

風倒木処理における動力鋸作業について

教 授 藤 林 誠
大学院研究奨学生 大 河 原 昭 二

Makoto FUJIBAYASHI, Shoji OKAWARA :

On the Lumbering Operation by Chain Saw at the Forest Damaged from the storm

目 次

I 緒 言	121	IX 功 程	125
II 作業現地状況	121	X 切削速度について	128
III 調査期間	122	XI エネルギー消費量	129
IV 使用機械	122	XII 燃料消費量	129
V 作業員の編成及び作業方法	122	XIII 経 費	129
VI 実行数量	123	XIV 試験結果の考察及び今後の問題	130
VII 作業実行数量からみた林況	124	XV 引用文献	131
VIII 時間分析	125	Résumé	131

I. 緒 言

昭和 29 年 9 月の 15 号台風による北海道風倒被害木は莫大な数量に達し中でも旭川営林局層雲峡の被害状況には惨澹たるものがあつた。林野片はその対策として動力鋸、トラクター等の機械力を導入、各地で劃期的な夏山の伐木運材を行つている。筆者等は本年夏旭川営林局作業課の要請により親しく層雲峡管内の機械化について調査する機会を得たので、その際調査した動力鋸作業の試験結果をこゝにとりまとめ報告する。なおこの調査を実施するにあたり懇篤な援助を賜つた米田作業課長、頭山機械係長、ヤンベタツ伐木事業所主任杉山技官並に時間分析に協力を得た監査課の森本技官に対し特記して深謝の意を表する次第である。

II. 作業現地状況

場 所： 北海道旭川営林局上川営林署ヤンベタツ伐木事業所管内（第 1 図参照）

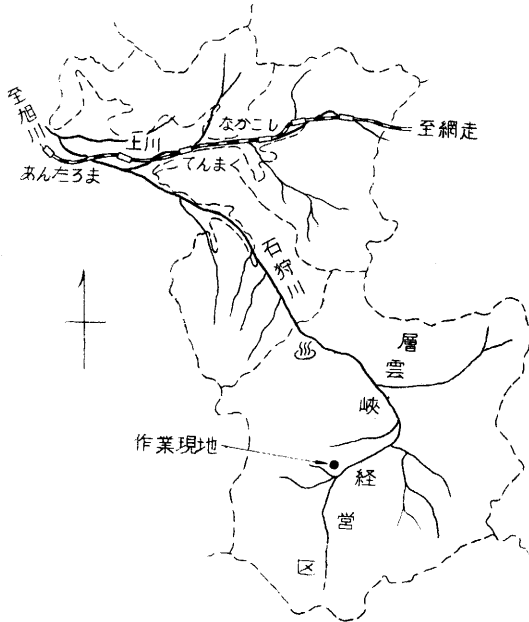
林 班： 層雲峡経営区 96 林班

地 形： 傾斜約 0°（平地）

樹 種： エゾマツを主体とするエゾマツ、トドマツの天然混交林、（下木としてシラカンバ、ダケカンバ等の広葉樹があるがその量は極めて少い）

原 蓄 積： 約 1400 石/ha

被害状況： 健全な生立木は数パーセント残存しているのみで殆んど全滅といつてもいい程の被害を受け、その状況は根倒、梢折、挫折等さまざまである。



第 1 図 作業現地位置図

エンジン…………… { 単気筒 2 サイクル
空冷ガソリンエンジン
5.0HP/5000 r. p. m.
燃料モビール混合比…………… 16 : 1

Ⅲ. 調査期間

昭和 31 年 8 月 22 日より
昭和 31 年 8 月 30 日まで } 9 日間

ただし功程調査を実施したのはこの中の 7 日間である。

Ⅳ. 使用機械

使用機械は McCulloch 4--30 A 型 (米国製 1 人用動力鋸) であつて機械諸元は次のようである。

重 量 { 公称 (ポンド) 31
実測値 (kg) 18.5 (事業所の測定による)

