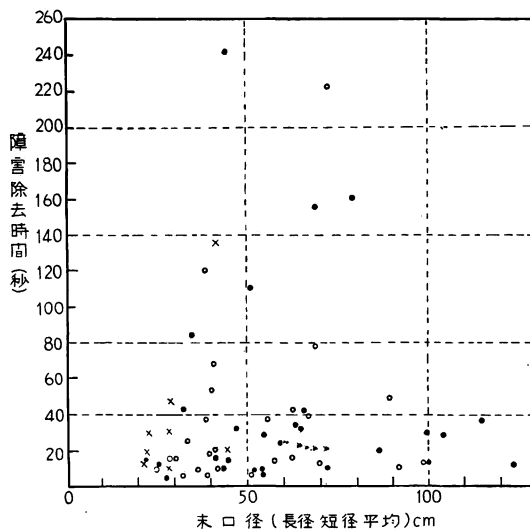
〔Ⅳ〕障害除去の条件式

単木1本に対する障害除去標準時間は次式のとおりである。

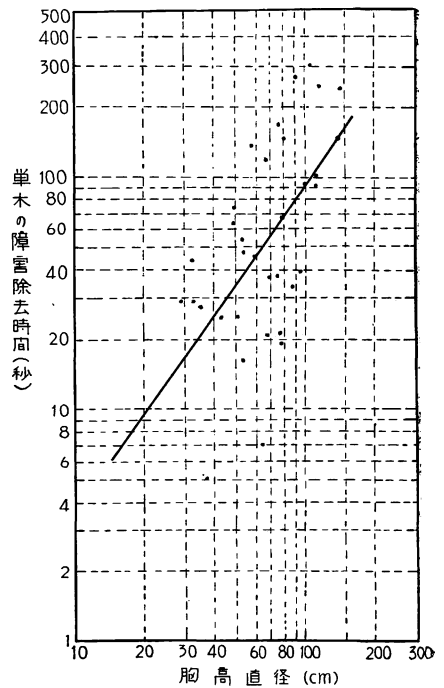
$$\log \hat{Y} = 1.39229 \log X - 0.82003, k = 0.500$$

$$\text{または } \log \hat{Y} = 1.39229 \log X - 1.121059$$

; Y 障害除去時間(秒), X; 胸高直径(cm)



第 87 図 玉ごとの障害除去時間と末口径



第 88 図 単木の障害除去時間と胸高直径

(5) 道具取替

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	道具取替
		単 位	測 尺		

〔Ⅰ〕道具取替時間の考え方

単位玉切でもとめた道具取替基本時間をそのままつてきて引用してもよいが、実際測尺だけについての道具取替時間頻度分布図を描くと第 89 図のとおりで、中心点 7.5 か 12.5 の辺に最頻値が現われ、単位

玉切でのように最頻値は歴然としていない。これは資料数の足りない理由もあるし、また測尺は単位玉切のように、機械をほとんど扱わないため単位玉切とは性質が異なるのかも知れない。後日資料の集積を待つてこの辺の解明をすることとし、今回は離れ島の32.5秒以後を除いた資料の算術平均値によつて基本時間を求めることにしよう。

〔Ⅱ〕道具取替の発生率

全玉数 223 道具取替の発生個数 53

発生率 19.3%≒20%として適用

〔Ⅲ〕類型区分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕道具取替の基本時間と標準時間

区間範囲 35 秒までの和 633 秒 そのときの $n=52$

平均 12.17 秒 道具取替基本時間 12.17 秒

1 玉当たり標準時間 $12.17 \times 0.20 = 2.43$ 秒

(6) 歩行 (持歩行+空身歩行)

類 型	追 加	纏 り	玉 切	要素	歩行 (持歩行 +空身歩行)
		単 位	測 尺		

〔Ⅰ〕歩行時間 (持歩行+空身歩行) と条件との分析

単位玉切、および後述の単位木口廻わしで行なつた分析を引用、ここではあらためて行なわない。

〔Ⅱ〕歩行の発生率

全伐倒数 59 歩行の発生した個数 31 発生率 52.5%≒50%として適用

〔Ⅲ〕類型区分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕歩行時間の条件式

条件式は後述の単位木口廻し〔Ⅴ〕から引用、単木 1 本に対する測尺中歩行の標準時間は

$$\hat{Y} = (0.5884X + 10.7698)(0.500)$$

Y : 単木 1 本当たり歩行時間 (持歩行+空身歩行)・(秒) X : 胸高直径 (cm)

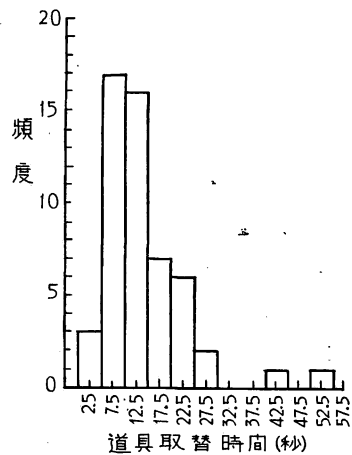
3. 単位・障害除去

(1) 障害木切

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	障害木切
		単 位	障害除去		

〔Ⅰ〕障害木切時間と条件との分析

障害木切りは最大の条件となる障害木の量を測定していないので、直接的条件とする因子がない。間接的な条件として斜面傾斜および胸高直径と結びつけてみたが、条件との相関変を見いだすことはできな



第 89 図 単位測尺：道具取替時間の頻度分布図

い。

〔Ⅱ〕障害木切の発生率

全玉数 223

障害木切の発生個数 32

発生率 14.3%≒10%として適用

〔Ⅲ〕類型区分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕障害木切の基本時間と標準時間

基本時間は頻度分布図からは不明である。特殊な1点を除いた資料による算術平均値をとって基本時間とする。

障害木切の基本時間=906/31=29.23秒

1玉当たり障害木切標準時間=29.23×0.10=2.92秒

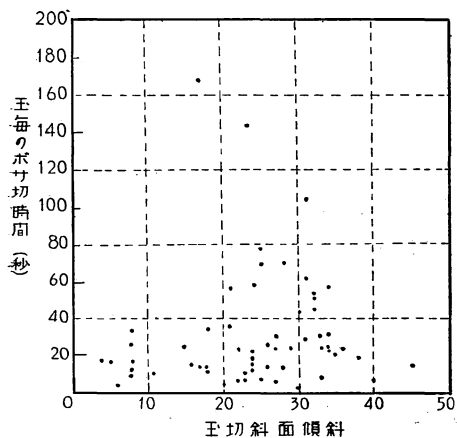
(2) ボサ切

類 型	追 加	纏 り	玉 切	要素	ボ サ 切
		単 位	障害除去		

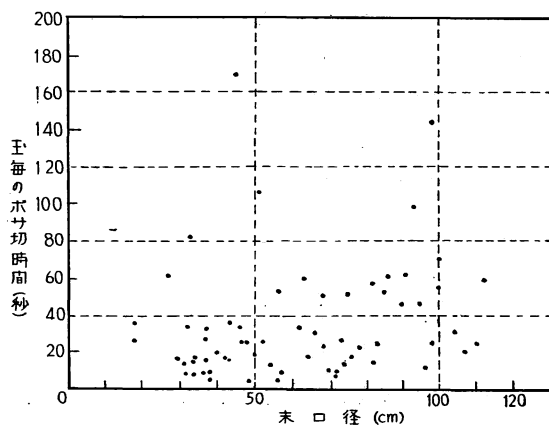
〔Ⅰ〕ボサ切時間と条件との分析

ボサ切りも障害木切りと同じように、直接的条件となるボサの量を測定することができないので、間接的条件、末口径や胸高直径および傾斜などと結びつけその間の関係を調べた。相関図は第90、第91図となる。

条 件	因 子	標 本 数 N	相 関 係 数 r	誤 差 率 (%)
玉ごとに扱ったとき	末 口 径	64	0.2678*	145.8
	玉ごとの傾斜	64	0.4038**	81.0
単木で扱ったとき	胸 高 直 径	27	0.5722**	127.0
	斜 面 傾 斜	27	-0.0178	



第90図 ボサ切時間と玉切斜面傾斜



第91図 ボサ切時間と末口径

玉ごとに扱ったときは末口径（長径短径の平均）、玉ごとの傾斜と、単木で扱ったときは胸高直径とそれぞれ高い相関度がありそうだ。そのときの誤差率を算出すると相変わらず大きい。グラフをみてみるとなるほどバラツキが大きいから、これは二次的では表わせないものとして、重回帰分析に組んで3変量の解析を行なつた。しかし結果的にはより有効な情報は得られなかつた。

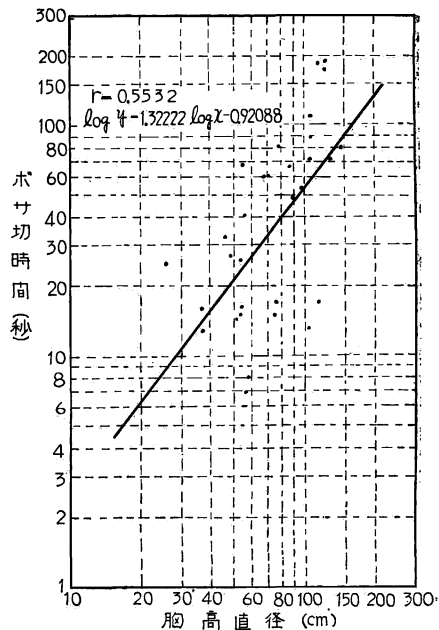
玉ごとでは回帰係数が有意にならない。単木で扱うと胸高直径の回帰だけが高度に有意、傾斜の項は問題にならない。

胸高直径との関係では放物線が想定できるので、両対数を取り、胸高直径との曲線式として計算しなおすと次のようになった。

$$\begin{aligned} \bar{Y} (= \log Y) &= \text{ボサ切時間 (秒)} \\ Y (= \log X) &= \text{胸高直径} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \bar{Y} (= \log Y) &= \text{ボサ切時間 (秒)} \\ Y (= \log X) &= \text{胸高直径} \end{aligned}} \right\} \text{とすれば}$$

$$N=30 \quad r=0.55315 \quad Sdy \cdot x^2=3.971528$$

$$b=1.32222 \quad Sy \cdot x = 0.376617$$



第92図 単木のボサ切時間と胸高直径

重回帰分析過程

条 件	変 数	標 本 数 N	重相関係数の 有意性 F_0	回帰係数の 有意性 t_0	誤 差 率 (%)
玉ごとに扱ったとき	X_1 (末 口 径) X_2 (玉ごとの傾斜)	64	3.721*	$b_1=1.592$ $b_2=1.884$	144.1
単木で扱ったとき	X_1 (胸 高 直 径) X_2 (斜 面 傾 斜)	27	6.098**	$b_1=3.491^{**}$ $b_2=0.586$	129.0

$$\text{誤差率 } f = \{Sy \cdot x \cdot (2.048) / \bar{Y}\} \times 100 = 50.0\%$$

$$Sb = Sy \cdot x / \sqrt{Sx^2} = 0.37633$$

$$t_b = b / Sb = 3.513$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 1.54243 - b(1.86301) = -0.92088$$

$$\therefore \log \hat{Y} = 1.32222 \log X - 0.92088$$

相関係数も回帰係数の有意性検定における t の値も上述直線式関係としてみた場合と幾らも変わらない。ただ、グラフのバラツキからみると、曲線的関係としておいた方がよろしい。

〔Ⅱ〕ボサ切の発生率

全伐倒数 59 ボサ切の発生個数 32 発生率 54.2% ≒ 50%として適用

〔Ⅲ〕類型区分

発生率 54.2% で、条件胸高直径との回帰式が存在するので追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕ボサ切の条件式

単木1本に対するボサ切標準時間は

$$\log \hat{Y} = 1.32222 \log X - 0.92088, k = 0.500$$

$$\text{または } \log Y = 1.32222 \log X - 1.22191$$

Y ; ボサ切時間 (秒) X ; 胸高直径 (cm)

〔V〕単位測尺の障害除去作業と単位障害除去のボサ切作業とは一緒にならないか。

単位測尺の障害除去作業と、本項のボサ切作業とは、要素作業名は異なるも作業内容的にはほとんど同質なものであるから、前述 {2. (4)} 単位測尺で求めた障害除去回帰式と、本項ボサ切回帰式との均一性について検定した。結果的には分散の均一性ならびに回帰係数の均一性については仮説を棄却できないが、回帰常数については仮説が棄却された。すなわち、回帰係数は平行しているが、回帰常数の高さは一致しないということで、単位測尺の障害除去と、単位障害除去のボサ切作業との推定式はおおの別用いることとなった。検定の結果だけを載せておく。

単位測尺、要素障害除去の回帰式

$$\log \hat{Y} = 1.39229 \log X - 0.82003$$

単位障害除去、要素ボサ切の回帰式

$$\log \hat{Y} = 1.32222 \log X - 0.92088$$

①分散の均一性について

要素作業	N	分散 ($S_y \cdot x^2$)
障害除去	30	0.145536
ボサ切	30	0.141840

②回帰係数間の差の検定

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	F_0
直 線 回 帰	1	3.635463		
回 帰 間 の 差	1	0.002424	0.002424	0.017
回 帰 計	2	3.637887		
誤 差	56	8.046540	0.143688	
計	58	11.684427		

$F_0 = 0.017$ なので、要素作業障害除去とボサ切りとの両回帰係数間には全く有意差は認められない。すなわち、平行している。

③回帰常数間の差の検定

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	F_0
回 帰 回 帰	1	3.233701		
回 帰 間 の 差	1	0.002424		
平 面 間 の 差	1	0.773431	0.773431	5.383*
不 明 原 因	56	8.046540	0.143688	
計	59	12.056096		

$$d.f. = 1 \text{ と } 56 \quad F_{60(0.05)}^1 = 4.00$$

すなわち、両者の回帰常数の高さには差がある。

(3) 障害物片付

類 型	纏 り	玉 切	要素	障害物片付
	単 位	障害除去		

〔I〕 障害物片付時間と条件との分析

障害物片付時間も直接条件となる地表面の状態（岩石地、礫地、枝条散在度）および枝数などの条件が測定されていないので、深い分析ができない。間接的原因と思われる斜面傾斜、材の大きさなどについて関係を見た。玉ごとに扱ったときは条件に末口径（長径短径の平均）および斜面傾斜を、単木に扱ったときは胸高直径をとつて相関図を作つてみたが、これらの条件だけでは関係を見いだすことができなかった。

異常値 1 点を除いて玉ごとと単木のときとの変動係数を求めれば

	標本数 N	平均値 $\bar{Y}$	標準偏差 s	変動係数 C
玉ごとで扱ったとき	29	17.62	16.62	94.3
単木で扱ったとき	18	27.44	31.36	114.3

変動係数は玉ごとで扱ったときの方が小さい。結局枝条片付時間は 1 玉ごとではある決まつた範囲で行なわれているが、単木にまとめると障害物片付作業の出てくるのは 1 玉だけで済むこともあれば、単木 1 本内ではほとんどの玉に出てくることもある。そしてその差が歴然としているということかもしれない。

〔II〕 障害物片付の発生率

全玉数 223 障害物片付の発生個数 30 発生率 13.5% $\approx$ 10% として適用

〔III〕 類型区分

割増時間に類型区分する。

〔IV〕 障害物片付の基本時間と標準時間

標本数 N が少なく、障害物片付の頻度分布図からの基本時間決定は無理である。算術平均値を用いる。

障害物片付の基本時間 = 17.62 秒

1 玉当たり標準時間 = $17.62 \times 0.10 = 1.76$ 秒

(4) 道具取替

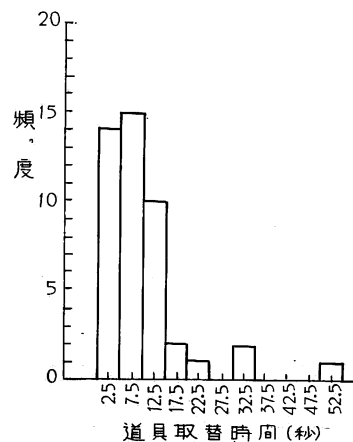
類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	道具取替
		単 位	障害除去		

〔I〕 道具取替基本時間は単位玉切から引用してよいか

作業内容的には単位玉切の道具取替と同一であるから、単位玉切から、そのまま引用してよいが、一応念のためここでも当たつておこう。本項での道具取替頻度分布図を描けば離散分布をなし、最頻値はやはり 7.5 秒のところにある（第 93 図）。したがつて、道具取替基本時間は最頻値をとるなら、単位玉切と同じ結果になり普遍性として取り上げられる自信をうる。

〔II〕 道具取替の発生率

全玉数 223 発生個数 45 発生率 20.2% $\approx$ 20% として適用



第 93 図 道具取替時間の頻度分布図

〔Ⅲ〕類型区分

条件との関係がなく、発生率20%であるから割増時間に類型区分される。

〔Ⅳ〕道具取替の基本時間と標準時間

道具取替基本時間 = $M_0 = 7.5$ 秒

1 玉当たり道具取替標準時間 = $7.5 \text{ 秒} \times 0.20 = 1.50 \text{ 秒}$

(5) 段取・始動停止

類型「考えない」	纏り玉切	要素	段取・始動停止
	単位 障害除去		

〔Ⅰ〕段取・始動停止の2要素を込みにして1要素とならないか

段取の発生率 $7/223 = 3.1\%$ 始動停止の発生率 $5/223 = 2.2\%$

段取作業、始動停止作業と分けたのでは計算ルールから「考えない」ことになる。単位障害除去で主体となる障害木切り、ボサ切りおよび障害物片付が類型されているのに、付帯的なこの要素作業だけを基礎控除時間としてみるのはやつかいであるから、この2要素作業をまとめて1要素作業として取り扱ったら観測も操作も楽である。実際段取と始動停止は一連の流れ作業であるから、ここで1要素としてまとめて見てはどうかという理由にもなった。

段取と始動停止と込みにするとどのような発生状態であるかを見ると

伐倒木 No.	玉 No.	段 取	始 動 停 止	段取+始動停止
134	2	5 ^秒	1 ^秒	6 ^秒
118	2	11	10	16
39	2	12	9	21
113	1	—	11	11
110	3	23	—	23
139	2	31	—	31
139	5	—	3	3
132	2	24	—	24
130	3	8	—	8
計 $N=9$				143

発生率 $9/223 = 4.0\%$

やはり5%の線まで上つてこない。単木で扱うとしても $8/59 = 13.6\%$ で14%の線に僅かに足りない。

〔Ⅱ〕類型区分

2要素を込みにしても計算ルールの5%の線に達しないので、類型区分は原則的には「考えない」ことになるが、この要素作業だけを基礎控除時間に移行することは要素作業としての観測上の取り扱いがやつかいになるので、発生率5%に僅かに及ばないが、暫定的に割増時間に類型しておく。

〔Ⅲ〕段取・始動停止の標準時間

基本時間は算術平均値によつて算出しておく。 $\bar{X} = 143/9 = 15.89 \text{ 秒}$

1 玉当たり標準時間 = $15.89 \text{ 秒} \times 0.04 = 0.64 \text{ 秒}$

(6) 歩行（持歩行+空身歩行）

類 型	追 加	纏 り	玉 切	要素	歩 行 (持歩行 + 空身歩行)
		単 位	単 位		
					障害除去

〔Ⅰ〕歩行時間と枝数との関係

歩行時間は一応後述する単位木口廻し〔Ⅴ〕を、共通的な条件式として使用することを考えているが、障害除去の歩行については、枝数との関係が考えられるから、作業の対象となつた枝数を取り上げ、歩行時間との相関を見たが(第 94 図)、枝数を条件に加味して胸高直径との重回帰式を設定しても、より有効な情報は得られなかつた。

〔Ⅱ〕歩行の発生率

全伐倒数 59 歩行の発生個数 23

発生率 $39.0\% \div 27.0\%$ として適用

〔Ⅲ〕類型区分

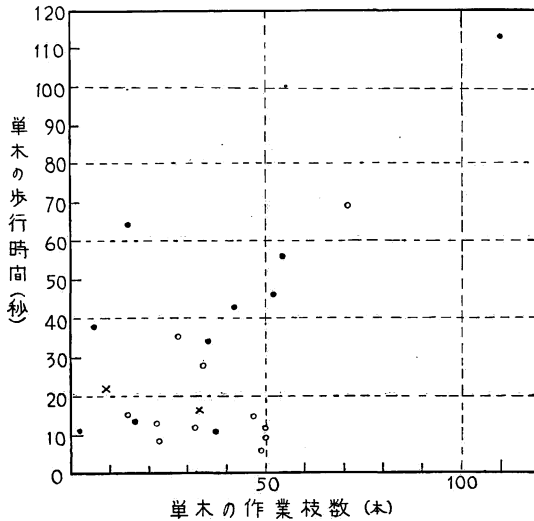
胸高直径との変数関係にあり、発生率 39% だから追加時間に類型する。

〔Ⅳ〕単木に対する歩行の条件式

単位木口廻し〔Ⅴ〕より引用

$$Y = (0.5884X + 10.7698) (0.270)$$

Y ; 単木 1 本の障害除去歩行時間 (持歩行 + 空身歩行)・(秒) X ; 胸高直径 (cm)



第 94 図 障害除去歩行時間と作業対象の枝数

4. 単位・捨切

(1) 捨切

類 型	追 加	纏 り	玉 切	要素	捨 切
		単 位	単 位		
					捨 切

〔Ⅰ〕捨切時間と条件との分析

捨切りは要素玉切から引用することも考えられるが、作業内容的には、割れや腐朽部を切除するのが捨切りであるから、要素玉切の時間とは少し異なるものと考えられる。よつて、あらためて条件との分析を行なつた。標本数が少ないので他の諸条件との関係は明確につかめないが、ただ切断との関係は第 95 図に示すとおり密接な相関がある。○印の特別な値 1 点を除けば、変数変換したことによつて直線を想定できるから、このときの統計計算をすると次のようになった。

$$Y (= \log Y) = \text{捨切時間 (秒)}$$

$$X (= \log X) = \text{切断径 (長径短径の平均) (cm)}$$

$$N = 14$$

$$Sx^2 = 0.227597$$

$$Sy^2 = 1.538074$$

$$Sxy = 0.527902$$

$$b = 2.31946$$

$$\bar{X} = 1.81911$$

$$\bar{Y} = 1.92211$$

$$r = 0.89224$$

$$Sdy \cdot x^2 = 0.313625 \quad Sy \cdot x = 0.161664$$

$$\text{誤差率 } f = \{Sy \cdot x \cdot (2.179) / \bar{Y}\} \times 100 = 18.3\%$$

$$Sb = Sy \cdot x / \sqrt{Sx^2} = 0.33887$$

$$t_b = b / Sb = 6.845^{**}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = -2.29725$$

$$\therefore \log \hat{Y} = 2.31946 \log X - 2.29725$$

〔Ⅱ〕 捨切の発生率

全玉数 223 捨切の発生回数 15

発生率 6.7% ≒ 10%として適用

〔Ⅲ〕 類型区分

条件式が設定され、発生率 6.7%なので追加時間に類型区分される。

〔Ⅳ〕 捨切の条件式

$$\log \hat{Y} = 2.31946 \log X - 2.29725$$

Y; 捨切時間 X; 捨切切断部の径（長径短径の平均）

(2) 始動停止

類 型	纏 り	玉 切	要素	始動停止
	単 位	捨 切		

〔Ⅰ〕 始動停止の発生率

全玉数 223 始動停止の発生個数 13 発生率 5.8% ≒ 10%として適用

〔Ⅱ〕 類型区分

発生率 5.8%であるから割増時間に類型区分する。

〔Ⅲ〕 始動停止の基本時間と標準時間

単位玉切の始動停止基本時間をそのまま引用する。

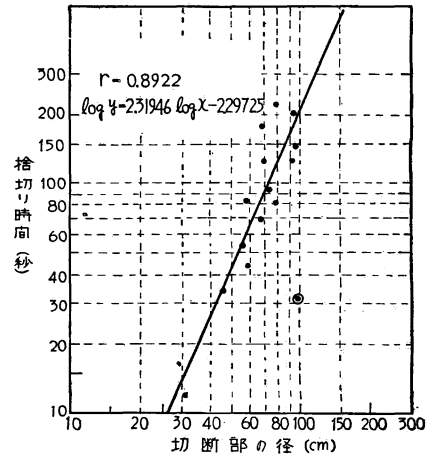
始動停止の基本時間=7.5秒 1玉当たり始動停止標準時間=7.5秒×0.10=0.75秒

(3) 段取・鋸引抜き・空身歩行・持歩行・その他

類型, 割増	纏 り	玉切	要素	段取・鋸引抜き・道具取替・ 空身歩行・持歩行・その他
	単 位	捨 切		

〔Ⅰ〕 捨切における捨切, 始動停止以外の要素作業を1括した発生率

要素作業	玉ごとの発生率	単木ごとの発生率
段 取	3.6%	8.5%
鋸引抜き	0.9	3.4
道具取替	1.8	6.8
空身歩行	1.3	3.4
持 歩 行	3.1	10.2
そ の 他	2.2	6.8



第 95 図 捨切時間と切断部の径

1玉または単木1本内にどれかの要作が発生したとき} 5.8% 13.6%

玉ごとに扱っても、単木ごとに扱っても各要素作業別では、計算ルールに従うと「考えない」ことになってくる。しかし、主体となる捨切作業は追加に類型されているので、これら要素作業も付帯的に起こってくるものとすれば、どこかで考慮しておかねばならない。捨切、始動停止を除いた他の要素作業が起こった玉を1玉として数えると、合計13玉に発生している。したがって発生率は5.8%となる。

〔Ⅱ〕類型区分

単位玉切の要素作業分析では、空身歩行、持歩行以外はすべて条件との関係がなく割増時間であった。空身歩行、持歩行は胸高直径との変数関係にあつたが、捨切作業においては胸高直径との変数関係が考えられないから、同様割増時間扱いとする。したがって、すべて割増時間に類型する。

〔Ⅲ〕捨切りにおけるそれ以外の要素作業を1括した標準時間

各要素作業によって時間のとり方は異なる。発生が1回でも長時間かかるものと、発生回数は多いがほんの僅かの時間しか持たないものとあろう。しかし、この開きがある許容限界内で許されるとすれば1括して取り扱うことにしよう。

第62表 各要素作業の時間値 (秒)

段	取	鋸引抜き	道具取替	空身歩行	持歩行	その他	計
8		7	68	23	19	14	
25		79	27	32	36	144	
3			17	26	5	30	
8			30		7	18	
14					29	13	
11					31		
48					10		
64							
計	181	86	142	81	137	219	186
n	8	2	4	3	7	5	29

第63表 分散分析表

要因	動変	自由度	不偏分散	F ₀
級間	2, 614.7486	5	522.9497	0.567
級内	21, 203.3893	23	921.8865	
全体	23, 818.1379	28		

F₀の値は1以下なので、群平均間に差があるとはいえない。1回の要素作業時間は3秒～144秒の間にあるも、群平均としてはカタヨリが出てこない。これだけの測定値にバラツキの幅があると級内誤差が大きくなり、またNが不揃いなので検定の精度は落ちてくるが、F検定にかけた本資料では差が認められないのだから、これらを1括して取り扱うことにしよう。

基本時間は算術平均値を用いる。

伐倒No.	玉番号	1括した作業時間(捨切・始動停止を除いた)
14	1	7秒
	5	19

伐倒 No.	玉番号	1括した作業時間（捨切・始動停止を除いた）
26	3	8秒
	4	25
	5	50
	7	215
141	6	43
118	5	14
115	3	7
39	1	68
37	4	136
131	3	111
	5	143
計		846

平均 $\bar{x} = 846/13 = 65.07$ 秒

捨切りが発生するときの1括した要素作業（捨切，始動停止以外）の1回当たり基本時間は65.07秒，
1玉当たり標準時間（捨切，始動停止以外の要素作業の）は $65.07 \times 0.10 = 6.51$ 秒

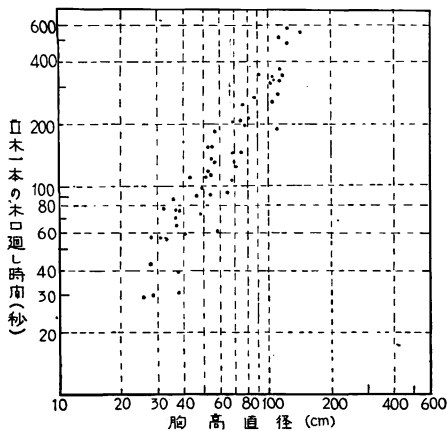
5. 単位・木口廻し

(1) 木口廻し

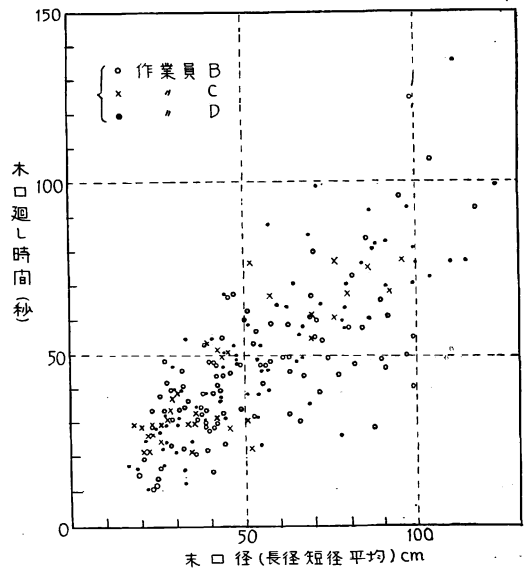
類型	基礎	纏り	玉切	要素	木口廻し
		単位	木口廻し		

〔I〕木口廻し時間と条件との分析

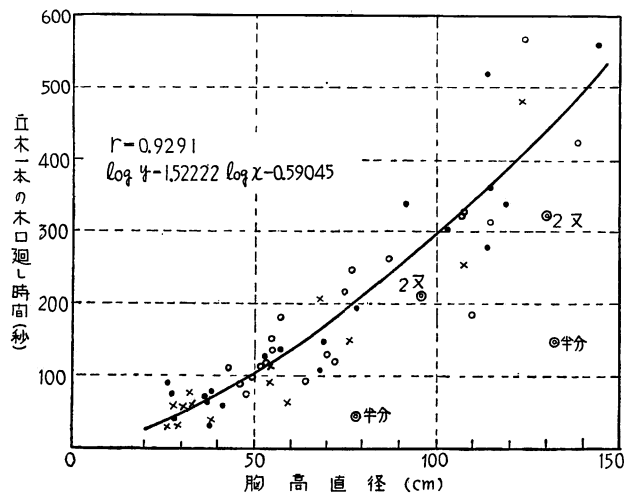
木口廻しは玉ごとに扱ったときと，単木1本をまとめて扱ったときとに分けて分析した。玉ごとに扱ったときは条件に末口径（長径短径平均），単木1本にまとめたときは胸高直径をとった。グラフは第96図～第98図，単木1本にまとめると曲線性を示すので，第96図は第98図と同じものである。



第96図 立木1本の木口廻し時間と胸高直径



第97図 玉ごとの木口廻し時間と末口径→



第98図 立木1本の木口廻し時間と胸高直径

因 子	標本数 N	相関係数 r	備 考
玉ごとに扱ったときの木口廻し時間と末口径(長径短径平均)	219	0.7626**	実数値による計算
単木として扱ったときの木口廻し時間と胸高直径	55	0.9291**	対数値による計算

相関係数は単木1本の扱いとして胸高直径に対決させたときの方が値は高い。しかし、これは、一方は実数値による計算、一方は対数値による計算なので、この絶対値の差が即胸高直径の高度差を示すものとしてはとれないが、両者の相関係数にこれだけの差があればまず胸高直径の方が相関度は高いと見てよいだろう。同じように誤差率を算出して両者の回帰式の適合度を今すぐ比較することもできないのである。両者を同一のスケールで比較しようとするには手間がかかるから、今回は省略する。グラフを見ても胸高直径を変数としたときの方が、末口径を変数とすることより、バラツキ方が小さく、回帰式のあてはまりもよさそうなことを示しているから、変数には胸高直径をとる。回帰の統計量は次のとおりである。

$$\begin{aligned}
 N &= 55 \quad X(=\log X) = \text{胸高直径 (cm)}, \quad Y(=\log Y) = \text{木口廻し時間 (秒)} \\
 Sx^2 &= 2.26819386 \quad Sy^2 = 6.08875543 \quad Sxy = 3.45269872 \\
 r &= Sxy / \sqrt{Sx^2 \cdot Sy^2} = 0.9291 \quad b = Sxy / Sx^2 = 1.522224 \\
 Sdy \cdot x^2 &= Sy^2 - (Sxy)^2 / Sx^2 = 0.83297520 \\
 Sy \cdot x &= \sqrt{Sdy \cdot x^2 / (N-2)} = 0.125366 \\
 Sb &= Sy \cdot x / \sqrt{Sx^2} = 0.083241 \\
 \therefore t_b &= b / Sb = 18.287^{**} \\
 f' &= Sy \cdot x \{t_{\phi(\alpha)}\} / \bar{Y} \times 100 = 11.86\% \dots \dots (\text{対数値による誤差率})
 \end{aligned}$$

直線回帰はもちろん有意、誤差率は対数値によるときのもので11.86%である。推定の標準誤差0.125366から推してみると、真数に戻したときの誤差率は50%を越すものと思われる。

作業員間における分散の違い、回帰係数間の差および修正された平均値間の差は見られないので、あらためて検定は行なわない。

〔Ⅱ〕木口廻しの発生率

発生率 100%

〔Ⅲ〕類型区分

発生率 100% で、条件による影響が密接であるから基礎時間に類型区分される。

〔Ⅳ〕木口廻し時間の条件式

木口廻し時間を代表する条件式は前記の統計量から次式が求められる。

$$\log \hat{Y} = 1.522224 \log X - 0.590451$$

Y ；単木1本の木口廻し時間(秒) X ；胸高直径(cm)

$\hat{Y}$ の対数による過小推定の修正係数 $\mu = 1.042$ ，すなわち上式から算出された $\log \hat{Y}$ の真数に $\mu = 1.042$ 倍したものが求める木口廻し時間の推定値である。

