

マダケ林の伐採運搬作業の時間研究

三宅 正 (林業工学研究室)

Tadashi MIYAKE

Time Study on the Cutting and Hauling Operation of Madake (*Phyllostachys reticulata*) groves

1. ま え が き

竹林は成長が早く小面積で毎年収穫が得られるという特質をもっているにもかかわらず、山陰地方における竹林の生産状態をみるとその特質が十分に生かされているとは思われない。その原因としては竹林に対する知識の足りないことや竹材の流通機構と市価などいろいろの条件があげられようが、運搬関係も1つの因子と考えられる。竹林の伐採運搬の作業工程については従来あまり報告も見られないようなので、ここに竹林の伐採運搬に関する問題をとりあげてその実際を調査し標準作業法を求めたうえ、竹材利用の拡大と限界について究明し竹林の合理的施業改善に資するのがこの研究の目的である。

ここには山口、島根両県におけるマダケ林の伐採運搬作業についての時間調査の結果を報告するが、これに続いてモウソウチク、ハチクなどについても調査し、さらに木材と同様に竹材の山元におけるチップ化の可能性についても考究を進めたい。

この報告は文部省科学研究費を受けた研究の1部であって、研究に当り指導と援助を賜った上田弘一郎博士に深厚なる謝意を表する。

2. 萩市面影山マダケ林の伐採作業

山口県萩市街の西南方に望まれる面影山(標高262m)の頂上に近い東斜面約20haに成立するマダケ(1部はモウソウチク、ハチク)を市内のスタレ加工業者が買受けて36年5月から伐採にかかり7月末までに約6,000束の竹材を伐出している。この竹林は14年目の伐採で枯竹が多く、これはパルプ用にふり向けているが、当年生の若竹は切り残している。林内には雑草雑木が多く、密生しているところもかなり見られる。伐採地から山ろくのトラック道まで約400mの間は重力式架線を設けている。

立竹の伐採にはかまを使い伐採した竹幹はだいたい搬出方向へ元口を向けて倒すようにするが、かなりの本数を伐採してから枝打する。枝打場所は1日に1~3箇所

ぐらいのもので打落した枝はまとめて整理し枝打作業に支障のないようにしている。枝打がすんだ竹は枝打場所に近い一定の結束場所へ集めてから径級別に選別し、1束ずつ2箇所(最初竹の中央部、つぎに元口付近)をわらなわでしぼる。まだけ1束当りの結束本数の標準を表1に示す。架線積場までの運搬は、さらに2~3束を一

表-1 マダケ1束の入数

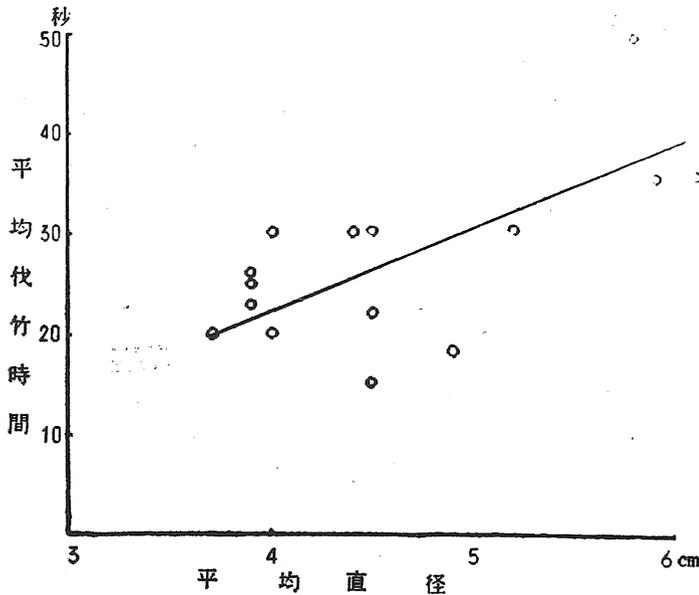
直径級 cm	2	3	4	5	6	7	8	9
1束当り本数	50	24	14	8	6	4	3	2