鋸身長 { 公称 (吋) 24
実測値 (cm) 61.2

酸化器……………ダイヤフラムポンプ式

鋸歯給油……………手動式

鋸歯型……………オレゴン・チツパー・チェン

Ⅴ. 作業員の編成及び作業方法

(1) 作業員の編成

作業員 2 名に機械 1 台, すなわち 2 人 1 組で作業を行つた。組数は 5 組あり, 各組が別れてそれぞれの採面を処理した。この 2 人は技能程度の均合う者同志で組をつくつてはいるが, 今回はこの 5 組の中から技能程度を異にする 3 組をえらんでその比較を行つた。

作業員の体軀及び技能程度は次のようである。

作業員	年 令	身長 (cm)	体重 (kg)	技能度
A	33	171	70	上
B	24	160	62	
C	28	159	64	中
D	26	161	68	
E	32	163	68	下
F	31	159	56	

(2) 作業方法

(i) 障害木切り

通常伐木造材の都度主として“さつて”によつて行ふがカンバのやゝ大径木のもの等は動力鋸で除去する。

(ii) 伐 倒

風害跡地更新のためまえから残存生立木については 2/3 以上梢折しているもののみを伐倒してよいことになっているが、現地の状況は殆んど皆伐に近い伐木が行われている。

(イ) 受 口 切 り

受口はすべて動力鋸を使用し“さつて”は使用しない。

(ロ) 追 口 切 り

追口切りは受口切りにひきつゞき直ちに行われる。この際天城国有林の場合と異なり、他の 1 名は全々別の仕事をしていて手伝わず、従つて切り過ぎをすることもたまにはさけられない。又“くさび”で伐倒する場合も同じ作業員がこれを行う。

(iii) 枝 払

枝払は通常“さつて”により、また太枝は動力鋸を使用するが前者の場合は、それと並行して同時に皮剥を行う。作業員は 2 人共通常別々に仕事をし、枝払も従つて同一の元木に 2 人が同時にかゝることは殆んどない。

(iv) 寸 法 測 定

天城国有林の場合と同様、検尺棒によつて寸法を測定し、その人が動力鋸をもつてひきつゞき玉切に移る。

(v) 玉 切

玉切は上方からの切り下げと下方からの切り上げを行うことによつて“さるが”“われ”のおそれのないようにする。動力鋸が途中ではさまれた場合は“くさび”を打つてこれを抜く。その場合でも他の作業員の協力を求めることは殆んどない。

(vi) 皮 剥

丸太の太さに応じ 6 方又は 8 方の筋剥を行う、皮剥器具として特定のものを使用することなく前述のようにすべて“さつて”により枝払と並行して行う。すなわち枝払の際、幹の上を歩きながら左右両側の剥ぎ易いところを予め剥いておき、玉切がすんでから“がなた”で玉を回転しその下側にかくれている残り節を打ち同時に皮剥をする。

VI. 実 行 数 量

調査期間 7 日間における実行数量は次の通りである。

樹 種	エゾマツ	トドマツ	計
総実行元木本数	106	24	130
〃 造材玉数	354	50	404
〃 造材材積 (石)	826.48	49.95	876.43

VII. 作業実行数量からみた林況

(1) 樹種の混交割合

調査期間中に行つたところは林地の代表値（標準地）を選んだので 96 林班の樹種の割合は、本数にしてエゾマツが 82 %，材積にして 94 %をしめるものと推定される。

(2) 胸高直径階別本数

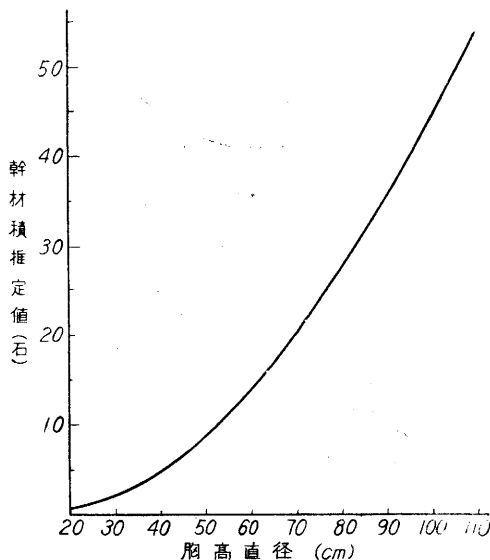
実行数字をそのままのべれば次のようである。

胸高直径階 (cm)	エゾマツ	トドマツ	計
20—28	2	5	7
30—38	9	12	21
40—48	19	5	24
50—58	30	1	31
60—68	20	1	21
70—78	15	0	15
80—88	8	0	8
90 以上	3	0	3
計	106	24	130

