

下刈，地拵作業における
安全作業法の確立

下刈, 地拵作業における安全作業法の確立

I 試験担当者

機械化部 作業第2研究室 辻 井 辰 雄
今 富 裕 樹
田 中 利 美

II 試験目的

最近の林業労働力の減少と高齢化の進行は, 造林作業のなかでも最も多くの労働力を必要とする下刈, 地ごしらえ作業に大きな影響を与え, 作業能率の低下や労働災害の増加などの問題を生じていることが指摘されている。また, 振動障害問題から刈払機の使用時間が規制されたこともあって, 鎌と刈払機の併用作業が鎌のみによる人力作業が大部分を占めるようになり人力依存度が一層高まることとなったが, 作業方法や鎌などの手工具の選択が不統一のまま行われていることもあって, 能率性, 安全性の面での問題も多く含まれている。

このようなことから, 作業に適し, 作業者の体格, 体力に応じた手工具の選択基準を作成することが能率的かつ安全な作業方法を確立するために必要な課題となっている。この試験では下刈作業に重点をおき, 作業方法の改善, 手工具の選択基準についての基礎資料を得ることを目的に心拍数や酸素消費量などによる労働負担の側面から実験的検討を行ったものである。

III 試験の経過と得られた成果

この試験は昭和51年度から53年度まで実施した技術開発試験「労働災害分析に基づく作業改善と教育訓練手法」のなかで各営林署で使用されている下刈りおよび地ごしらえ用の鎌の重量, 柄長, 刃形などの実態調査の結果をうけて行ったものである。

前課題では林業用の鎌は農業用と異なっていて, 全重量を利用して対象物を刈払うことが特徴であり, 一般的に長い柄で重く下刈鎌では500~1700g, 地ごしらえ鎌で800~2100gで, 刈払対象物が硬い地ごしらえ作業用の鎌は重量も重いことがわかるとともに, 作業の種類や刈払う対象物によって, また地域によって多くの種類がありそれぞれ特徴を持っていることを調査結果として報告している。

そして, 刈払機や除草剤の導入によって長期間鎌が使用されていなかったため, 鎌に対

する知識や使用方法への理解などがうすれているとともに、画一的な工場生産による供給も加わって、重量、柄長、刃長など使用者に応じた鎌の具備すべき種々の条件を満たすことが困難になってきており、再検討を必要とすることなどの指摘も行っている。²⁾

その後も、収集資料の整理分析をひきつづき進め、鎌などの手工具では作業者の体格、体力に応じた形状、とくに柄の長さや太さ、重量などを算定する方法についての研究を試み、鎌の基準化についての提案を行ってきたが⁴⁾、作業能率の向上と労働負担の軽減に資する基礎資料の蓄積が少ないこともあって、本の課題を実施することになった。

1. 試験方法

試験は表-1に示したように東京営林局笠間営林署管内の下刈作業を対象とした。作業方法は全刈、等高線沿いの片道刈りで、沢から峯方向へ順次移動して行く方法がとられ、刈幅は約2mで苗木間を刈り進み、40～50m刈り進んでは出発点に戻る作業要領を5～6名の編成の組併列で実行している現地を選定し、現地の実態に準じた方法のなかで検討することとした。

試験に使用した機械・器具は刈払機、作業者の体格、体力に応じて重量、柄長などを改良した鎌(改良鎌)および改良鎌が使用される以前に使用されていた鎌(従来鎌)の3種類である。表-2に被験者とした作業者の体格と使用機械・器具の重量を示している。

表-2 作業者の体格と使用機具重量

作業者	体 格 因 子				使 用 機 具		
	年 令	身 長 (cm)	体 重 (kg)	理想体重 (kg)	改良鎌 重量 (kg)	従来鎌 重量 (kg)	刈払機
A	37	168.0	61	61.2	1250	1390	富士ロビン NB40
B	47	163.0	61	56.7	1200	1170	排気量 37.7cc
C	52	159.0	51	53.1	1170	1150	全装備重量 8.2kg
D	53	156.0	62	50.4	1250	1400	携帯方式 肩掛式
E	40	161.0	73	54.9	1200	1350	