緒にして元口の方をわらなわでしぼり、そのうちの1束をやや前方に抜出しておいて肩にかつぎ末端は地面上をひきずって前進する。トラック道路までの架線は1スパン平衡索付複軌交走式であるが、最初は水平距離380m、傾斜角16°の地点に架設され、8月に入って伐採地が高所へ移ったため上部の積込台を移設して架線を延長し水平距離450m、傾斜角17°となった。搬器は1車輪両持式2箇所を細い丸太で連結した構造である。架線への積込みは、竹2~4束を元口を下方に向けて積込台上に置き前後2箇所を搬器に麻ロープでしぼった後、竹を積込台から横へ落して架線にのせる。ブレーキは積込台の後方に離れて設けられているが、細い雑木のでこ棒とロープを利用して積込台から制動できるようにしている。卸し台からトラック道路までは急坂の歩道で約20mの距離がある。

毎日の作業をだいたい午前と午後の半日に分けて伐採から架線運搬までを半日ごとに完了するように作業している。これらの伐採、枝打、選別結束、架線までのかつぎ出しおよび架線運搬の各単位作業について、7月26日から約10日間にわたり秒時計を用い継続法によって時間調査を行なった。作業員は三見町内に在住する13人で、専業2人、農業との兼業11人、経験年数は10年以上が10人、年令は28~42才であって、そのうち8人について1人当り2~3/4を調査した。伐採と枝打のときに竹の胸高

周囲を寸単位で作業員の目測または手の握りの大小によって測定したが、これを直径に換算すれば3~6cmの径級の竹が最も多く、最大径は10cmであった。伐採や枝打に使用するかまは1種類で、新月形の刃身をもち重さ約500gあるが、三貝町内で製作されている。調査した伐採地の傾斜は約10~27°、マダケの密度は1㎡当り平均1.4~5本である。マダケ1束当り重さは任意の23束について自動パネバカリにより測定したところ生竹32.5~46kg、枯竹25~31kgであった。

図-1



毎日の総作業時間は普通午前7時から午後7時までの12時間に達しその内訳はだいたい除外2.5時間、余裕2.5時間、伐採、枝打、選別結束、かつぎ出し作業5時間および架線作業2時間の割合となる。実働時間から準備作業時間を除いた各単位作業時間を各作業員別、調査日別に集計し平均値を算定した。マダケ1本当り平均直径3.7~6.1cmに対して平均作業時間は伐採14.6~49.4秒、枝打27.1~70.6秒となる。1束当り平均本数4.3~15.6本に対して平均作業時間は選別結束98~311秒、かつぎ出し1往復88~386秒となる。ただしこれらの作業時間のうちには息抜きに相当するごく短時間の休みが含まれ、また伐採には雑草、つるなどの刈払いや移動のための歩行時間が含まれている。架線運搬は積込3人、卸し

3~5人で作業しているが、1回当り運搬時間は距離380mのとき42~116秒、平均60.6秒、距離450mのとき64~131秒、平均89.3秒である。後者は前者の約1倍半の作業時間を必要とするが、1回当り後者は4束、前者は2束ずつを積んでいるため、運搬工程は後者の方がかえってよい結果となる。調査期間中の伐採からトラック道路までの1人1日当り作業工程は12~26束、平均18.7束であった。

以上の各単位作業時間と作業条件について、散布図を画いてみると次のように考察される。

- 1) マダケ1本当り平均直径と伐採時間の相関係数は0.75 (高度に有意) となって平均直径の大きいほど伐採時間は長い。平均直径を x cm, 伐採時間を y 秒とするときの回帰式は次のようになる。