(3) 幹材積

幹材積は胸高直径—樹高の材積表により求められるわけであるが、風害地でもあり、梢折れして穂先の不明なものなど樹高を測定できないものも多かつたので、樹高の明かなもの（標準木 24 本）をえらび先づ胸高直径と樹高との間の相関々係を求めたところ次のような結果を得た。すなわち胸高直径を x (cm)，樹高を y (m) とすれば、

$$y=0.8+0.656 x-0.00285 x^2$$



第 2 図 胸高直径と幹材積（推定値）との関係

こゝにおいて重相関係数は $R=0.9397$ で極めて有意な相関々係があり、また回帰係数も有意であることがわかつた。そこでこの結果から旭川営林局使用の針葉樹幹材積表をもとにして、幹材積を胸高直径のみの函数で表わせば第 2 図が得られる。

(4) 造材歩止

風倒木がその 1 次整理においてどの程度利用されているかを前項の推定幹材積及び実行数量よりみれば、次のようである。

樹種	エゾマツ	トドマツ	計
造材実行数量 (石)	826.48	49.95	876.43
幹材積 (推定) の合計 (石)	1494.27	103.45	1597.72
造材歩止 (%)	55.3	48.3	54.9 (平均)

すなわち今回の試験地を林分の代表と考えれば、全林についても歩止は約 55 % と推定される。また胸高直径と歩止との間には $r=0.1960$ で $N=130$ に対しても有意とならず、相関々係のないことがわかった。

VIII. 時間分析

時間分析は一般の伐木造材の場合に準じて行い、これに風倒木特有の元口切りという要素を加えた。これは玉切の際 1 番玉の元口を切ることで根倒木ならば立木状況における伐倒に相等するものをいう。時間はすべて 5 秒単位でよみ作業員 1 名につき観測者 1 名がついてこれを行つた。その結果の詳細は省略し概要として技能度別 3 組につき、実働時間を機械に関する部分と手作業のみに関する部分にわけてのべる。(実測値、単位：分)

組技能	月日 (8月)	伐木作業			造材作業		
		機械作業	手作業	計	機械作業	手作業	計
上	24日	23.17	13.50	36.67	192.08	602.33	794.42
	28日	31.58	8.67	40.25	214.25	628.50	842.75
	計	54.75	22.17	76.92	406.33	1230.83	1637.17
中	22日	16.25	11.00	27.25	95.75	291.33	387.08
	23日	57.08	12.25	69.33	121.17	556.58	677.75
	計	8.33	1.50	9.83	158.67	523.25	681.92
下	26日	4.75	3.58	8.33	149.92	546.17	696.08
	27日	27.83	20.50	48.33	182.08	693.75	875.83
	計	32.58	24.08	56.67	332.00	1239.92	1571.92

伐倒本数は組により多少異なるので比較のためこれを除き、造材作業のみについて機械作業が全実働時間の何割をしめているかといえは上表より明かなように、技能上の組で約 30 %、中の組で約 22 %、下の組では約 21 % である。

IX. 功 程

功程には生産の速度をあらわす実働 1 時間当り功程と、これを実働時間に乗じた 1 日の功程の 2 種類が考えられる。前者は実行数量と時間分析結果から求められるが後者は作業員の労働量 (代謝率) をもとにして決めなければならない。しかし後者の場合、この作業地で使用している動力鋸の切削に関する代謝率が求められていないため、実働標準時間は決定できない。従つて合理的な 1 日の (標準) 功程は得られずこれまでの動力鋸 McCulloch 3-25 の値を参考にして想定した。