表-1 調査地および作業条件

調 査 地	東京営林局笠間営林署 26, 27 林班
植 栽 本 部	3,000 本/ha (ヒノキ)
下 刈 年 次	3 年目
地 形	緩 (傾斜約 6°)
植 生 量	平均 3.2 kg/50 m ²
植 生	カ ヤ
作 業 方 法	全刈 (等高線沿い) 刈巾 約 2 m

刈払機 (富士ロビン NB40) は排気量 37.7cc, 常用回転数 6000 r.p.m, 本体寸法は全長 1660 mm, 全幅 610 mm, 全装備重量 8.2kg, 携帯方式は肩掛式である。

改良鎌は重量、柄長、重心位置などを表3に示したように、作業者の標準体重から算出した数値にもとづいて改良したもので、重量は標準体重の1.2～2.3%の範囲、柄長は肩峯高あるいは肩峯高プラス1握りの位置、重心は柄端部からの長さが全長の約65%となる位置に調整したものである³⁾。なお、高齢者などの体力的に劣る者はこの基準より軽い重量としたり、重心位置もできるだけ手前にくるように柄の太さの調整とあわせて鎌全体のバランスを取ることも考慮もしている。

また、従来鎌は改良鎌が使用される以前から現地で使用されているもので、柄長は改良鎌と比較して約5cm短く、重量は作業者の体格によって種々で改良鎌と比較して-20～+150gの範囲になっている。

表-3 改良鎌の仕様算定表

	身 長 cm	*1 標準体重 kg	*2 鎌重量 g	鎌の柄長 cm	柄の握り 周 囲 cm	柄 の 径 たて / よこ cm
鉈 型 (鶴 鎌)	150	45.0	720	110	7.5 - 8.6	3.0 / 2.5
	155	49.5	842	113	8.0 - 9.2	3.0 / 2.6
	160	54.0	1026	117	8.8 - 10.0	3.4 / 2.8
	165	58.5	1229	120	9.4 - 10.7	3.5 / 3.0
	170	63.0	1386	124	10.0 - 11.4	3.6 / 3.0
鍬 型 (鷹 鎌)	150	45.0	720	*3 125	7.5 - 8.6	3.0 / 2.5
	155	49.5	842	129	8.0 - 9.2	3.0 / 2.6
	160	54.0	1026	133	8.8 - 10.0	3.4 / 2.8
	165	58.5	1229	137	9.4 - 10.7	3.5 / 3.0
	170	63.0	1386	141	10.0 - 11.4	3.6 / 3.0
鋤 づ る 型 (三日月鎌)	150	45.0	720	132	7.5 - 8.6	3.0 / 2.5
	155	49.5	842	136	8.0 - 9.2	3.0 / 2.6
	160	54.0	1026	140	8.8 - 10.0	3.4 / 2.8
	165	58.5	1229	144	9.4 - 10.7	3.5 / 3.0
	170	63.0	1386	148	10.0 - 11.4	3.6 / 3.0

*1 標準体重 = (身長 - 100) × 0.9

*2 鎌の重量 (体重 × 係数)

50 kg	1.7
55	1.9
60	2.1
65	2.2
70	2.3 (図より)

*3 兼用鎌のため肩峯高とする

* 地拵鎌は下刈鎌と同重量, 10%増まで

試験内容は表-4に示したように次の2通りを行った。^{6), 7)}

まず、刈払機、改良鎌、従来鎌の3種類の使用機械・器具の比較を行うため、5名の被験者の作業時の心拍数、酸素消費量の計測と要素作業単位の時間観測を行った。

さらに、作業時間と労働負担の関係を明らかにするため刈払機、改良鎌の2種類について、10分間、20分間、30分間の3段階の連続作業で心拍数を計測するとともに、要素作業単位の時間観測を行い作業条件による変化や異常値の原因などの判断材料とした。

なお、作業方法は前述のように現行方法としたが、作業姿勢や動作も日常と同様のもので被験者による大きな差異はみられな

かった。まず、刈払機は肩掛式のため機械を右腰部に吊し、右足を軸にして腰のひねりで刈払う姿勢かとられ、刈幅の上部に位置し手前から順に一定方向に刈払う動作が主体となっており、鎌は順手持ちの浅い前屈姿勢で鎌を右から左へ振って刈象物を引き切って前進する動作が大部分を占めている