図-1

$$y = 27.2 + 8.06(x - 4.6)$$

- 2) マダケ1本当り平均直径と枝打時間の間には相関がみとめられない。図-2

- 3) マダケ1束当り平均本数と選別結束時間の相関係数は0.81 (高度に有意) となり、細くて本数の多い束ほど選別結束時間が長い。1束当り平均本数を x , 選別結束時間を y 秒とするときの回帰式は次のようになる。図-3

$$y = 199.5 + 14.6(x - 9.2)$$

図-2

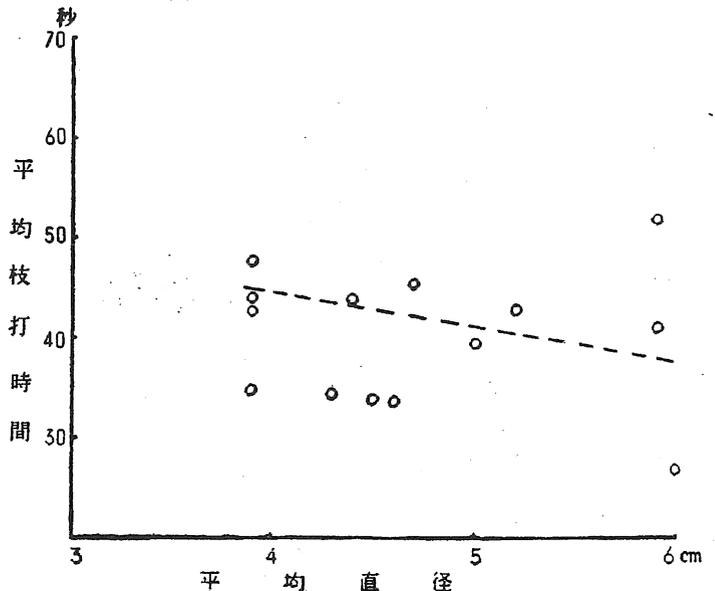


図-3

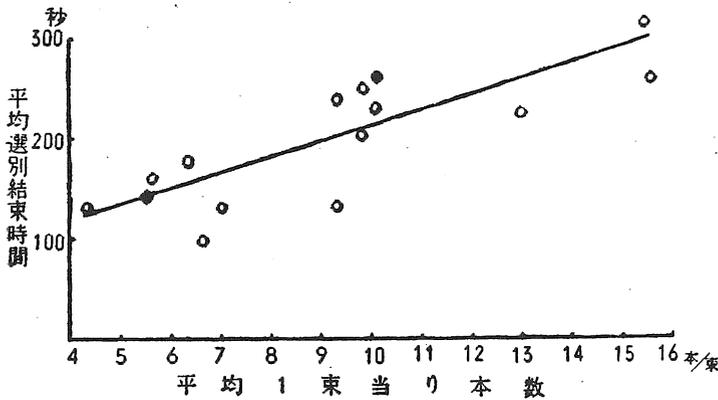


図-4

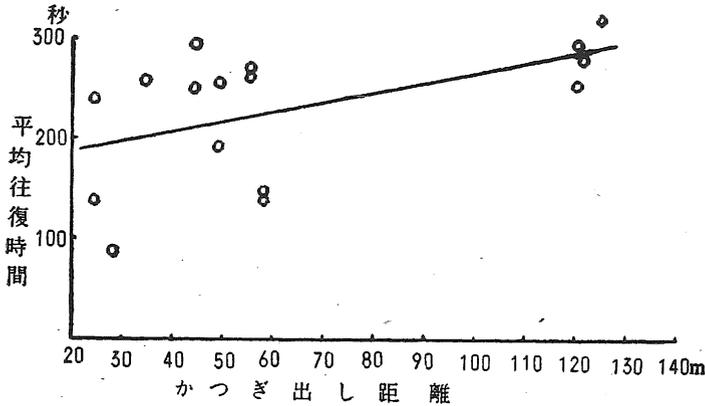
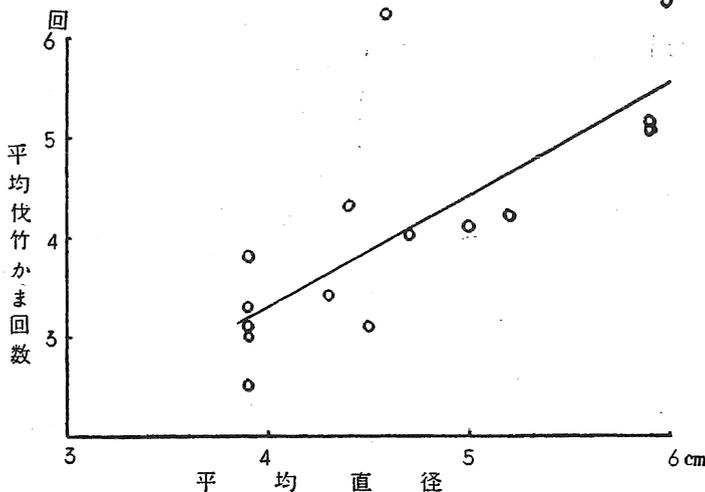