(2) 段 取

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	段取
		単 位	木口廻し		

〔Ⅰ〕段取の発生率

全玉数 223 段取の発生個数 35 発生率 15.7% ≒ 20% として適用

〔Ⅱ〕類型区分

段取時間は単位玉切で分析を行なつて割増の類型であつた。したがつて、ここであらためて条件との分析は行なわない。発生率は15.7% なので割増時間に類型区分する。

〔Ⅲ〕段取の基本時間と標準時間

基本時間は単位玉切より引用 7.5秒

〔実際本項の段取時間について頻度分布図を作ると単位玉切と同じ結果を示す〕。

$$1 \text{ 玉当たり段取標準時間} = 7.5 \text{ 秒} \times 0.20 = 1.50 \text{ 秒}$$

(3) 道具取替

類 型	割 増	纏 り	玉 切	要素	道具取替
		単 位	木口廻し		

〔Ⅰ〕道具取替の発生率

全玉数 223 道具取替の発生個数 37 発生率 16.6% ≒ 20% として適用

〔Ⅱ〕類型区分

単位玉切より引用し、条件との関係はないものとみる。発生率16.6% であるから割増時間に類型される。

〔Ⅲ〕道具取替の基本時間と標準時間

道具取替基本時間は単位玉切より引用 7.5 秒（実際本項の道具取替時間について頻度分布図を作ると単位玉切と同じ結果を示す）

$$1 \text{ 玉当たり道具取替標準時間} = 7.5 \text{ 秒} \times 0.20 = 1.50 \text{ 秒}$$

(4) 歩行（空身+持歩行）

類型	追加	纏り	玉切	要素	歩行 (空身+持歩行)
		単位	木口廻し		

〔I〕歩行時間と条件との分析

単位玉切で算定した歩行時間の条件式をそのまま引用してもよいのであるが、単位玉切では、持歩行が主で空身歩行が従であつたから、標本数も持歩行 55 に対して空身歩行 33 であつた。

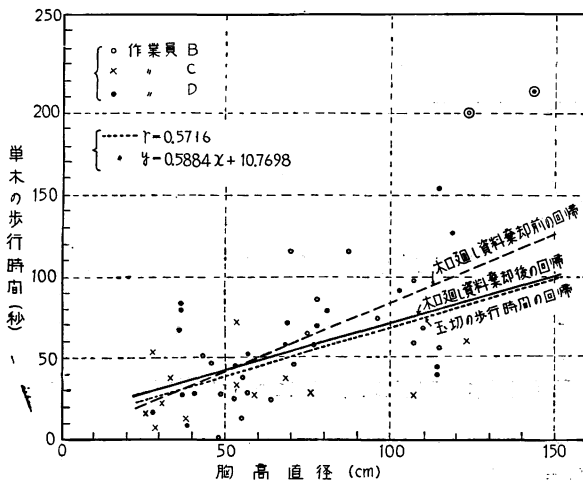
木口廻し歩行では逆に持歩行 20 に対して空身歩行 58 で、空身歩行が主となっている。したがつて木口廻しの歩行時間は単位玉切とは別項のものと考え吟味した。

まず空身歩行だけについて条件との分析をした。条件に胸高直径、樹高、斜面傾斜をとり重回帰分析にかけると、樹高の因子だけしか響いてこない。単位玉切で分析したのと大体同じような傾向にあると判断される。次に空身歩行時間と胸高直径、空身歩行と樹高だけの一次関係で比較してみると、回帰式の誤差率は 106.8% と 99.3% で大差ない。樹高を変数にとつたときの方が若干よろしい (単位玉切での分析と同じ)。

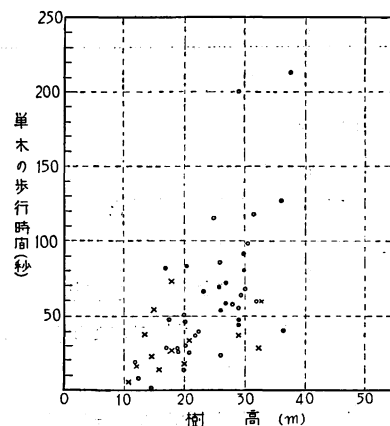
空身歩行と胸高直径の 1 次回帰 誤差率=106.8%

空身歩行と樹高の 1 次回帰 誤差率=99.3%

次に「空身歩行時間+持歩行時間」として分析を試みた。歩行時間と胸高直径との 1 次回帰における誤差率は 116.1% である。空身歩行時間だけの回帰より誤差率は約 10% 増した。ここでは空身歩行+持歩行とすると精度は少し落ちるようである。しかして、正しくは空身歩行時間と樹高との 1 次回帰、持歩行時間と樹高 (あるいは胸高直径) との 1 次回帰と分けて条件式を設定すべきだろう。しかしそれは持歩行の標本数が僅か 20 個なので、今回は空身歩行時間と持歩行時間を一緒にして算定しておく。そして誤差率が約 10% ほど精度に開きがあるとしても、誤差率が 100% 前後にあるようなバラツキをもつたデータなので使用に便な胸高直径を変数にとつた条件式を用いることにした (資料棄却後の誤差率は 104.8% となる)。歩行時間と胸高直径、歩行時間と樹高との相関図は第 99 図、第 100 図のとおりである (第 99 図には単位玉切の歩行時間回帰式も記入してある。これについては後述〔V〕で説明される)。



第 99 図 歩行時間 (持歩行+空身歩行) と胸高直径との相関図



第 100 図 歩行時間 (持歩行+空身歩行) と樹高との相関図

〔Ⅱ〕歩行の発生率

全 伐 倒 数 59

歩行の発生個数 58…(計算では条件測定もれと異常値を除いてあるから 55)

発 生 率 98.3%≒98.5 として適用

〔Ⅲ〕類型区分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕歩行時間の条件式

①計算に用いた統計量（資料棄却前）

$$N=55$$

$$\bar{Y}=58.49 \text{ (データの範囲 2 秒} \sim 213 \text{ 秒)} \quad r=0.6284$$

$$\bar{X}=70.25 \text{ (" 26cm} \sim 144 \text{cm)} \quad b=0.8458$$

②上記の統計量から回帰方程式を設定すると第 99 図の ○印点が異常に飛離れていることに気づく。よって次式を用い資料の整理を行なうと○印の 2 点は棄却された。

〔資料の棄却に用いた公式〕

$$F_0 = \{y_0 - \bar{y} - b(x_0 - \bar{x})\}^2 / [V\{1 - 1/N + (x_0 - \bar{x})^2 / Sx\}]$$

ここで $F_0 > F_{1-N-2(\alpha)}$ であれば資料は棄却される

y_0, x_0 : 棄却しようと思う資料

$$V = Sy \cdot x^2 \quad Sx = \sum (x - \bar{x})^2 = Sx^2$$

③棄却された資料を除外して再び回帰係数の設定（資料棄却後の回帰）

$$\text{統計量 } N=53 \quad Sdy \cdot x^2 = 38797.17$$

$$\bar{Y} = 52.9057 \quad Sy \cdot x = 27.5813$$

$$\bar{X} = 67.8491 \quad Sb = 0.1438$$

$$r = 0.5358 \quad t_b = 4.532^{**}$$

$$b = 0.5792$$

このときの誤差率 = (標準偏差) $t_{21(0.05)}$ / 平均値 $\times 100 = 104.8\%$

$$\text{回帰方程式 } \hat{Y} = 0.5792X + 13.6075$$

ゆえに木口廻し歩行時間の標準時間を推定する条件式は

$$\hat{Y} = 0.5792X + 13.6075 \quad k = 0.985$$

$$\hat{Y}: \text{木口廻しの単木に対する歩行時間 (持歩行 + 空身歩行) (秒)} \quad X: \text{胸高直径 (cm)}$$

〔Ⅴ〕纏り作業玉切に共通な歩行時間の条件式

第 99 図は単位木口廻しの回帰と単位玉切の回帰と記入してある。木口廻しは空身歩行が主であり、持歩行が従的であり、玉切は空身歩行が従で持歩行が主であつたから、両者別々に分析した。しかし、両者の回帰を 1 図に纏めるとほとんど近似してくる。いまこの両回帰の一樣性について統計的な裏づけがなされれば、纏り作業玉切の歩行時間は両回帰の平均を使うことによって共通的に使用されることになる。

①玉切歩行時間と木口廻し歩行時間の分散一樣性についての検定

$$S^2 = q^2 / f = 0.088835$$

$$\log S^2 f = -1.051416 \times 101 = -106.193016$$

第64表 統 計 量 (オーダは全部 1/100)

要素作業	N	SY	SX	SY ²	SX ²	SXY	Sy ²	Sx ²	Sxy	Sdy·x ²
玉切の 歩行時間	52	24.98	34.93	19.1134	28.6739	19.8805	7.113392	5.210344	3.100665	5.092616
小口廻しの 歩行時間	53	28.04	35.96	20.2764	29.0538	21.7214	5.441653	4.655279	2.696525	3.879717
和	105	53.02	70.89	39.3898	57.7277	41.6019	12.555045	9.865623	5.797190	8.972333
込みにされ た平均							12.617225	9.866823	5.805826	9.200967

第65表 分散の一樣性の検定

要素作業	平方和 Sdy·x ²	N	自由度 (N-2)	逆数 1/(N-2)	分散 Sy·x ²	log Sy·x ²	(N-2) log Sy·x ²
玉切歩行	5.092616	52	50	0.020000	0.101852	-0.992030	-- 49.601500
小口廻し歩行	3.879717	53	51	0.019608	0.076073	-1.118769	-- 57.057219
計 k=2	8.972333 =q ²		101=f	0.039608 =Σ1/f _i			-106.658719 =Σf _i log Sy·x ²

$$\chi^2 = 2.3026 [\log S^2 f - \sum f_i \log Sy \cdot x^2]$$

$$= 2.3026 [-106.193016 + 106.658719] = 1.072328$$

補正項

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{f_i} - \frac{1}{\sum f} \right]$$

$$= 1 + 1/3 [0.039608 - 0.009901] = 1.009902$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \chi^2 / C = 1.072328 / 1.009902 = 1.062$$

$$\text{ここで } d.f. = k - 1 = 1$$

$$\therefore 0.01 > P > 0.05$$

②玉切歩行回帰係数と小口廻し歩行回帰係数の一樣性についての検定

第66表 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰 計 差	k=2 (n-2k)=101	Σ(Sy ²) _i - Σ(Sdy·x ²) _i = 3.582712 Σ(Sdy·x ²) _i = q ² = 8.972333
計	n-k=103	Σ(Sy ²) _i = 12.555045

完 成 し た 分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方	F ₀
直 線 回 帰	1	ΣSŷ ² = Σ(Sxy) ² /Σ(Sx ²) _i = 3.406517		
回 帰 間	(k-1)=1	Σ(Sy ²) _i - ΣSŷ ² - q ² = q' ² = 0.176195	0.176195	1.983
回 帰 計 差	k=2	Σ(Sy ²) _i - Σ(Sdy·x ²) _i = 3.582712		
誤 差	(n-2k)=101	Σ(Sdy·x ²) _i = q ² = 8.972333	0.088835	
計	n-k=103	Σ(Sy ²) _i = 12.555045		

$$\therefore F_0 = 1.983 > F_{101(0.05)}^1 = 3.94$$

③玉切回帰常数と木口廻し回帰常数の差の検定

第67表 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	備 考
回 帰	1	$S\hat{y}^2=3.416258$	第64表の最下欄より新しく計算したもの 回帰係数間の分散分析表より
回 帰 間	$(k'-1)=1$	$q'^2=0.176195$	
誤 差	$n'-k'-1=102$	$Sdy \cdot x^2 - q'^2=9.024772$	
計	$n'-1=104$	$Sy^2=12.617225$	第64表の最下欄より

本表からの誤差と、前の回帰係数間の分散分析表の誤差と2つの部分がでてくる。この誤差の差が回帰平面の高さの差になる。

	平方和	自由度
誤 差	9.024772	102
原因不明(=q ²)	8.972333	101
平面間の差	0.052439	1

完成された分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	F ₀
回 帰	1	3.416258		0.590
回 帰 間	1	0.176195		
平 面 間	1	0.052439	0.052439	
不 明 原 因	101	8.972333	0.088835	
計	104	12.617225		

$$\therefore F_0=0.590 > \{F_{101(0.20)}^1\}$$

④纏り作業、玉切の歩行時間を推定するための平均された回帰式

以上のことを取纏めれば、単位玉切の胸高直径と歩行時間の回帰は、単位木口廻しの回帰と、回帰係数も、回帰常数の高さとともに一様の性質をもつたものであると結論される。したがって、纏り作業玉切の歩行時間は、込みにした平均の回帰式を共通的に使用して一向に差支えない。

平均の回帰式は、込みにされた資料から新しく算定される。

$$r=0.5716 \quad Sy \cdot x=0.298881$$

$$b=0.5884 \quad Sb=0.0983$$

$$Sdy \cdot x^2=9.200967 \quad t_b=5.986^{**}$$

$$\text{誤差率 } f = Sy \cdot x(1.990)/\bar{Y} \times 100 = 117.8\%$$

歩行時間の平均された回帰方程式

$$\therefore \hat{Y}=0.5884X+0.107698$$

オーダを元の単位にもどして

$$\hat{Y}=0.5884X+10.7698$$

Y: 単木1本の歩行時間(持歩行+空身歩行)(秒) X: 胸高直径(cm)

これが求める歩行時間を推定する条件式である。

6. 単位・支え木扱い

(1) 支え木扱い, 材料取り

類 型	追 加	縦 り 玉 切	要素
		単 位 支え木扱い	{ 支え木扱い 材料取り

〔I〕 支え木扱い, 材料取り時間と条件との分析

支え木扱いは末口径ならびに斜面傾斜との関係を見たが明確な相関は見いだせなかつた。次に胸高直径との相関を見てみると第 101 図に示したとおり高度の相関性を有する。・印は支え木扱いだけの時間, ×印は材料とりも含んだ支え木扱いの時間。このときの回帰性を計算すると次のとおりである (材料とりも含んだ回帰)。

$N=6$, $X(=\log X)$; 胸高直径 (cm), $Y(=\log Y)$; 支え木扱いおよび材料取り時間 (秒)

$$\begin{aligned} Sx^2 &= 0.048280 & \bar{X} &= 2.011700 \\ Sy^2 &= 1.500043 & \bar{Y} &= 2.043800 \\ Sxy &= 0.235954 & Sdy \cdot x^2 &= 0.346895 \\ r &= 0.87678 & Sy \cdot x &= 0.294489 \\ b &= 4.88720 \end{aligned}$$

$$\text{誤差率 } f = Sy \cdot x (2.776) / \bar{Y} \times 100 = 39.9\%$$

$$Sb = Sy \cdot x / \sqrt{Sx^2} = 1.34025$$

$$t_b = b / Sb = 3.646^*$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -7.78778$$

そして支え木扱いの発生しているのは胸高 70 cm 以上からで, それ以下では発生していない。よつて胸高直径 70cm 以上についてだけ標準時間を設ける。

〔II〕 支え木扱いの発生率

胸高直径 70cm 以上を対象とする。

発生率 $6/26 = 23.1\% \approx 27\%$ として適用

〔III〕 類型区分

条件に胸高直径をとればその間に密接な関係を示し, 発生率 23.1% であるから追加時間に類型区分する。

〔IV〕 支え木扱い (含材料取り) の条件式

単木 1 本 (胸高 70cm 以上) に対する支え木扱い (含材料取り) の標準時間は

$$\log \hat{Y} = 4.88720 \log X - 7.78778, \dots \text{ただし胸高 } 70\text{cm 以上 } k=0.270$$

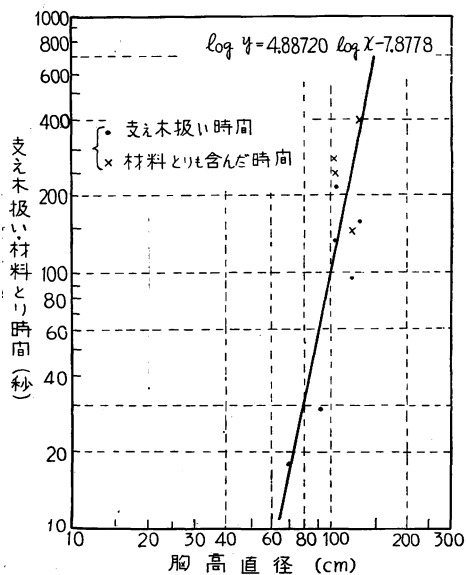
または $\log \hat{Y} = 4.88720 \log X - 8.35642$

Y ; 支え木扱い, 材料とりの時間 (秒) X ; 胸高直径 (cm)

(2) 段取・道具取替・始動停止・持歩行

類 型	纏 り 玉 切	要素
	単 位 支え木扱い	{ 段取・道具取替・空身歩行 始動停止・持歩行

〔I〕 始動停止・持歩行の発生率



第 101 図 支え木扱い時間と胸高直径 (含材料取り)

始動停止, 持歩行は発生なし, 発生率 0。したがって, 支え木扱いの要素作業として始動停止, 持歩行は考えなくてよろしい。

〔Ⅱ〕段取・道具取替・空身歩行の発生率

胸高直径 70cm 以上を対象として, 1 玉中でこれらの要素作業が何か起こったときを 1 回の発生とすると, 発生個数 6, 対象玉数 134, 発生率 4.5%

〔Ⅲ〕類型区分

発生率 4.5% なので計算ルールからは原則的には考えないことになるが, 主体となる支え木扱いが追加に類型されており, 付帯的な要素作業だけを基礎控除時間で与えるのは観測上不便であるから, 割増時間に類型しておこう。

〔Ⅳ〕段取・道具取替・空身歩行の標準時間

基本時間は算術平均を用いる。

$$\bar{X} = \sum T / N = 375 / 6 = 62.50 \text{ 秒}$$

$$1 \text{ 玉当たり標準時間} = 62.50 \text{ 秒} \times 0.045 = 2.81 \text{ 秒}$$

7. 単位・化粧掛け

類型 (考えない)	纏 り 玉 切	要素 全要素
	単 位 化粧掛け	

〔Ⅰ〕化粧掛け時間と条件との分析

化粧掛け時間は伐根径の長径, 短径および胸高直径などといずれも関係がありそうに見えるが, 標本数 N が僅か 8 点だけなので確かなことはいえない。グラフ上で点のバラツキが大きいことから, このような条件では表わせないと見るべきだろう。直接的因子となる化粧掛け面積と化粧掛け時間の相関係数を求めれば $r = 0.7635$ である (このときの N は化粧掛け面積の測定もれがあつて $N = 6$)。

〔Ⅱ〕化粧掛の発生率

全伐倒数 59 化粧掛けの発生した個数 8 発生率 13.6% 考えないとして適用

〔Ⅲ〕類型区分

発生率 13.6% は計算ルールによつて考えられない。玉数を対象としたときでも 3.6% で 5% 以下となるから考えない。

8. 単位・サルカ切

(1) サルカ切

類 型	基 礎	纏 り 玉 切	要素 サルカ切
		単 位 サルカ切	

〔Ⅰ〕サルカ切時間と条件との分析

要素, サルカ切りの条件因子として伐根径 (長径), 伐根径 (短径), 伐根径 (長短平均) および胸高直径をとつてグラフに示せば胸高直径と伐根径 (平均) とが中でも相関性の高度なことを示すので, 両因子についての残差変動を計算すれば次のようになった。相関図は第 102 図, 第 103 図に示す。

誤差率に変数胸高直径が小さくてよろしい ($N, \bar{Y}$ は等しい)。よつて要素 サルカ切作業の条件式は変

第68表 サルカ切時間における統計値をまとめた表

変数	N	平均値 $\log \bar{Y}$	相関係数 r	回帰係数 b	同左の t の値 t_b	推定の誤差 $S_{y \cdot x}$	誤差率 f
胸高直径	52	1.60557692	0.5803	0.931573	5.038**	0.44569089	55.80
伐根径(平均)	52	〃	0.5720	0.832452	4.931**	0.44889045	56.20

数に胸高直径をとつて設定する。

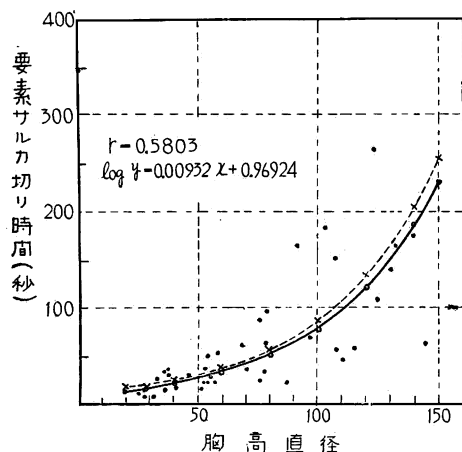
〔Ⅱ〕サルカ切の発生率

総伐倒数 59 サルカ切の発生した本数 52

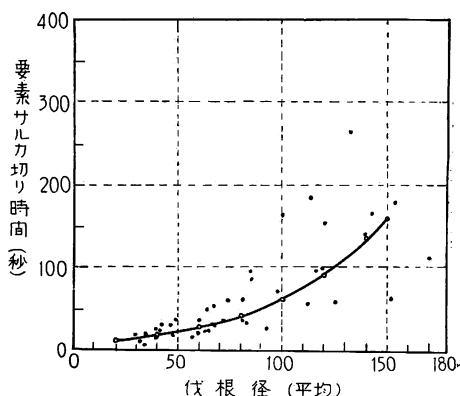
発生を見ない7本がある。この7本は当然サルカを切るべきが本来の性質であるも、川や沢に元口が突差したり、作業員の手ぬかりによつて生じなかつたためである。サルカ切りの作業時間は計上されなかつたも7本の木はいずれもサルカ部を有していたのであるから、全単木にサルカ切りは発生すると見られる。したがつて、発生率は100%と見なしておく。

〔Ⅲ〕類型区分

全単木にサルカ切が発生すべき性質のものであり、条件との変化にサルカ切時間が変化する傾向をもつので基礎時間に類型区分する。



第102図 サルカ切時間と胸高直径



第103図 サルカ切時間と伐根径

〔Ⅳ〕サルカ切の条件式

$$(\log = \bar{Y} 0.93157 X + 0.969241)$$

Xの元の単位は1/100として計算してあるから、ここで単位を元に戻す。

求むるサルカ切りの条件式

$$\log \bar{Y} = 0.0093157 X + 0.969241 \quad Y; \text{要素, サルカ切標準時間(秒)} \quad X; \text{胸高直径(cm)}$$

(2) 段取・切片除去・位置替・始動停止・道具取替・歩行

類型 割増	纏 り 玉 切	要素	{ 段取, 切片除去, 位置 替, 始動停止, 道具取 替, 歩行
	単 位 サルカ切		

〔Ⅰ〕各要素作業と条件との関係

段取、切片除去、位置替、始動停止、道具取替、歩行の各要素作業は一応分析したるも条件との関係で明瞭なものが見つけ出せないの一括して述べる。

上記各要素作業に対する条件因子としては伐根径（平均）および胸高直径との関係をグラフにしたるも、点のバラツキは相関性を示すものがない。位置替の要素作業は発生が0である。

〔Ⅱ〕発 生 率

要素作業名	発生個数	対象全伐倒数	発生率	計算ルールによる発生率
段 取	36	52	69.2	0.675
切 片 除 去	16	〃	30.7	0.270
位 置 替	0	〃	0	0
始 動 停 止	46	〃	88.5	0.885
道 具 取 替	22	〃	42.3	0.500
歩 行	34	〃	65.4	0.675

〔Ⅲ〕類型区分

条件との関係が明瞭でなく発生率いずれも100%以下なので、割増時間に類型区分される。

〔Ⅳ〕各要素作業に対する基本時間と標準時間

各要素作業ごとに頻度分布図を画いたが、どの要素作業も離散分布の典型を示すものがなく、しかして最頻値をもつて基本時間とする要素作業はない。よつて基本時間は、どの要素作業も算術平均をとつた。各要素作業の基本時間と標準時間をまとめて記す。

要素作業名	N	時間値の和 SX	基本時間 $\bar{X}$	係数 k	標準時間
段 取	36	891(秒)	24.75(秒)	0.657	16.71(秒)
切 片 除 去	16	354	22.12	0.270	5.97
始 動 停 止	46	565	12.28	0.885	10.87
道 具 取 替	22	324	14.73	0.500	7.37
歩 行	34	933	27.44	0.675	18.52
計					59.44

単木1本に対して、均し59.44秒を割増時間として与える。

9. 纏り玉切作業の総括

(1) 纏り玉切作業の標準時間表

纏り玉切作業について、基本時間、標準時間を要素作業別に一覧にしたのが第69表、さらにそれを整頓してまとめたのが第70表である。

(2) 纏り玉切作業の標準時間の精度について

Y = 観測時間値。

$\hat{Y}_{回}$ = 第2章, 3, (3)の回帰式からの推定された時間値。

$\hat{Y}_{平}$ = 標準資料法による標準時間値で、割増の時間は算術平均を用いたとき。

$\hat{Y}_{標}$ = 標準資料法による時間値で、割増の時間は最頻値を用いたとき。

1) 胸高直径100cm以下での累積偏差

胸高100cm以下と以上とに2分してまず胸高100cm以下について精度を調べてみる。

第 69 表 纏まり玉切作業について基本時間、標準時間の総括表

(μ : 対数法による過小傾向の修正係数)

纏り	単位	要素作業	条件因子	発生率	類型	基本時間		標準時間	
						最頻値*1	算術平均値	最頻値	算術平均値*2
測 尺	測 尺	測 尺 障害除去 空身歩行 持歩行 採材検討 つる除去 道具取替 計	樹 高 (cm) 胸高直径 (cm) 胸 高 直 径	単 100%	基 礎	$y=5.492x-32.283$		$y=5.492x-32.283$	
				単 52.5	追 加	$\log y=1.39229 \log x-0.82003$		$\log y=1.39229 \log x-1.121059$	
				単 52.5	追 加	$y=0.5884x+10.7698$		$y=0.2942x+5.3849$	
				玉 13.9	割 増	26.60		2.66	
				" 5.4	"	101.92		10.19	
				" 19.3	"	12.17		2.43	
玉 切	玉 切	玉 切 空身歩行 持歩行 引落し 段取り 足場作り 位置替 クサビ打ち クサビ抜き 玉切進行見 鋸引抜き 転材確認 手直し 道具取替 始動停止	末口径 (平均) (cm) 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径 胸高直径	単 100%	基 礎	$\log y=1.728827 \log x-1.133552$		$\log y=1.72883 \log x-1.1335$	
				単 94.6	追 加	$y=0.5951x+8.0638$		$y=0.5594x+7.5800$	
				玉 18.8	割 増	17.1		3.42	
				" 57.8	"	7.50 (13.01)		4.50 (7.81)	
				" 19.3	"	12.12		2.42	
				" 10.8	"	12.50		1.25	
				" 7.0	"	33.9 (25.27)		3.39 (2.53)	
				" 4.9	考 え な い				
				" 22.9	割 増	7.50 (10.87)		1.50 (2.17)	
				" 9.0	"	8.80		0.88	
				" 1.8	考 え な い				
				玉 48.0	割 増	7.50 (15.82)		3.75 (7.91)	
				" 68.6	"	7.50 (13.39)		5.25 (9.37)	
				単 54.2	追 加	$\log y=1.32222 \log x-0.92088$		$\log y=1.32222 \log x-1.221910$	

繰り	単位	要素作業	条件因子	発生率	類型	基本時間		標準時間	
						最頻値	算術平均値	最頻値	算術平均値
玉	障害除去	空身歩行 持歩行 障害木切 障害物片付 段動停止 始動停止 道具取替	胸高直径	単 39.0	"	$y=0.5884x+10.7698$		$y=0.1589x+2.9078$	
				玉 14.3	割 増	29.23		2.92	
				" 13.5	"	17.62		1.76	
				" 4.0	"	15.89		0.64	
				" 20.2	"	(9.73)		(9.73)	
	捨切	捨始動停止 段引抜き 鋸具取替 道空身歩行 持その他	切断径 (cm)	玉 6.7	追加	$\log y=2.31946 \log x-2.29725$		$\log y=2.31946 \log x-2.29725$	
				" 5.8	割 増	7.50	(9.08)	0.75	(0.91)
				" 5.8	"	65.07		6.51	
	木口廻し	木口廻し 空身歩行 持歩行 段歩取替 道具取	胸高直径 胸高直径	単 100%	基礎	$\log y=1.52222 \log x-0.59045$		$\log y=1.52222 \log x-0.59045$	
				" 98.3	追加	$y=0.5792x+13.6075$		$\mu=1.042$ $y=0.5705x+13.4034$	
				玉 15.7	割 増	7.50	(11.17)	1.50	(2.23)
				" 16.6	"	7.50	(10.43)	1.50	(2.09)
切	化粧掛け	化粧掛け 段具取 道動停止 始動停止 空身歩行	不明	単 13.6	考えない				
				" 1.7	"				
				" 3.4	"				
				" 8.5	"				
				" 1.7	"				
				" 5.1	"				

第69表 (つづき)

纏リ	単位	要素作業	条件因子	発生率	類型	基本時間		標準時間	
						最頻値	算術平均値	最頻値	算術平均値
玉	支え木扱	支え木扱	胸高直径	単 ^{*3} 23.1	追加	$\log y = 4.88720 \log x - 7.78778$		$\log y = 4.88720 \log x - 8.35642^{*3}$	
		材と取替		玉 ^{*4} 4.5	割増	62.50		2.81 ^{*3}	
		道具取替		0					
切	サルカ切	始動停止	胸高直径	単 100	基礎	$\log y = 0.0093157x + 0.96241$		$\log y = 0.0093157x + 0.96241$	
		持歩行		" 69.2	割増	24.75		16.7	
		切片除去		" 30.7	"	22.12		6.0	
		道具取替		" 42.3	"	14.73		7.4	
		始動停止		" 88.5	"	12.28		10.9	
		空身歩行		" 65.4	"	27.44		18.5	

* 1. 最頻値欄に数字のあるものは標準時間としてこれを用いる。最頻値欄の空席のものは算術平均値を標準時間として用いる。

* 2. 標準時間の算定式は、基本時間の実験式に計算ルールに定められた発生率によつて修正した式を示す。

* 3. 胸高直径 70 cm 以上のものだけに適用。

* 4. 時間の単位はいずれも秒。

第70表 纏り玉切作業の標準時間をまとめた表

類型 区分	単位作業	要素作業	因 子	標 準 時 間		摘 要
				標 準 資 料 法	割増は平均値を用いたとき	
基礎	測 尺	測 尺	樹 高	$y=5.492x-32.283$		$y=$ 秒
"	玉 切	玉 切	末口径(平均)	$\log y=1.728827 \log x-1.13352, \mu=1.0357$		以下同じ
"	木口廻し	木口廻し	胸高直径	$\log y=1.52222 \log x-0.59045, \mu=1.042$		
"	サルカ切	サルカ切	"	$\log y=0.0093157x+0.969241$		
追加	測 尺	歩 行 1)	"	$y=0.2942x+5.3849$		
"	玉 切	" 2)	"	$y=0.5594x+7.5800$		
"	障害除去	" 3)	"	$y=0.1589x+2.9078$		
"	木口廻し	" 4)	"	$y=0.5705x+13.4034$		
"	測 尺	障害除去	"	$\log y=1.39229 \log x-1.121059$		
"	障害除去	ボサ切	"	$\log y=1.32222 \log x-1.221910$		
"	捨 切	捨 切	切断径(平均)	$\log y=2.31946 \log x-2.29725$		
"	支え木扱い	支え木扱い 材料とり	胸高直径	$\log y=4.88720 \log x-8.35642$ (胸高 70 cm 以上に通用)		
割増	それ以外の要素作業		胸高70cm以下	118.22	140.72	単位は秒
"	"		胸高70cm以上	121.03	143.73	"

割増時間早見表

玉 数	標 準 資 料 法		単に平均値を用いたとき	
	胸高 70 cm 以下	胸高 70 cm 以上	胸高 70 cm 以下	胸高 70 cm 以上
1	118.2	121.0	140.7	143.7
2	176.9	182.6	221.9	228.0
3	235.7	244.1	303.2	312.2
4	294.4	305.6	384.4	396.4
5	353.1	367.2	465.6	480.7
6	411.8	428.7	546.8	564.9
7	470.5	490.2	628.0	649.1
8	529.3	549.7	709.3	733.3

累積偏差率

$$Y \text{ と } \hat{Y}_{\text{回}}: \sum Y - \sum \hat{Y}_{\text{回}} / \sum \hat{Y}_{\text{回}} \times 100 = 3438.2 - 32414.1 / 32414.1 \times 100 = 6.07\%$$

$$Y \text{ と } \hat{Y}_{\text{平}}: \sum Y - \sum \hat{Y}_{\text{平}} / \sum \hat{Y}_{\text{平}} \times 100 = 3438.2 - 35414.1 / 35414.1 \times 100 = -2.91\%$$

$$Y \text{ と } \hat{Y}_{\text{標}}: \sum Y - \sum \hat{Y}_{\text{標}} / \sum \hat{Y}_{\text{標}} \times 100 = 3438.2 - 32412.6 / 32412.6 \times 100 = 6.08\%$$

胸高 100cm 以下では回帰式からの推定値は、観測時間値との累積偏差の百分率が 6.07% で、標準資料法で算出した標準時間 $\hat{Y}_{\text{標}}$ の精度とほとんど変わらない。割増に平均値を用いた標準資料法による標準時間値 $\hat{Y}_{\text{平}}$ はもつとも精度よい。

2) 胸高直径で段級分けしない全体についての累積偏差

胸高直径階級に関係なく全体での偏差率を計算すると次になる。

全体における累積偏差

$$Y \text{ と } \hat{Y}_{\text{回}}: \sum Y - \sum \hat{Y}_{\text{回}} / \sum \hat{Y}_{\text{回}} \times 100 = 70141 - 69945.0 / 69945.0 \times 100 = 0.28\%$$

$$Y \text{ と } \hat{Y}_{\text{平}}: \sum Y - \sum \hat{Y}_{\text{平}} / \sum \hat{Y}_{\text{平}} \times 100 = 70141 - 65504.7 / 65504.7 \times 100 = 2.08\%$$

$$Y \text{ と } \hat{Y}_{\text{標}}: \sum Y - \sum \hat{Y}_{\text{標}} / \sum \hat{Y}_{\text{標}} \times 100 = 70141 - 60936.7 / 60936.7 \times 100 = 15.10\%$$

全体での Y と $\hat{Y}_{\text{回}}$ との偏差は原則的には 0 になるのであるが（最小自乗法によつて回帰式を設定しているから），計算上の誤差によつて 0.28% 生じた。

Y と $\hat{Y}_{\text{平}}$ および Y と $\hat{Y}_{\text{標}}$ は原則的にも 0 になるという根拠は何もない。統計的に許容できる幅は 1% 内外とされている。本例 $\hat{Y}_{\text{平}}$ や $\hat{Y}_{\text{標}}$ のように回帰式からの推定によらない場合でも標準時間として使用する立場からは 10% 以内に納まらないとまずい。例えば上記の Y と $\hat{Y}_{\text{平}}$ の累積偏差は 7.08%， Y と $\hat{Y}_{\text{標}}$ の累積偏差は 15.10% であつた。今ここで， Y と $\hat{Y}_{\text{平}}$ および Y と $\hat{Y}_{\text{標}}$ と， Y と $\hat{Y}$ とには差がないという仮説を立て Y と $\hat{Y}$ 間の差を検定すると，以下に計算してあるとおり Y と $\hat{Y}_{\text{平}}$ 間では仮説の正しかつたことが証明され， Y と $\hat{Y}_{\text{標}}$ 間では仮説が棄却されたのである。