このほか、補足調査として行った作業者からの聞き取り調査資料も加えて検討することとした。

2. 試験結果

1) 使用機械・器具別の労働負担

表-5は使用機械・器具別にみた酸素消費量を示したものである。

この結果からみると、被験者5名の平均値は刈払機5.489ℓ、従来鎌5.910ℓ、改良鎌7.094ℓとなっていて、作業時の酸素消費量は刈払機に

表-5 下刈作業における作業者使用器具別酸素消費量 (単位: ℓ)

作業者	刈払機	従来鎌	改良鎌
A	5.300	6.200	6.500
B	5.591	5.756	6.176
C	3.818	3.793	6.631
D	5.905	6.454	8.042
E	6.829	7.345	8.119
平均	5.489	5.910	7.094

表-4 実験内容

実験Ⅰ	
作業時間	5分
機 具	刈払機, 改良鎌
作 業 者	5名
測定項目	心拍数, O ₂ , 消費量
実験Ⅱ	
作業時間	10分, 20分, 30分
機 具	刈払機, 改良鎌
作 業 者	2名
測定項目	心拍数

比較して鎌のほうが高く、鎌においても従来鎌に比較して改良鎌の方が高い値を示している。

表-6 下刈作業における作業者別使用器具別心拍数 (単位: beat/min)

次に、表-6は心拍数について示したもので、被験者5名の平均値は刈払機110.7回/分、従来鎌118.3回/分、改良鎌119.2回/分となっていて酸素消費量と同傾向の結果を示している。

作業者	刈払機	従来鎌	改良鎌
A	126.2	131.4	135.0
B	112.6	117.2	117.4
C	104.8	115.2	118.0
D	101.4	109.4	109.8
E	108.4		116.0
平均	110.7	118.3	119.2

以上のように使用機械・器具別に比較すると酸素消費量、心拍数ともに改良鎌の場合が最も高い値を示し、結果的に労働負担は高い方から改良鎌、従来鎌、刈払機の順になっている。刈払機は鎌に比較すると約7倍以上の重量があるが、実際の作業は身体全体で重量を支え、操作桿を左右に振ることによって刈払いを行うことができるのに対し、鎌では連続的に上肢を動かしながらの全身作業的な要素も多く含まれているため労働負担も大きくなったといえる。

一方、鎌については各作業者が改良鎌に十分慣れていなかったため無駄な動作を行い、余分な力を使ったこと、さらに、全重量は従来鎌より軽量であっても柄が長くなっているため、大部分の作業者が柄の最端部を握ることから鎌のバランスをくずし重量感を覚え、従来鎌以上に力を使ったことによる。

このことは、心拍数における改良鎌と従来鎌の差が酸素消費の場合と比較して差が少ないことからいえる。心拍数は動作の激しさに対して敏感に反応する性質を持ち、動作が激しい場合は上昇傾向が著しいことが知られている。改良鎌と従来鎌の刈払い速度を比較すると、改良鎌は2.6m/分~3.0m/分で従来鎌は2.8m/分~3.7m/分で、作業テンポも従来鎌は34回/分~38回/分、改良鎌は32回/分~35回/分で両者とも従来鎌の方が作業速度が速くなっていて、従来鎌の方が改良鎌に比較すると手慣れていたため、刈払速度や作業テンポが速まり心拍数の上昇につながったものといえる。

2) 作業時間と労働負担

表-7は作業時間を10分、20分、30分の3段階に変えたときの心拍数、心拍数増加率、酸素消費量を刈払機と改良鎌で比較して示したものである。

刈払機、改良鎌ともに作業時間が長くなるに従い、心拍数などの労働負担はわずか

ながら減少する傾向がみられる。このことは、作業開始後から数分間は作業テンポも一定で速いが、時間が経過するに従い作業テンポが遅くなっていることからみると、下刈作業のような単調で作業強度の大きい作業においては、作業を長つづきさせるため作業者自身が負担をコントロールして、長時間の作業に耐えているものといえる。そして、この傾向は鎌に一層顕著にあらわれている。