図-5



4) かつぎ出し距離と平均1往復時間の相関係数は0.54 (有意) となつて、距離の長いほど往復時間も長い、短距離の場合はかなり広い範囲にばらついている。かつぎ出し距離を x m, 平均1往復時間を y 秒とするときの回帰式は次のようになる。図-4

$$y = 231 + 1.00(x - 6.3)$$

5) マダケ1本当り平均直径と伐採のかまの使用回数の相関係数は0.75 (高度に有意) となつて、太い竹ほどかまの使用回数が多い。図-5

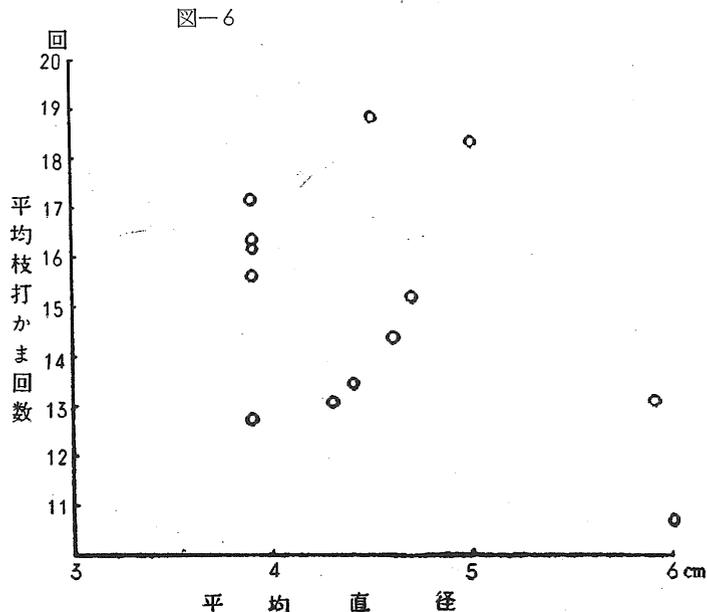
6) マダケ1本当り平均直径と枝打のかまの使用回数の間には相関がみとめられない。これは太い竹は枝下高が高くなるため細い竹にくらべて枝の数が多くなるとは限らないことを示し、前述の平均直径と枝打時間の方に相関がみとめられなかつた原因とも考えられるがなお研究を要する。図-6

7) 伐採地の傾斜や単位面積当り立竹本数と作業時間の間にも相関がみとめられなかつたが、これはなお今後の研究を要する問題であらう。

3. 日原町古屋敷マダケ林の伐採作業

島根県鹿足郡日原町左鏡古屋敷部落の西北方の山腹斜面 (標高約500 m) に成立するマダケとモウソウチクを製紙会社がパルプ原料として買受け同社益田原料区専属の作業員4人が36年10月から伐採にかかり37年4月までにマダケ4,000束、モウソウチク1,800束を伐出する予定である。この竹林は所有者が太い竹を1部抜き切りしたことがあるだけで、大部分は搬出利用の道がなく放置されていた。林内には雑草雑木が多く、密生しているところもみられる。枯竹も多いが単価が安いので伐採しないで、当年生の若竹も切り残している。伐採地からトラック道までの間約650 mの間は地形が複雑で重力式2段架線を設けている。