まず， Y と $\hat{Y}_{\text{平}}$ 間の差について

$$[Y - \hat{Y}_{\text{平}}] \text{ での } + \text{ の和 } \quad 12,489.2$$

$$[Y - \hat{Y}_{\text{平}}] \text{ での } - \text{ の和 } \quad 7,852.9$$

$$\text{差 } D = 4,636.3 \quad n = 55$$

$$\sum D^2 = 17,742,786.87$$

$$S = \sqrt{\sum D^2 / n - 1 - (\sum D)^2 / n(n-1)} = \sqrt{328,570,127 - 7,237,467} \\ = 566,862$$

$$\chi^2 = \frac{\sum D}{n} \bigg/ \frac{S}{\sqrt{n}} = 84,296 / 76,438 = 1,103$$

$$d.f. = n - 1 = 54$$

Y と $\hat{Y}_{\text{標}}$ の間の差

$$[Y - \hat{Y}_{\text{標}}] \text{ での } + \text{ の和 } \quad 14,749.1$$

$$[Y - \hat{Y}_{\text{標}}] \text{ での } - \text{ の和 } \quad 5,544.8$$

$$\text{差 } D = 9,204.3 \quad n = 55$$

$$\sum D^2 = 19,778,590.79$$

$$S = \sqrt{\sum D^2 / n - 1 - (\sum D)^2 / n(n-1)} = \sqrt{366,270.1998 - 28,524.9624} \\ = 581.1585$$

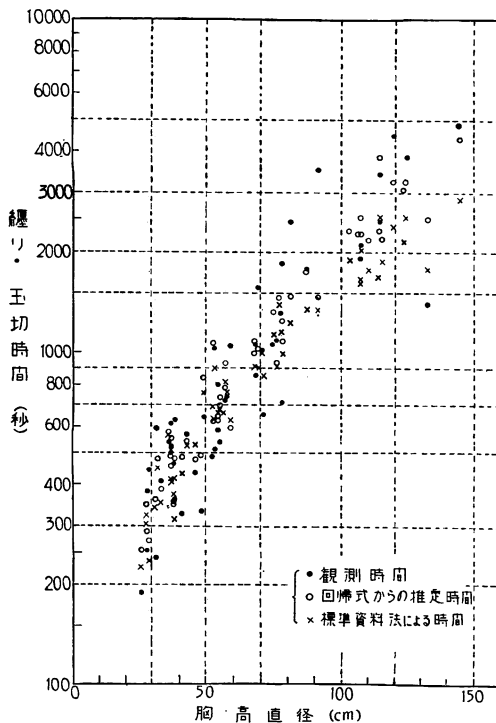
$$\chi^2 = \frac{\sum D}{n} \bigg/ \frac{S}{\sqrt{n}} = 167,351 / 78,363 = 2,148^*$$

$$d.f. = n - 1 = 54$$

$$\text{ここで } P\{\chi^2_{54}(0.05)\} = 2.011$$

3) なぜ胸高 100cm の階級で分けて精度を見たか，第104図は観測値 Y と，回帰式からの推定値 $\hat{Y}_{\text{回}}$ と，および割増に最頻値を用いた標準資料法による標準時間値 $\hat{Y}_{\text{標}}$ との 3 者を対応させて打点したグラフである。胸高 100cm を起えるあたりから Y と $\hat{Y}_{\text{標}}$ の偏差が急に増大してゆくことが読みとれる。割増に平均値を用いた標準時間値もこれと同じ傾向にあるから，胸高 100cm の階級で切つて試したのである。

したがつて，胸高 100cm 以上に対する標準時間の求め方についてはさらに考究してゆく。たとえば，観測時間値の上下差のバラツキの大きいのは胸高大なる方で激しい。これは原因別（特に作業員のクセによるバラツキ方の差が目立つから，技能別），回帰式を設定した場合の推定誤差は大きくとも，回帰式の存在



第104図 纏り玉切作業の観測時間、帰式回からの推定時間値、および標準資料法による時間値の比較

* 印の測尺、玉切、障害除去作業の偏差が最も大である。この単位作業についてなお検討する
なら、纏り玉切作業全体としての精度も増して
くることがわかった。

具体的には次のような要素作業は、上記でも
述べたのであるが、標本回帰係数は有意に存在
しながらも、誤差変動が大きいという理由で、
今回は回帰式を設定せずに見送った。したがっ

て、これら作業を単独作業で扱うか、または、あるグループにまとめて回帰式を与えるかして、条件との
関係を強調する方法をとればよいと思う。すなわち、なお吟味を加える要ありとする要素作業名。

する要素作業に対しては回帰式を与える（たとえ
ば玉切りでの引落とし作業とか、段取作業とか、ク
サビ打ちとか、転材確認とか、鋸の引抜作業とか、
その他もあるが、これらは回帰係数の $\beta=0$ の仮
説を棄却されながら、回帰式を設定したとき誤差
変動が非常に大きいという理由から回帰式を設け
なかつた）。

(3) 単位作業に区分して、単位作業ごとにみた
標準時間の精度について

単位作業ごとに区分し、単位作業ごとの観測時
間値と、標準資料法による標準時間値とを比較
（つまり、第69表の単位作業内で観測時間と標準
時間を比較する）してみると、どの単位作業で合
わないかがわかる。

ここにいう標準時間値はいずれも割増に最頻値
を用いた標準資料法による標準時間値 $\hat{Y}_{標}$ であ
る。単位作業ごとに区分して、単位作業内で観測
時間値 Y と標準時間値 $\hat{Y}_{標}$ を算出し、累積偏差を
求め1表にすると次のとおりになる。

単位作業名	観測時間値 $\sum Y$	標準時間値 $\sum \hat{Y}_{標}$	累積偏差率 (%)
測 尺	12,402	11,206.6	10.7*
玉 切	29,915	24,224.7	23.5*
障 害 除 去	2,782	2,360.9	17.8*
捨 切	1,374	1,452.9	5.4
木 口 廻 し	13,625	13,317.2	2.3
支え木扱い	208	200.7	3.6
サルカ切	6,092	5,547.9	9.8

単 位	要 素 作 業 名	関 係 の 深 か っ た 因 子 と 相 関 係 数 r
測 尺 玉 切	採 材 検 討	樹高 (.3773)
	引 落 し	末口径 (.3691) 玉ごとの斜面傾斜 (.3803)
	段 取	胸高直径 (.5872) 玉数 (.5269) 斜面傾斜 (.3656)
	位 置 替	末口径 (.5204)
	ク サ ビ 打 ち	斜面傾斜 (.6822) 伐倒木の傾斜 (.7554)
	玉 切 進 行 見	玉ごとの斜面傾斜 (-.5760)
	鋸 引 抜 き	胸高直径 (.3405) 伐倒木の傾斜 (.3237)
	転 材 確 認	末口径 (.4517) 丸太材積 (.4039)

第 6 章 枝 払 作 業

1. 単位・枝切・節切

(1) 枝切・節切（機械切）

類型	基礎	纏 り 枝 払		要素	枝切 節切	
		単 位	枝切節切		(機械切)	

Ⅰ. 正味時間値による吟味（鋸屑の出ている間の時間、純粋な切断だけの時間）

〔Ⅰ〕枝切、節切作業は一緒にならないか

枝と節とは硬さが違うということで、枝切作業、節切作業との 2 要素に分けて観測した。調査の結果、この 2 要素作業は実際異質的なもので分けなければならないものだろうか、統計法によつて吟味した。検定結果を最初に書いておくと、枝切、節切と 2 要素にわざわざ分けて取り扱わなくともよろしい。両要素作業は同質のものである。以下吟味過程を述べる。

1) 統計のための準備表（第 71 表）

2) 分散の一様性の検定

作業員ごとに枝切、節切と階級分けした。各クラス間についての分散の均斉性についての検定

第 72 表 作業員ごとに枝切・節切と階級分けした各クラス間の
分散の一様性の検定

作業員	要素 作業	平 方 和	N	自由度 (N-2)	逆 数 1/(N-2)	分 散 $Sy \cdot x^2$	$\log Sy \cdot x^2$	$(N-2) \log Sy \cdot x^2$
B	枝 切	9.10436310	285	283	0.00353357	0.03217090	-1.4925354	-422.3875182
	節 切	2.46175077	72	70	0.01428571	0.03516786	-1.4538523	-101.7696610
C	枝 切	1.06957429	47	45	0.02222222	0.02376832	-1.6240074	-73.0803330
	節 切	0.30637079	13	11	0.09090909	0.02785189	-1.5551436	-17.1065796
D	枝 切	4.22296501	162	160	0.00625000	0.02639353	-1.5784948	-252.5591680
	節 切	2.43217792	101	99	0.01010101	0.02456745	-1.6096479	-159.3551421
計		19.59720188		668	0.14730160			-1026.2584019
k=6		$=q^2$		$=f$	$=\sum 1/f_i$			$=\sum f_i \log Sy \cdot x^2$

平均分散 $\bar{s}^2 = q^2/f = 19.59720188/668 = 0.02933713$

$$\log \bar{s}^2 \cdot f = (-1.5325843)(668) = -1023.7663124$$

$$\chi^2 = 2.3026[\log \bar{s}^2 \cdot f - \sum f_i \log Sy \cdot x^2]$$

$$= 2.3026[-1023.7663124 + 1026.2584019] = 5.73828$$

$$\text{補正項 } c = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{f_i} - \frac{1}{5} \right]$$

$$= 1 + \frac{1}{(3)(5)} [0.14730160 - 0.00149701] = 1.00972$$

補正された $\chi^2 = \chi^2/c = 5.73828/1.00972 = 5.683$

$$d.f. = k - 1 = 5$$

しかして $0.50 > P > 0.10$

第71表 枝切・節切別にまとめた回帰と推定の誤差
(対 数 値)

作業員	要素作業	N	平方和および積和			相関係数	回 帰		推定の誤差	資 料 範 囲	
			Sx^2	Sy^2	Sxy		回 帰 係 数	回 帰 常 数		X_{min}	X_{max}
B	枝 切	285	7.67248780	18.86907507	8.65561283	0.7194	1.1281364	-0.3538520	9.10436310	4.5	45.5
	節 切	72	2.96446962	5.60197190	3.05108016	0.7487	1.0292162	-0.2447277	2.46175077	5.0	33.5
	和		10.63695742	24.47104697	11.70669299		1.0413404		11.56611387		
	込 み	357	10.64744763	24.50957034	11.72679568	0.7259	1.1013715	-0.3233040	11.59401145	4.5	45.5
C	枝 切	47	1.58159428	3.27813980	1.86897153	0.8208	1.1817010	-0.0130763	1.06957429	5.5	37.0
	節 切	13	0.65573028	1.38585115	0.84133701	0.8826	1.2830535	-0.1160883	0.30637079	5.5	25.5
	和		2.23732456	4.66399095	2.71030854		1.2114061		1.37594508		
	込 み	60	2.26399895	4.70273947	2.74244603	0.8405	1.2113390	-0.0442943	1.38070760	5.5	37.0
D	枝 切	162	5.31226750	17.65077139	8.44583326	0.8722	1.5898735	-0.7053442	4.22296501	5.5	40.0
	節 切	101	4.93729371	11.94368811	6.85281836	0.8924	1.3879706	-0.4943186	2.43217792	4.5	41.0
	和		10.24956121	29.59445950	15.29865162		1.4926153		6.65514293		
	込 み	263	10.27366908	29.59502870	15.29497794	0.8772	1.4887554	-0.5968778	6.82454529	4.5	41.0
全 体	枝 切	494	15.71997273	43.61202421	17.48540775	0.6678	1.1123052	-0.2313396	24.16291387	4.5	45.5
	節 切	186	9.08652612	20.50289151	10.62848870	0.7787	1.1696977	-0.2851416	8.07077273	4.5	41.0
	和		24.80649885	64.11491572	28.11389645		1.1672056		32.23368660		
	込 み	680	24.80649966	64.14493809	28.11373881	0.7048	1.1333215	-0.2524314	32.28303412	4.5	45.5

故に、作業員ごとの枝切、節切に階級分けした各クラス間の分散にはカタヨリを認めない。

3) 枝切作業、節切作業の回帰係数の一様性について

枝切作業と節切作業の回帰係数の差を全体を込みにした場合と、これを作業員別に分解した場合について検定した。検定は分散分析を用いた。分散分析の結果を取りまとめれば次のとおりである。

第73表 枝切作業・節切作業の回帰係数の差を検定した結果を取とりまとめた表

作業員 分 け	資料数 N	回 帰 係 数		込みの級内 残 差 変 動		各級の級内 残差変動の和		級間の回帰の差	
		枝 切	節 切	$Sdy \cdot x^2$	自由 度	$\sum(Sdy \cdot x^2)_i$	自由 度	$Sdy \cdot x^2 - \sum(Sdy \cdot x^2)_i$	自由 度
B	357	1.1281364	1.0292162	11.58703745	354	11.56611387	353	0.02092358	1
C	60	1.1817010	1.2830535	1.38070675	57	1.37594508	56	0.00476167	1
D	263	1.5898735	1.3879706	6.75945839	260	6.65514293	259	0.10431546	1
全体	680	1.1123052	1.1696977	32.25265340	677	32.23368660	676	0.01896680	1
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧

作業員 分 け	平 均 平 方		F_0	F	備 考
	回帰間分散	誤差分散			
B	0.02092358	0.03276520	0.639	$F_{259}(0.05) = 3.88$	作業員Bの枝切、節切回帰係数間には差なし
C	0.00476167	0.02457645	0.194		作業員Cの "
D	0.10431546	0.02569553	4.060*		作業員Dの枝切節切回帰係数間には有意差あり
全体	0.01896680	0.04768297	0.398		作業員全体を込みにして枝切、節切回帰係数間に差なし
		⑨	⑩	⑪	

(注) ①, ②は第71表の回帰係数を移記, すなわち①と②の回帰係数が平行しているかどうかを検定する。

③=級内平均の推定誤差 $= \sum(Sy^2)_i - \sum(Sxy)^2_i / \sum(Sx^2)_i$;

④= $n-k-1$

⑤=各級の推定誤差の和 $= \sum(Sdy \cdot x^2)_i$;

⑥= $n-2k$

⑦=各級の回帰の重をさし引いた残り $= ③ - ⑤$

⑧= $k-1$, ⑨=⑦/⑧, ⑩=⑤/⑥)

⑪=回帰間分散/誤差分散=⑨/⑩

作業員別に分けて検定した場合は、作業員Dだけが5%の危険率で有意差が認められた。他の作業員については F_0 1以下で問題にならない。すなわち、枝切作業、節切作業の回帰係数は平行している。

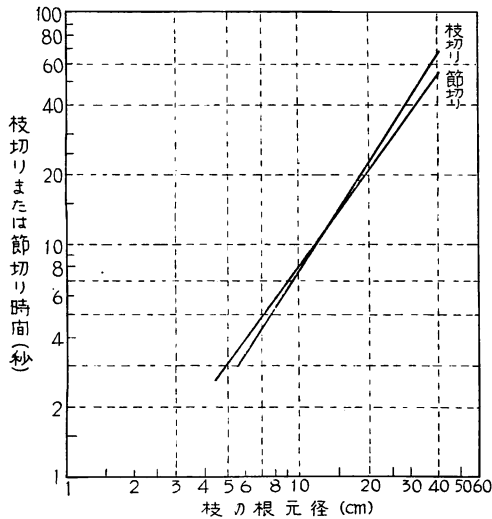
全体を込みにした場合は $F_0=0.398$ で、枝切、節切作業の回帰係数の間に全く有意差なし。

作業員Dだけが枝切、節切作業の方向係数が異なる。第71表のDの回帰係数を用い直線を引くと第105図になる。枝の根元径12cmあたりで交叉し、その回帰の違いは僅かである。 X を同一水準に引き直して修正した枝切、節切時間の平均値を比較してみる。もし、修正された平均値間に有意な偏りがなければ両回帰は級平均として用いることにしよう。

変 動 因	平 方 和	自 由 度	平 均 平 方	備 考
作業員Dの込み	6.82454529	$n-2=261$	0.02599792	第1表より
級 内 平 均	6.75945839	$n-k-1=260$		$\sum(Sy^2)_i - \sum(Sxy)^2_i / \sum(Sx^2)_i$
修正平均値間	0.06508690	$k-1=1$	0.06508690	

$$F_0 = 0.06508690 / 0.02599792 = 2.504 \quad d.f. \text{ 1 と } 260 \quad F_0 > F_{1-\infty(0.10)}^1 = 2.7055$$

枝切作業、節切作業は、作業員ごとに分解してみると作業員B、C、Dのうち、Dだけが枝と節とで時間のかかり方が違う。これは、作業そのものの性質によるのか資料のとり方にアンバランスがあるのか、作業員のクセによるものか、とにかくDだけなので判定しにくい。作業員Dについての枝切と節切との修正平均値間には有意な差というものがないから、両回帰は平均して使ったとしても第106図の方向係数から実用上に大きな間違いを犯すことはない。



第105図 作業員Dの枝切、節切の回帰

作業員全体を一緒にした場合は両回帰が平行しており、同一母集団としての取り扱いができるのである。

4) 枝切の回帰常数間の差の検定

全体についての

$$S_y^2 = 64.14493809 \dots \textcircled{1} d.f. = n - 1 = 1$$

回帰に帰因する平方和

$$S_{\hat{y}}^2 = (S_{xy})^2 / S_x^2 = 31.86190397$$

$$\dots \textcircled{2} d.f. = \text{独立変数} = 1$$

推定の誤差

$$S_{dy \cdot x^2} = 32.28303412 \dots \textcircled{3} d.f. = (n - m) = 678$$

級内平均の誤差

$$\sum (y^2)_i - \sum (S_{xy})^2_i / \sum (S_x^2)_i = 32.25265340$$

$$\dots \textcircled{4} d.f. = (n - k - 1) = 677$$

各級の誤差の和

$$\sum (S_{dy \cdot x^2})_i = 32.23368660 \dots \textcircled{5} d.f. = (n - m)_i = 676$$

$$\text{回帰間の差} = \textcircled{4} - \textcircled{5} = 0.01896680 \dots \textcircled{6} d.f. = (k - 1) = 1$$

よつて

変 動 因	平 方 和	自 由 度
誤 差 (③—⑥)	32.26406732	$n - k - 1 = 677$
原因不明 (⑤)	32.23368660	$(n - 2k) = 676$
平 面 間 の 差	0.03038072	

第74表 回帰常数間の差を検定するための分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	F_0
回 帰 間 の 差	1	31.86190397		
平 面 間 の 差	1	0.01896680		
原因不明	676	0.03038072	0.03038072	0.637
原 因 不 明	676	32.23368660	0.04768297	
計	679	64.14493809		

F_0 1以下で確率表と比較するまでもない。

〔Ⅱ〕作業員間では差がないか

前節で枝切、節切という作業は一緒のものであると判定された。今度はそれを一緒にしたとき、作業員ごとでは作業時間に差がないかを見てみる。

1) 作業員間の回帰係数の差の検定

第75表 作業員ごとにまとめた平方和および積和の表 (資料は第71表より)

作業員	N	平方和および積和			相関係数 r
		Sx^2	Sxy	Sy^2	
B	357	10.64744763	11.72679568	24.50957034	0.7259
C	60	2.26397895	2.74244603	4.70273947	0.8405
D	263	10.27366908	15.29497994	29.59502870	0.8772
和		23.18509566	29.76422165	58.80733851	
級内平均					
全 体	680	24.80649966	28.11373881	64.14493809	

作業員	回 帰 式		推 定 の 誤 差 $Sdy \cdot x^2$	範 囲	
	回 帰 係 数	回 帰 常 数		X_{min}	X_{max}
B	1.1013715	-0.3233040	11.59401145	4.5	45.5
C	1.2113390	-0.0442943	1.38070760	5.5	37.0
D	1.4887554	-0.5968778	6.82454529	4.5	41.0
和			19.79926434		
級内平均	1.2837653	-0.4327720	20.59706311	4.8	41.2
全 体	1.1333215	-0.2524315	32.28303412	4.5	45.5

第76表 作業員間の回帰係数の有意性検定

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	F_0	備 考
直 線 回 帰	1	38.21027540			統計量はすべて第71表のものを使用
回 帰 間 の 差	$(k-1)=2$	0.79779877	0.79779877	27.158**	
回 帰 計	$k=3$	39.00807417			
誤 差	$(n-2k)=674$	19.79926434	0.02937576		
計	$n-k=677$	58.80733851			

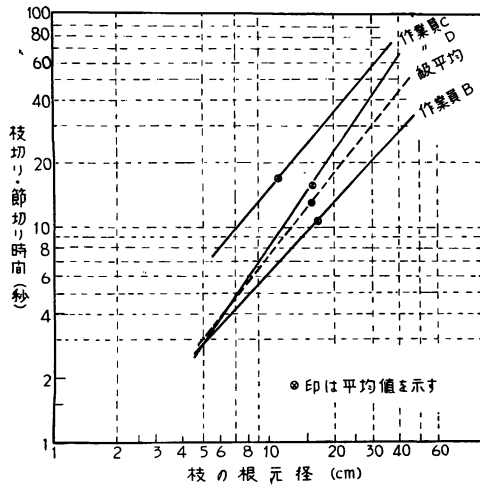
回帰係数間には高度で差がある。

作業員ごとの回帰と、級平均の回帰とをグラフに表わせれば第106図となる。なるほど作業員にはそれぞれグセがあつて、回帰係数の一様でないことが一見してわかる。

2) 修正された作業員間の平均値の差の有意性検定

第77表 修正作業員平均値間の有意性の検定 (Yの回帰により修正された変動)

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	摘 要
全 体	$n-2=678$	32.28303412		第5表の全体の $Sdy \cdot x^2$ (全体の平方和)-(誤差の平方和) 第5表の級内平均の $Sdy \cdot x^2$
作 業 員	$(k-1)=2$	11.68597101	5.84298551**	
誤 差	$n-k-1=676$	20.59706311	0.03046903	



第106図 作業員ごと回帰と級平均の回帰

$$F_0 = 5.84298551 / 0.03046903 = 191.768$$

修正平均値の差を検定すると $F_0 = 191.768$ で、作業員B、C、Dの3人の間には平均値間に高度な有意差がある。

3) 修正した作業時間は個人間でどれだけ違うか
共通の枝根元径軸上 (X軸) に修正してYの枝切、節切時間をみてみよう。

$$B \text{ の } \bar{Y} = 1.02211176, \quad C \text{ の } \bar{Y} = 1.22074333,$$

$$D \text{ の } \bar{Y} = 1.19397148 \quad (\text{級平均 } \bar{Y} = 1.10610735)$$

$$B \text{ の } \bar{X} = 1.22158207, \quad C \text{ の } \bar{X} = 1.04433000$$

$$D \text{ の } \bar{X} = 1.20291711, \quad (\text{級平均 } \bar{X} = 1.19872324)$$

$$\bar{\bar{X}} = 3.46882918 / 3 = 1.15627639$$

$$\text{級内平均回帰係数 } b = 1.2837653$$

作業員	平均根元径 $\bar{X}$	全体の平均 からの偏差 x	積 bx	平均枝・節切 時間 $\bar{Y}$	平均枝・節切 時間の修正値 $Y - bx$	真数
B	1.22158207	0.06530568	0.0838372	1.02211176	0.9382746	8.675
C	1.04433000	-0.11194639	-0.1437129	1.22074333	1.3644562	23.145
D	1.20291711	0.04664072	0.0598757	1.19397148	1.1340958	13.617
和	3.46882918	0.00000001	0.0000000	3.43682657	3.436826	
級平均	1.19872324	0.04244685	0.0544918	1.10610735	1.0516156	11.262

∴ 級平均に対する比率

$$B = 8.675 / 11.262 \times 100 = 77.0\%$$

$$C = 23.145 / 11.262 \times 100 = 205.5\%$$

$$D = 13.617 / 11.262 \times 100 = 120.9\%$$

$\bar{\bar{X}}$ の真数14.33cmの軸上に全部スライドしてスケールを合わせ、そのときのY軸上の高さの差を、級平均値からの百分率で表わせば、平均値に対するBの比率は77.0%、Cの比率は205.5%、Dの比率は120.9%となる。この値が作業員間の能率の差である。すなわち、Bは平均値の77%の時間で済み、Cは平均値の約2倍の時間を要しているということになる。

〔Ⅲ〕枝切、節切の純粋な切断だけの回帰式（正味時間による実験式）

1) 推定の標準誤差と回帰係数の有意性

第78表 推定の標準誤差と回帰係数の有意性検定のための表

階級	N	回帰係数 b	推定の誤差		回帰係数の有意性		摘 要
			平方和	標準誤差	b の 標準誤差	t_0 の値	
B	357	1.1013715	11.59401145	0.17936245	0.0549679	20.037**	資料は第75表 $\sqrt{Sx^2} = 3.26304269$
C	60	1.2113390	1.38070760	0.15428966	0.1025417	11.813**	" $\sqrt{Sx^2} = 1.50465243$
D	263	1.4887554	6.82454529	0.16170244	0.0504491	29.510**	" $\sqrt{Sx^2} = 3.20525648$
級平均	680	1.2837653	20.59706311	0.17429616	0.0361979	35.465**	第75表級内平均 $\sqrt{Sx^2} = 4.81509041$

(注) ③ = $\sqrt{2/(N-2)}$, ④ = $③/\sqrt{Sx^2}$, ⑤ = ①/④

d.f. は B=355, C=261, D=261, 級平均=678 でいずれも $t_0 > t_{(0.001)}$ で回帰係数は高度に有意。

2) 枝切, 節切の実験式

作業員間では回帰係数が一様でないから, 厳密には作業員 B, C, D を技能度 B, C, D と置き換えて技能度ごとに回帰式を用うべきである。級平均を用いるときは, 枝切, 節切作業時間の平均値を知るに役立つ。

枝切・節切作業の純粋な切断だけの回帰式 (正味時間による実験式)

$$\text{作業員 B: } \log \hat{Y}_B = 1.1013715 \log X - 0.3233040 \quad \text{または } Y_B = 0.47500 X^{1.10137}$$

$$\text{作業員 C: } \log \hat{Y}_C = 1.2113390 \log X - 0.0442943 \quad \text{または } Y_C = 0.90304 X^{1.21134}$$

$$\text{作業員 D: } \log \hat{Y}_D = 1.4887554 \log X - 0.5968778 \quad \text{または } Y_D = 0.25300 X^{1.48876}$$

$$\text{級平均: } \log \hat{Y}_{\text{平}} = 1.2837653 \log X - 0.4327720 \quad \text{または } Y_{\text{平}} = 0.36917 X^{1.27378}$$

II. 実際の枝切, 節切所要時間 (正味時間による切断時間を観測時間に修正)

〔I〕チェンソーによる枝切・節切の所要時間

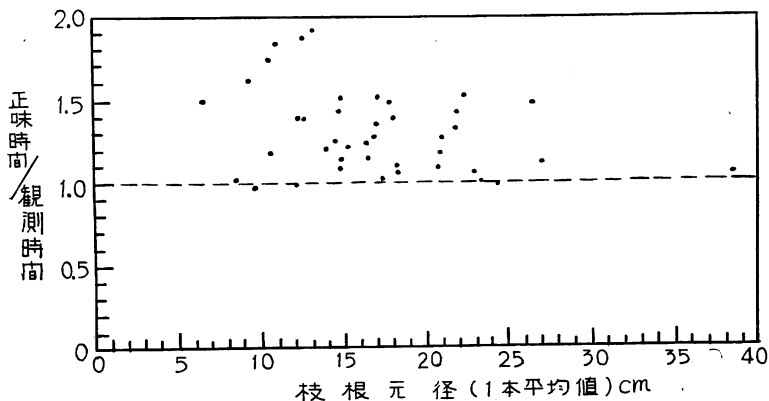
実際は鋸屑の出ている時間の前後に若干の準備動作が加わって枝切・節切がなされるのである。この時間を観測時間と呼ぶことにする。そうすると正味時間と観測時間の差を調べて, 前節〔III〕の実験式にその差を加えてやると, 枝切・節切に所要する実際の鋸断時間が求まる。なお説明を図解すれば, 正味時間

前作業	段取り	枝切または 節切時間	後作業
←正味時間→			
←観測時間→			
段取り: 枝切りまたは節切のために, 足の位置を確かめ, チェンソーを押しあてる時間			
正味時間: チェンソーによる切断で鋸屑の出ている間の時間			
観測時間: 枝切りまたは節切りの動作に入ってから切断を完了して次の作業に移る直前までの動作を含む時間			

は秒時計で, 枝 (または節) 1 本ごとに計測, そして切断後枝の根元径を折尺で計測する。観測時間は通常的时间観測法による流し時間で計測してある。

正味時間の計測は全枝数のうちの, 何本かについてサンプリング的に行なわれた。その計測数は第71表の N の数, 観測時間は全枝について流し時間で計測したが, いちいち枝の根元径

は測定していない。したがって, 正味時間の計測がある玉によっては全枝を計測したものもあり, これと観測時間調査の枝数が等しいとき, または観測時間で切断した枝・節の数が明らかなき (すなわち, 観測時間調査の枝数と, 予め切断に当たって前に調査しておいた「供試枝」との数が等しいとき), この両



第107図 正味時間と観測時間との比

第79表 枝・節切正味時間と観測時間のデータ

伐倒木 No.	玉 No.	(a)					(b)					
		正味時間(機械切)					観測時間(機械切)				(調査)	(b)/(a)
		枝数	根元径 合計	時 合計	1本平均 根元径時	1本平均 時間	枝数	時 合計	1本平均 時間	(供試) 枝数		
15	2	1	26.5	40	26.5	40.0	1	59	59.0	2	1.48	
	3	2	34.5	26	17.3	13.0	3	40	13.3	3	1.02	
	4	2	28.0	20	14.0	10.0	4	50	12.5	4	1.25	
26	3	2	46.0	59	23.0	29.5	2	63	31.5	2	1.07	
13	3	6	134.0	99	22.3	16.5	6	153	25.5	5	1.54	
27	3	10	183.0	164	18.3	16.4	10	174	17.4	12	1.06	
28	2	4	59.7	40	14.9	10.0	5	55	11.0	5	1.10	
	3	6	107.5	58	17.9	9.7	9	131	14.6	9	1.50	
25	2	4	57.5	53	14.4	13.3	4	67	16.8	4	1.26	
24	2	3	27.5	17	9.2	5.6	3	27	9.0	3	1.61	
141	5	9	189.5	118	21.1	13.1	11	183	16.6	11	1.27	
25	3	11	163.5	145	14.9	13.2	11	220	20.0	11	1.52	
134	5	4	52.5	21	13.1	5.3	5	51	10.2	5	1.92	
59	2	3	46.0	60	15.3	20.0	3	73	24.3	3	1.22	
142	3	6	101.0	70	16.7	11.7	9	135	15.0	9	1.28	
118	4	11	239.0	144	21.7	13.1	11	194	17.6	12	1.34	
	5	10	218.5	124	21.9	12.4	10	177	17.7	18	1.43	
117	5	9	154.0	92	17.1	10.2	9	139	15.4	11	1.51	
115	1	1	18.0	8	18.0	8.0	1	11	11.0	1	1.38	
	2	2	46.5	31	23.3	15.5	3	47	15.7	3	1.01	
114	5	2	36.5	21	18.3	10.5	2	23	11.5	3	1.10	
93	3	3	25.5	35	8.5	11.7	3	36	12.0	7	1.02	
63	3	6	99.0	190	16.5	31.7	7	255	36.4	7	1.15	
68	3	3	29.0	59	9.7	19.7	4	76	19.0	4	0.96	
56	3	5	73.5	84	14.7	16.8	5	120	24.0	9	1.43	
43	4	1	6.5	4	6.5	4.0	1	6	6.0	1	1.50	
	5	1	10.5	4	10.5	4.0	1	7	7.0	1	1.75	
59	4	5	121.5	199	24.3	39.8	5	197	39.4	5	0.99	
110	5	10	206.5	281	20.7	28.1	10	300	30.0	10	1.07	
59	8	6	102.5	161	17.1	26.8	6	219	36.5	6	1.36	
42	1	1	11.0	6	11.0	6.0	1	11	11.0	1	1.83	
37	2	1	27.0	25	27.0	25.0	1	28	28.0	1	1.12	
38	2	5	61.0	35	12.2	7.0	5	34	6.8	5	0.97	
17	4	9	109.5	104	12.2	11.6	9	145	16.1	9	1.39	
113	1	4	69.5	73	14.9	18.3	4	84	21.0	4	1.15	
112	2	1	38.5	53	38.5	53.0	1	55	55.0	1	1.04	
110	1	1	21.0	16	21.0	16.0	1	19	19.0	1	1.19	
	3	7	114.5	105	16.4	15.0	7	130	18.6	7	1.24	
139	4	2	25.0	28	12.5	14.0	5	131	26.2	5	1.87	
140	2	1	12.5	13	12.5	13.0	1	18	18.0	5	1.38	
132	2	3	31.5	21	10.5	7.0	3	25	8.3	3	1.18	
n=41											53.46	

者を対象にすることによつて、正味時間と観測時間の差を見つけたことができる。資料を掲げておく。
(第 79 表)。

枝(節) 1 本平均正味時間と観測時間との比をとつてやると、第 79 表最後の列に計算してある。これを枝(節)の根元径を X 軸に、正味時間、観測時間の比を Y 軸にとつて、グラフに表わすと第 107 図になる。比は枝(節)の大きさとは無関係に、ある一定の比をとる。