しかし、刈払機についてみると30分間の作業においても心拍数は20

分間の作業と同程度のレベルを示しているうえ、改良鎌より高い数値となっている。刈払機による長時間の作業においては、鋸歯の回転によって対象物を刈払うため作業速度も一定に保つことができ、負担が定常状態になって安定したものとみられる。

また一方では、長時間の刈払機エンジンによる振動、騒音の影響を少なからず受けるため、心拍数が上昇するともいえる。

このことは、図-1に分析結果の傾向を示した刈払機と鎌の心拍数と酸素消費量の関係からみる

ことができる。酸素消費量はおもに肉体的負担を表わし、心拍数は肉体的負担+精神的負担を表わすことが知られている。

図-1でみると刈払機のほうが鎌に比較すると傾きが小さく、酸素消費量が等しい場合には精神的負担も加わる刈払機の方が鎌に比較して心拍数が高くなり、刈払機と鎌

表-7 下刈作業時間と労働負担量

	作業時間 (min)	心拍数 (beat/min)	心拍数 増加率(%)	O ₂ 消費量 (l/min)	
					上段 刈払機 下段 改良鎌
10		116.3	48.7	0.936	
		118.1	53.6	0.972	
20		109.8	40.8	0.834	
		116.1	51.0	0.939	
30		109.6	40.5	0.831	
		105.8	37.6	0.768	

注) O₂消費量は推定値

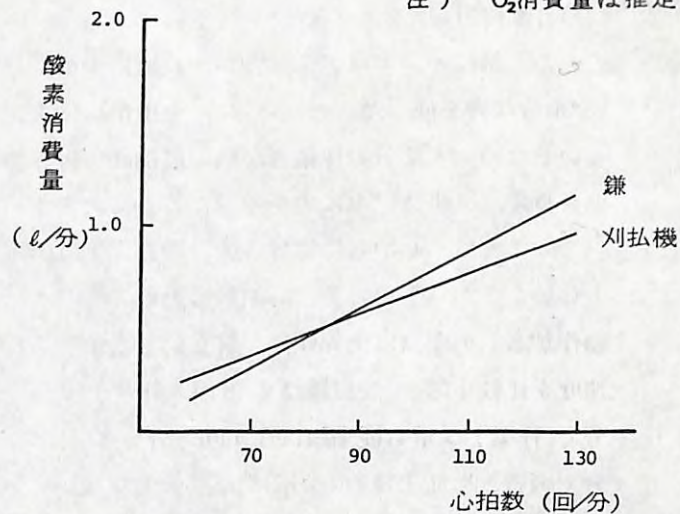


図-1 刈払機、鎌の心拍数と酸素消費量

では労働負担の質が異なっているとみることができるが、なお一層の検討を要する事項である。

3) 作業者の体格と労働負担

前述の表-5, 6からもわかるように酸素消費量、心拍数ともに被験者によって個人差がみられる。

被験者Cの場合は改良鎌の数値が刈払機、従来鎌に比較して特に高くなっている。これは、被験者Cの改良鎌の重量は従来鎌より若干増えており、また聞き取り調査の結果、改良鎌の柄長が長くなったことにより作業がやりにくいということであった。