この竹材はすべてパルプ用であるか



ら、かまの切りきざし、皮はぎなどの外観的欠点は問題とならないため、全般的に竹の取扱いが簡略のように見うけられた。スダレ加工など一般用竹では特に枝打作業が最も熟練を要するものとされているが、パルプ用材では割合簡単のようである。一般用の竹の枝打はまず左手に竹幹をもち、右手でかまを使って元口の方から末端へ向って枝一本ずつを、始め枝下から枝の根もとを軽く切り込んだ後、かまを切り返して反対側からかまの背部で竹の表皮をはがさないように打落す。ところがパルプ用材の場合は、伐採のあと斜面の下方に竹幹の末端を向けて倒し、枝打は末端の方から元口へ向って進め各枝をかまの刃1回の切り込みで落している。パルプ用材の場合でも、竹幹の元口の方から順次枝打することもあるが、このときも同様に枝1本をかま1回で打落している。作業員の言によれば元口の方から枝打するとき、枝打が進むにつれて左手で移動させるのに、元口が地物にひっかかることが多いけれど、末端の方から枝打するときは竹幹の移動が容易で仕事が早いといことがある。かつぎ出し距離は28~52mの範囲で、28m以外の場合は1束ずつ肩に完全にかつぎ上げて運搬している。架線は重力式2段架線(上段1スパン150m複軌循環式、下段9スパン500m3荷重連送式)で上段と下段の架線交叉角は40°に近い。下段の架線には途中に峠があって20°近い屈曲部となり、また終点に続く約60mの区間は30°の急勾配線となって、卸し台はトラック道路面から約7mの高さに作られ、架設に当たっての苦心がうかがわれる。上段積込2人、中継1人、下段卸し1人、計4人で運搬作業に当たるが、中継場と卸し場の間の見とおしがきかずまこ

とに困難かつ危険な作業といえよう。なお架線器材は製紙会社の負担であり、搬器は1車輪片持交走式のを応急的に改造して連送式に使用している。

作業時間の調査方法は面影山の場合と同様で、11月10日から約1週間調査したが、伐採に着手したばかりで架線の整備も十分でなく、したがって調査も予定どおりには進まなかった。作業員は古屋敷の民家に宿泊し、専業3人、兼業1人、経験年数は7年が1人、2年が3人、年齢は43~54才である。作業用かまは三見産であるが、7年の経験をもつ作業員は伐採用のほかに枝打用として柄の短いかまを使い分け、また2人は雑木の伐採に腰鋸を使用している。目測による竹の直径は3~6cmが全体の9割を占め最大径は9cmであった。調査した伐採地の

傾斜は20~35°、マダケの密度は枯竹を除いて1㎡当たり平均1~2.1本である。マダケ1束当りの重さは任意の14束を実測し30~42kgの値を得た。実測例が少ないからはっきりしないが、前述の面影山の竹にくらべて1束当たり5kgぐらいいろいといえるようである。またいずれの場合も6cm竹が最も重い。

毎日の総作業時間は普通午前8時から午後5時半までの9.5時間で、その内訳はだいたい除外1時間、余裕0.5時間、実働8時間の割合である。実働時間から準備作業時間を除いた各単位作業時間を各作業員別、調査日別に集計し平均値を算定すれば、マダケ1本当たり平均直径4.3~5.5cmに対して平均作業時間は伐採19.7~29.1秒、枝打21.0~33.2秒となる。1束当たり平均本数7.7~11.4本に対して選別結束112.5~216.6秒、かつぎ出しは1往復76.3~247.5秒となる。これらの数値を前述の面影山の場合の散布図に記入してみると伐採、選別結束時間はだいたい同じような傾向を示すが、枝打時間は短いようである。この枝打時間が短いのは1本当たり枝打回数が少ないのとパルプ材のため枝打作業が簡単のためと説明されよう。ここでマダケ1本当たり平均枝打回数を直径級別に調べると表-2のとおりで、古屋敷の方が枝打回数は3~6cmは少なく、7~9cm竹は逆に多く、総平均で