(1) 実働時間当りの功程

天城国有林スギ 60 年生人工林皆伐作業の場合、動力鋸による伐木造材の功程は径級と傾斜の影響をうけることは既に発表されているが、今回のように傾斜 0° の平地で、径級も各組の場合共一様に分布しているような場合は、後者のみについて考えれば充分である。しかしこの他風倒木という特殊な事情の下でも更に造材歩止という因子が功程に関係すると考えられる。以下技能度の異なる各組につき、実働 1 時間当りの功程 y (石/時) を、径級 (胸高直径) x_1 (cm)、その 2 乗値 x_2 、歩止 x_3 (%) で表わしたところ、技能度上下各組共重相関係数は有意となるが、回帰係数は何れも t 検定の結果有意とはならなかつた。そこで功程をこれらの因子の関数で表わすことに多少の無理はあるが、この間に有意な相関々係のあることに基くならば次の式を与えてもよいと考えられる。ただし x_3 の係数に関する t は、他の 2 者に比してはるかに小さい故、功程に歩止の因子を加える必要は殆んどないといえる。その一因としては、樹木の枯れ方が異なり、節の堅さも区々であることも考えられる。

$$\text{技能上の組 : } y=7.4+0.085x_1+0.00050 x_2$$

$$\text{下の組 : } y=1.3+0.15 x_1-0.00017 x_2$$

また技能中の組では上記のような有意な相関関係を示さなかつたが、これはこの組の作業員に作業状態のむらがあつたため、もしコンスタントに作業するような技能中の組をえらべばこのようなことはなく、上述 2 曲線の間にはさまれることが想像される。しかもこの 2 曲線はほぼ平行した 2 直線に近いものであるから、今回の技能度中の場合の平均値 ($\bar{x}_1\bar{y}$) を通り他の 2 者に略平行な直線を仮定すれば、これが技能中庸の場合の能率線になると思われる。また上記計算で樹種はエゾマツに限つて行つたのであるが、トドマツについても同様の結果がほぼ得られる上、トドマツ (の材積) は全体の 6% にすぎないことに鑑み、上の結果を 96 林班全体に適用し得る造材能率と考えてよいと思われる。

以上が造材作業のみの場合であり、これに伐木作業を加えると、伐木作業時間の全平均が全体の 5% である (調査日数の不足から、全体の平均値を採用する) 故、上記造材功程の約 5% 減をもつて伐木造材功程とみなしてさしつかえない。すなわち伐倒時間中は事実上功程はあがついていないことになるからである。

上述のことがらに基いて実働 1 時間当りの伐木造材功程を表せば、

$$\text{技能度上の組 : } y=7.03+0.081 x+0.00048 x^2$$

$$\text{// 中の組 : } y=5.20+0.128 x \text{ (標準功程想定値)}$$

$$\text{// 下の組 : } y=1.24+0.14 x-0.00016 x^2$$

ただし、 y : 伐木造材 1 時間当り功程 (石/時)

x : 胸高直径 (cm)

(2) 1日の標準工期

既に述べたように今回使用動力鋸の切削中の代謝率が不明なので、合理的な実働時間が確定出来ないが、天城国有林内で実施した McCulloch 3-25 の場合、実働時間は 5.5 時間であるから、今回の 5.0 IP 動力鋸では重量の大きいことを考慮に入れこれよりやや小さい値をとれば差支ないと考えられるので、一応 5.0 時間と仮定する。

従つて前項の実働 1 時間当り工期の 5 倍をもつて 1 日の工期とみる。即ち、

技能度上の組 : $y = 35.2 + 0.401x + 0.0024x^2$

// 中の組 : $y = 26.0 + 0.64x$ (標準工期想定値)

// 下の組 : $y = 6.20 + 0.70x - 0.00080x^2$

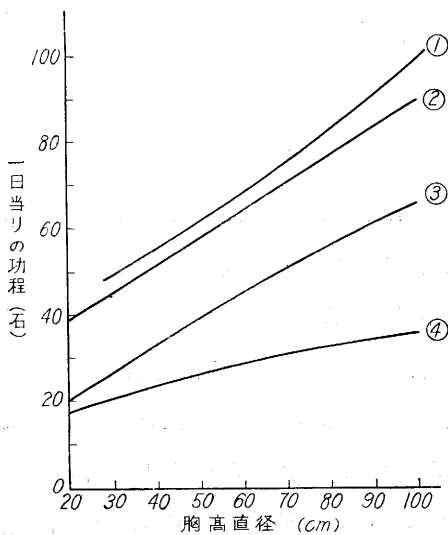
ただし y : 伐木造材 1 日当り工期 (石/日)

x : 胸高直径 (cm)