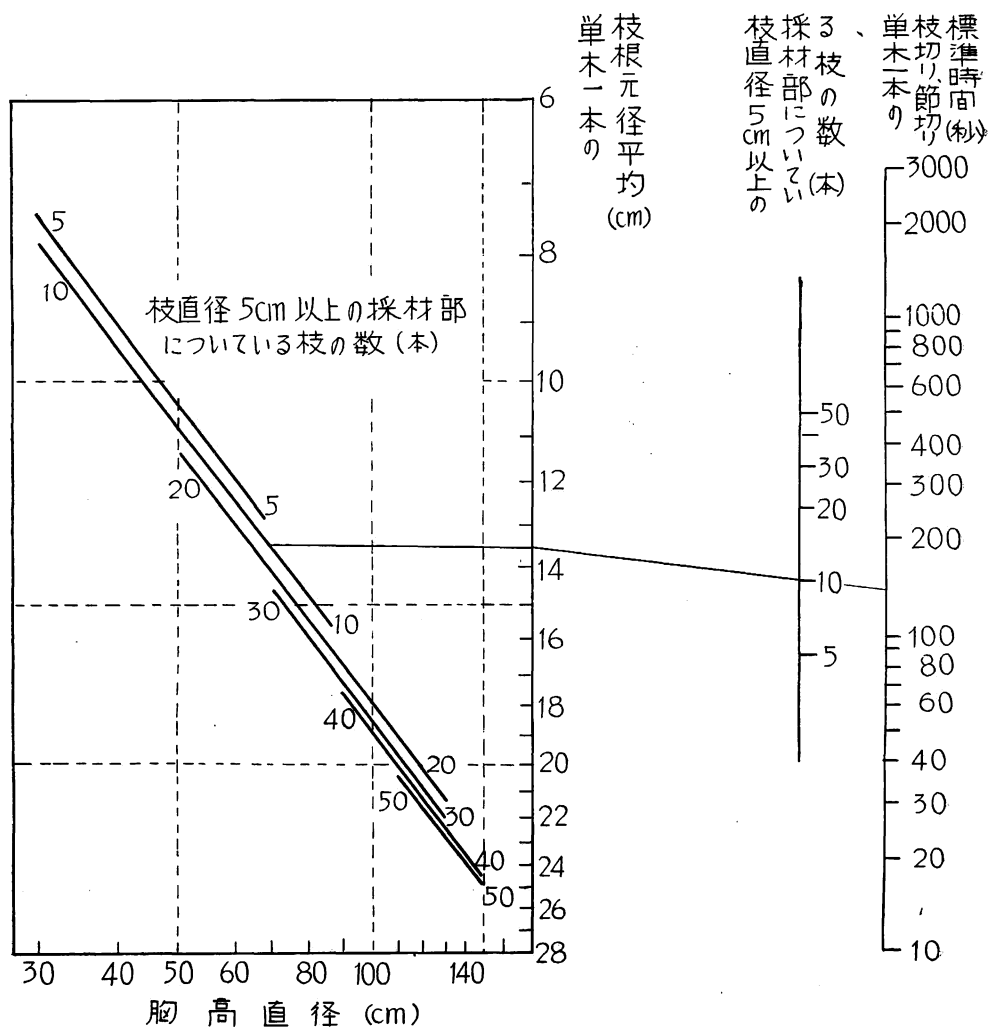
この比の算術平均値は 1.3039

〔II〕チェン・ソーによる枝切・節切の条件式

上記〔I〕の比 1.3039 を、I.〔III〕の実験式に代入すれば、枝(または節) 1 本の実際切断時間が求まる。

$$\hat{Y}_{\text{平}} = 0.48136 X^{1.28378}$$

$$\text{または } \log \hat{Y}_{\text{平}} = 1.28378 \log X - 0.31753$$



第 108 図 単木 1 本に対する枝切・節切(機械切)の標準時間を求める図表

Y: チェン・ソーの枝（節）切時間(秒) X: 枝（節）の根元径 (cm)

〔Ⅲ〕 類型区分

単木については全数枝切りが行なわれたから基礎時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 単木1本に対する枝切・節切（機械切）の標準時間推定法

伐倒した後においては、枝の根元径を1本1本計測することができるから、そのときは上計〔Ⅱ〕の条件式から機械切による部分の枝切・節切標準時間が求まるのであるが、伐倒以前にあつて、単木1本の枝切・節切標準時間を推定しようとするときには、次の便法をとればよい。

胸高直径を X_1 、枝直径 5cm 以上の採材部についている枝の数を X_2 、そのときの枝1本当たり根元径平均を Y とおけば次式が求められた。

$$\log \hat{Y} = 0.65932 \log X_1 + 0.06740 \log X_2 - 0.15114$$

ここで Y; 単木における枝1本当たり根元径平均(cm) X_1 ; 胸高直径(cm) X_2 ; 枝直径 5cm

以上の採材部における枝数(本)

胸高直径と枝直径 5cm 以上の枝数とから、その単木の枝1本当たり枝根元径平均が求められたので、これに相応する枝切り・節切りの標準時間を算出し、それを枝本数倍すると単木1本に対する枝切・節切（機械切）の標準時間が推定できる。

以上のことを図表とノモグラムとの組合せによつて第108図の形にまとめられる。

(2) 枝切・節切（手工具切の時間）

類 型	基 礎	纏 り	枝 払	要素	枝 切・節 切
	単 位	枝 切	枝 切		(手工具切の時間)

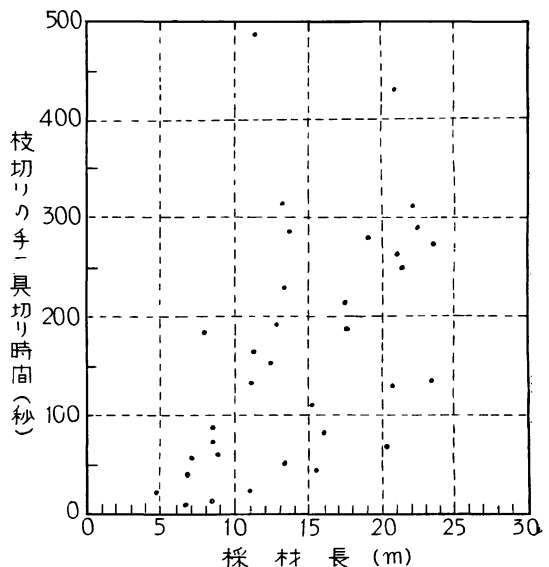
枝切りおよび節切りの手工具による切断時間である。手工具とは斧、鋸およびときに鉋などの器具を用いて切断する時間である。

〔Ⅰ〕 枝切・節切の手工具切時間と条件との分析

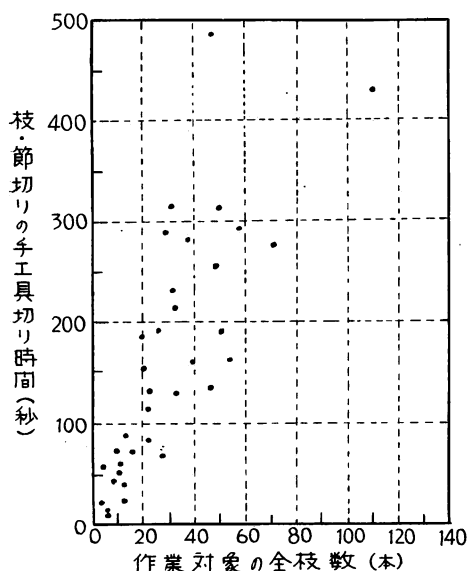
条件に胸高直径、採材長、作業対象になつた全枝数ならびに単木の枝直径平均などと結びつけてみると、第109～第111図になる。ここに用いた資料は2又木や3又木および「捨切」の入つた単木は除いてある。

まず、手工具切時間に直接影響すると思われる採材長と、作業対象の全枝数とをとつて重回帰分析にかけると、回帰係数の有意性や偏相関係数の有意性検定で、有意水準5%にとれば全枝数だけの因子が、有意水準20%にとれば採材長と全枝数との因子が仮説を棄却できなくなる。

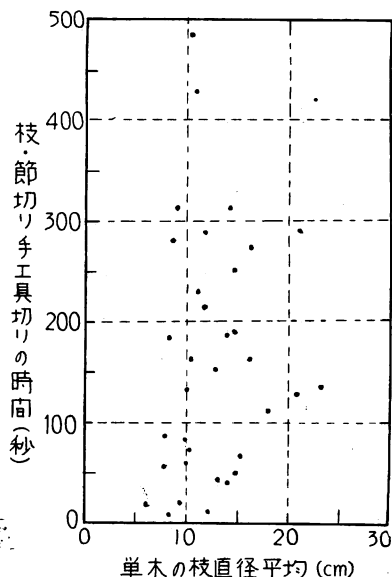
次に変数4（胸高、採材長、枝数、枝平均直



第109図 採材長と枝節の手工具切り時間



第110図 作業対象になった全枝数
と枝節の手工具切時間



第111図 単木の枝直径平均と枝
節の手工具切時間

径)で分析をすると、やはり有意水準5%以上にあるのは枝数だけ、他はいずれも25%もしくは50%以上であつて問題にならない。標準誤差と誤差率をまとめると次のとおり。

変数の数	N	標準誤差	誤差率	摘 要
2	34	0.72634632	90.6%	採材長, 枝数
4	34	0.74547591	93.1%	採材長, 枝数, 枝1本当たり平均直径, 胸高直径
1	34	0.74556965	92.9%	枝数

(標準誤差の単位はX, Yともすべて元の単位は1/100してある。)

標準誤差ならびに誤差率とも最も小なる値を示すのは変数の数2のときである。変数2とは採材長と枝数を因子にとつたときで、そのときの回帰係数の有意性は採材長を20%の危険率で仮説を保留することになる。しかし、枝数だけの単独因子より、精度が増すのであれば危険率20%域では回帰係数が存在するのであるから、回帰式の因子にとり入れておこう。

〔Ⅱ〕枝切・枝節の手工具による切断時間の条件式

$$\hat{Y} = 79.5475 - 5.7318X_1 + 5.2295X_2$$

Y: 手工具による枝・枝節切時間(秒) X_1 : 延採材長(m) X_2 : 作業対象になった全枝数(本)

〔Ⅲ〕類型区分

1本の単木中でみるときは、どの単木にも手工具による枝・枝節切りの作業が入つたから、基礎時間に類型区分する。

(3) 枝先切

類 型	追 加	纏 り 単 位	枝 払 枝 節 切 切	要 素	枝先切
-----	-----	------------	-------------------	-----	-----

枝先切りとは、チェーンソーをもつて枝を材幹から切り離すのに、チェーンソーが切断途中食いはさまれる

のと、作業を完全に進めるためと、もう1つは、測尺中に障害となりそうな枝を途中から切断する作業をいう。器具はチェーンソー、斧、鉋および鋸の4種を用いて行なう。

〔I〕枝先切時間と条件との分析

枝先切時間と採材長、胸高直径、単木1本内枝根元径平均、作業対象になった全枝数を因子にとつて調べた。

胸高直径、単木1本内枝根元径平均、作業対象になった全枝数の因子は枝先切時間と相関の傾向を示すので、3変数を重回帰分析に組んで検討した。結果は根元径平均と全枝数の2因子が有意、胸高直径は無意となった。

枝根元径平均を X_1 、全枝数を X_2 、枝先切時間を Y とおけば、

$N=39$ （統計量の単位はすべて 1/100）

$\bar{X}_1=0.13128205$, $\bar{X}_2=0.33128205$, $\bar{Y}=1.37000000$

$Sx_1^2=0.07484190$, $Sx_2^2=1.82203590$, $Sy^2=45.33580000$

$Sx_1x_2=0.16022590$,

$Sx_1y=1.27352000$, $Sy_2y=5.35740000$

$r_{y1}=0.6914$

$r_{y2}=0.5895$

$r_{12}=0.4339$

回 帰 係 数 $b=13.20782959$ $c=1.77886921$

重 相 関 係 数 $R=0.7624^{**}$

推 定 の 標 準 誤 差 $Sy \cdot 12=0.72620113$

回帰係数の標準偏差 $Sb=2.94629819$ $Sc=0.59713240$

回帰係数の有意性 $t_b=4.483^{**}$ $t_c=2.979^{**}$

ただし $\{t_{30(0.01)}=2.750, t_{30(0.05)}=2.042\}$

偏 相 関 係 数 $r_{y1 \cdot 2}=0.599^{**}$ $r_{y2 \cdot 1}=0.445^{**}$

回 帰 式 の 誤 差 率 $f=(Sy \cdot x \cdot t_{\phi(\alpha)} / \bar{Y}) \times 100=108.2\%$

上記のとおり、重相関係数は分散分析にかけるまでもなく有意、回帰係数の有意性および偏相関係数の有意性は、それぞれ1%水準で有意である。回帰式の誤差率は108.2%と若干大きく、回帰式の適合性はあまり良くない。これは変数に大きな測定誤差を含むからである。なぜなら、根元径平均はサンプリング的測定方法をとつたが、作業者の作業進行中に調査測定するので、種々の障害があり、非常に測定数のムラとカタヨリがある。全枝数の測定にあたっては、調査不慣れのため、全枝数のうち、作業対象として切断した枝はどれかというチェックの仕方が非常にアイマイで、計算段階に入つて明確な枝数をつかむことができなかった。これらのことはこのあとの枝払要素分析には共通的ななやみであり、調査方法の欠陥を認めざるを得ない。

〔II〕枝先切の発生率

対象となる単木数 55（測定項目不完備のため対象となるのは53）

枝先切の発生本数 47

発生率 85.45% ≈ 0.855 として適用

発生しなかった8本について、胸高直径、採材長、樹種、斜面傾斜などの条件を調べたが、どの条件のときは発生しないという明確な解答は得られない。

〔Ⅲ〕類型区分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕枝先切の条件式

$$\hat{Y} = (13.2078X_1 + 1.7789X_2 - 95.3258)(0.885)$$

または $Y = 11.689X_1 + 1.574X_2 - 84.364$

Y : 枝先切時間 (秒) X_1 : 単木 1 本内枝根元径平均 (cm)

X_2 : 作業対象になった全枝数 (本)

(4) 段 取

類 型	追 加	纏 り	枝 払	要 素	段取
		単 位	枝 切		
			節 切		

段取りとは、足場の位置を確かめ、あるいは枝や節をどちらの側から切断するかを勘考し、次に、鋸齒を枝または節の根元部に当てるまでの時間をいう。

〔Ⅰ〕段取時間と条件との分析

段取時間と胸高直径、延採材長、作業対象になった全枝数との関係図を作ると第112図、第113図になる。採材長と全枝数については段取時間に相関性を示しているので、この2変数を取り重回帰分析にかけると次のようになった。

採材長を X_1 、作業対象になった全枝数を X_2 、段取時間を Y とおけば

$$N = 38 \text{ (数値は両対数値)}$$

$$\bar{X}_1 = 1.18571579 \quad \bar{X}_2 = 1.41587105 \quad \bar{Y} = 1.4183684$$

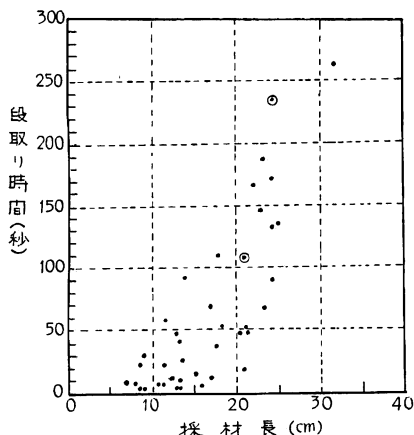
$$Sx_1^2 = 1.02401475 \quad Sx_2^2 = 4.02878516 \quad Sy^2 = 12.07720765$$

$$Sx_1x_2 = 1.21834303$$

$$Sx_1y = 2.58365279 \quad Sx_2y = 4.44768071$$

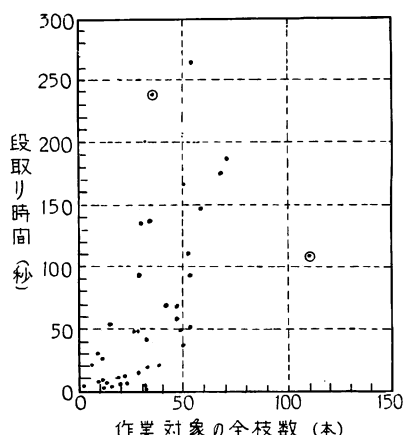
$$r_{y1} = 0.7347 \quad r_{y2} = 0.6376 \quad r_{12} = 0.5998$$

$$\text{回帰係数 } b = 1.88937877 \quad c = 0.53260950$$



(○印2点は計算の際の除外値)

第112図 段取時間と採材長



作業対象の全枝数 (本)

(○印2点は計算の際の除外値)

第113図 段取時間と作業対象になった全枝数

回帰による偏差の平方和 $Sy^2=7.25037573$

重相関係数 $R=0.7748^{**}$

回帰からの偏差の平方和 $Sd \cdot y_{12}^2=4.82683192$

推定の標準誤差 $Sy_{.12}=0.37136166$

回帰係数の標準偏差 $Sb=0.45865430$, $Sc=0.23123391$

回帰係数の有意性 $t_b=b/Sb=4.119^{**}$

$t_c=c/Sc=2.303^{**}$

ただし $\begin{cases} t_{30(0.01)}=2.727 \\ t_{30(0.05)}=2.032 \end{cases}$

偏相関係数 $r_{y1.2}=0.5715^{**}$ $r_{y2.1}=0.3627^*$

回帰式の誤差率 $f=Sy_{.12} \cdot t_{\phi(\alpha)} / \bar{Y} \times 100=51.5\% \cdots \cdots (\text{対数値})$

〔Ⅱ〕段取の発生率

採材長階級	中心点	伐倒数	段取り発生数	発生率
m	m	本		%
2 ~ 6	4	2	0	0
6 ~ 10	8	10	6	60
10 ~ 14	12	13	12	92
14 ~ 18	16	8	6	75
18 ~ 20	20	7	6	86
				以上の平均=0.75
22 ~ 26	24	10	10	100
26 ~ 30	28	—	—	—
30 ~ 36	32	1	1	100
計		51	41	80.39

段取作業は採材長 22m 以上の単木にあつては 100% の発生率を示す。採材長 21.9m 以下にあつては発生するときと発生をみない時とある。採材長 21.9m 以下における平均発生率は 75.00% である。全体を込みにした総平均発生率は 80.39%。

〔Ⅲ〕類型区分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕段取りの条件式

$\log \hat{Y}_{22上}=1.88938 \log X_1+0.53261 \log X_2-1.52254 \cdots \cdots$ 延採材長 22.0m 以上の単木に適用

Y ; 段取り時間 (秒), X_1 ; 延採材長 (m), X_2 ; 作業対象になる全枝数 (本)

ただし, 上式は延採材長 22.0m 以上にあつてはそのまま, 延採材長 21.9m 以下にあつては (Y の真数) $\times$ (係数 0.800) を適用すること。したがつて, 次式となる。

$\log \hat{Y}_{22下}=1.88938 \log X_1+0.53261 \log X_2-1.61944 \cdots \cdots$ 延採材長 21.9m 以下の単木に適用

(5) 始動停止

類 型	追 加	纏 り	枝 払	要素	始動停止
		単 位	枝 切		
			節 切		

〔Ⅰ〕始動停止時間と条件との分析

枝払における始動停止時間は枝数の多寡によつて時間の影響があるものと考えられる。そこで, 作業対象になつた全枝数とこんどは機械切の対象となつたと考えられる “枝根元径 5cm 以上の枝数” とを取り上げて, 始動停止時間との関係をみると第 114 図になる。図はバラッキは大きい, 相関性を示す。次に延採材長と始動停止時間との関係も作図するとやや相関性を示す。よつて, 枝直径 5cm 以上の枝数と,

延採材長を変数にとつて、重回帰分析にかければ以下となつた。

延採材長を X_1 、枝直径 5cm 以上の枝数を X_2 、始動停止時間を Y とおけば、

$N=32$ (数値は対数値)

$\bar{X}_1=1.19569063$ $\bar{X}_2=1.16033750$ $\bar{Y}=1.36681250$

$Sx_1^2=1.02731475$ $Sx_2^2=3.41669251$ $Sy^2=7.36753217$

$Sx_1x_2=1.49360512$

$Sx_1y=1.77402164$ $Sx_2y=3.46349051$

$r_{y1}=0.6448$

$r_{y2}=0.6903$

$r_{12}=0.7972$

回帰係数 $b=0.69436010$ $c=0.71015776$

回帰による偏差の平方和 $S\hat{y}^2=3.69143451$

回帰からの偏差の平方和 $Sdy \cdot 12^2=3.67609766$

推定の標準誤差 $Sy \cdot 12=0.12676199$

重相関係数 $R=0.7078^{**}$

回帰係数の標準偏差 $Sb=0.58188161$ $Sc=0.31906814$

回帰係数の有意性 $t_b=1.193$ $t_c=2.226^*$

ただし $\begin{cases} t_{29(0.05)}=2.045 \\ t_{29(0.30)}=1.055 \end{cases}$

偏相関係数 $r_{y1 \cdot 2}=0.2163$ $r_{y2 \cdot 1}=0.3820$

よつて、重回帰全体として重相関係数は高度に有意なるも、

回帰係数の有意性、ならびに偏相関係数の存在価値は、変数 X_1 だけが仮説を 5% の危険率で棄却、変数 X_2 は棄却域 20% で保留。

したがつて、変数 X_2 を削除すると Y と X_1 との 1 次回帰となる。1 次回帰としたときの統計量は次のとおり。

枝直径 5cm 以上の枝数を X 、始動停止時間を Y とすれば、

$N=31$ ……(32 のうち 1 は異常値のため棄却)

$\bar{X}=1.18805806$ $\bar{Y}=1.36965161$

$Sx^2=2.65441026$ $Sy^2=7.35953610$ $Sxy=3.38541832$

$r_{yx}=0.8700$

回帰係数 $b=1.27539377$

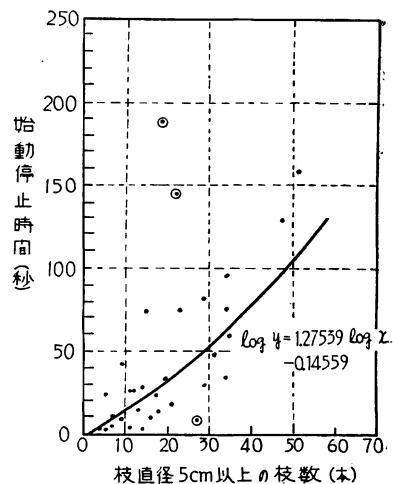
推定の誤差 $Sdy \cdot x^2=3.04179465$ $Sy \cdot x=0.32386644$

回帰係数の標準偏差 $Sb=0.19878423$

回帰係数の有意性 $t_b=6.416^{**}$ $\{t_{29(0.01)}=2.756\}$

誤差率 $f=Sy \cdot x \cdot t_{\phi(\alpha)} / \bar{Y} \times 100=48.4\%$ ……(対数法による。)

誤差率 48.4% (対数法) は大きい値を示すが、変数にとつた枝数そのままの測定法に相当大なる誤差を含んでいるのでやむを得ない。なぜなら枝直径 5cm 以上といつても、木によつてまちまちにしるされて、記録がアイマイなために計算段階に入つて、この枝が作業の対象になつたかどうかという判定に非常にまよつたからである。



第114図 枝直径以上の枝数と始動停止時間

〔Ⅱ〕始動停止の発生率

枝数階級 (根元径5cm 以上の枝)	中心点	伐倒数 (本)	発生数 (本)	発生率 (%)
本 本 1 ~ 9	5	18	18	44
9 ~ 17	13	14	11	79
				以上での平均 59.38%
17 ~ 25	21	8	8	100
25 ~ 33	29	6	6	100
33 ~ 41	37	4	4	100
41 ~ 49	45	1	1	100
49 ~ 57	53	1	1	100
計		52	39	(75.00)

枝直径 5cm 以上の枝が、単木 1 本内に17本以上ついているときは必ずその木では始動停止作業は発生するが、単木 1 本内に根元径 5cm 以上の枝が16本以下しかついでいない木では、始動停止作業は発生しない時もある。発生する割合は 59.38% である。込みにした総平均の発生率は75.00%である。

〔Ⅲ〕類型区分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕始動停止作業の条件式

$\log \hat{Y}_{17上} = 1.27539 \log X - 0.14559 \dots$ 単木 1 本内で枝直径 5cm 以上の枝が 17 本以上ついている木に適用。

また、59.38% は計算ルールに従い 0.50 として適用すれば、枝直径 5cm 以上の枝が単木 1 本内に 16 本以下しかついでいない木では、始動停止作業時間の条件式は次のようになる。

$\log \hat{Y}_{16下} = 1.27539 \log X - 0.77218 \dots$ 単木 1 本内で、枝直径 5cm 以上の枝が 16 本以下しかついでいない木に適用。

ここで Y ；始動停止時間(秒) X ；枝の枝直径が 5cm 以上の枝の数(本)

(6) 歩行（持歩行+空身歩行）

類 型	基 礎	纏 り 単 位	枝 払 枝 節 切 切	要素 歩行 (持歩行+空身歩行)
-----	-----	------------	----------------	---------------------

〔Ⅰ〕歩行（持歩行+空身歩行）時間と条件との分析

歩行時間と胸高直径，延採材長，樹高，全枝数には相関性を示しているので，まず最初は，変数に採材長，全枝数をとり，変量に歩行時間として重回帰分析にかけたが，採材長の因子は無視された。次に変数，樹高，全枝数とし，変量は同じく歩行時間をとって重回帰分析を行なったところ，樹高，全枝数の2因子は函数関係として存置された。

○第1回目の計算 $\begin{cases} \text{変量 歩行時間} \\ \text{変数 延採材長，作業対象になった全枝数} \end{cases}$

全枝数の因子だけが有意，延採材長は無視された。

○第2回目の計算 $\begin{cases} \text{変量 歩行時間} \\ \text{変数 樹高，作業対象になった全枝数} \end{cases}$

2変数とも歩行時間との回帰は有意。以下統計量を記しておく。

全枝数= X_1 ，樹高= X_2 ，歩行時間= Y とおけば，

$N=47$ ， $m=3$ （数値は対数法による）

$$\bar{X}_1=1.36792128 \quad \bar{X}_2=1.35094894 \quad \bar{Y}=1.94939574$$

$$r_{12}=0.679614 \quad r_{y1}=0.654606 \quad r_{y2}=0.757788$$

$$b=0.30194527 \quad c=1.51753789$$

$$\text{重相関係数} \quad R=0.781319^{**}$$

$$\text{回帰からの偏差の平方} \quad Sdy \cdot 12^2=2.26710567$$

$$\text{推定の標準誤差} \quad Sy \cdot 12=0.226991476$$

$$\text{回帰係数の標準偏差} \quad Sb=0.14928890 \quad Sc=0.33474414$$

$$\text{回帰係数の有意性} \quad t_b=2.0226^*, \quad t_c=4.5334^{**}$$

$$\text{ただし} \quad \begin{cases} t_{44}(0.01)=2.693 \\ t_{44}(0.05)=2.016 \end{cases}$$

$$\text{偏相関係数} \quad r_{y1 \cdot 2}=0.2917^* \quad r_{y2 \cdot 1}=0.5643^{**}$$

$$\text{回帰式の誤差率} \quad f=Sy \cdot 12(2.016)/\bar{Y} \times 100=23.5(\%)$$

〔Ⅱ〕 歩行（持歩行＋空身歩行）の発生率

対象となる伐倒数 54, 歩行の発生した本数 54, 発生率 100%

〔Ⅲ〕 類型区分

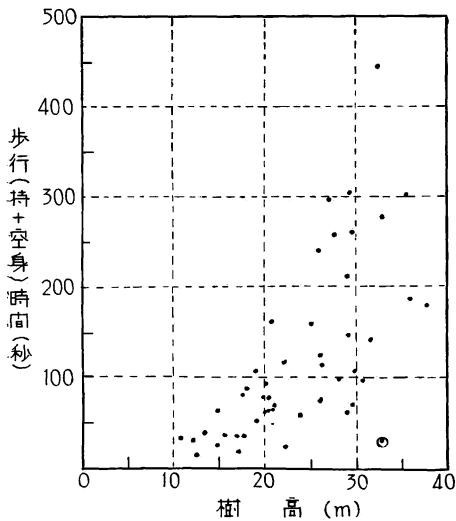
基礎時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕 歩行（持歩行＋空身歩行）の条件式

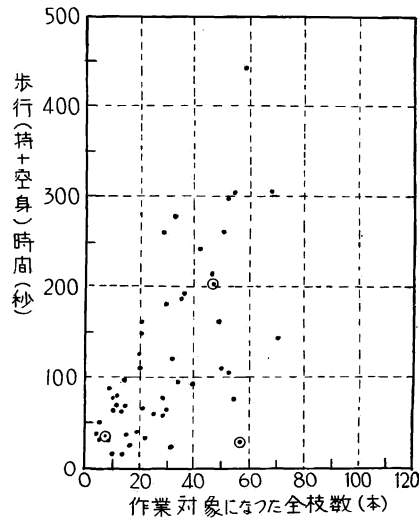
$$\log \hat{Y}=0.30195 \log X_1+1.51754 \log X_2-0.51376$$

Y : 歩行（持歩行＋空身歩行）時間（秒） X_1 : 作業対象になった全枝数（本）

X_2 : 樹高（cm）



第 115 図 歩行時間と樹高



第 116 図 歩行時間と作業対象になった全枝数

〔7〕 道具取替

類 型	割 増	纏 り	枝 払	要素 道具取替
		単 位	枝 切	
			節 切	

〔Ⅰ〕道具取替時間と条件との関係

道具取替時間と条件との関係は見いだせなかった。すなわち、単木にまとめたとき道具取替時間は、胸高直径や、採材長や、全枝数などと相関性はほとんど認められない。

〔Ⅱ〕道具取替の発生率

単木でみたとき $45/56=80.4\%$

玉ごとでみたとき $101/223=45.3\% \approx 50\%$ として適

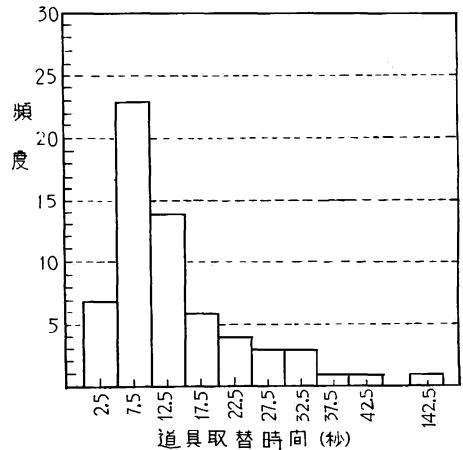
用道具取替作業は発生する時と発生をみないときとある。どんな条件の場合には発生をみないだろうか。胸高直径の大小、採材長の長短、枝直径の大きさなどと照合してみたが判定するだけの材料にはならなかった。

〔Ⅲ〕類型区分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕道具取替の基本時間と標準時間

玉ごとに扱ったときの1玉に起こった道具取替時間の長さを、整理して頻度分布図を描くと第117図になった。図は離散分布の形体はしているが、両裾に平均して長く、超幾何分布に似た型をしているので、もう少し資料の収積を計ってからでないと、頻度分布図から最頻値をとって基本時間とするには若干危険性をともなうから、今回は平均値をとって基本時間を決定しておく。



第117図 道具取替の頻度分布図

$$N=100$$

$$SX=1368 \cdots (140 \text{ という離れ島の1点を除外した})$$

$$\bar{X}=13.68 \text{ 秒}$$

$$\text{道具取替の基本時間} = 13.68 \text{ 秒}, \text{ 道具取替の1玉当たり標準時間} = 13.68 \times 0.50 = 6.84 \text{ 秒}$$

(8) 枝 片 付

類 型	割 増	纏 り	枝 払	要素	枝片付
		単 位	枝 切 節 切		

〔Ⅰ〕枝片付時間と条件との関係

枝片付時間は採材長とか全枝数とか、あるいは採材長1m当たりについている枝数とか…の間に、ある関係があるんじゃないかとグラフ化したのが、相関性は全く見いだせない。胸高直径との間にも同じく相関性は見いだせなかった。

枝片付時間は、上記のような条件のほかに、林地内の植生の繁茂状態、立木の生立間隔および1つの沢に何本も同時に倒したようなとき……と種々の複雑な状態に支配され、上記の単純な条件因子だけではあわせないと見るべきかも知れない。

〔Ⅱ〕枝片付の発生率

全玉数 223, 枝片付の発生玉数 65, 発生率 29.1% $\approx 30\%$ として適用

〔Ⅲ〕類型区分

条件との関係が見いだせないから今回は割増時間に類型する。

〔IV〕枝片付作業の基本時間と標準時間

$$N=64$$

$$SX=1125\cdots(154 \text{ を異常値として1点棄却})$$

$$\bar{X}=17.58(\text{秒})$$

$$\text{枝片付の基本時間}=17.58\text{秒}, \text{枝付片の1玉当たり標準時間}=17.58 \times 0.30 = 5.27\text{秒}$$

2. 単位・障害除去

全要素

類 型	追 加	纏 り	枝 払	要 素	全要素
		単 位	障害除去		

〔I〕1要素作業ごとに分解して条件との関係

単位障害除去の中には、要素作業として障害木切、ボサ切、障害木片付、障害物片付、段取、道具取替、始動停止、空身歩行、持歩行の計9要素がある。おのおのこの1要素ごとに対応すると思われる条件を拾いあげ、玉ごとに取り扱ったとき、単木として取り扱ったときとに分け、条件との関係を求めたが1つとして満足のゆく関係は見いだせなかった。一応要素名と対応した条件とを第80表に参考に載せておく。

第80表 障害除去の条件との傾向を調べた表

要素番号	要素作業名	標本数	取扱	条 件	相 関 性	回帰係数	誤差率	判 定
24	障 害 木 切	58	玉	枝 数	無 し	20%以下		関係なし。
			"	斜面傾斜	な し			"
		33	単木	樹 高	5%以下	5%以下	144.6	グラフのバラツキ非常に大。
		35	"	胸高直径	5%以下	5%以下	146.2	グラフのバラツキ非常に大。
		35	"	枝 数	5%以下	10%以下		関係をあまり強調できない。
25	ボ サ 切	27	玉	枝 数	な し			関係なし。
			"	斜面傾斜	な し			"
		15	単木	胸高直径	な し	いずれの 回帰も 20%以下		重回帰としても回帰性なし。
				樹 高				
				枝 数				
				斜面傾斜				
32	障害木片付	28	玉	斜面傾斜	な し			関係なし。
				枝 数	あ り			異常な点に引かれて相関性を示す。
		15	単木	胸高直径	1%以下	1%以下	136.9	バラツキの大きい4点を棄却せいらしたために、偶然に有意となる、バラツキ大。
		16	"	樹 高	5%以下	5%以下	194.7	バラツキの大きい3点を棄却せいらしたため、偶然有意となる、バラツキ大。
				斜面傾斜	な し			
				枝 数	あ り			バラツキ大。
32 16	障害木片付 障害物片付	25	単木	胸高直径	1%以下	1%以下		バラツキ非常に大、片対数法による誤差率 43.6%。
			"	枝 数	な し			
				斜面傾斜	な し			