このように、被験者Cのようなやせ型の人にとっては、ほんのわずかな重量増や不慣れな作業によっても余分な力を要し負担にもかなりの影響を及ぼすものといえる。

以上のことから、作業者の体格の違いによる心拍数と酸素消費量の関係を明らかにするため、被験者5名の改良鎌について回帰式を求めてみると、つぎのとおりになった。

$$A \text{ (肥満型)} Y = -2.71510 + 0.038178X \quad (\gamma = 0.955)$$

$$B \text{ (肥満型)} Y = -0.98254 + 0.016547X \quad (\gamma = 0.966)$$

$$C \text{ (肥満型)} Y = -2.66038 + 0.032577X \quad (\gamma = 0.892)$$

$$D \text{ (やせ型)} Y = -0.67841 + 0.014304X \quad (\gamma = 0.808)$$

$$E \text{ (やせ型)} Y = -2.40561 + 0.034609X \quad (\gamma = 0.962)$$

図-2は改良鎌の心拍数

と酸素消費量の関係を示したものである。肥満型とやせ型とでは明らかに心拍数と酸素消費量の関係における傾きが異なっていることを示しているといえる。

このことはひきつづき検討を要することであるが、絶対的な労働負担量を求めるようとするならば、作業者の体格別の実験あるいは調査を必要とするといえる。

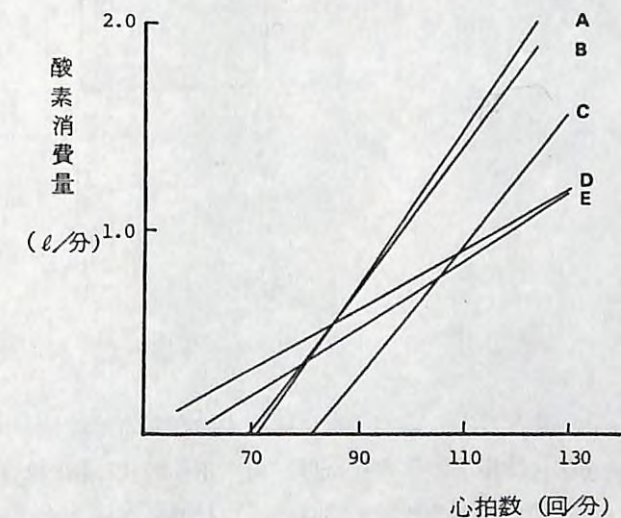


図-2 改良鎌の心拍数と酸素消費量

図3は刈払機による酸素消費量を体格の大小別に比較している既述の試験結果を例

示したものである。¹⁾

この場合も、体格大のグループでは機種や重量が異って酸素消費量に大きな差はみられない。反面、体格小のグループでは肩掛式の大形(13.1 kg)や背負式(16.2 kg)では酸素消費量も多く、肩掛式小形(11.8 kg)ではほとんど差のないことがわかる。

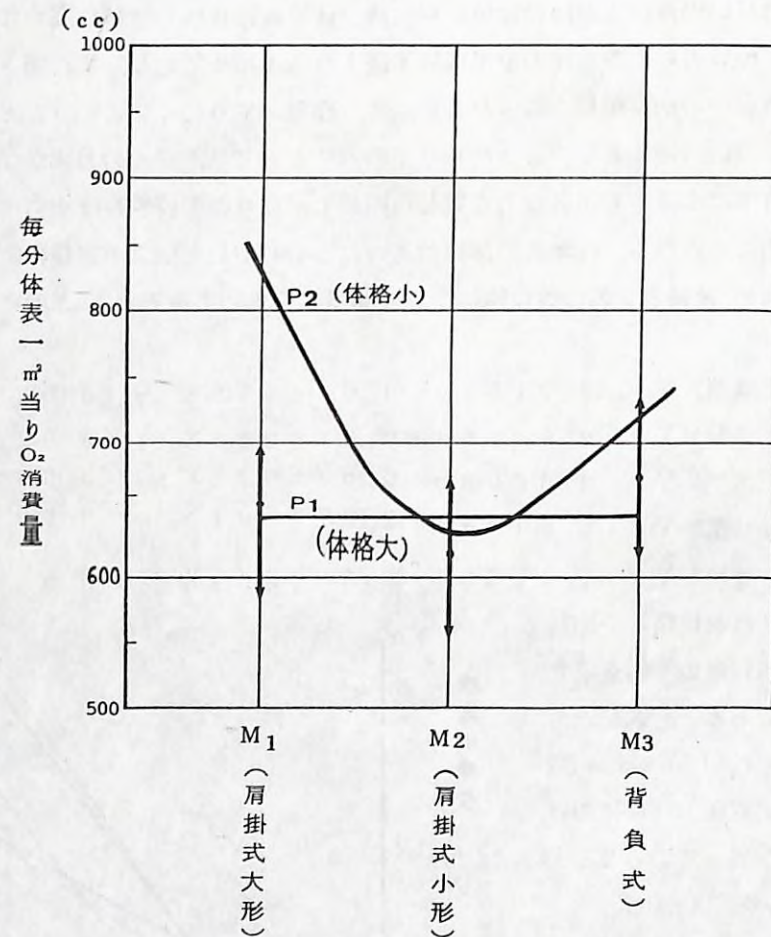


図-3 体格の大きさと機種の関係

すなわち、このことは体格大の作業者は機械の重量や形式による影響をうけにくい、体格小の作業者は機械の重量や形状に相当左右されることを実証しており、作業方法の改善や機械・器具の選択基準を作成するにあたっては、作業者の体格や体力にもとづいた調査分析をすすめる必要があり、能率的でかつ安全な作業方法を確立するための大きな課題でもあるといえる。