(3) 在来の手鋸作業のみの場合との比較

旭川営林局監査課の作業標準工期表²⁾によれば層雲峡経営区内で実施された純粹の手鋸作業による 1 日の標準工期は第 3 図④のようである。これは被害率 80 % 以上、原蓄積 1000 石/ha 以上の場合と指定してある故、今回の場合のよい比較対象と思われる。

なお前に述べた動力鋸作業の工期を同時に記入する。



第 3 図 1 日当りの作業工期
 ①技能上の組 ②技能中の組 (想定による標準工期)
 ③技能下の組 ④手鋸作業みの場合 (標準工期)

(4) 各組の間の工期比較

上記の図表でも明らかなように 1 人 1 日当りの工期は、技能度上の組は少くとも技能度下の組の 2.0 ~ 2.5 倍であつて、技能の差が如何に大きく現われるかを知ることができる。しかし技能下の組でも純粹の手鋸作業のみの場合よりは、かなり成績がよく、大径木になるにつれてその差が大きくなつてゐる。

次に各組比較のため造材 1 石当りの生産時間を示せば、

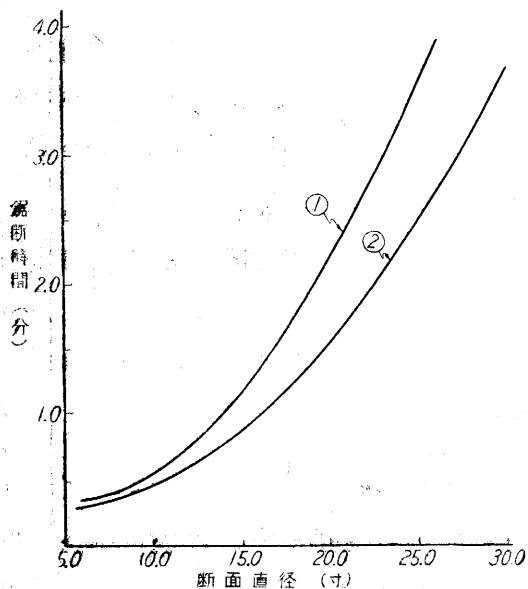
	機械に関する時間 (分)	手作業に関する時間 (分)	計 (分)
技能度上の組	1.2	3.7	4.9
中の組	1.2	4.1	5.3
下の組	1.6	5.9	7.5

であつて、1 石の生産時間は、技能度中の組は技能度上の組の 1.1 倍、技能度下の組は技能度上の組の 1.5 倍を要していることがわかる。動力鋸に関する時間は技能上、中組でも同じであるから機械の使い方は同程度に有効であり、生産時間

の差は手作業で異つていることになる。また技能度下の組は他の2者より動力鋸の使い方が下手で無駄のあること及び更に手作業の方も能率のわるいことを示している。

また技能度上の組と下の組で、曲線が僅かに上に凹、凸の傾向を示したのは、大径木程丸太回転作業が困難となり、労働力の小さい組ではかえつて作業能率が増加しにくくなるのに反して、技能度上の組ではその技術と体力にものをいわせ、回転作業をらくにやつてのけるので上昇の傾向のあることも観測した状況から察せられる。従つて平均体力のものならば、既述のようにこの中間の直線が考えられる。この他、皮剥の動作をみると、技能度上の組では、一方向を向きながら“さつて”を前後両方から使用し得るのに対し、技能度下の組では、“さつて”を振る向きに応じて体の方向を変えなければならないというような細部の問題も目につき、技能差がうかがわれた。