表-2 マダケの径級別1本当たり平均枝打回数

直径級 cm	3	4	5	6	7	8	9	総平均
面影山	15.8	16.4	16.0	14.0	10.3	9.3	7.6	15.3
古屋敷	12.4	13.8	14.7	13.9	14.1	13.3	13.2	13.8

は1.5回少なくなっている。枝打方法と回数と時間の関係は今後もっと多くの実測を行なってから詳細な検討を加えることにしたい。

架線運搬は2段架線のため作業が箇所に分れるが、積込341～504秒。平均415秒、中継429～593秒、平均506秒、卸し380～607秒、平均458秒となるから、中継場の積替時間が最長で、この作業時間によって架線運搬全体の功程が左右されるとみてよい。架線運搬作業の概要を次に説明しよう。上段架線の積込場所は急斜面で余裕がなく雑木で組立てた下構の上に結束した竹を架線の両側から直角に並べて積込台とし、架線の下方を空間とした構造である。ところが急斜面の正面へ向って架線が入っているため積込台に架線と平行に竹を置くと主索と竹の距離が後部の方では大きく開き、竹を搬器に吊る際前部と同時に後部を吊ることができない。そこで左右の積込台前端にかけ渡した落し棒（この1端は麻ロープで積込台に連結してある）を設け、これに竹の元口の方をのせておいて、まず前部を搬器にロープで吊ってからブレーキをしめながら落し棒を落す。すると竹の前部が主索にかけられ、その重さによって主索が下がるので、それから竹の後部を搬器に吊っている。中継場では上段架線で運ばれてきた竹を主索にかけたまま、最初に前部、つぎに後部をそれぞれ下段主索上の搬器に吊りかえる。この際上段前搬器は上段へ返す場合と下段後搬器に使う場合があり、後者では下段空搬器の1つを上段へもって行く。卸し場に竹が到着すると、まず後搬器、つぎに前搬器を解放して竹を卸し台におとす。おろし台上的竹はトラック道路まですべり落し、さらにトラック道路の両側に1束ずつ巻立てて架線運搬の一連の作業を終ることになる。表一に架線運搬の要素作業と時間（分数は分母に最小値と最大値、分子に平均値）を示したが、各要素作業の順序は多少前後することがある。なおこの表では実

表一 架線運搬の要素作業

単位 作業	要素 作業	作業時間 (秒)
積	1. 落し棒を積込台へかける	40 15~71
	2. 上り線から空搬器をはずす	26 15~35
	3. 竹の束を集め元口の方を落し棒にのせる	166 130~274
込	4. 前搬器を下り線にかけ曳索を抱索部に取付けしめる	79 61~147
	5. 竹の前部を搬器にロープで吊り制動しながら落し棒を落す	
	6. 後搬器を下り線にかけ竹の後部をロープで吊る	79 37~205
	7. ブレーキをゆるめて架線運転	39 20~74