第80表（つづき）

要素番号	要素作業名	標本数	取扱	条 件	相 関 性	回帰係数	誤 差 率	判 定
30 31	空身歩行 持歩行	18 19	単木 "	胸高直径 樹 高	5%以下 1%以下	5%以下 1%以下		バラツキ大, 両対数値法による誤差率 52.4% バラツキ方の大なる3点を棄却せしめればまずまず条件因子として取り上げられる。
27 28 29	段 取 道具取替 始動停止	4 3 24 19 4 4	玉 単木 玉 単木 玉 単木	分析は行なわなかった				

〔Ⅱ〕4つのグループに取り纏めて条件との関係

類似した要素作業を次のように3つのグループと、さらに全体を込みにして1つのグループとして計4つのグループに取り纏め、これと条件との関係を調べた。

相関係数 r はニの階層が最大値を示す。推定の誤差はロの階層, 次いでニの階層が最小, 回帰式の誤差率はニの階層が最小で 42.1%, 平均値の標準誤差はニの階層が最小で, 0.0619(秒), よってニの階層がどの階層よりも優っていることは, おおのグループ分けするより, 全体を込みにした方が平均されて良い結果

要素番号	要素作業名	階層分け記号
24 25 26 32	障害木切 ボサ切 障害物片付 障害木片付	イ
27 28 29	段 取 道具取替 始動停止	
30 31	空身歩行 持歩行	
24 32	全体込み	ニ

階層分け	標本数 n	条 件	相 関 係 数 r	回 帰 係 数 b	推定の誤差 $Sy \cdot x$	回帰式の誤差率 $Sy \cdot x \cdot t_{\phi(a)} / \bar{Y}$	平均値の標準誤差 $\sqrt{Sy \cdot x^2 / n}$
イ	38	樹 高	0.48861**	1.73513**	0.386495	0.452	0.0627
ロ	18	"	0.50656*	1.93483*	0.362204	0.683	0.0854
ハ	21	"	0.34600	1.37260	0.426930	0.754	0.0932
ニ	38	"	0.53322**	1.92905	0.381772	0.421	0.0619

(注) 数値は対数法による。条件に樹高を最初にとつたのは, 樹高が最も相関度が高いから。
* は相関係数の有意水準および回帰係数の棄却域を示す。

をもたらずと判断する。

ニの階層が最良の状態を示すから, ニの階層を摘出する。そして, 次に樹高以外の条件因子として考えられるものに胸高直径, 枝数および採材長などがある。この中で枝数が作業時間と相関性の高いのを示しているから, 樹高, 枝数の2変数をとって重回帰分析を行なうと次のとおり。

階層分け	標本数	条 件	実 験 式	重相関係数	回 帰 係 数	偏 相 関 係 数
ニ	38	樹高, 枝数	3変量重回帰	0.5387**	$b = 1.66288^*$ $c = 0.14502$	$r_{y1.2} = 0.3665^*$ $r_{y2.1} = 0.0908$

回帰は（ b 樹高）だけが有意， c （枝数）は50%以下，偏相関係数も $r_{y1.2}$ （時間と樹高）だけが有意。
他は無意，したがって変数は樹高だけで間にあう。

〔Ⅲ〕単位一障害除去の発生率

対象伐倒本数 58

障害除去の発生数 42（計算は38である。2は異常値，2は条件測定もれ）

発生率 72.4% ≒ 70% として適用

発生を見なかつたのは，どのような条件のときだろうか当たつたが不明。

〔Ⅳ〕類型区分

追加時間に類型区分する。

〔Ⅴ〕障害除去時間の条件式

$$\log \hat{Y} = (1.92905 \log X - 0.9484)(0.70)$$

または $\log Y = 1.92905 \log X - 0.87050$

Y ；障害除去時間（秒）， X ；樹高（ m ）

3. 単位・手直し

全要素

類 型	割 増	纏 り 単 位	枝 払 手直し	要素	全要素
-----	-----	------------	------------	----	-----

〔Ⅰ〕1要素作業ごとに分解したとき

1要素作業ごとに分解すると標本数は次のように非常に少なく，分析はムリである。

要素番号	要素作業名	標本数(玉扱)	標本数(単木扱)
34	手 直 し	21	12
35	段 取	0	0
36	道具取替	1	1
37	始動停止	4	3
38	空身歩行	9	8
39	持 歩 行	3	2
40	そ の 他	1	1

〔Ⅱ〕4つのグループに取り纏めて条件との関係

要素番号	要素作業名	階層分け	標本数(玉ごと)	標本数(単木)
34	手 直 し	— イ	21	12
35	段 取	— ロ	6	5
36	道具取替			
37	始動停止			
40	そ の 他			
38	空身歩行	— ハ	11	10
39	持 歩 行	— ハ		
34	全体込み	— ニ	38	27
40				

上記階層分けの合計作業時間をY軸に、条件をX軸にとつてプロットし、条件との相関性を確かめた。その際、ロ、ハの階層は標本数がやはり少なくプロットを試みなかった。条件としては、玉ごとに扱ったときは、玉の末口径、単木に扱ったときは、単木1本当たりの平均枝直径、枝数、採材長、樹高および胸高直径などである。プロット図は省略するが、どの条件をとつてしても作業時間との相関性を示すものは見当たらなかった。したがつて、標本数の足りないせいもあるが、今回は条件との関係は無いものとして進める。

〔Ⅲ〕単位 手直しの発生率

手直しの作業は、胸高直径でみると33cm～130cmの範囲に、樹高でみると13m～38mの範囲に、末口径でみると22cm～124cmの範囲に発生しておつて必ずしも材の細い方、あるいは樹高の短い方などでは発生しないということはいえない。

対象玉数 223 手直し発生玉数 38 発生率 17.0%≒20%として適用。

〔Ⅳ〕類型区分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅴ〕手直し作業の基本時間と標準時間

全体込みにして1回に起こつた発生時間（1要素作業時間の長さ）の分布は次のとおり。

時 間 範 囲	中 心 点	頻 度	時 間 範 囲	中 心 点	頻 度
0～5	2.5	3	40～45	42.5	1
5～10	7.5	9	45～50	47.5	1
10～15	12.5	8	50～55	52.5	1
15～20	17.5	4	55～60	57.5	
20～25	22.5	6	60～65	62.5	
25～30	27.5	2	65～70	67.5	
30～35	32.5	2	70～75	72.5	1
35～40	37.5		計		38

$n=38$ $SX=713$ $\bar{X}=18.76$

1回起こるときの基本時間 18.76秒、1玉当たり手直し作業標準時間 $18.76 \times 0.20 = 3.75$ 秒

要素手直しだけの変動係数と、全体を込みにしたときの変動係数とは少しの開きがあるが、大差はないから主体となる要素手直しと、それ以外の要素作業の時間とに分類せずに、上記のごとく全体を込みにした基本時間ならびに標準時間を算出した。

要素作業名	n	標準偏差	変動係数
手直し	21	18.787	80.2
全体込み	38	15.896	84.7

4. 単位・木廻し

全要素

類 型	割 増	纏 り	枝 払	要素	全要素
		単 位	木廻し		

〔Ⅰ〕1要素作業ごとに分解したとき

要素番号	要素作業名	標本数 (玉扱)	標本数 (単木扱)
42	木 廻 し	36	27
43	段 取	2	2
44	支え木扱い	0	0
45	道具取替	9	7
46	空身歩行	9	8
47	持歩行	2	2

43番以下は標本数が少なく分析不能である。

42番については〔Ⅱ〕で分析を行なう。

〔Ⅱ〕 4つのグループに取り纏めて条件との関係

要素番号	要素作業名	階層分け	標本数 (玉扱)	標本数 (単木扱)
42	木 廻 し	イ	36	27
43	段 取	ロ	11	9
44	支え木扱い			
45	道具取替			
46	空身歩行	ハ	11	10
47	持歩行			
42 43 44 45 46 47	全体込み	ニ	58	46

イの階層について、玉ごとに扱ったときは末口径、単木に扱ったときは、斜面傾斜、伐倒木の傾斜、胸高直径、樹高、採材長および枝数などとの関係を調べてみたが、相関性は全く見いだせなかつた。同じく他の階層についても胸高直径、樹高、採材長、枝数などとの相関性はない。今回は条件との関係が見いだせないものとして進めておく。

〔Ⅲ〕単位 木廻しの発生率

木廻し作業は玉の末口径および胸高直径、樹高、採材長の小なる方では発生が必ずすくないとか、枝数の少ない方では木廻し作業が起こらないとか、ということはなかつた。発生率は $58/223=16.0\%$

〔Ⅳ〕類型区分

割増時間に類型区分する。

〔Ⅴ〕木廻し作業の基本時間と標準時間

全体込みにして1回に起こった発生時間（1要素作業時間の長さ）の分布は次のとおり。

時間範囲	中心点	頻度	時間範囲	中心点	頻度
0～5	2.5	6	35～40	37.5	1
5～10	7.5	12	40～45	42.5	1
10～15	12.5	11	45～50	47.5	1
15～20	17.5	3	50～55	52.5	0
20～25	22.5	12	55～60	57.5	2
25～30	27.5	6	計		58
30～35	32.5	3			

最小3秒から最大57秒までの間にあり、ほとんどは、5秒から24.9秒までの間に存在している。

$n=58$ $SX=10.32$ $\bar{X}=17.793$

木廻し作業1回起こるときの基本時間17.79秒, 1玉当たり木廻し作業の標準時間 $17.79 \times 0.20 = 3.56$ 秒

5. 纏り枝払作業の総括

(1) 纏り枝払作業の基本時間, 標準時間の表

枝払作業についての基本時間および標準時間を今まで分析してきた要素作業順に並べて1表に取り纏めると第81表になる。さらに類型区分の同質なもの同志に寄せ集め整理したのが第82表“纏り枝払作業における標準時間表”である。

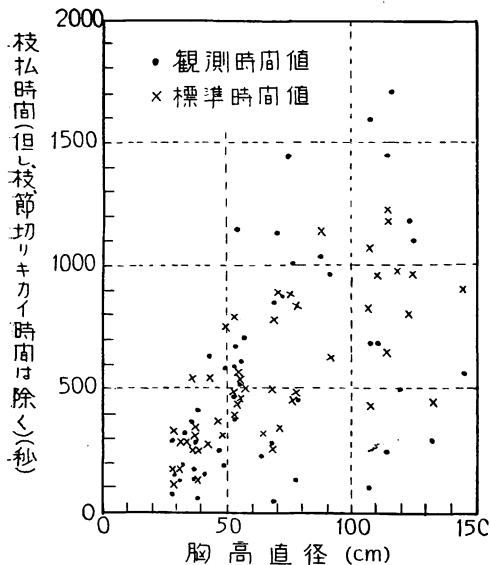
(2) 纏り枝払作業の標準時間の精度について

第82表の標準時間のうち、第1行に載っている枝切、節切（機械切）だけを除いて、第2行以下の算出式および類型「割増」の部分を実際あてはめ、観測時間値との精度について調べた。すなわち、次の両者間の比較を行なったのである。

Y'' = 比較すべきものの値 = 纏り枝払作業の観測時間 Y - 枝切、節切（機械切）の観測時間値 Y'

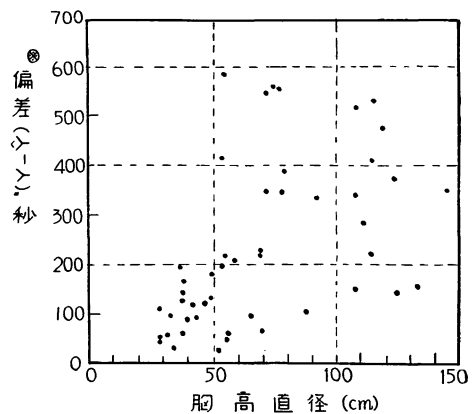
$\hat{Y}''$ = 対比させる標準時間値 = 枝切、節切（機械切）の作業を除いた標準時間値の合計

結局枝払い全要素作業のうち、チェンソーによる枝切、節切の要素作業だけが取り除かれた時間である。なぜこのようなことをするかといえば、チェンソーによる枝切、節切の標準時間算出式は、因子に枝（節）の根元径を使っている。本式が設けられるにあたっては、サンプリング的に計測された枝（節）の根元径をもつてきて、これから設定した。したがって、チェンソーで切断された枝（節）の根元径は全数計測されているのではなくて、単木のうちの何本かのものだけしか計測されていない。だから、単木にかえて当てはめを行なうときはそれができないのである。



第118図 枝払時間*の観測時間値と標準資料法による標準時間値

* ただし枝切、節切のチェンソーによる切断時間だけが除かれている。



第119図 単木1本についての観測時間値と標準時間値との偏差

* 偏差 = 観測時間 - 標準時間（標準資料法による。）

第81表 纏り枝払作業について基本時間、標準時間の総括表

纏り	単位	要素作業	条件因子	発生率	類型	基本時間		標準時間*1	
						最頻値	算術平均値	最頻値	算術平均値
枝 切 ・ 節 払 切	枝	枝切(機械切)	枝(節)の根元径 (cm) ^{*2}	単 100	基礎	$\log y = 1.28379 \log x - 0.31753$		$\log y = 1.28379 \log x - 0.31753$	
		節切(機械切)							
		枝切(手工具切)	延採材長 (m), 枝数(本) ^{*3}	単 100	"	$y = 79.548 - 5.732 x_1 + 5.230 x_2$		$y = 79.548 - 5.732 x_1 + 5.230 x_2$	
		節切(")							
		枝先切	単木1本内枝根元径 平均枝数	単 85.5	追加	$y = 13.208 x_1 + 1.779 x_2 - 95.326$		$y = 11.689 x_1 + 1.574 x_2 - 84.364$	
		段取	延採材長, 枝数	採材長 22m ^上 単 100 " 21.9m ^下 単 75.0	" " "	$\log y = 1.88938 \log x_1 + 0.53261 \log x_2 - 1.52254$		$\log y_{22上} = 1.88938 \log x_1 + 0.53261 \log x_2 - 1.52254$ $\log y_{22下} = 1.88938 \log x_1 + 0.53261 \log x_2 - 1.61944$	
	始動停止		枝直径5cm以上の枝の数	同左の枝が17 本以上ついで いるとき 100	"	$\log y = 1.27539 \log x - 0.14559$		$\log y_{17上} = 1.27539 \log x - 0.14559$	
				同左の枝が16 以下ついで るとき 59.4	"	$\log y = 1.27539 \log x - 0.14559$		$\log y_{16下} = 1.27539 \log x - 0.77218$	
	空身歩行 持歩行 枝片付 道具取替		枝数・樹高	単 100	基礎	$\log y = 0.30195 \log x_1 + 1.51754 \log x_2 - 0.51376$		$\log y = 0.0301954 \log x_1 + 1.51754 \log x_2 - 0.51376$	
				玉 29.1	割増	17.58		5.27	
				玉 45.3	"	13.68		6.84	
障 害		障害木切							
		ボサ切							
		障害木片付							
		障害物片付							

纏り	単位	要素作業	条件因子	発生率	類型	基本時間		標準時間	
						最頻値	算術平均値	最頻値	算術平均値
枝	除	段取 道具取替 始動停止 空身歩行 持歩行	樹高	単 72.4	追加	$\log y = 1.92905 \log x - 0.79484$		$\log y = 1.92905 \log x - 0.87050$	
	手直し	手段直し 道具取替 始動停止 空身歩行 持歩行 その他		玉 16.3	割増	18.76		3.75	
	木廻し	木廻し 支え木扱い 道具取替 空身歩行 持歩行		玉 24.9	割増	17.79		3.56	
計								19.42	

- * 1. 標準時間の算定式は、基本時間の実験式に計算ルールに定められた発生率によつて修正した式を示す。
- * 2. 枝(または節) 1本ごとの根元径(=切断径の長径短径の平均)。
- * 3. 単木1本内で作業対象になる枝の合計本数。
- * 4. 時間の単位はいずれも秒。

第82表 纏り枝払作業における標準時間表

類型区分	単位作業	要素作業	因子	標準時間
基礎	枝・節切	枝切(機械切) 節切(")	枝・節の根元径 (x) * ¹	$\log y = 1.28378 \log x - 0.31753$
"	枝・節切	枝切(手工具切) 節切(")	延採材長 (x ₁), 枝数 (x ₂) * ²	$y = 79.548 - 5.732 x + 5.230 x_2$
"	枝・節切	空身歩行 持歩行	枝数 (x ₁), 樹高 (x ₂)	$\log y = 0.30195 \log x_1 + 1.51754 \log x_2 - 0.51376$
追加	枝・節切	枝先切	単木1本内枝根元径平均 (x ₁)* ³ , 枝数 (x ₂)	$y = 11.689 x_1 + 1.574 x_2 - 84.364$
"	枝・節切	段取	延採材長 (x ₁), 枝数 (x ₂)	$\log y_{22上} = 1.88938 \log x_1 + 0.53261 \log x_2 - 1.52254$ * ⁵
"	枝・節切	"	"	$\log y_{22下} = 1.88938 \log x_1 + 0.53261 \log x_2 - 1.61944$ * ⁶
"	枝・節切	始動停止	枝の直径 5 cm 以上の枝の数 (x)* ⁴	$\log y_{上17} = 1.27539 \log x - 0.14559$ * ⁷
"	枝・節切	"	"	$\log y_{16下} = 1.27539 \log x - 0.70218$ * ⁸
"	障害除去	全要素	樹高 (x)	$\log y = 1.92905 \log x - 0.87050$
割増	それ以外の要素作業		1玉に対して	19.42 * ⁹

* 1 : 枝または節の根元部の箇所(の)長径, 短径の平均 (cm), * 2 : 単木1本内で作業対象になつた全枝数 (本), * 3 : 単木1本内で約 5 cm 以上の枝の根元径 (長径短径の平均)を平均したもの (cm), * 4 : 材幹より 30 cm 離れた部分の枝の直径が 5 cm 以上だけの単木1本内の枝の数, * 5 : 延採材長 22.0 m 以上採材する単木に適用, * 6 : 延採材長 21.9 m 以下採材する単木に適用, * 7 : 枝の直径 5 cm 以上の枝が採材する箇所(に) 17 本以上ついている木に適用, * 8 : 枝の直径 5 cm 以上の枝が採材する箇所(に) 16 本以下しかついていない木に適用, * 9 : 1玉増すごとに 19.42 を加算する。

割増時間早見表 (秒)

玉数	1	2	3	4	5	6	7	8
割増時間	19.4	38.8	58.3	77.7	97.1	116.5	135.9	155.4

$$\sum Y'' = 28059.0 \text{ (秒)} \quad \sum \hat{Y}'' = 27702.4 \text{ (秒)}$$

$$\text{累積偏差率} = \frac{\sum Y'' - \sum \hat{Y}''}{\sum \hat{Y}''} \times 100 = 12.87\%$$

全体の平均された偏差率としてはやや高い気味にある。

第118図は、横軸に胸高直径をとり、観測時間値と標準時間値をプロットしたものである。観測時間値がこれだけ大きくバラツキっていると精度の優れた算出式というものはなかなかむずかしいものと思われる。第119図は $Y'' - \hat{Y}''$ の偏差を胸高直径に従って打点したものである。偏差率が胸高直径の大きさに従って変化を見ることがない。

最後に、枝切、節切（機械切）要素作業の標準時間値は、変数に枝（節）の根元径直径をもった関数式から導かれる。そしてその変数は枝切、節切（機械切）における直接的要因であるから、累積偏差を算出すれば、おそらく2%内外に納まるであろう（玉切の例および数学的立場から）。したがって要素枝切、節切（機械切）が加わった纏り枝払作業についての全観測時間値 Y と、全標準時間値 $\hat{Y}$ との間で累積偏差を求めるとき上記の12.87%よりは決して大になることはなく、逆に低下をみるはずである。

第7章 伐倒作業

1. 伐倒作業の資料の取り扱いについて

今までの計算、すなわち測尺作業、玉切作業、枝払作業については標準資料法の分析手法の過程に近づけるために、“第4章、1”計算ルールを設定し、これにのつとつて進めてきたのであるが、伐倒作業については前述したごとく1日平均の時間についていえば造材作業の1/3.5であり*1ながら独立した要素作業は1/1.6*2となつてゐる。このような内容でありながら計算資料としての例数においては造材作業が玉数で223本、伐倒作業は伐倒本数で59本となつており、単位作業別に分けられた要素作業の発生数を見ると第83表のごとくなる。各単位作業を構成している各要素作業で共通的なものは表の段取り以下の要素であるが、表で明らかなように、単位作業全般にわたつて測定されたものはごくわずかである。なおかつ59本の伐倒木中、ただ1回だけの発生要素作業も数多くあり、先の計算ルールの規定による発生率からの検討および標準資料法分析としての時間基表の構成因子としての分け方においては資料としての例数が少なく、標準時間を求める計算はできないのである。今、発生回数1例の要素作業、すなわち発生率1.7%の要素について信頼度95%で±5%の絶対誤差の範囲内にいるために必要な観測回数は約30回ぐらいである。*3 これより逆算すれば伐倒本数において176本となり、現在われわれが得た資料の約3倍の本数が確保されなければ要素作業から時間基表が求められることは無理である。

そこでわれわれは、伐倒作業についてのみ、前述の計算ルールにこだわらず、要素作業ごとではなくその上の単位作業により計算を進めてゆきたいと考える。このことは、多くの現象は（自然現象、人為現象）1つの何らかの刺激（in-put）により活動（あるいは行動）を開始し、その刺激量の大小によつて結果的に何らかの生産行動（out-put）がなされる。すなわちフィード・バック（feed back）理論の適応が考えられる、ということは伐倒木59本を調査してただ1回だけ発生した要素作業というものは、伐倒作業にお

*1 第3章、3，“標準作業方法について”参照

*2 第3章、2，“要素作業の性格および実態”参照

*3 パーンズ著、動作時間研究より

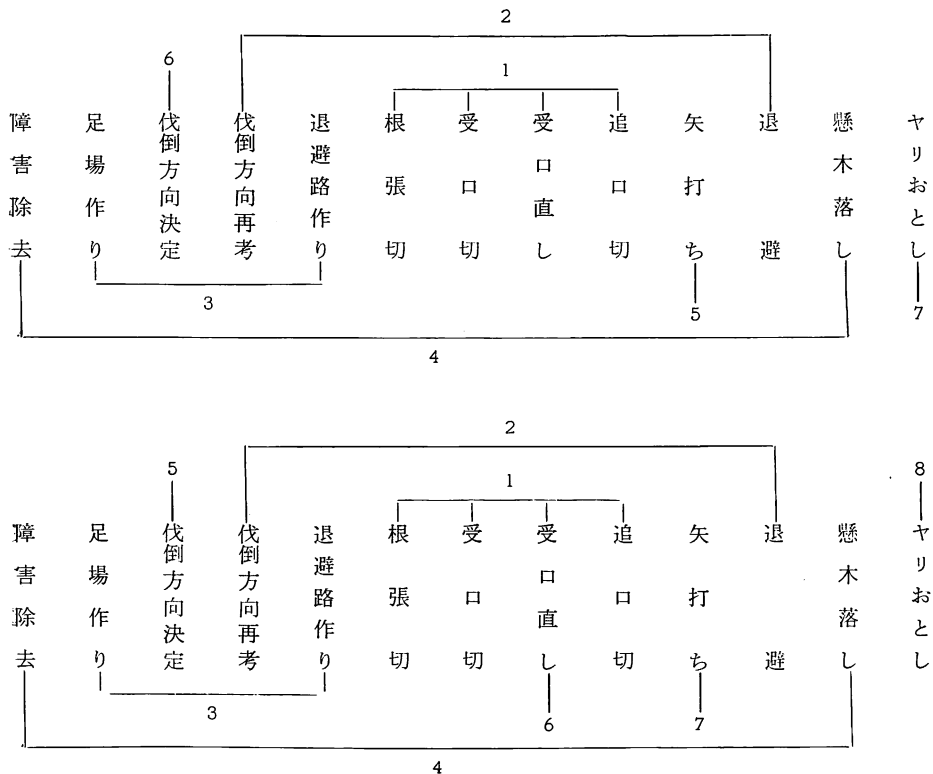
第83表 単位作業別要素作業の発生数

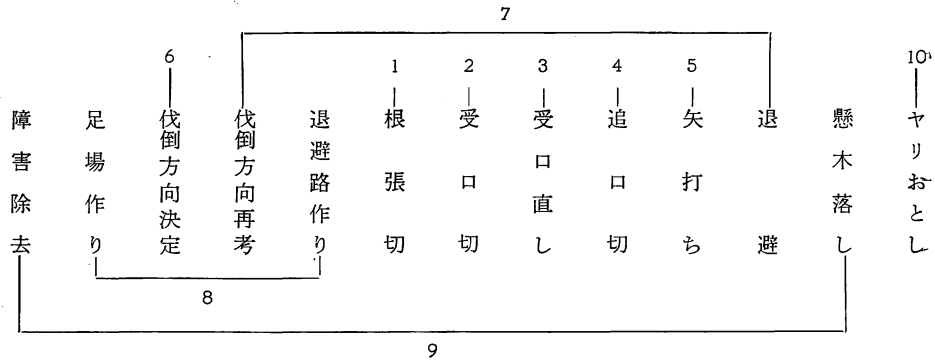
単位作業 要素作業	受口切	追口切	矢打ち	伐倒方向再考	合 図	退 避	受口直し	ヤリおとし	根 張 切	方向決定	足場作り	障害除去	退避路作	懸木落し	計	単 位 作業数
受口切	59														59	1
追口切		59													59	1
矢打ち			1 9 3												1 9 3	1 1 1
伐倒方向再考				15											15	1
合 図					1										1	1
退 避						59 19									59 19	1 1
受口直し							7								7	1
ヤリおとし								12							12	1
根 張 切									6						6	1
方向決定										17 45					17 45	1 1
足場作り											5				5	1
障害除去												30 44 15			30 44 15	1 1 1
退避路作													1		1	1
懸木落し														4	4	1
取見替去き	39 18 49 47 10	27 21 33	1				2 1 1		2 3 6 6 2			2			77 42 89 56 20	6 3 4 4 3
替止行行	27 53 17 29	11 25 8 14	7 3				3 4 1 1	3 8 1 6	2 5 2 4	1 1 19 3	1 1 2	45 7 12 4	1 1	4 4 4 4	105 106 83 90	11 7 13 10
要素作業数	10	9	6	3	1	4	8	6	10	5	3	8	3	5		

ける1つの要素作業系列において時間分析では分析できないところの in-put があつたものと考えられる（時間分析ではできないということは、時間分析結果では要素作業時間の範囲あるいはちらばりとして計算上にはあらわれてきたが、そのちらばりは何の原因によつて生起しているかということは、時間分析で知れる範囲は非常にせまく、それぞれの例えば心理学的あるいは生理学的な研究にまたなければならないであろう）。その out-put として発生した要素作業であると考え、発生率の非常に少ない要素作業個々についてその発生するところの in-put には大小があり、またその結果の out-put にもあるものと思われる。これらはある程度、数多く集めることにより、互いに相殺されるのではないかと判断のもとにわれわれは単位作業ごとに大きくまとめ、時間値を求める計算に踏切つたのである（しかし、これは本来の標準資料法による研究からは幾分逸脱するが資料の関係上、やむを得ないことと、また計算および時間表は従来の工程表と標準資料法の間存するものでどちらかといえば標準資料法に近い形態であろう）。

計算手順としては単位作業に含まれる要素作業中、特に主体的性格を持つている要素作業については、発生率を考究して時間算出式を求め、その他の要素作業、すなわち付帯的な要素時間については1括して時間算出式を求める。このような計算過程を経て、各単位作業ごとに求めてから、さらに性格の似かよつた単位作業を1括して行く方法をとる。現在のところでは、単位作業の1括においては伐倒作業の単位作業系列および各単位作業内における要素作業の発生状況とを勘案して次の第84表のように考えているが、これも今後の計算経過とともに一部変更になるかもしれない。

第84表 時間基表作製のための単位作業組合せ





2. 単位 受口切・追口切

類 型	基 礎	纏 り 単 位	伐 倒 受口切 追口切	要素 要素No.1~No.23
-----	-----	------------	-------------------	--------------------

〔I〕要素 No.1~No.23 までについての分析

グループ分け イ 要素受口切だけについての分析 要素No.1について

〃 ロ 要素追口切だけについての分析 要素No.13について

〃 ハ 要素受口切と追口切の両者を合わせた分析 要素No.1+No.13について

〃 ニ 単位受口切・追口切の中で、要素受口切・追口切を除いた他の要素を一括にした分析 要素No.2~No.10+No.14~No.21

〃 ホ 単位受口切・追口切の全体を合わせた分析「要素No.1~No.23」

要素 No. は後表第85表のもの

i. イのグループについて

計算過程 ①

Y =作業時間, X_1 =受口深さ, X_2 =受口幅, X_3 =足場傾斜, これら条件因子をとつて重回帰分析にかけた。

計算結果影響を及ぼす因子は, X_2 の受口幅だけであつた。他の因子は回帰係数の t 検定, 偏相関係数の有意性とも危険率 20% 以上で棄却された。

計算過程 ②

Y =作業時間, X_1 =受口深さ, X_2 =伐根径 (長径), X_3 =足場傾斜として重回帰分析による計算を行なつた。計算結果 X_1 の受口深さ, X_2 の伐根径 (長径) の 2 因子がきいている。

計算結果は次にまとめてある。

計算過程	因 子	N	平 均 値 $\bar{Y}$	回 帰 係 数	同左 t の値	推定の誤差 $S_{y \cdot 123}$
①	受 口 深 さ 受 口 幅 足 場 傾 斜	58	1.91925345	$b=0.63464635$ $c=1.00468889$ $d=0.32873878$	$t_b=1.421$ $t_c=5.386^{**}$ $t_d=1.210$	0.18021668
②	受 口 深 さ 伐 根 径 (長 径) 足 場 傾 斜	58	〃	$b=1.05668741$ $c=0.72080750$ $d=0.49429561$	$t_b=3.091^{**}$ $t_c=5.998^{**}$ $t_d=1.873$	0.17310035

第85表 要素 No. の表

纏り	単位作業	要素作業	要素No.	纏り	単位作業	要素作業	要素No.
伐倒	受口切	受口切	1	伐倒	ヤリおとし	始動停止	61
		段取	2			空身歩行	62
		受口進行見	3			持歩行	63
		位置替	4				64
		切片除去	5			計	65
		鋸引抜き	6		根張切	根張切	66
		道具取替	7			段取	67
		始動停止	8			根張切進行見	68
		空身歩行	9			位置替	69
		持歩行	10			切片除去	70
			11			鋸引抜き	71
		計	12			道具取替	72
	追口切	追口切	13			始動停止	73
		段取	14			空身歩行	74
		追口進行見	15			持歩行	75
		位置替	16				76
		鋸引抜き	17			計	77
		道具取替	18		方向決定	伐倒木探し	78
		始動停止	19			方向決定	79
		空身歩行	20			段取	80
		持歩行	21			道具取替	81
			22			空身歩行	82
		計	23			持歩行	83
	矢打ち	クサビ打ち	24				84
		矢打ち	25			計	85
		矢抜き	26		足場作	足場作り	86
		段取	27			段取	87
		道具取替	28			道具取替	88
		空身歩行	29			始動停止	89
		計	30			空身歩行	90
			31			持歩行	91
	小計						92
						計	93
	伐倒方向再考	伐倒方向再考	32		障害除去	障害木切	94
		段取	33			ボサ切	95
		空身歩行	34			障害物片付	96
		持歩行	35			段取	97
	合図退避	合図退避	37			道具取替	98
		退避	38			始動停止	99
		伐倒確認	39			空身歩行	100
		空身歩行	40			持歩行	101
		持歩行	41				102
		計	42			計	103
	受口直し	受口切直し	43		退避路作	退避路作り	104
		段取	44			段取	105
		受口切直進行見	45			道具取替	106
		位置替	46			始動停止	107
		切片除去	47			空身歩行	108
		鋸引抜き	48			持歩行	109
		道具取替	49				110
		始動停止	50			計	111
		空身歩行	51		懸木落し	懸木落し	112
		持歩行	52			段取	113
			53			道具取替	114
		計	54			始動停止	115
	ヤリおとし	ヤリおとし	55			空身歩行	116
		段取	56			持歩行	117
		位置替	57			計	118
		切片除去	58			小計	119
		鋸引抜き	59			合計	120
		道具取替	60				

ii. ロのグループについて

計算過程 ③

Y =作業時間, X_1 =追口深さ, X_2 =伐根径(長径), X_3 =足場傾斜を因子として重回帰分析にかけた。計算結果は次のとおりで, この3つの因子は, 回帰係数がいずれも5%以下の危険率で有意水準にある。

計算過程	因 子	N	平 均 値 $\bar{Y}$	回 帰 係 数	同左 t の値	偏 相 関 係 数	推定の誤差 $S_{y.123}$
③	追 口 深 さ 伐 根 径 (長 径) 足 場 傾 斜	53	1.74382264	$\begin{cases} b = 0.531642 \\ c = 0.848594 \\ d = 0.500096 \end{cases}$	$\begin{cases} t_b = 2.010^* \\ t_c = 6.492^{**} \\ t_d = 2.057^* \end{cases}$	$\begin{cases} r_{y1.23} = 0.276 \\ r_{y2.13} = 0.680^{**} \\ r_{y3.12} = 0.283 \end{cases}$	0.15206880

iii. ハのグループについて

計算過程 ④

Y =作業時間, X_1 =伐根径(長径), X_2 =伐根径(短径), X_3 =伐根高として計算した。このほか $\frac{\text{伐根径}}{\text{胸高直径}}$ を因子としたときの関係も見したがその関係はなかった。計算結果は3因子とも回帰係数の $\beta=0$ という仮設は棄却できなかった。偏相関係数は $r_{y1.23}$ が1%の有意水準で, 他は10%の危険率域であつた。

計算過程 ⑤

Y =作業時間, X_1 =伐根径(平均), X_2 =伐根高として計算した。上記④では伐根径の長径と短径を独立して扱ったが, ここでは長径短径の平均したものを用いた。計算結果は上記と比べ, 推定の誤差がやや小さくなった。そして, 零次の相関係数もみてみると次のように伐根径平均を用いたときがもつとも高い。