動力鋸使用については、技能度上の組では楽に使いこなして居り、枝払のように機械全体を手でささえる動作でも、さして疲労を感じてはいないように見える。この動力鋸は5.0 HPなので、エゾマツ、トドマツの造材に馬力の点で不足はないようであるが、この組ではたとえ重量がこれより大きくなつても高出力のものが欲しいといつている。これと正反対に技能度下の組では、機械に使われている状態で、機械重量を殆んど材木にもたせるような上側からの玉切では使用出来るが、下側からの切り上げや、枝払の場合は、充分機械をささえきれないこともあり、谷渡しになつた木の鋸断では、切り上げ不足のため断面に“さるが”や、“われ”をつくることも屢々であつた。結局、技能度とは単に功程という量的なことのみ関するのではなくて、仕上げという質的な問題にも関聯が深い。



第4図 断面直径と鋸断時間との関係
①技能度下の組 ②技能度上、中の組

X. 切削速度について

玉切作業における断面直径と鋸断時間の関係を各組より求めて比較したところ、技能度上、中組には有意差がみとめられなかつたが、下の組では、これより能率が落ちていることがわかつた。即ち、断面直径を x (寸)、鋸断時間を y (分) とすれば、技能度上、中組では、

$$y = 0.32 - 0.0330x + 0.00484x^2$$
 下の組では、

$$y = 0.50 - 0.0724x + 0.00786x^2$$
 の関係があり、

これを第4図に示す。(重相関係数並に回帰係数は何れも有意)

Ⅺ. エネルギー消費量

1日の消費エネルギーは前述のように算出出来ないので、5 HP動力鋸使用の際の疲労については数量的に示すことはできない。しかし作業員の食事の量が以前より少なくてすむようになったということからみれば、在来の手鋸作業よりエネルギー消費量の少いことは、ほぼ確実である。

Ⅻ. 燃料消費量

今回の石当り平均燃料消費量は 36.3cc である。技能度下の組では、これよりやゝ上回るが、それでも 37.7 cc であるから一般に 38 cc とおさえれば充分であろう。

この数字は天城国有林内で試験した Mall (3.5HP), Partner (3.5 HP) の 52 cc に比べれば、ずつと少ない。これは主として、風倒木地のため、伐木作業の殆んどなかつたこと及び、径級が天城のそれに比べてはるかに大きいこと等によると考えられる。

Ⅻ. 経 費

動力鋸に関する経費は、直接人件費、動力鋸償却費、部分品追加購入費、燃料費その他、機械調整手入費、及び雑費（小屋づくり）に分れる。

(1) 直接人件費

現在こゝで行われている労銀支払方法は、すべて出来高制であつて、純粹の手鋸作業による場合よりも、償却費、部品購入費、燃料費等の概算値 10円/石 を減じているわけである。本林班ではこれが 30 円/石 である。それ故一応ここでもこの値を仮定することにする。

(2) 動力鋸償却費

24 吋ブレード付 McCulloch 4-30 A 型は、156,000 円なので、これを 5 万石償却として 3.120 円/石（動力鋸の耐用度を、5 万石とする実績的根拠はないが、ほぼ妥当とされている）

(3) 部分品追加購入費

天城の実績値³⁾を使用すれば 3.375 円/石 しかしこの中には作業員が機械によく馴れず、やむを得ず生じた修理費その他取扱不注意のために生じた部品購入費も加つているから、作業員を機械取扱に習熟せしめ、また作業員各自が動力鋸を買うことができない現段階では、修理費の一部を負担させて取扱に注意せしめるようにするならば、たとえこのために石当り人件費（単価）を少し多くしても、部分品購入費の方をそれ以上に少なくすることができるであろう。

(4) 燃料費その他

ガソリンについては

数 量	単 価 ⁴⁾	経 費
0.038 l/石	42.00 円/l	1.596 円/石

オイルについては天城の測定測と殆んど同程度と考えられる故この値を使つて、0.603 円/石、従つて燃料費その他は、 $1.596+0.603=2.199$ (円/石)

(5) 機械調整手入費及び雑費(小屋づくり等)

この現場では小屋は作らず、機械は仕事終了後、その場に置いてシートをかけるだけであつて機械の調整も殆んど行つていない。しかしこれでは耐用年数を短かくする原因にもなる故今後は是非天城の場合のように小屋を作つて調整手入をさせる必要があり、天城の場合と同程度の費用を見込むことにしたい。