4) 聞き取り調査

表-8は前述のような実験的検討とともに、被験者ならびに改良鎌を使用した管内作業員の意見を取まとめて示したものである。⁵⁾

表-8 改良鎌に対する作業者の感想(聞きとり調査結果)

作業者	内 容		
	重 さ の 感 触	使 い 易 さ	疲 労 感
A	重く感じたので柄をつめた	握り感、刃先の重み 振り易さとも支障はない	特に変化は感じない
B	重 い	"	いく分らくになった
C	やや重い	"	"
D	"	"	"
E	ちょうど良い	"	"
F	"	特に支障はない	前の鎌は弱すぎた、やや疲れる
G	"	"	ややつかえる
H	"	"	"
I	"	"	"
J	"	"	"
K	"	"	"
L	重 い	特に支障は感じない	変化なし
M	"	始めは振りにくかったが、今は感じない	特に変化は感じない
N	"	柄が長くなって今までとどかなった部分に手が届く	"
O	"	支障を感じた。	"
P	"	"	"
Q	"	"	"

労働負担の個人差および表現の違いもあって明からでない点もあるが、一般的にはつぎのようなことがいえる。

- ① 鎌の重量を標準体重の2%程度にすれば、極端な労働負担にはならない。
- ② 高齢者や体格・体力の劣る作業者には改良の目標とした標準値より重量を軽くする必要がある。
- ③ 重量の調整は単に柄長を短くすることより、重心位置をできるだけ柄端部に近づける必要があるが、この場合柄の太さの調整とあわせて全体をけずり取る方法が適する。
- ④ 下刈作業のように同一動作を繰り返す場合は、鎌の重量が軽過ぎると作業速度のバランスが失われ負担度も大きい。
- ⑤ 従来鎌に比較して柄が長くなったため、これまで手の届かなかった場所の刈払も可能となり、つる類の切除など従来省略しがちであった部分も刈払ができる利点があり、作業の精度向上につながる。

IV ま と め

刈払機、改良鎌、従来鎌の3種類の使用機械・器具について労働負担的側面から検討した結果、刈払機は鎌に比較すると肉体的負担が少ないことがわかった。

一方、改良鎌は従来鎌に比較し負担が多い結果になった。このことは改良鎌であっても使用期間が短く十分使いこなされていないことが大きな要因である。まだ改良の段階でもあり、各作業者に応じた重量、柄長、さらに鎌のバランスについての検討が必要であろう。

下刈作業時間については、長時間作業になるほど力をコントロールしながら作業を行っていることがわかった。また、刈払機では振動、騒音による精神的な負担も加わることもみられるため、刈払機と鎌では負担に質的な違いがある。今後は、これらの点も考慮にいれながら、休憩時間の設定も含めた最適な作業時間を確立していく必要がある。

文 献

- 1) 林野庁監査課：作業者の技能度および努力度作業に及ぼす影響について、林業機械課境界委託調査報告書、1965.3
- 2) 辻 隆道、奥田吉春、辻井辰雄：労働災害に基づく作業の改善と教育訓練手法、昭和53年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書、1979.2
- 3) 矢沢 博、関谷三郎：我が署の造林作業における安全作業の実績、昭和55年度国有林野事業労働災害防止研究発表集、1980.10

- 4) 林野庁職員課：基準功程表作成の進め方、基準功程表関係業務説明会資料、1982.6
- 5) 笠間営林署：造林作業における安全作業の確立、昭和57年度笠間営林署業務研究経過報告書、1982.11
- 6) 農林水産省林業試験場機械化部：下刈、地拵作業における安全作業の確立(技術開発)、昭和58年度研究業務報告会要旨集、1984.6
- 7) 今富裕樹、辻井辰雄：下刈作業における使用機具の比較検討、第36回日本林学会関東支部大会論文集、1985.2