変 数	単相関係数 (r)
伐根径 (長径)	0.9363
伐根径 (短径)	0.9198
伐根径 (平均)	0.9481

すなわち, 伐根径を長径短径と独立に扱うより, 両者を平均した伐根径を用いた方がよい。

計算過程④, ⑤の推定の標準誤差は次表のとおり。

計算過程	因 子	N	平 均 値 $\bar{Y}$	回 帰 係 数	偏 相 関 係 数	推定の誤差
④	$\begin{cases} \text{伐 根 径 (長 径)} \\ \text{伐 根 径 (短 径)} \\ \text{伐 根 高} \end{cases}$	55	2.15606909	$\begin{cases} b = 0.712185^{**} \\ c = 0.429036^* \\ d = 0.183952^* \end{cases}$	$\begin{cases} r_{y1.23} = 0.621^{**} \\ r_{y2.13} = 0.309 \\ r_{y3.12} = 0.284 \end{cases}$	0.14079382
⑤	$\begin{cases} \text{伐 根 径 (平 均)} \\ \text{伐 根 高} \end{cases}$	55	"	$\begin{cases} b = 1.198092^{**} \\ c = 0.158312 \end{cases}$	$\begin{cases} r_{y1.2} = 0.923^{**} \\ r_{y2.1} = 0.258 \end{cases}$	0.14061394

計算過程 ⑥

Y =作業時間, X =胸高直径

伐根径を直接的因子と呼ぶなら胸高直径を間接的因子と呼んでおこう。実際使用にあたっては, 伐根径より胸高直径の方が便である。したがって, 胸高直径をもつてしても同程度の誤差範囲で精度を保てるなら胸高直径を条件因子にとつておいた方がよろしい。胸高直径を変数とした計算結果は次のとおりで, 伐根径(平均)を条件因子にとつたときより, わずかに精度は落ちるが, 大きな違いではない。誤差率において13.4%と13.6%との違いである。

計算過程	因 子	N	平 均 値 $\bar{Y}$	回 帰 係 数 b	同左の t の値 tb	推定の誤差 $S_{y \cdot x}$	誤 差 率 (%)
⑥	伐 根 径 (平均)	55	2.15606909	1.272425	21.707**	0.14414482	13.4
	胸 高 直 径	55	"	1.326565	21.403**	0.14598490	13.6

iv. ニのグループについて

主体となる要素受口切、追口切を除いた付帯的な要素作業を1括して分析し、もし付帯的な要素作業にも主体の要素受口切、追口切と同じような傾向にあれば、それらを包括しようとするねらいのために分析する。

計算過程 ⑦

Y =要素 No.2~No.10+No.14~No.21 の作業時間, X_1 =伐根径(平均), X_2 =伐根高

単位受口切・追口切の中で、要素受口切・追口切を除いた残りの全要素作業時間と、伐根径、伐根高を変数にとつて重回帰分析にかけた。計算結果は変数 X_1 の伐根径(平均)は高度に影響を持っているが、 X_2 の伐根高は無視された。

計算過程 ⑧

Y =要素 No.2~No.10+No.14~No.21 の作業時間, X =胸高直径

計算過程⑦では伐根径(平均)との関係が示された。ここでは伐根径の因子を胸高直径におきかえたならどうなるだろうか試みた。

計算結果は推定誤差が伐根径(平均)の0.24587662に対して、0.23837429と減少し、誤差率も胸高直径の方がやや下廻わる。

計算過程	因 子	N	平 均 値	回 帰 係 数	同左 t の値	偏相関係数	推定の誤差	誤差率 (%)
⑦	伐根径(平均)	55	1.63759818	$b = 0.754193$	$t_b = 6.308^{**}$	$r_{y1.2} = 0.6584^{**}$	0.24353308	29.9
	伐 根 高			$c = 0.202971$	$t_c = 1.423$	$r_{y2.1} = 0.1936$		
⑧	胸 高 直 径	55	"	$b = 0.906279$	$t_b = 8.955^{**}$		0.23837429	29.3

作業時間と条件との関係で、伐根径(平均)および胸高直径はもつとも高い相関を示した。よつて伐根径や胸高直径と1要素作業ごとに分解して相関性を調べてみたが、1要素単独では相関性を明りように示すものがなかった。

v. ホのグループについて

ハのグループの段階までは回帰式の存在するのは当然のことである。ニのグループの段階でも回帰式は存在意義があつたので、今度はそれらをすべて包含した単位作業受口切+追口切ということで分析する。相関図は第120図~第122図である。

計算過程 ⑨

Y =単位受口切・追口切作業時間, X_1 =伐根径(平均), X_2 =伐根高, 計算過程⑧までの分析で、相関性が高く、バラツキの小さいものを拾うと伐根径(平均)と伐根高が選ばれた。

計算過程 ⑩

Y =単位受口切・追口切作業時間, X_1 =胸高直径, X_2 =伐根高, 伐根径の代わりに胸高直径でおきかえたものである。⑨, ⑩の計算結果は次のとおりで, 伐根径を用いたときの方が胸高直径を用いたときより推定誤差の精度はややよい。

計算過程	因子	N	平均値	回帰係数	同左 t の値	偏相関係数	推定の誤差	誤差率 (%)
⑨	{伐根径(平均)} {伐根高}	55	2.28755636	$b = 1.075205$ $c = 0.177160$	$t_b = 15.241^{**}$ $t_c = 2.105^*$	$r_{y1.2} = 0.9039^{**}$ $r_{y2.1} = 0.2802^*$	0.14370501	12.6
⑩	{胸高直径} {伐根高}	55	"	$b = 1.154088$ $c = 0.109612$	$t_b = 14.954^{**}$ $t_c = 1.2439$	$r_{y1.2} = 0.9007^{**}$ $r_{y2.1} = 0.1698$	0.14595078	12.8

以上計算過程①~⑩までの有意でなかった変量を削除し, 整理しなおすと次の第86表になる。これから各グループでの推定誤差の小さい方をとって整頓しなおせば第87表になる。すなわち, 推定誤差でみてるなら, ②要素受口切, ③要素追口切としてべつべつに扱うより, この両者を合わせた⑤の過程の方が, 平均値が上がってくるのに対し推定誤差は逆に小となり, 精度がよい。⑧だけの過程では誤差大

第86表 単位受口切, 追口切の計算過程をまとめた表

計算過程	作業名	因子	N	平均値	相関係数	回帰係数	推定の誤差	誤差率	無視された変量
①	要素—受口切	受口幅	58	1.91925345	$r = 0.9193$	$b = 1.244919$	0.18284988	19.1	受口深さ, 足場傾斜。
②	"	{受口深さ {伐根径(長径)	58	"	$r_{y1} = 0.8803$ $r_{y2} = 0.9108$	$b = 1.138154$ $c = 0.683877$	0.17700226	18.4	受口深さ, 足場傾斜。
③	要素—追口切	{追口深さ {伐根径(長径) {足場傾斜	53	1.74382264	$r_{y1} = 0.8832$ $r_{y2} = 0.9291$ $r_{y3} = -0.0649$	$b = 0.531642$ $c = 0.848594$ $d = 0.500096$	0.15206880	28.0	
④	{(イ)のグループ	{伐根径(長径) {伐根径(短径) {伐根高	55	2.15606909	$r_{y1} = 0.9363$ $r_{y2} = 0.9198$ $r_{y3} = 0.5990$	$b = 0.712185$ $c = 0.429036$ $d = 0.183952$	0.14079382	13.1	
⑤	"	{伐根径(平均) {伐根高	55	"	$r_{y1} = 0.9481$ $r_{y2} = 0.5990$	$b = 1.198092$ $c = 1.158312$	0.14061394	13.1	
⑥	"	胸高直径	55	"	$r = 0.9467$	$b = 1.326565$	0.14598490	13.6	
⑦	{(ロ)のグループ	伐根径(平均)	55	1.63759818	$r = 0.7594$	$b = 0.849496$	0.24587662	30.2	伐根高
⑧	"	胸高直径	"	"	$r = 0.7759$	$b = 0.906279$	0.23837429	29.3	
⑨	{(ハ)のグループ	{伐根径(平均) {伐根高	55	2.28755636	$r_{y1} = 0.9351$ $r_{y2} = 0.6061$	$b = 1.075205$ $c = 0.177160$	0.14370501	12.6	
⑩	"	胸高直径	"	"	$r = 0.9365$	$b = 1.211269$	0.14669891	12.9	伐根高

第 87 表 精度を調べるために推定誤差と誤差率をまとめた表

計算過程	平均値	推定誤差	誤差率	作業名
②	1.91925345	0.17700226	18.4	要素受口切
③	1.74382264	0.15206880	28.0	要素追口切
⑤	2.15606909	0.14061394	13.1	要素受口切+要素追口切
⑧	1.63759818	0.23837429	29.3	単位受口切, 追口切の中で付帯的要素作業一括
⑨	2.28755636	0.14370501	12.6	単位受口切+単位追口切

となるが、これを⑤に込みにした⑨の過程にすると、⑤の過程の精度と大差なくなってくる。推定誤差は 0.14061394 から、0.14370501 と若干増すも、平均値も若干増しているから、誤差率でみたときは、13.1% から 12.6% に低下し、精度は保たれてると判定される。

本項の結論としては、受口・追口切作業のような、他の単位作業が混入しないでなされる仕事は、要素単独で扱うより、その 1 サイクルをうまくつかむことによって、1 つのまとまりの形態を抽出することができる。

〔Ⅱ〕要素 No.1～No.23 までの発生率

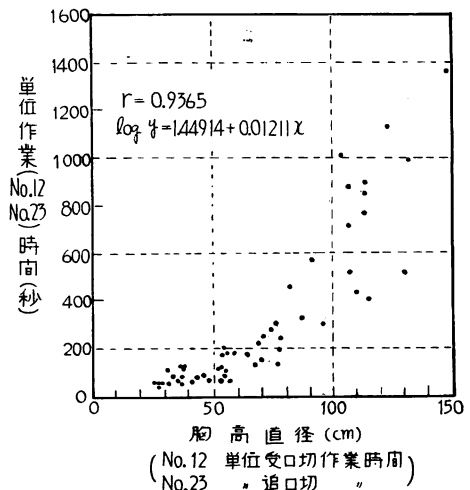
No.1 から No.23 までの要素作業が全部 100% 発生したわけではないが、主体となる受口切・追口切の要素が 100% 発生なので、ここでは発生率 100% と見なしておく。

〔Ⅲ〕類型区分

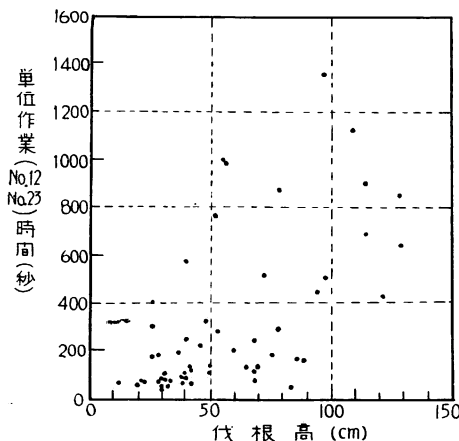
基礎時間に類型区分する。

〔Ⅳ〕単位受口切・追口切の条件式

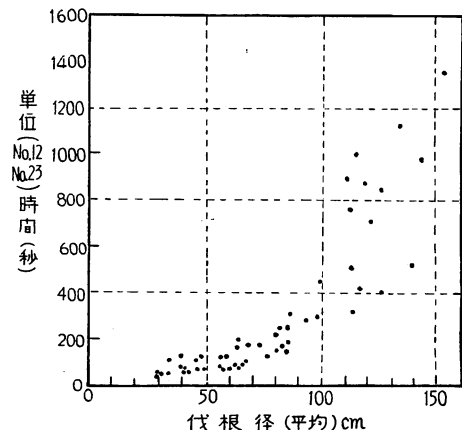
計算過程上は、変数に伐根径（平均）と伐根高をもつた多項式と、胸高直径の 1 変数を用いた直線式とが求められた。両式は精度において大きな差はないから伐根径や伐根高という予備測定のむずかしいときは、



第 120 図 単位受口切、追口切時間と胸高直径



第 121 図 単位受口切、追口切時間と伐根径



第 122 図 単位受口切、追口切時間と伐根径

胸高直径の方の式を使うことにするがよい。

その1の条件式

$$\log \hat{Y} = 1.359680 + 0.010752X_1 + 0.001772X_2$$

Y ; 単位受口切追口切作業時間(秒) X_1 ; 伐根径(平均)(cm) X_2 ; 伐根高(cm)

その2の条件式

$$\log \hat{Y} = 1.449138 + 0.012113X$$

Y ; 単位受口切追口切作業時間(秒) X ; 胸高直径(cm)

3. 単位・伐倒方向再考, 退避, ヤリおとし, 方向決定

類 型	割 増	纏 り 伐 倒			
		単位	(伐倒方向再考, 退避, ヤリおとし, 方向決定)	要素	各要素

〔I〕各要素作業についての分析

単位作業伐倒方向再考, 退避, ヤリおとし, 方向決定の中には第85表に示すとおりそれぞれ要素作業が含まれているのである。しかしそれら要素作業でみたとき, 作業は発生しなかつたり, たとえ発生したときでもわずかな発生で, 要素作業単独ごとに分析するのは意味がうすかつた。そこで次のようなまとめ方をして分析したが, 条件との傾向は見いだせなかつた。

要素No.	要素作業名	主体・付帯的作業別	単位作業名
32	伐倒方向再考→	主体的作業 付帯的作業	伐倒方向再考
33	段 取		
34	空 身 歩 行		
35	持 歩 行		
36	計.....	(単位作業時間)	
55	ヤリおとし→	主体的作業 付帯的作業	ヤリおとし
56	段 取		
57	位 置 替		
58	切 片 除 去		
59	鋸 引 抜 き		
60	道 具 取 替		
61	始 動 停 止		
62	空 身 歩 行		
63	持 歩 行		
64	—		
65	計.....	(単位作業時間)	

〔以下略〕

〔II〕単位作業にまとめた分析

単位作業に集計したときは次のような発生数であつた。

単位作業名	発生数	単位作業名	発生数
伐倒方向再考	12	ヤリおとし	12

単位作業名	発生数	単位作業名	発生数
退 避	54	方 向 決 定	46

この単位作業でもつて条件因子との関係を分析し傾向を調べた。このときの条件因子としては樹高、斜面傾斜、伐根径、胸高直径、伐根径、足場の傾斜、枝数などをとつておのおの単位作業時間との関係をみたのであるが、どの単位作業をとつても条件との明りような関係を示すものがなかつた。そこで上記4つの単位作業を全部込みにして1図に打点すると第123図になる。図の中で異常原因の明らかな3点だけ考慮すれば、時間値は伐根径や、胸高直径や、樹高の大小に関係なく、ある様な幅内に納まってくる。したがつて、この4単位作業を1つの群として扱うことにしよう。

〔Ⅲ〕発生率

4単位作業をグループにしたときの最多発生は54回である、よつて発生率は

$$\text{発生率} = 54/59 \times 100 = 91.5\%$$

〔Ⅳ〕類型区分

計算ルールにより単木の発生率91.5%だから割増時間に類型される。

〔Ⅴ〕標準時間

この群に対する標準時間としては込みの平均値から求めておく。

$$N=54 \quad \text{和} SX=3145 \text{秒} \quad \text{平均} \bar{X}=58.2 \text{秒}$$

係数=0.885……発生率91.5%だから計算ルールにより0.885となる。

「伐倒方向再考、退避、受口直し、ヤリおとし、方向決定」

$$\text{の標準時間} = 58.2 \text{秒} \times 0.885 = 51.5 \text{秒}$$

4. 単位・受口直し、根張切、足場作り

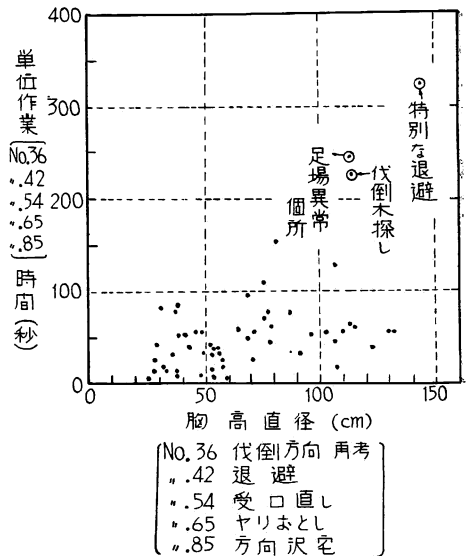
類 型	割 増	纏 り 伐 倒 単位(受口直し、根 張切、足場作)	要素 各要素
-----	-----	---------------------------------	--------

受口直し、根張切、足場作りの3単位作業は発生数が少なく、計算ルール上からは基礎控除時間にはいつてしまうことと、もう1つは単木の径級の大なる方でしか発生していない関係上、ここに1つのグループとして取り上げた。発生数と発生した単木径級とは次のものであつた。

単位作業名	発生数	発生した胸高直径範囲
受口直し	6	69cm~139cm
根 張 切	6	87 ~132
足場作り	5	107 ~144

〔Ⅰ〕各要素作業についての分析

前記 3.〔Ⅱ〕で述べたと同一方法によつて試みたが要素作業単独では条件との傾向をつまびらかにする。



第123図 単位作業 No.36, 42, 54, 65, 85 のそれらを一括した時間と胸高直径

ことはできなかった。

〔Ⅱ〕単位作業にまとめた分析

前記 3.〔Ⅲ〕で述べたと同様の方法によつて調べたが、条件との関係を明りようにすることはできなかった。これら単位作業は発生数も少ない関係から分析としては無理な点もあるが、点のバラツキも非常に大きいのが目立つ。そして上記に書いてあるように単木の径級の大なる側でしか発生していないことも特徴である。おのおの単位作業独自では傾向をもたないから、全部込みにし、1図に打点すれば第124図の形となる。◎印の1点を除くと全体としては傾向線の形をとるようだが、今回は回帰式を設定することは見送る。

〔Ⅲ〕発生率

受口直し、根張切、足場作りの1単位作業では5～6回しか発生しないが、それが同一の単木内で2または3単位作業が同時に発生することもあれば、3つの単位作業がおのおの別の単木で発生することもあつて、単木側からみると合計14本の単木に、これらの作業が発生している。そして胸高70cm以上の伐倒数は24本であるから発生率は $14/24=58.3\%$ 、胸高70cm以下も加えた総伐倒数でみたときは $24/59 \times 100 = 40.7\%$ である。

〔Ⅳ〕類型区分

割増時間に類型する。

〔Ⅴ〕標準時間

この群に対する標準時間としては込みの平均値から求めておく。

$N=14$ 和 $SX=1894$ 平均 $\bar{X}=135.3$ 秒

係数 $=0.500 \cdots$ 発生率 58.3% だから計算ルールによつて 0.500 とする。

「受口直し、根張切、足場作り」の

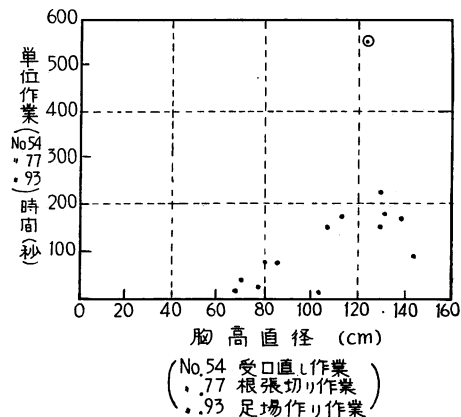
標準時間 $=135.3 \text{ 秒} \times 0.500 = 67.7 \text{ 秒}$ …胸高70cm以上の単木についてだけ割増す時間、70cm以下は付加しない。

〔Ⅳ〕本単位作業の性格

足場作は作業の性格上条件をキャッチするのはむずかしい。傾斜とか、木の大きさとか、伐り口の高さとか、伐根径/胸高胸径という比とか、そういうものを条件因子として採つたとしても、結局それらは間接的な作業因子にしかすぎず、事實は作業員の諸般の事情を考慮した判断によつて足場作りが起こるからである。

根張切作業は、標準資料方法としては、作業の性質上から単独に基礎時間表を設定しておくべきである。しかしそれには、標準時間を設定する以前の問題として、根張りを切るべきときの樹形、チェンソーのガイドバーと樹径の関係、傾斜地における伐倒方向と根張りとの関係等、1つの作業規準的なものが設定されておらずにはならない。そうでないと伐倒の標準時間表を組み立てるときに、どういう場合には根張切が入るかどうか、と迷うからである。

受口直し作業は、あらかじめ計測できる環境条件に左右されるのでなく、木を倒す作業員の熟練と経験



第124図 単位作業 No.54, 77, 93 のそれらを一括した時間と胸高直径

との判断によつてなされることが多いからである。

5. 単位・矢打ち

類 型	割 増	纏 り	伐 倒	要素	全要素
		単 位	矢 打 ち		

矢打作業の発生数は5である。計算ルールからゆくと発生率8.4%であるから、基礎控除時間にはいることとなる。しかし、作業規準では伐倒方向の安定と、作業の安全上とから矢は使用することになつてい。調査結果では作業日2日間に1回くらいの割合でしか矢打作業は実行していないのであるから、基礎控除時間に類型しておつてもよいのであるが、作業規準を順法するという立前をとつて、ここでは割増時間に類型しておこう。

割増時間に類型するということは、条件との関係を考究した結果、矢打ち時間と条件との間には資料数が少ないせいもあつて傾向を見だし得なかつたからである。分析過程は省略し一気に標準時間を算出しておく。

〔I〕矢打ちの発生率と類型区分

矢打ちの発生数 5 発生率 $5/59 \times 100 = 8.4\%$ 類型区分 割増時間に類型する

〔II〕単位矢打ちの標準時間

平均値 $\bar{X} = 119.20$ 秒 標準時間 $= 119.20 \times 0.084 = 10.0$ 秒

6. 単位・障害除去

類 型	割 増	纏 り	伐 倒	要素	全要素
		単 位	障 害 除 去		

〔I〕単位障害除去についての分析

障害除去という作業は大変やつかいである。纏り玉切、纏り枝払では胸高直径や傾斜などに対応させて分析したが、実際はどういう状態の時に障害除去作業が起こり、その除去した量はどれだけだったかという事象が今回の調査だけでは数的に現わせない。纏り玉切および纏り枝払の標準時間あてはまりの精度

を調べたとき、あてはまり精度の悪かつたのは障害除去の項目であつた。本伐倒でも種々条件との相関図を描き、一部は第125図として示しておいた。伐倒での障害除去は纏り玉切りや枝払より一層バラツキが大きく回帰式も有意性がないので、ここでは回帰式を設定しない。

〔II〕発生率

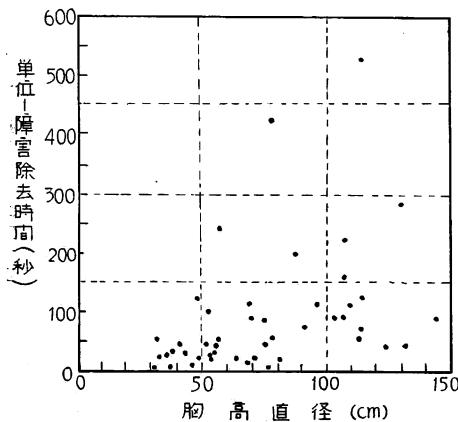
障害除去の発生した回数 47 全伐倒数 59

発生率 $47/59 \times 100 = 79.7\% \approx 0.800$ として適用。

〔III〕類型区分

割増時間に類型する。

〔IV〕障害除去の標準時間



第125図 単位障害除去時間と胸高直径

第125図の胸高直径と障害除去時間との相関図で、時間値の特別に大きな2点がある。その原因は1点が障害物片付、1点が障害木切りに余計に長時間を要したものであるが、このような長時間作業も発生する可能性が想定されるとして、一括障害除去時間の平均値を算出し、それから標準時間を設定しておく。

障害除去の平均値 $\bar{X} = 4099(\text{秒}) / 47 = 87.2\text{秒}$ 障害除去の標準時間 $= 87.2\text{秒} \times 0.800 = 69.8\text{秒}$

7. 単位・合図、退避路作り、懸木落し

類 型	考えない	纏 り 伐 倒		要素	全要素
		単位	合図、退避路作り、懸木落し		

〔Ⅰ〕合図について

伐倒直前における合図の時間である。伐木造材作業基準によれば、伐倒合図はいずれの場合においても行なうことになっている。しかし、われわれの調査地においては被験者がこの合図をあまり行なっていないかつたし、また行なつたとしても作業中手を休めることなく行なわれたため、合図時間として計測されたものは回数が1、時間が2秒であつた。この木は空洞木であつたから、とくに念入りに合図がなされたのかもしれないが、伐倒木59本のうち、合図時間はわずか1回しか計測されなかつたので、類型は「考えない」ということにする。

〔Ⅱ〕退避路作り

退避路作りという作業は夏山よりむしろ冬山事業に多く発生する作業である。夏山事業でもある程度数の発生が予想されたのであるが、今回の調査では発生回数がわずか1回、時間で49秒間であつた。総伐倒数59本の中で1回の発生しか見なかつたし、時間も僅少であつたので分析の対象としては取り上げないこととした。

懸木落し作業は皆伐作業地でも発生することが予想されたのであつたが、予想に反し懸木は少なかつた。時間観測上は4回計測されているのも、これらはすべて調査法の計画上から択伐的作業を採つたために起こつた現象なので、今回は分析の対象外とした。

8. 纏り伐倒作業の総括

(1) 纏り伐倒作業の標準時間表

纏り伐倒作業の標準時間表をまとめると第88表になる。

(2) 纏り伐倒作業の標準時間の精度について

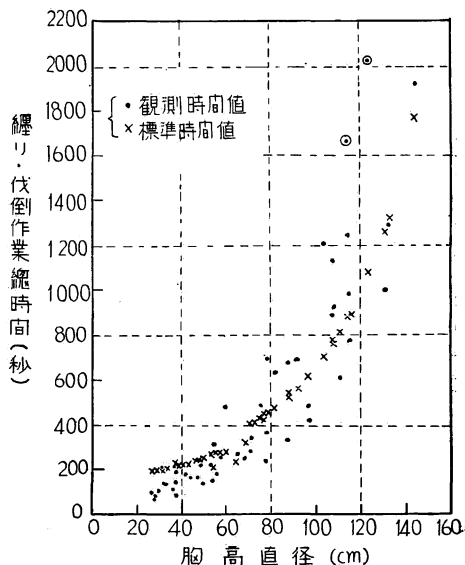
標準時間の再現性の目安として、観測したデータに当てはめチェックした。精度の指標としては平均偏差ならびに累積偏差を算出した。

$$\text{平均偏差率} = \left[\frac{\sum |Y - \hat{Y}|}{\hat{Y}} \right] \times 100 = [7568/25087] \times 100 = 30.2\%$$

$$\text{累積偏差率} = \left[\frac{\sum Y - \sum \hat{Y}}{\hat{Y}} \right] \times 100 = [1400/25087] \times 100 = 5.6\%$$

であつた。精度としてはあまりよくない。

観測時間値と標準時間値とを対応させたグラフが第



第126図 纏り伐倒作業の観測時間値と標準時間値

126 図である。精度を落としていると思われる原因に単位作業や胸高直径のグループ分けの再検討および胸高直径大なる方での偏差がとりわけはなはだしい2,3点に対する原因の追究*と、その原因に相応した割増時間の加給を考える必要がある。

第88表 纏り伐倒作業について標準時間をまとめた表

単位作業	要素作業	条件因子	発生率	類型区分	標準時間	摘要
受口切	全要素	胸高直径	単木 100%	基礎	$\log y = 1.449138 + 0.012113 x$	yは秒 xは胸高直径 (cm)
追口切	"					
伐倒方向再考	全要素	なし	単 91.5%	割増	51.5	単位は秒 以下同じ
退避	"					
やりおとし	"					
方向決定	"	なし	単 58.3% (胸高70cm以上で)	割増	67.7	胸高70cm以上の 単木にだけ割増す
受口直し	全要素					
根張切	"					
足場作り	"	なし	単 8.4%	割増	10.0	
矢打ち	全要素					
障害除去	全要素					
再掲		胸高直径		基礎	$\log \hat{y} = 1.449138 + 0.012113 x$	単位受口切、追口切 全単木に割増す時間 胸高70cm以上に割増す時間
		なし		割増	131.3	
		なし		割増	67.7	

第8章 考察

標準資料法によるチェンソー伐木造材作業の標準時間決定の方法論を試みたが、測定資料数の関係および作業条件測定法の制約などがわざわざして、満足のゆくような分析ができなかつた。一応玉切作業、枝払作業については標準資料法としての手法に近い分析ができたが、伐倒作業については資料数が少なく標準資料法としての分析を全般に取り入れることができなかつたから、少し変則的な手法によつた。分析した結果は第5章玉切作業、第6章枝払作業、第7章伐倒作業の各章の後尾に、標準時間一覧表として載せてある。すなわち、第69表纏り玉切作業について基本時間標準時間の総括表、第81表纏り枝払作業について基本時間標準時間の総括表、第88表纏り伐倒作業について標準時間をまとめた表がそれである。

標準資料法による標準作業量の決定は、まず必要な要素作業の標準時間を机上で組み立てて決定するわけである。したがって、上記のおおのの表にまとめてある標準時間を、必要に応じ適宜抽出してきて組

* 第126図中○印の2点は纏り玉切で述べた技能度Cの作業員で、1点は伐倒木周囲に散積した枝条片付時間の特異に多かつたもの、1点は受口高さと追口の高さがチグハグになつて、伐倒が予定の方向に倒れず2度切りや、相当多くの矢打時間などが含まれたものである。これらに対する標準作業法のあり方ならびに加給時間の考究については後日に回す。今もしこの2点を別扱いとして考えたとしよう、そうすると累積偏差は上記の5.6%であつたものが0.8%と下がる。

み立て合成すればよいのである。だが伐木造材作業全般としては、まだまだ足りない要素作業があるから、今後逐次調査し、増加集成を計つてゆく所存である。

チェンソーによる伐木造材作業の標準時間を算定するには、今までの分析結果を総合し、最終的には本章 2 に“時間基表のタイプ”として掲げてあるような姿にまとめ上げて使用すると、なお便利である。

その前に従来の直接時間研究法による伐木造材作業の功程表は、ほとんどのものといつてよいくらい条件因子に傾斜および歩止りの要因を取り上げてきている。今回われわれの第 5 章以下における分析過程を通して、これら 2 つの要因は作業時間に及ぼす直接的因子としては、あまり影響をもっていないことから多くの参考資料を基として、そのことに対する考察を加えておいた。ここに傾斜および歩止りの 2 因子についてだけとくに上げた理由は、伐木造材作業標準功程表を作製する際の因子の中で、ややもするとこの 2 項目は従前より論議の焦点となつていたからである。

最後に付表として、要素作業分析における要素作業時間と条件因子との関係を一覧として載せておいた。今後本研究を継続して進めてゆくに、一覧表の相関度を分析の際の一つの基盤とし、また標準偏差ならびに変動係数によって、作業方法を第 1 に改善する要素作業の発見と、作業のパラッキを規正する目安を見いだすためのものである。

1. 標準功程表作製上に問題となる条件因子

(1) 傾斜に対する検討

作業の条件因子としての傾斜については、今までの功程表作製においていろいろと討議されてきたが、いまだにその結論的なものは決定されていない。しかし、対象作業を伐木造材作業に限定して見ると、過去において発表された功程表の重回帰分析をするについて対象となつた条件因子を見ると第 89 表のごとくである。このほかに実験計画法によつて検討している所が帯広局のほかに 2, 3 ある。いずれにおいても傾斜の条件が有意になつている所では北見、前橋、熊本の各局で行なつた重回帰分析結果であるが、傾斜の因子が全部有意となつたのではない点問題がある。札幌局の昭 35 年 3 月の分析においては「平坦地では胸

第 89 表 既発表の功程表作製における条件因子

	功 程 Y	条件因子および偏回帰係数の t 検定結果				樹 種	作業仕組	発表年月	資料数 n	備 考
		胸高直径	樹高	歩止	傾斜					
北 見	1 時間 当 たり 功 程	—	—	—	—	エゾ・トド	1 人	35.3	61	(傾斜) ³ Δ1
	〃	**	—	**	**	エゾ・トド	1 人 (含剥皮)	〃	174	Δ1
	〃	*	**	**	**	広 葉 樹	1 人	〃	96	
	〃	—	—	**	**	エゾ・トド	2 人	〃	86	Δ2
	〃	**	—	**	*	エゾ・トド	2 人 (含剥皮)	〃	154	Δ2
	〃	*	—	—	—	広 葉 樹	2 人	〃	56	
帯 広	1 時間 当 たり 功 程	—	**	**	(—)	エゾ・トド	2 人	36.3	47	
	〃	**	**	(—)	(—)	〃	〃	〃	57	
	〃	**	—	(—)	(—)	〃	〃	35.2	52	
	〃	**	—	**	(—)	〃	〃	34.3	39	

功 程 Y	条件因子および偏回帰係数の t 検定結果				樹 種	作業仕組	発表年月	資料数 n	備 考
	胸高直径	樹高	歩止	傾斜					
熊 本	主作業 1 時間当たり工程	**	**	**	(—)	ツ ガ (含剥皮)	2 人 33.3	83	3.5PS Δ3
	〃	*	**	—	(—)	〃 2 人	〃	117	〃 Δ3
	〃	**	**	—	(—)	広 葉 樹 2 人	〃	85	〃
	〃	**	—	—	—	ツ ガ 2 人	〃	35	5.5PS
	〃	*	—	**	**	広 葉 樹 2 人	〃	20	〃
	〃	—	—	*	—	ツ ガ (含剥皮)	2 人	〃	30 5.0PS
	〃	**	—	**	**	広 葉 樹 2 人	〃	44	〃
	〃	**	—	—	—	ツ ガ (含剥皮)	1 人	〃	40 5.0PS Δ4
	〃	**	—	—	—	〃 1 人	〃	40	〃 Δ4
	実 働 1 時間当たり工程	**	—	**	—	ス ギ 1 人	35.2	49	〃
前 橋	主作業 1 時間当たり工程	—	**	(—)	—	〃 (含剥皮)	2 人 33.3	43	〃 Δ5
	〃	—	**	(—)	—	〃 2 人	32.3	43	〃 Δ5
旭 川	1 時間当たり 出来高	***	**	***	***	ス ギ 1 人	36.2	111	
	〃	***	*	*	**	ア カ マ ツ 1 人	〃	66	
旭 川	1 時間当たり 出来高	**	—	**	—	エゾ・トド 2 人	32.1	53	
	〃	—	—	—	—	広 葉 樹 2 人	〃		
	1 時 間 当 たり 棚	—	—	*	—	広葉樹 甲 2 人	34.4	13	
	〃	—	—	**	—	〃 乙 2 人	〃	13	
	実働 1 時間当たり 石数	**	—	**	—	〃 甲 2 人	〃	18	
	〃	—	—	**	—	〃 乙 2 人	〃	8	
	実働 1 時間当たり 出来高	**	—	**	—	エゾ・トド 2 人	35.12	53	
	〃	*	—	**	—	広葉樹 甲 2 人	〃	33	
	〃	**	—	**	—	〃 乙 2 人	〃	53	
	〃	**	—	**	—	〃 乙 1 人 (含剥皮)	35.3	29	Δ6
	〃	*	—	**	—	〃 1 人	〃	29	Δ6
	〃	—	—	—	—	〃 1 人	〃		
札 幌	1 石 当 たり 造 材 時 間	*	*	(—)	(—)	エゾ・トド ?	35.3	217	対 数
	造材 1 石 当 たり 枝 払 時 間	—	—	(—)	(—)	〃 ?	〃	52	
	1 石 当 たり 造 材 時 間	**	**	(—)	(—)	広 葉 樹 ?	〃	438	