即ち、機械調整手入費⁹⁾ 1.655 円/石

雑費(小屋作り等)⁹⁾ 1.441 円/石

従つて合計 $1.665+1.441=3.096$ 円/石

(6) 総 括

以上の経費をまとめると次のようである。

直接人件費	30.000 (円/石)
動力鋸償却費	3.120 (")
部分品追加購入費	3.375 (")
燃料費その他	2.199 (")
機械調整費及び雑費	3.096 (")
計	41.790 (円/石)

この合計値 41.790 円/石 は、同地区内の純粹の手鋸作業の単価 40 円/石 より僅か上回つてゐるわけであるが、現在のように動力鋸作業の直接人件費を 30 円/石 と定めるにしても工期は 2 倍以上になるわけで、この結果機械所有者側にとっては作業期間を半分短縮することができる。作業側にとつても 1 日当りの賃銀が $30 \text{ 円} \times 63.50 \text{ (石)} - 40 \text{ 円} \times 28.57 \text{ (石)} = 762.20$ 円だけ増加するわけである。またこの他労働量の軽減により災害を減らすこともできる故労資双方にとって動力鋸作業は有利であり、特に今回の風倒木処理には極めて有効な作業方式であるといふことができる。

XIV. 試験結果の考察及び今後の問題

試験結果の詳細についての考察は、各項目に述べたので重複をさけるが、要するに今回の試験結果より、短期間の風倒木処理において、動力鋸作業がいかに有効適切であるかということは種々の角度即ち工期(従つて作業期間の短縮ということ)、疲労、並に経費の面よりみて論をまたない。しかし風倒地という特殊な場合をはなれても、なお、在来の手鋸作業より優れていることは、今回の試験結果に天城の試験結果を合せ加えれば容易に想像され、生立木一般の伐木造材にひろく動力鋸が採用される日も近いことであろう。

ただし今後注意すべき点として次のことがあげられるであろう。

① 作業員の技能度は、量的並に質的に影響する故、動力鋸取扱につき充分実習指導すべきである。

② 組編成は事情により（作業員の体力を考える等）適当にきめてよいのであるが、1人に1台をもたせることも有効と考えられる。

③ 経費面の機械部品購入費が大きい。既述の数字は天城の場合であるが、今回の場合も相等大きいということである。その原因の多くは、作業員の取扱の不馴れに因るのであるから、今後は修理費の何割かを作業員に負担させ、このために作業員の労銀は多少かさんでも終局に於ては労資双方に不利はないと考えられる。

XV. 引用文献

- 1) 藤林 誠：1人用動力鋸による伐木造材作業試験，第64回日本林学会大会講演集，p275 1955
- 2) 旭川管林局監査課：作業標準功程表（その7）風害木伐木造材，昭30年3月
- 3)4)5) 藤林 誠，長屋稜治郎：1人用動力鋸による伐木造材作業試験，第65回日本林学会大会講演集，p 269~272 1956
- 6)7) 動力鋸作業試験委員会：1人用動力鋸作業試験報告（第1報），1954，
" " " "（第2報），"

Résumé

From the previous results of several practical field operation tests of chain saw, the authors had an opinion that the lumbering by chain saw would take the place of conventional hand work in any forest of our country. The last summer, they had an opportunity to investigate about the logging operation of chain saw in the Hokkaido Natural Forest which was seriously destroyed by the storm in order to utilize the large amount of the damaged timbers within a short period. The following results of this test also proved the propriety of this opinion.

① Efficiency of work. Efficiency of work was influenced widely by the degree of ability of workers, and in the case of moderate ability workers, it was expected more than twice comparing with hand work.

② Cost. Assuming the wages of workers remained in the usual official rate just as it was, the total expense of chain saw work would be nearly equal to that of hand work. But under this circumstance, the employer could shorten the net time of operation because of above consequence and the other hand the employee could get wages more 700 yen per day than the hand work.

③ Fatigue. The daily fatigue of workers was decreased in spite of heavy weight of chain saw, because of the short time of handling.

So we could conclude that chain saw work was more effective and useful especially for the purpose of exploiting a great deal of forest resource within a short period.