中	1. 下段の空搬器が到着停止後ブレーキ棒を固定する	27 13~50	
	2. ブレーキから積替台まで歩く	11 9~27	
	3. 空搬器抱索部をゆるめロープをとき搬器をはずす	49 25~51	
	4. 空搬器の1つを下段下り線にかけ竹の前部をロープで吊りかえる	65 28~100	
	5. 上段前搬器の抱索部をゆるめ搬器とロープををかけかえる	38 12~62	
	6. 竹の前部は下段、後部は上段の下り線にかけたまま、後搬器が下り線の交叉部に近接するまで前に押す	13 6~28	
	7. 下段の後搬器に竹の後部をロープで吊る	65 47~97	
	8. 上段後搬器をはずす	56 24~130	
	9. 上段上り線に空搬器をかけた曳索を取付けロープ2本を巻く		
	継	10. 下段の前・後搬器の抱索部を固くしめる（丸太の槌でたたく）	47 27~51
		11. 積替台からブレーキまで歩く	30 16~70
		12. ブレーキ棒の固定を自由にする	
13. ブレーキをゆるめて架線運転		85 54~122	
卸		1. 空搬器が上がって行って竹（3束）が到着し前搬器が主索に固定した横棒にぶつかって停止する	81 39~172
	2. 後搬器の抱索部をゆるめる	50 23~94	
	3. 後搬器のロープをとく、竹の後部は卸し台におちる		
	4. 後搬器を上り線にかけ替え曳索を取付ける	31 17~47	
	5. 前搬器の抱索部をゆるめる	43 13~103	
	6. 前搬器のロープをとく、竹の前部が卸し台におちる		
	7. 前搬器を後搬器の下に吊る	66 38~119	
	8. ロープ2本を空搬器に巻き抱索部を強くしめる		
	し	9. 竹を卸し台からトラック道路の方へ1束ずつすべり落す	50 22~101
		10. 卸し台からトラック道路上へ歩く	92 59~203
		11. トラック道路の両側へ1束ずつ巻立てる	
		12. トラック道路上から卸し台へ歩く	43 33~52

搬器側主索を下り線、空搬器側主索を上り線と便宜上仮称した。

4. あとがき

萩市面影山マダケ林の伐採運搬作業の時間分析から求められた回帰式によって、マダケの平均直径4, 5, 6

cm の3つの場合について 1束当り作業時間を試算すれば概略表-4 のようになる。ただし枝打時間は平均直径と相関があると仮定した回帰式から 5 cm 竹の枝打時間を計算し、これを 4 cm, 6 cm 竹にも適用した。

表-4 マダケの径級別 1束当り伐採・枝打・選別結束時間 (単位秒)

区 分	4 cm (14本/束)	5 cm (8本/束)	6 cm (6本/束)
伐 採	311± 57	242± 38	230± 40
枝 打	577± 92	330± 53	247± 40
選 別 結 束	269± 30	178± 10	149± 20
計	1157±179	750±101	626±100

したがって一般用マダケ 1束当りについて、伐採から結束までの実働時間(準備作業を除く)は平均直径 4 cm で 19.3±3.0分, 5 cm で 12.5±1.7分, 6 cm で 10.4±1.7分となる。すなわち伐採から結束までの時間が平均直径 4 cm 竹は 6 cm 竹の約 2 倍となるから、直径の太

い竹林ほど伐採運搬に有利なことが明らかといえる。なおトラック道路までの所要時間はかつぎ出し距離を 60~100m とすれば、概算 2.5 分を上記の時間に加算すれば十分であろう。パルプ用マダケとしての日原町古屋敷の場合は調査時期が適当でなく、また実測例も少数のため今後時間調査をもっと追加する必要があるものと考え。

この研究は、竹林の積極的利用をはかり、ことにパルプへの利用拡大の方法と限界などについて考究する目的をもって竹材の伐採運搬作業の実際を調査した訳であるが、今回はマダケ林 2 箇所について時間研究を行なったばかりなので、今後さらにモウソウチク、ハチク等範囲を広げ、エネルギー代謝率の測定や疲労調査も実施し、合理的な作業方法や功程を究明する計画である。

参 考 文 献

1. 上田弘一郎：タケの栽培 1959 東京
2. 辻隆道：時間研究のやり方 1958 東京

Summary

This is the report of the stop-watch time study made by the continuous method on the cutting and hauling operation of Madake (*Phyllostachys reticulata*) groves in Yamaguchi and Shimane prefecture. The table below shows one example of cutting, limbing and bundling operation time in average, and the productive time from stump to a truck road will be obtained by adding about 150 seconds to the each total in the table.

Operation	Time per bamboo-bundle in second		
	4 cm d.b.h.	5 cm d.b.h.	6 cm d.b.h.
Cutting	311± 57	242± 38	230± 40
Limbing	577± 92	330± 53	247± 40
Bundling	269± 30	178± 10	149± 20
Total	1157±179	750±101	626±100