*.....10% **.....5% ***.....1%の信頼限界で有意

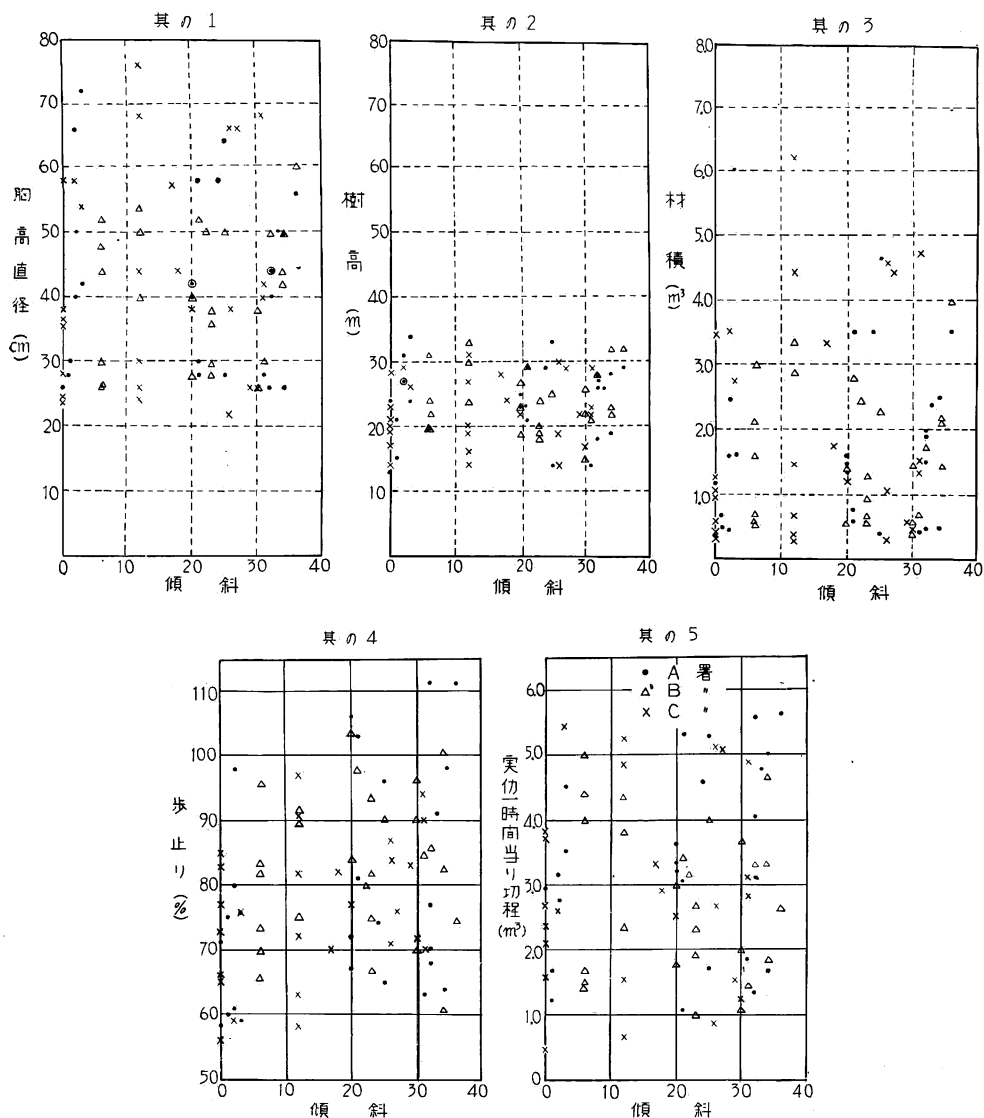
(—) は重回帰分析においては条件因子として取り上げたが計算途中で落したものの。

空欄は条件因子として初めから取り上げなかったもの。

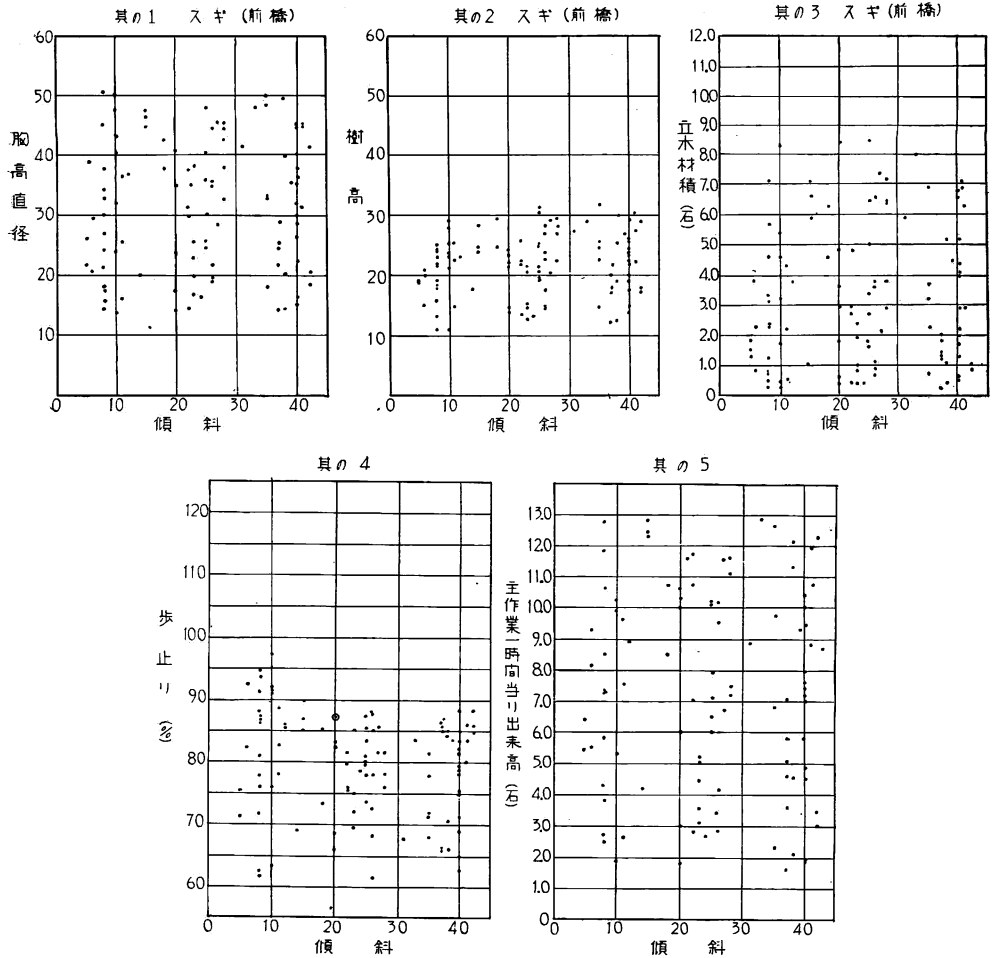
Δ1 Δ1Δ6 Δ6 は同一資料より剥皮時間を除いて再計算したもの。

高直径の大小が功程に大きく影響するが、急斜地では樹高の伸びの影響があらわれてくる傾向からうかがわれる……傾斜を加味した功程表は皆伐作業ではそれほど重視する必要はないのではないかと考えられる……」と述べている。

また、帯広局における実験計画法による分析において胸高直径、傾斜、観測者の 3 つの因子と造材歩止りを指定変数とした場合、観測者の傾斜のそれぞれには功程に対する指定変数の関係を考えに入れても有意な差はない。なお、近藤⁴¹⁾の実験計画においても傾斜は効果がなかったと述べている。帯広局における各条件因子と傾斜との関係は、第 127 図その 1～その 5 のごとくである。帯広局と対象的な前橋局の条件因子との関係は第 128 図その 1～その 5 となるのが、前橋局においては重回帰分析を行なっているが前表のごとく傾斜に対しては 1% の信頼限界で有意となっている。また、近藤は実験計画法の水準について



第 127 図 帯広局における実験計画法による分析資料



第128図 前橋局における重回帰分析による分析資料

“水準というのはなるべく2点をもつてきめるべきだが、林業の場合、止むを得ず幅を付してとることもある”と述べているが、帯広局の実験計画においても水準に対して点よりはむしろ幅として資料がとられているようである（第92表参照）。

小山⁴²⁾は実験計画法、重回帰分析法とは別の立場から功程理論を発表しているが傾斜の条件因子は重視している。その後氏の検討結果では功程算出に傾斜の条件を加味しないでも良いことになった⁴³⁾。このことは立木の形質が傾斜により異なり、作業に影響する傾斜の条件因子は立木の形質に含まれており、形質を十分に表現すればよいわけである。そのために傾斜に対する胸高直径、樹高の変化を調べた第90表を載せておく。第91表はスギの収穫表調製説明書より求めた資料である。調製表には林齢別にあり、われわれの対象とするところは伐倒できる林分である点、林齢を消却するために一応、胸高直径と樹高との比と傾斜との関係を求めたものである。いずれにしても傾斜の因子は立木の形質と関係があることが明らかになった。このような考え方から前橋局および帯広局の計算資料から傾斜との関係を求めて見ると第92～第93表となる。両者とも前表のごとき関係が求められなかった。このことは計算する資料としては計算以前の問題として資料収集が問題ではないだろうか。

われわれの資料においても、伐木造材作業に対する工期表（第2章、3、(2)、直接時間研究法による標準工期表参照）および分解して求めた標準時間（第2章、3、(3)、直接時間研究法による標準時間参照）についても傾斜に対しては無意となつた（傾斜以外の条件でもその時々により有意、無意と計算結果においてはお互に明らかなり事前に予測がつけ難い）。

第90表 スギの資材調査表
(測定研究室資料未発表資料)

その1

傾斜 胸高直径	~5°	6~15	16~30	31~
15 ~ 19cm				1
20 ~ 24			12	11
25 ~ 29	3	3	14	10
30 ~ 34	10	13	15	6
35 ~ 39	16	19	14	6
40 ~ 44	13	11	11	2
45 ~ 49	3	3	1	
50 ~ 54	1	1		
55 ~ 59	1			

その2

樹高 傾斜	~5°	6~15	16~30	31~
16 ~ 18cm			3	3
19 ~ 21	1		8	9
22 ~ 24	5	7	15	11
25 ~ 27	17	16	22	13
28 ~ 30	16	19	16	1
31 ~ 33	9	8		
34 ~ 36	1	2		

第91表

傾斜 係数	~5°	6~15	16~30	31~
1.0			1	2
1.1			6	3
1.2	1	4	8	5
1.3	1	5	11	6
1.4		8	14	10
1.5	1	6	4	2
1.6	1	1	4	
1.7		3		
1.8		2		
1.9				
2.0				

第92表 スギ（前橋局）

傾斜 胸高直径	~5°	6~15	16~30	31~
12 ~ 14cm		1	1	1
15 ~ 19		5	5	5
20 ~ 24		5	5	4
25 ~ 29		3	5	6
30 ~ 34		4	5	6
35 ~ 39		4	7	5
40 ~ 44		2	6	4
45 ~ 49		5	5	6
50 ~		2		2

$$\text{係数} = \frac{\text{胸高直径 cm} \times 100}{\text{樹高 m}}$$

愛知・岐阜地方スギ林分収獲表調製説明書
(名古屋営林局 34年2月)

このことは計算以前の資料のとり方およびその精度はもちろんのこと、条件に対する基本的な分析がなされずに資料をそのまま精度の如何にかかわらず計算に掛ける。その計算も重相関分析など

の高度なものによるために、資料の精度と計算とが一致していない結果として、条件因子との関係が第89表のごとく1表にまとめて見ると複雑になるかと考えられる。

また、条件因子のとり方が標準化されておらない。すなわち、われわれが今回の測定においては、たとえば傾斜についても次の4つの方法が取り上げられた。

1) 伐倒斜面傾斜または玉切斜面傾斜

伐根を中心として傾斜の上・下側にそれぞれ20mの距離（樹高の平均）をとり、その間の傾斜を峯から谷方向（逆でもよい）に測定。

第93表 エゾ・トド（帯広局）

その1

傾斜 胸高径	～5°	6～15	16～30	31～
20 ～ 24cm	2	1	1	
25 ～ 29	5	1	8	3
30 ～ 34	1	2	2	1
35 ～ 39	4		5	
40 ～ 44	3	2	5	7
45 ～ 49		1		
50 ～ 54	3	2	3	4
55 ～ 59	2		3	1
60 ～ 64			1	1
65 ～ 69	1	1	2	1
70 ～ 74	1			
75 ～ 79		1		

その2

傾斜 胸高径	～5°	6～15	16～30	31～
10 ～ 12m				
13 ～ 15	3	1	2	1
16 ～ 18	1	1	3	1
19 ～ 21	4	4	5	2
22 ～ 24	3	3	9	4
25 ～ 27	3	1	5	3
28 ～ 30	2	1	5	5
31 ～ 33	1	4	1	2
34 ～	1			

2) 伐倒木傾斜

伐倒木の中心線上にクリノメータを置いて倒木の傾きを測定。

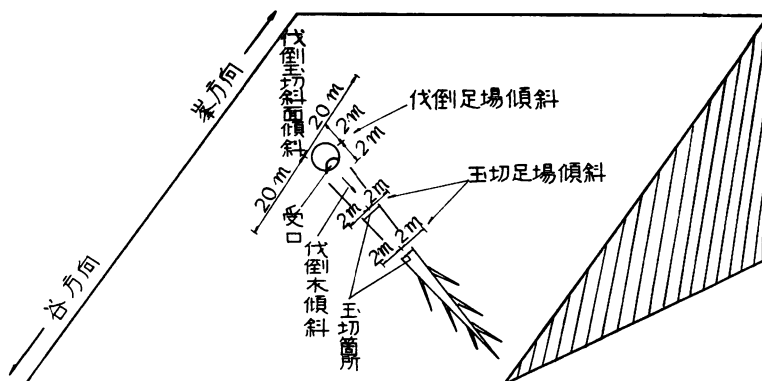
3) 伐倒足場傾斜

伐根を中心として伐倒方向（受口方向）に傾斜の上・下側にそれぞれ2mの距離をとり，その間の傾斜を測定する。

4) 玉切足場傾斜

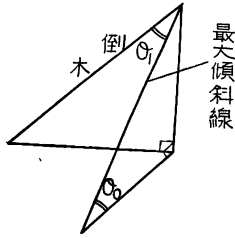
玉切箇所において伐倒木の中心線と直角な方向に傾斜の上・下側それぞれ2mの距離をとり，その間の傾斜を測定する。

以上のごとく4つの測定法が考えられ，それぞれの測定値のいずれを使用するかを検討がなされておらず第89表の傾斜の条件においてはいずれを使用しているかは全く不明である。斜面傾斜30°の所において伐倒木が上・下方向に倒された場合は伐倒木傾斜は30°となり，元口より末口にいたる歩行において傾斜30°の上り，下りが多くなるが，玉切りの時は足場の傾斜としては0°になる。また，斜面方向に直角に，すなわち，真横に倒された木は伐倒木傾斜は0°となり，元口より末口にいたる歩行において傾斜



第129図 傾斜測定図

0°の等高線に沿った歩行となるが、玉切足場の傾斜は30°となる。このようにして伐倒木の伐倒方向により足場の傾斜が異なり、時間分析において測尺、枝払、木口廻し歩行を伐倒木の元口より末口にいたる歩行と考えた場合、その各要素時間の占める時間割合は空身歩行、持歩行合わせて約6.7%である。なお、



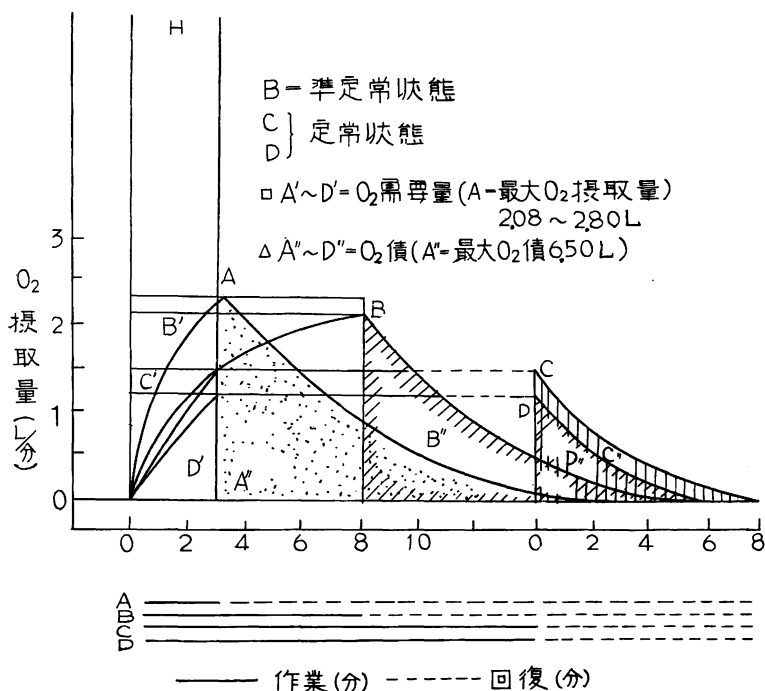
第130図 倒木の傾斜角度の算出図

近藤は標準工程調査において倒木の傾斜角に対して次の図のものをとっている。これは実測値の θ_0 と θ_1 より次式により計算で求めている。

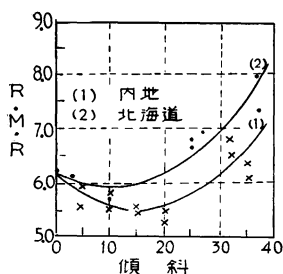
θ_2 (倒木の傾斜角) = $\sin^{-1} \sin \theta_0 \cos \theta_1$ として実験計画においては、倒木の傾斜角は重要な因子ではないと述べており、また、スウェーデンにおいてはチェンソーによる伐木作業の時間分析において作業の困難度として枝、樹高と樹形、地形と土壌、下草と障害物、*ha* 当たり材積、森林の条件、剥皮の7因子を取りあげて、それぞれの因子に5等級の差をつけている。そして傾斜の因子はあえて取り上げておらず「地形と土壌」の因子として等級区

分は「水平面あるいはわずかに起伏した土地 -1」、「幾らか起伏したあるいは石の多い地形 -1/2」、「普通の起伏と石のある地形 ±0」、「急勾配と非常に石の多い地形 +1/2」、「非常な急勾配と非常に石の多い地形 +1 1/2」とに分けており時間との関係因子に傾斜はあえて取り上げていない。

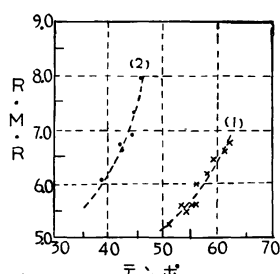
われわれが傾斜の条件に対して計算上無意になつたこと、すなわち伐木造材作業の作業量に対して、影響する条件として傾斜が大きな因子であるという常識的な判断を下しているのが普通であり、またそれがために計算には何時も傾斜の条件を考慮してきたのである。このことは傾斜に対する歩行の苦しさを経験しているわれわれにとっては当然の判断であろう。しかし、伐木造材作業中における歩行は合計時間においては各局の調査結果は6~12%も占めており、またわれわれの調査においても空身歩行が5%、持歩行が6%となつている。しかし、現実の状態は非常に細分されて1回当たり歩行時間は空身歩行で伐倒作業は2~115秒、造材作業は2~146秒、持歩行で伐倒作業は2~137秒、造材作業は2~220秒となつており、1回当たり平均時間は空身歩行で伐倒作業は15.9秒、造材作業は14.7秒、持歩行で伐倒作業は18.5秒、造材作業は14.7秒、また時間値の最頻値では空身歩行は伐倒作業、造材作業ともに5秒、持歩行、伐倒作業は5秒、造材作業は5.5秒となつている。このことはR.M.R.から見れば傾斜地歩行のR.M.R.は非常に高い値ではあるが、1回当たり時間値からすれば問題になるほどのことはない。すなわち、筋肉作業時の酸素調達状況(第131図)から見れば定常状態が成立するまでの時間は、上肢作業ではR.M.R. 4のとき1分30秒、R.M.R. 7の時は3分を要することが明らかとなつており、今1回の歩行時間が最短1分30秒以上であれば定常状態の成立が考えられ、傾斜による影響が考えられるが、現実においては上述のごとく非常に短い時間である点、歩行要素の次にくる要素作業に対する生理機能の準備的活動と見なすことができるのではないだろうか。そして次にくる要素作業はたとえば玉切作業とすれば、純粹の玉切作業はチェンソーの機械力が行なう点、機械的には単位当たり作業量は一定であるのが当然であろう。しかし、一定の作業量を確保するためには作業員が1つの姿勢によりチェンソーを保持し操作しなければならないのである。この時において傾斜による保持姿勢、操作が筋肉的に異なつてき、そこには当然の結果として疲労があらわれるものと考えられる。このことは作業量と疲労とは直接的な関係ではなく間接的な関係にあることがいえ、またこれがために人的な機能面からの相関が考えられるのである。これがためにR.M.R.の測定に当たり、われわれはチェンソー作業のみならず、測定の条件因子として作業速度および姿勢を保持するための足場の傾斜についてR.M.R.を測定しており(第132~第134図)、この結果を時間分析値と合わ



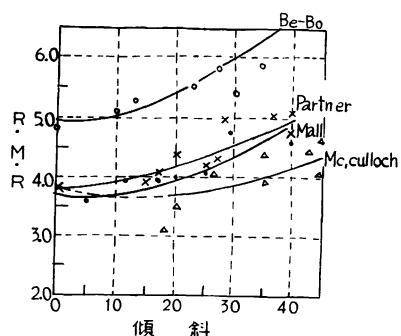
第 131 図 筋的作業時の酸素調達状況の模型図



第 132 図 針葉樹追口切作業の R.M.R. と傾斜との関係



第 133 図 針葉樹追口切作業の R.M.R. とテンポとの関係



第 134 図 動力鋸による追口切作業の R.M.R. と傾斜との関係

せて 1 日の余裕率算定式により、余裕時間あるいは実働時間を算出していることであつて、傾斜としての条件は標準時間値あるいは標準作業量に関係づけることなく（また多くの分析結果では関係があまりなさそうである）、一定条件の傾斜で作業した時の 1 日の作業時間値によつて傾斜の影響を考えていると解釈して差し支えないのではないだろうか。

(2) 歩止り（利用率）に対する検討

多くの既工程表には歩止りの条件因子が採用されていることが多い。これは時間観測の折条件調査としてあわせ調査していることであつて、実際的には歩止りというものは事業実行結果後でないと明らかにされないものであろう。このような性格を有する歩止りという条件因子は標準作業量を求めるためには再検討の余地がある。

同じ実験計画法による場合においても近藤は傾斜、胸高直径、形質（予想歩止りで水準を分けた）の3因子を“わりつけ”に使用し、歩止り、樹高、枝下高、造材本数を指定変数としている。その結果、功程算出のノモグラムには広葉樹には樹高、造材歩止り、造材本数、針葉樹には樹高、造材歩止りなど、それぞれの因子より実働1時間当たり功程を算出している。

帯広局は樹高、歩止りは標本設定に際して計測することが不可能であるので胸高直径、傾斜、観測者の3つを因子とし、造材歩止りは指定変数とした。結果においては傾斜、観測者の因子は無意となり、また指定変数としてとつた造材歩止りについてはA署の調査では有意となり、B署では造材歩止りは有意となつたが、胸高直径が無意となつた。C署では造材歩止りが無意となつた。以上のことは実験計画法の分析以前に問題があるのではないだろうか。すなわち、資料のとり方が第90表のごとくある林分においては林木の構成が予想されるのに対し、帯広局においては第93表のような非常に林分構成に合わないとり方をしている結果ではないかと考えられる。同じ報告書においてA署の実験計画法による分析資料を得たと同じ林小班より重回帰分析法の資料を得て、重回帰分析によりまとめた功程表においては、胸高直径と傾斜の因子は無意となり、樹高、歩止りの因子が有意となつた。すなわち、同一林班において得られた資料から計算方法の差異により（同一資料ではない）、取り上げる因子がこのような異なることについては疑問をいだくものである。いずれにせよ資料のとり方については再検討の余地はある。

重回帰分析において測定した全因子が非常に有意になつた例として前橋局の功程表があるが、この資料は第128図および第92表のごとくであり、資料のちらばりから見ても測定資料に何かかたよりがあつたように見受けられる（たとえば傾斜の10°以下特に0~5°の傾斜地における資料が1つもないなど）。このようなことから計算結果というものが偶然の結果であつたのではないかと疑問をもつものである。札幌局の報告によれば胸高直径、樹高と功程との関係において回帰係数と偏相関係数より検討を加え、“直径よりも樹高の方が功程に及ぼす影響が密接である”としている。すなわち、直径も樹高も大きい方が功程は上がるが、樹高の如何は非常に大切だとしており、歩止りについては次のような考え方をしている。歩止りの影響は2とおりに考えられる。1つは幹材積表の数値より実材積が大きい完満な材では当然功程に好影響を及ぼす。これに関しては、歩止りと樹高の関係が密接であることと、歩止りは事前に予測できる因子ではないため樹高に置き換えられているものとみなした。もう1つは「ウラをつめる」ということで、これは実材積に対する歩止りはやや向上するはずであるが、前述の意味の歩止りのように大きな変動はない。そして功程はおちてくるのが当然である。これは歩止りという単位では分析できないであろう。採材長と樹高の比をもつて集約度と定義し歩止りとは区別して考えるべきである。われわれの資料においてもこのようなことはいえる（第3章、2、要素作業の性格および実態の項参照）。第14表において要素作業合計時間（立木1本当たりの処理時間）は胸高直径、要素作業数（立木1本を処理する要素数）、樹高の各因子より、樹高の代わりに採材長の因子を採用した方が重回帰分析において有利となつた。このことは

$$H(\text{樹高}) \times k = L(\text{丸太長さ}) \times n(\text{採材丸太数})$$

$$Hk = Ln$$

$$k = \frac{Ln}{H}$$

となり、 k は樹高と採材長の比であり、これに断面径が考慮されると歩止りとなると考えられるが、札幌局においてはこの k の値を集約度として考慮すべきであるとしているが以上のように分解した場合、集約度は歩止りに比較して断面径、胸高直径という因子を含まないだけに計算誤差というか資料の分散を大

きくしている計算上の要因の含まれ方が少なく、結局のところ、計算上においては直接的に相関が検出できる有利性があるのではないかと考えられる。これらの理由からわれわれが計算した結果においても作業の直接的結果を標示する採材長を因子とした方が、 k 値を考慮に入れなければ作業量を標示できない間接的な樹高の因子よりは有意となったのであろう。

2. 時間基表のタイプ

(1) 伐木造材作業標準作業量算出表

後記(2)にまとめてある要素区分ごとの基準時間表から時間を決定し、下記の第94表に移記することによって、単木1本当たりに所要する標準時間が求められる。

1日の標準作業量は第95表の実働時間基準表から、実働時間を算定して第94表の L (L') 欄にもつてくることにより1日の標準作業量が求められる。

(2) 要素区分ごとの基準時間表

第94表の記号欄に合わせて基準時間表を作った。基準時間表はいろいろの形式が考えられるが、ここに

第94表 伐木造材作業標準作業量算出表

要 素 区 分			記 号	作 業 条 件
伐倒	基 礎 ・ 定 加 時 間		A	胸高直径
	追 加 割 増	受口直し・根張・足場作	イ	
		障 害 除 去	ロ	
		懸 木 落 し	ハ	
測尺	基 礎 ・ 定 加 時 間		B	樹 高
	追 加 割 増	障 害 取 除 き	イ	
		つ る 除 去	ロ	
玉切	基 礎 定 加	玉 切	C - a	{ 採材長, 玉数 樹高, 胸高直径
		サルカ切・段取等	C - b	
	追 加 ・ 割 増	障 害 除 去	イ	
		木 口 廻 し	ロ	
		支 え 木 扱 い	ハ	
		捨 切	ニ	
枝払	基 礎 定 加	枝 切・枝 先 切	D - a	{ 平均枝元径, 枝本数 採材長
		段 取・始 動 停 止 等	D - b	
	割 増	障 害 除 去	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 $\frac{480}{T} \times (L')$
1 日 当 た り 作 業 量			Y	

第95表 実働時間(率)基準表

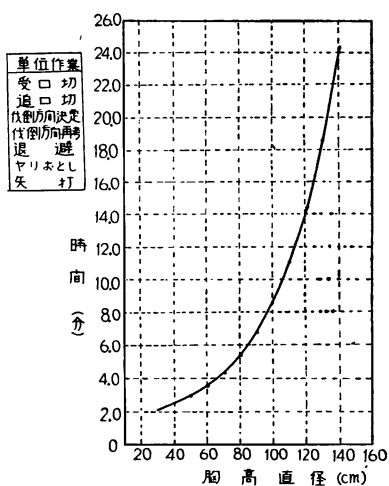
区 分		時 間	率	摘 要
準 備 後 仕 末	始 動 準 備	①		身仕度，機械調整，道具準備
	終 業 後 仕 末	②		身仕度，機械手入格納，道具手入格納
余 裕	作 業 余 裕	③		作業中の機械調整，給油，道具修理
	職 場 余 裕	④		打合せ，手待
	疲 れ 余 裕	⑤		立休，坐休，息抜
	用 達 余 裕	⑥		水のみ，汗ふき，用達
移 動	立 木 間 移 動	⑦		道具取りまとめ，移動
基 礎 控除時間	化 粧 掛 け	⑧		
		⑨		
		⑩		
小 計		K	K'	①＋②＋……＋⑩
勤 務 時 間 内 通 勤		M	M'	
実 働		L	L'	$L=480-K-M$ $L'=100-K'-M'$
計		480分	100%	

は1つのタイプとして示した。

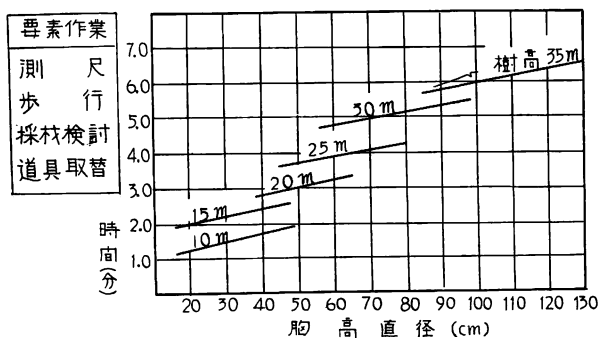
追加・割増時間の表で, 基準時間が上・中・下のどのクラスに位置づけするかということは, 障害除去やつる除去は, A—イ, ロ, ハ表摘要欄に書いてある上・中・下の判別による状態と, 一方では作業の発生率とを勘案して決定してある。障害除去, つる除去以外の追加・割増時間のクラスの位置づけは, その作業の(たとえば受口直しとか木口廻しとかの)進行状態と発生頻度とを勘案して決定してある。

A—イ, ロ, ハ 追加・割増時間

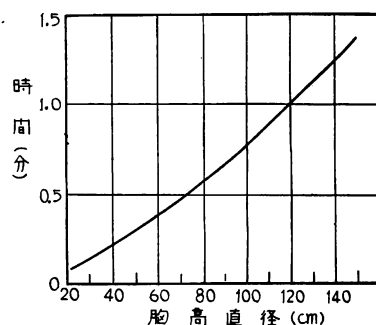
要素作業	条 件	上 (少)	中	下 (多)	摘 要
イ. 受口直し, 根張切, 足場作り (基準時間=1.13分)					胸高 70cm 以上に発生する事実あり。 基準時間は中を示す。
ロ. 障 害 除 去 (基準時間=1.16分)					上: 歩行にそれほど障害を与えない程度。 中: 歩行の障害比較的大きく手だけでは困難を感じる程度。 下: 密生し, 歩行障害大きく, 腰鋸, チェンソーを要する程度。 基準時間は中の下を示す。
ハ. 懸 木 落 し (基準時間=)					



A. 伐倒作業基準時間表



B. 測尺作業基準時間表



B-I. 障害除去基準時間表

B-I, ロ 追加・割増時間

要素作業	条件	上 (少)	中	下 (多)	摘要
イ. 障害除去 (基準時間はB-I図)					基準時間は中を示す。
ロ. つる除去 (基準時間=0.17分)					基準時間は上を示す。

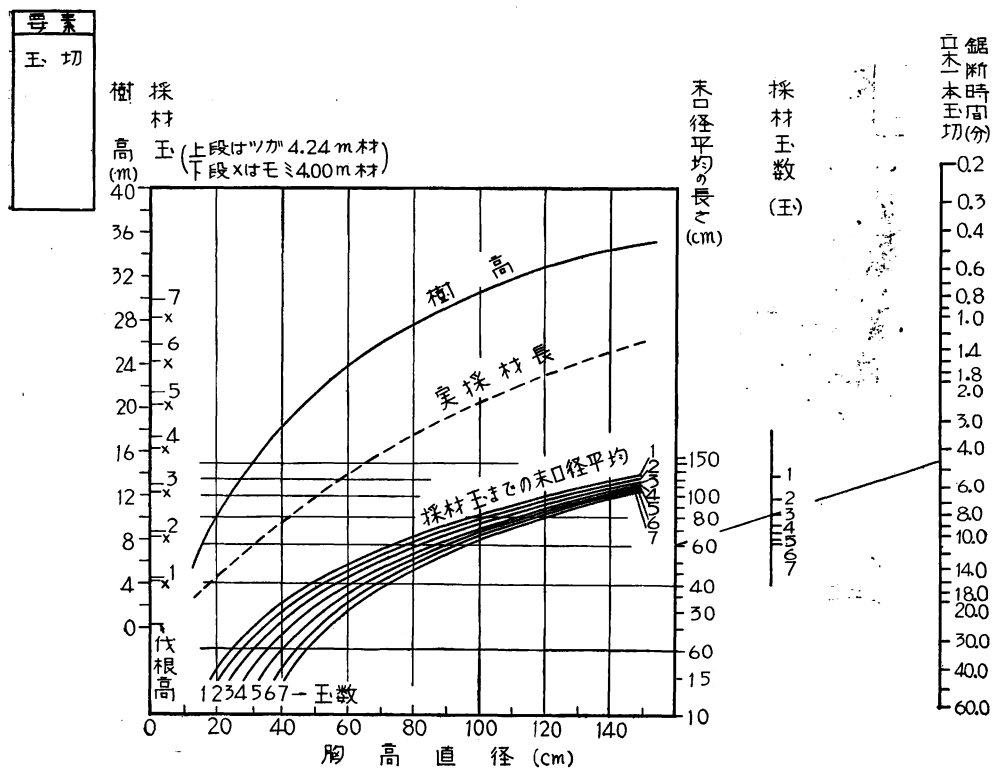
C-I, ロ, ハ, ニ 追加・割増時間

要素作業	条件	上 (少)	中	下 (多)	摘要
イ. 障害除去 (基準時間はC-I図)					基準時間は中を示す

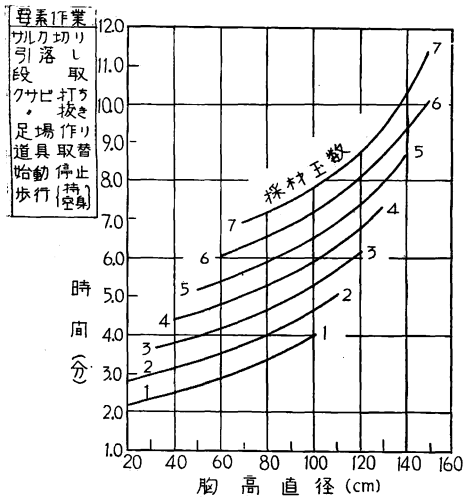
C—イ, ロ, ハ, ニ 追加・割増時間 (つづき)

要素作業	条 件	上 (少)	中	下 (多)	摘 要
ロ. 木 口 廻 し (基準時間はC—ロ図)					基準時間は、1玉の木口の2/3ほどを回わしたときの状態を示す。
ハ. 支 え 木 扱 い (基準時間はC—ハ図)					基準時間は、斜面傾斜 20~50° の範囲にあつて、石礫等ははげしくない状態を示す。
ニ. 捨 切 (基準時間はC—ニ図)					

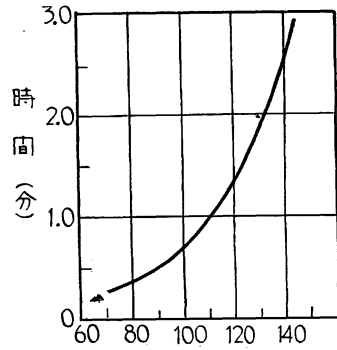
C—a



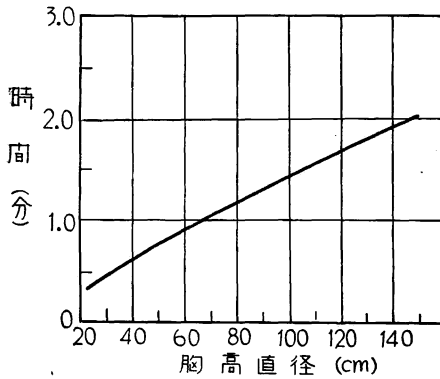
C-b サルカ切、段取等基準時間表



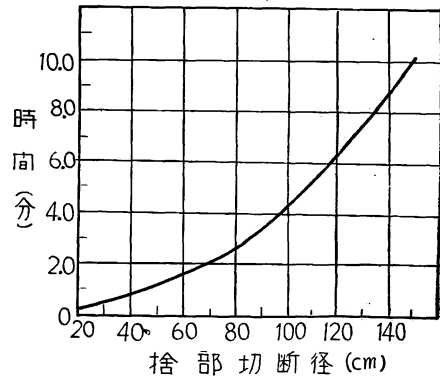
C-h 支え木扱い基準時間表



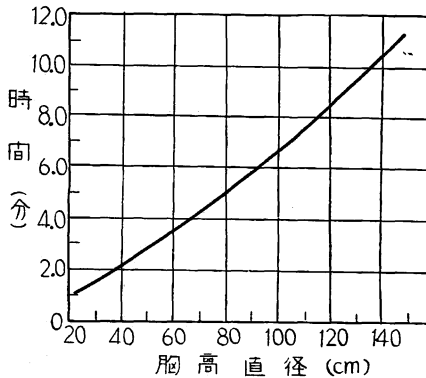
C-i 障害除去基準時間表



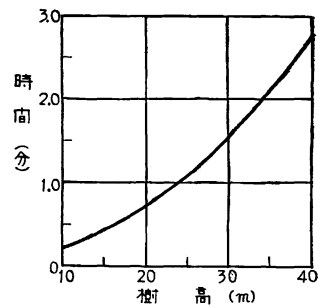
C-n 捨切基準時間表



C-o 木口廻し基準時間表



D-i 障害除去基準時間表



D-i 追加・割増時間

要素作業	条件			摘 要
	上 (少)	中	下 (多)	
イ. 障害除去 (基準時間はD-i図)				基準時間は中の下を示す。

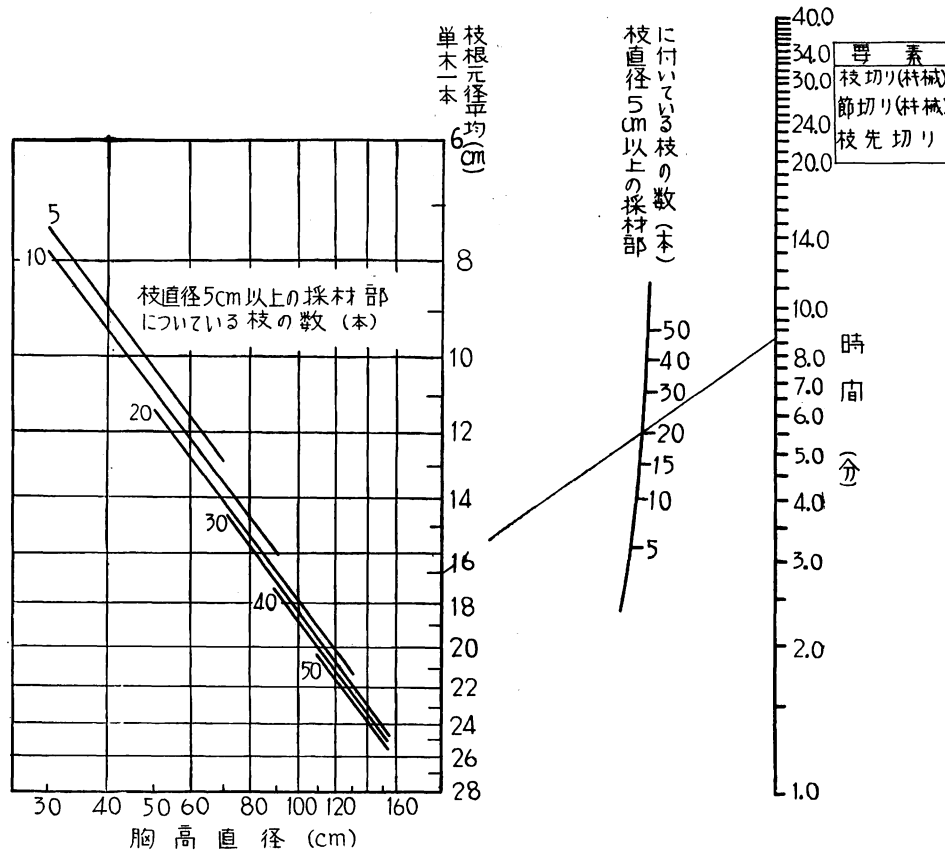


図-a 枝切, 枝先切作業基準時間表

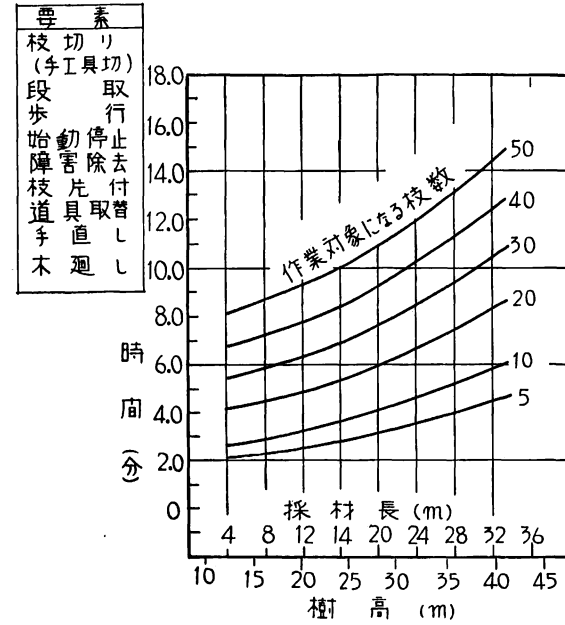


図-b 段取, 歩行等作業基準時間表

摘 要

林業における標準作業量の問題は昭和26年ごろより始められ、その後多くの調査手法が取り入れられてきたが、その根本をなすものは直接時間研究法によるものであつて、まとめの段階において主たる手法が応用されてきたのである。本研究においては直接時間研究法によらず、標準資料法による新たな角度から見た標準作業量の決定をこころみたものである。すなわち、現在の作業方法の実態を時間と条件と作業量を把握して、標準作業量を設定するのではなく、まず標準作業方法を設定することより始め、その結果として付随的に標準時間を決定してゆく方法をとつたのである。この間においてわれわれが今までに試みられなかつた多くの作業量決定方法について、思索的に検討を試み、それぞれの作業量標示の得失を論じているが、これらについては今後の林業におけるこのような調査および結果の活用に対する指針ともなるべきものであり、また一般産業に対する林業の位置づけあるいは発展方向を示すものであろう。

第1章は標準作業量に対する概念をわれわれなりに説明し、本報告に関連ある用語の説明定義を行なっている。

第2章においては今回の調査に当たつての調査要領と、調査して得た時間分析結果にもとづき直接時間研究法による標準作業量の算出結果を示し、また直接時間研究法より標準資料法のまとめ方に近づけた手法による計算を示した。

第3章以下が今回の調査報告の主体をなすものであり、まずチェンソーによる伐木造材作業の要素作業分解を行ない、その要素作業範囲および内容を定義し、それぞれの要素作業の性格、実態を検討しながら1つの標準作業方法を組み立てるなど計算に入る予備的な問題を取り扱っている。

第4章は前章にもとづき計算を進めてゆくについて、1つの方向性および計算ルールを決定し、以後の計算において混乱を防ぐことにした。なお、計算によつて求められた時間基表の使用にあたり、便利であるように、その内容を基礎控除時間、基礎時間、定加時間、追加時間、割増時間の5つに類型区分し、その範囲は要素作業あるいは単位作業の発生率をもつてした。

第5章においては資料数の一番多く得られ、また主体となる纏り玉切作業に係る単位作業玉切、測尺、障害除去、捨切、木口廻し、支え木扱い、化粧掛け、サルカ切について、それぞれを中心としてその付帯的な作業も含めた資料について分析を試みた。9節においては以上の計算結果のとりまとめを行ない、基礎時間として要素作業4、追加時間として要素作業8、割増時間としては胸高直径70cm以下、以上の2本建として適用する、関係因子としては胸高直径が多く使われ、その他に樹高、末口径、切断径がとりあげられている。観測時間に対する標準資料法による標準時間とのあてはまりの検討において、玉切作業全体から見ると、胸高直径100cm以下では精度は大変よい。また割増時間の最頻値を使用するよりか平均値を使用した方がより精度が良い。

胸高直径100cm以下、以上に分けない場合は、100cm以上の点であてはまりが悪くなってくる。単位作業にまとめて見ると単位作業の測尺、玉切、障害除去の偏差が最も大きくなる点、これら単位作業に対する条件測定法や計算取まとめ方法をなお検討する余地がある。

第6章においては玉切りに次いで資料数の多い枝払作業に係る単位作業の枝切、節切、障害除去、手直し、木廻しについて、それぞれを中心とした。その付帯的な作業も含めた資料について分析を試みた。5節においてはそれぞれの結果のとりまとめを行ない、枝払作業としての基礎時間として要素作業6、追加

時間として要素作業4, 割増時間として1玉について一定値を適用する。算式の関係因子としては枝数, 枝の根元径, 延採材長, 樹高が用いられている。観測時間に対する標準資料法による標準時間のあてはめの検討においては, われわれの期待したほどの精度は得られなかった。これは資料数の不足よりは分析計算以前における測定技術的な欠点があつたためと考えられる。

第7章においては伐倒作業の分析を試みたが資料数が59例で, これを単位作業14にまとめては見たが, 全要素作業は合計の項まで入れて120の多くにわたり, そのままでは頭初に決めた計算ルールにあてはめが困難となつた。そこでなるべく共通的な単位作業あるいは要素作業の発生状況を考慮して単位作業の組み合わせを考えて分析を進めた。結果的には資料数の不足によりわれわれの考えを標準資料法による分析はできなかったが, その上のまとまつた段階における分析, すなわち標準資料法分析への可能性については検討ができた。

第8章は前5章以後において計算されてきた結果の整理を行ない伐木造材作業の標準時間を算定する際の方式を示した。また, もう1つの側面として伐木造材作業の功程表に対する条件因子のうち, 傾斜および造材歩止りの2項目が計算した過程を通して疑問を持つようになったので, それに対するわれわれなりの検討を加えている。すなわち, 傾斜は各個の要素作業に直接関係するのではなく, 立木の成長あるいは形質に影響しているのではないか, そしてそのような立木を切ることによつて, 功程が左右されと考えられる。単位作業あるいは要素作業に分解してしまうと単に切断のみの動作となり, これは傾斜の如何にかかわらずほぼ一定の動作で行なわれるのである。したがつて, 傾斜が功程に直接影響するのは1日の作業行動の上において見られるのである。すなわち, 作業中の移動, 歩行というものは, 傾斜の変化にとまつて作業強度も異なり, 速度が変化してくるのであつてこのような作業が1日の労働時間中に占める割合によつて, 実際に切断する時間が変化するためである。次に今までの功程表に多く取り上げられていた歩止り(利用率)の条件因子であるが, 前述のごとく標準資料法においては個々の単位作業あるいは要素作業直接に時間が決定されてくるのであつて, 今までのような予測的な数値として条件因子に使用されていた歩止りよりは, 直接的な採材長とか樹高の因子の方が, 条件因子としての意義が強調されることである。

以上, 標準資料法の手法により伐木造材作業の分析を試みてきたが, この調査報告を通して, われわれの得たことは, 林業においても標準資料法の理論は適用できるものであるということである。しかし, 今回の調査においては以下に述べるような多くの問題点が残されたことである。

○作業員を1人に限定して調査する必要がある

調査には作業員3名を被験者としたが, それぞれの作業員間に技能差があらわれた。特に技能差は伐倒, 玉切, 枝払のそれぞれの纏り作業ごとに異なり, これを解決して分析してゆくには非常な困難をとまうものであり, 特に標準作業方法の確立されていない時点においては, 技能より作業方法に重点を置くべきかと考える。

○枝払作業の調査方法の確立

今回の調査では枝払時間の観測と枝径の計測とを別個に行なつたために, 集計の段階でこれが全然結びつかず, いわば仮計算に終つてしまつた。今後はチェンソーの枝切断時間がごく短時間であるのと, その数が多いことおよび歩行的作業であるなどの点を観測時においてどのような方法で全数を観測するかが問題となる。しかし, 次回の調査のためには設計ができています。

○障害除去の範囲とその条件因子

伐倒、測尺、玉切、枝払の各作業ごとに必ず何らかの形で障害除去作業が起こるが、われわれの計算分析においては、もつともバラツキの大きい作業で精度が落ちている。ひいては全体の計算にも影響している点、障害除去の標準作業方法からの最低範囲および観測計量上の条件因子の追求が必要である。

○植生および環境条件の異なつた箇所の調査

今回の調査地は1箇所であつたが、これが林分の蓄積、本数、林地の傾斜、植生、林木の大きさ、伸びなどの作業条件の異なつた場所での調査により、これら作業条件と個々の要素作業時間との関連を分析し、それぞれの作業条件に対応する時間値を求める必要がある。また、標準作業方法との関連を追求する必要がある。

○作業員間の技能差に対する評価因子およびその方法

3人の被験者について測定した結果、その技能差と考えられる因子が伐倒、造材、枝払の各作業で異なり、同一の傾向にないことが明らかになつたが、この傾向の分析および伐木造材作業全体から見た技能、すなわち3つの単位作業が総合されたときの技能の評価方法が残された問題となる。

○チェンソー作業の標準動作、標準作業の確立

標準資料法においては標準作業方法の確立された時において、その効果が発揮されるものである。それがためには標準動作より解決してはじめて標準作業方法が明らかとなる。

○「伐木造材作業基準」とチェンソー作業標準との関係

伐木造材作業基準は主に安全の立場より基準を定めているが、これの生産工程を挙げるための、標準作業方法との関連に対する解明と妥協点を見いだす必要がある。

文 献

- 1) 生産管理便覧編集委員会：生産管理便覧，丸善，(1957)。
- 2) 工程管理便覧編集委員会：工程管理便覧，日刊工業，(1960)。
- 3) 日本産業能率研究所編：近代管理技法ハンドブック，同文館，(1957)。
- 4) 野田 信夫 ほか3：生産事典，同文館，(1958)。
- 5) 日本生産性本部訳：ワークスタディ便覧，文詳堂，(1959)。
- 6) 労働科学研究所：労働科学辞典，河出書房，(1949)。
- 7) 大泉 正元：疲労の研究，同文書院，(1960)。
- 8) 相原 葆児：最近の産業心理学，金沢書院，(1953)。
- 9) 鈴木慎次郎：労働のエネルギー原則，誠文堂，(1948)。
- 10) 労働科学研究所：労働の生理学的負担，丸善，(1954)。
- 11) バーンズ：動作時間研究法，日刊工業新聞社，(1960)。
- 12) 林 茂彦訳：メソッド・タイム設定法，技報堂，(1956)。
- 13) 上田 武人：W，F分析法，技報堂，(1954)。
- 14) 樋口伸吾訳：作業研究，日本能率協会，(1959)。
- 15) 新居崎邦宣：標準作業のきめ方，日本能率協会，(1957)。
- 16) ————：標準時間の求め方，日本能率協会，(1955)。
- 17) ————：作業指導のやり方，日本能率協会，(1957)。
- 18) 田杉 競他：生産管理研究，有信堂，(1956)。
- 19) 経営工学講座：作業測定とケーススタディ，共立出版，(1958)。
- 20) 市橋 英世：生産の計量・分析，共立出版，(1958)。

- 21) マンデル: 動作時間研究の理論と実際, 紀伊国屋書店, (1961).
- 22) 近藤麟二他: 作業測定と定員制度, 技報堂, (1958).
- 23) 日本労働研究所編: 賃金数学, 丸善, (1958).
- 24) 辻 隆道: 時間研究のやり方, 日本科学技術協会, (1958).
- 25) 大阪府立産業能率研究所: 作業研究, 経営資料第8号
- 26) 淡中 忠郎: 統計学の理論と応用, 養賢堂, (1956).
- 27) 朝香 鉄一: Q Cテキスト・シリーズ「度数分布法」, 日本科学技術連盟, (1957).
- 28) 奥津 恭: 工場における推計学の問題とその解き方, 共立出版, (1953).
- 29) 林業試験場経営部: 立木材積表調製法報告書, (1956).
- 30) 石川 馨: 実験計画法講習会テキスト「実験の計画法と解析法入門」, 日本化学会関東支部, (1955).
- 31) 三浦 新: Q Cテーブル, 丸善, (1959).
- 32) 朝香 鉄一: 品質管理の数値表の使い方, 丸善, (1959).
- 33) 近藤 正巳: 林業技術のための推計学入門, 養賢堂, (1959).
- 34) 増山元三郎: 実験計画法大要, 学術図書出版社, (1949).
- 35) スネデカー: 統計的方法 (上), 岩波書店, (1952).
- 36) ———: 統計的方法 (下), 岩波書店, (1952).
- 37) アテenson・J・ダンカン: 品質管理のための統計学, 日本科学技術連盟, (1954).
- 38) 岩原信九郎: 教育と心理のための統計学, 世界社, (1952).
- 39) 野田信夫・加藤威夫訳: 時間研究による作業標準決定法, マネジメント社, (1932).
- 40) 石川一雄・玉井正寿: ワークサンプリング, 日刊工業新聞社, (1959).
- 41) 近藤 正巳: 標準功程表作製のための実験計画 (VIII), 第70回林学会講演集, (1960).
- 42) 小山 悌: 動力鋸による伐木造材の理論 功程に関する調査報告, 林野庁, (1960).
- 43) 小山 悌: 未発表資料
- 44) 林試測定研究室: 未発表資料
- 45) 林 野 庁: 林業実態調査報告書, 造材夫の作業能力に関する調査, 林野庁, (1953).
- 46) SYLVESTER, L. A.: The Handbook of Advanced Time-motion Study, (1950).
- 47) KILANDER, K.: Time Consumption Variations for Felling of Unbarked. Timber in Northern Sweden, (1961).
- 48) Swedish study group: Summary of on international Sudy of one-man work in Felling (1961).

A Study of the Application of the Normal Work Output of Forest Operations (No. 2).

A master table of standard data method in chain-saw felling and backing—1

Yukitake YONEDA, Eiseki NAKAMURA, Takamichi TSUJI,
Shôzaburô WATANABE and Kunihiro ISHII

(Résumé)

The investigation on the standard operational volume in forestry started in 1951 and since then, although various ways of investigation were introduced, the direct data method was the base of this investigation. In this study, the determination of the standard operational volume from a new angle by the standard data method...not by the direct data method...was attempted. As to the actual status of the present operational method, the

writer started not from establishing the standard operational volume by grasping time, condition and operational volume, but from establishing the standard operational method, and as a result the method which determines the standard time incidentally was adopted. In this procedure, the writer made an examination meditatively on the various methods of determining operational volume which we have not yet tried and discussed merits and demerits of indication of each operational volume. These works would be a guide to the investigation and the application of the results to future forestry, and also help to indicate the position of forestry in the general industry and the direction of development of forestry.

In Chapter 1, the general idea of the operational volume has been discussed from the writer's viewpoint, and the terminology relevant to this report is also defined and explained.

In Chapter 2, the essentials of this investigation and the figured results of the standard operational volume by the direct data method based on the result of the time analysis which was obtained from the investigation are stated, and also the calculation which is one step closer to the standard data method than the direct data method is discussed.

In Chapter 3, the descriptions constitute the major part of this paper in which a preliminary problem prior to proceeding to calculation, a logging operation by chain-saw, is analysed into unit operation, and range and content of the unit operation are defined, and while the nature and status of each unit operation is examined, one standard operation method is set up.

In Chapter 4, a given direction and standard rule are determined for proceeding with the calculation based on the previous chapter to evade confusion in the following calculation. In order to facilitate the use of basic time table determined by the calculation, the content is divided into 5 types as basic deduction time, basic time, additional time, and extra time, and the range is subject to percentage of breakout of factor operation or unit operation.

In Chapter 5, the analysis was made including the data of incidental operations on unit operation, bucking, scaling, removal of obstacle, trimming in stem (sutegiri cutting), trimming on log-ends (sniping), supporting, lopping before final cutting, and cutting of felling hinge (saruka cutting), which are related to final bucking operation from which the most data are obtained or a major operations. In section 9, the results of the above calculation were summarized, and factor operation 4 as basic time, factor operation 8 as the additional time and 2 groups of under or above 70 cm DBH as extra time are applied. DBH is mostly applied as a relative foactor and tree height, diameter at the top end and the diameter at cut face too. When it is examined to ascertain whether the standard time according to the standard data method can be applied to the observation time or not from the viewpoint of the whole bucking operation, it is found to almost coincide under DBH below 100 cm. Particularly, the precision is higher when the average value is used rather than when the highest frequency value of extra time is used.

When DBH is not divided into below and over 100 cm, the application is not good at the point of over 100 cm. When it is summarized into unit operation, as the deviation of scaling, bucking and removal of obstacle of unit operation is highest, there is a problem in summarization of standard time in unit operation.

In Chapter 6, following bucking, trimming, removal of large branches, removal of hindrances, correction, rolling of logs of unit operation which are related to trimming

operation involving many data, the analysis was made including data of incidental operations. In section 5, the summarization of each result was made and the factor operation 6 as basic time of trimming operation, factor operation 4 as additional time, and a certain value for extra time is determined and applied. The number of branches, diameter of base of branch, total length of felled logs and tree height were used as relative factors of calculation formula. The writer could not get the expected precision in the examination of application of standard time by the standard data method for observation time. This seems due to defect of measurement technique prior to analysis and calculation rather than shortage of data.

In Chapter 7, although an attempt was made on analysis of cutting operation, the various data items amount to 59 which are summarized into 14 unit operations, but the total factor operation is as much as 120 including the items of total, and here difficulty arises as it is to apply by calculation rule decided first. In consequence, taking consideration of outbreak of common unit operation or factor operation, and of combination of unit operation, analysis was developed. As a result, because of the liberal amount of data, the analysis by the standard data method which we consider could be developed, but the examination on the possibility of analysis of the standard data method which covers a more completed stage could be done.

In Chapter 8, the arrangement of results which were calculated after Chapter 5 was made, and the formula when the standard time for logging operation is calculated was indicated. As one more aspect of conditional factors in the progress sheet of logging operation, we have had doubt in the process of calculation about 2 items of gradient and yield percentage of logging, so we made our examination on these points. That is, the gradient is not directly related to each factor operation; nevertheless it could have an influence upon growth or quality of a tree. Therefore, it is considered that cutting of standing trees influences the progress of work. When it is analysed into unit operation or factor operation, it is only an operation of cutting which is done in a given motion regardless of gradient. Consequently, direct influence of gradient upon progress of work can be seen in one day's proceeding. Removal and walking in the operation vary with strength of operation in parallel with change of gradient, and also speed changes too, which is because of the fact that the proportion of such operation in the actual work hour of one day changes the time to cut trees. Then, conditional factor of yield percentage (utilization percentage) which has been used in the progress table so far is discussed. In the standard data method stated above, the time is directly decided by each unit operation or factor operation, and it can be said that the length of cut log or a factor of tree height is stronger as a conditional factor in meaning than utilization percentage which has been used for conditional factor as prospective numerical value so far.

The analysis has been made on logging operation by the standard data method and through this study report, the fact which we learned is that in forestry, the theory of the standard data method can be applied. However, in this study, many problems have been left unsolved. They include:

a. The number of workers should be limited to one for investigation.

In our investigation, 3 workers were tested but technical difference was seen among workers. Particularly, technical difference varies with each unit operation of felling.

bucking and trimming. Solution and analysis of such problem are difficult, particularly when the standard operation method is not established, and the writer considers that more stress is to be placed on operational method than on skill.

b. Establishment of investigation method of trimming

In this investigation, because the observation of trimming time and measurement of diameter of branch were made separately, the results did not coincide at the stage of totalling, and this led to a tentative calculation. In future, because of the fact that branch cutting by chain-saw is very short, their number is many, and such operation can be done in walking, so it becomes a problem how to measure the total number at the time of observation. The design has been prepared already for the next investigation.

c. Range of removal of obstacles and its conditional factor

Removing obstacle operation occurs in one form or another for each operation of felling, scaling, bucking and trimming, but in our calculation and analysis it is a rough operation. As a result, because of the fact that it influences the calculation of the total, the search for the minimum range from the standard operation method of removal of obstacle and conditional factor of observation and calculation is needed.

d. Investigation of places where vegetation and environmental condition are different.

Although only one place was investigated this time, the investigation on the place where operational conditions such as growing stock of a stand, number of trees, gradient of forest land, vegetation, size of forest trees, and their growth are different, require the analysis of relation between these operational conditions and individual operation time to get time value which corresponds to each operational condition. And the relation to the standard operation method is to be ascertained.

e. Factors of appraisal of technical difference among workers and its method.

As a result of test on 3 workers, the factor which is considered the technical difference varies with felling, logging, and trimming, and it is clear that they are not uniform at all. The analysis of this tendency and skill from the viewpoint of whole logging operation, i.e., the method of appraisal on skill when 3 units of operation are integrated are problems yet to be investigated.

f. Establishment of standard motion and standard operation of chain-saw.

In the standard data method, when the standard operation method is established, its effect is demonstrated. For this reason, when the standard motion is clearly provided and implemented, the standard operation method is made clear.

g. Relationship of "Logging Operation Standard" to the operation standard by chain-saw.

The logging operation standard is provided from the viewpoint of maintenance of safety, and in this respect, it is necessary that in order to raise the productivity, clarification of relation of the standard operation method and compromise are to be sought.

纏　　玉　　切

[illegible]

条件因子との関係を示した一覧表

ンは標準時間値を推定する回帰式として用いられた要素。

玉 切			枝 払			伐 倒				標準偏差		変動係数		備 考
末口径合計	玉数	丸太	枝数	根元径5cm以上	根元径平均	受口幅	受口深	追口深	伐根高	玉 毎	単 木	玉 毎	単 木	
.9653										48.3	60.5	129.4	148.8	Bの作業員のみ 全作業員 " " (変動係数の()は回帰式の信頼度95%における誤差率を示す。 (135.8)「空身歩行+持歩行」
	.5269									9.8		75.3		
											27.4		95.4	
										9.6	25.9	79.5	114.1	
										8.3	21.8	66.2	90.0	
											35.9	74.0	54.2	
		材積 .4039								7.4	9.9	84.6	84.1	
										9.2		84.2		
											17.1		100.7	
										11.8	34.2	74.6	106.0	
		長 -.0011								12.0	34.7	89.4	98.2	(57.9) 条件因子胸高直径 木口廻しと同じ
										59.5		58.4		
										26.3		98.9		
										50.2		123.4		
											82.7		103.4	
										8.9		65.1		

第1表 (つづき)

単位 作業名	変 量	標本 数	傾 斜				単 木					鋸 断 面				
	時 間 値	N	斜 面	伐 倒 木	伐 倒 足 場	玉 切 足 場	胸 高 直 径	樹 高	採 材 長	単 木 材 積	採 材 材 積	歩 止 り	長 径	短 径	長 短 径 平 均	円(平 面 積)
障 害 除 去	障 害 木 切	32	○				○									
	玉毎のボサ切	64	.2385			.4038									.2678	
	単木のボサ切	27	.0178				.5722									
	玉 毎 の 障 害 物 片 付	29	○												○	
	単 木 の 障 害 物 片 付	18					○									
	玉毎の道具取替	△45														
	〃 段 取	△7														
	〃 始動停止	△5														
	単木の歩行	23					×									
捨 切	捨 切	14													.8922	
	始 動 停 止	△13														
	段 取	△8														
	鋸 引 抜 き	△2														
	道 具 取 替	△4														
	歩 行	△7														
	そ の 他	△5														
木 口 廻 し	玉毎の木口廻し	219													.7626	
	単木の木口廻し	55					.9291					×※				
	玉毎の段 取	△35														
	〃 道具取替	△37														
	単木の空身歩行	55	.1842				.6210	.6534								
	〃 歩 行	55					.6284									
支 え 木 扱 い	玉毎の支え木 扱 い	6	○												○	
	単木の支え木 扱 い	6					.8768									
	始動停止・ 持 歩 行	△0														
	段取・道具取替・ 空 身 歩 行	△6														
化 粧	単木の化粧掛け	8					.2025						.3752	.3945		

[illegible]

単位作業名	変 量		標本 数 N	傾 斜				単 木					鋸 断 面				
	時 間 値			斜 面	伐 倒 木	伐 倒 足 場	玉 切 足 場	胸 高 直 径	樹 高	採 材 積	単 木 材 積	採 材 材 積	歩 止 り	長 径	短 径	長 短 径 平 均	円 平 面 積 (均)
サルカ切	サ	ル	カ	切	52									○	○	5720	
	段			取	36				.5803					×		×	
	切	片	除	去	16									×		×	
	位		置	替	0												
	始	動	停	止	46									×		×	
	道	具	取	替	22									×		×	
歩			行	34									×		×		

纏　　枝　　払

[illegible]

第2表 (つづき)

単位作業名	変	量	標本数 N	傾斜				単木					鋸断面				
	時間	値		斜	伐	伐	玉	胸	樹	採	単	採	歩	長	短	長	円(平
				面	倒	倒	切	高	高	材	木	材	止	径	径	短径平均	面積)
障害除去	単木の歩行	18	(N=18)					.5121	.5899	○							
	玉毎の段取	△4															
	玉毎の道具取替	△24															
	玉毎の始動停止	△4															
	単木の段取	3															
	単木の道具取替	19						.5066									
	単木の始動停止	4															
	障害除去(単位作業)	38						○	.5332	○							
手直し	玉毎の手直し	21															×
	単木の"	12					×	×	×								
	段取	△0															
	玉毎の道具取替	△1															
	単木の"	△1															
	玉毎の始動停止	△4															
	単木の"	△3															
	玉毎の歩行	△8															
	単木の"	8					×	×									
	その他の	△1															
	玉毎の手直し(単位作業)	38															
単木の"(")	27					○	○	○									
木廻し	玉毎の木廻し	36															
	単木の"	27	○	○			○	○	○								
	玉毎の段取	△2															
	単木の"	△2															
	支え木扱い	△0															
	玉毎の道具取替	△9															
	単木の"	△7															
	玉毎の歩行	△9															
	単木の"	8					×	×	×								

単位作業名	変 量	標本数 N	傾 斜				単 木					鋸 断 面				
			斜 面	伐 倒 木	伐 倒 足 場	玉 切 足 場	胸 高 直 径	樹 高	採 材 長	単 木 材 積	採 材 材 積	歩 止 り	長 径	短 径	長短径平均 積	円面積 (平均)
木廻し	玉毎の木廻し 単木の (単位作業) " " (")	58 46	×	○			○	○	○							

倒 伐 纏

[illegible]

第 3 表 (つづき)

単位作業名	変 量	標本数	傾 斜				単 木					鋸 断 面			
	時 間 値	N	斜 面	伐 倒 木	伐 倒 足 場	玉 切 足 場	胸 高 直 径	樹 高	採 材 長	単 木 材 積	採 材 材 積	歩 止 り	長 径	短 径	長短径平均 円(平 均)積
右 ま の で 19 の 作 業	20. 退避路作り (単位作業)	△ 1													
	21. 懸木落し (")	△ (4)													
	22. 障害除去 (")	47					○								
全 体	23. 18+23	55			- .0038		.9128						.8898	.8883	.9072

玉切			枝払				伐倒					標準偏差		変動係数		備考
末口径合計	玉数	丸太	枝数	根以上の枝 5cm抜	根元平均径	根本径合計	受口幅	受口深	追口深	伐根高	伐根径 胸高	玉 毎	単 木	玉 毎	単 木	
																計算から除外した。
										.5334						