

彫刻機による広葉樹材数種の切削試験

石 原 義 久

Carving tests on several Japanese hard woods by the carving
and coping machine

Yoshihisa ISHIHARA

Abstract:

A study was made on process and problems of carving by the carving and coping machine of West Germany make. Materials selected six Japanese hard woods, and they were trimmed in air-dried wood of $200 \times 150 \times 15$ mm.

The carving are made use of the fiber direction, traversed of it, and circular. Average time of carving, rough, burning, crocking, chocking, and sprouting were measured.

From this measurement, it is mentioned the highly significant differences were found in species, milling cutter, and pattern at 0.1 % by means of three factorial arrangement design.

The pattern showed the highest values of variance ratio in them, and species showed the second highest values.

And also the significances were found on the interaction between pattern and species or milling cutters at 0.1 %.

要旨： 1968年、西ドイツより倣い彫刻機を導入し、彫刻に適する材のなかより広葉樹6種類の硬、軟材をもちい、彫刻機による工程と切削上の問題点とをしらべてみた。

被削材は縦200、横150、厚さ15mmの気乾材をもちいた。切削方向は繊維方向とそれに直角な方向と円形とし、切削幅を3、5、10、15、24mmの5種類、切込量は4、8mmの2種類とした。測定は、切削時間、切削面上の荒さ、焼けについてはかった。このほか切削溝の目づまり、欠け、めくれについても測定を試みた。

この結果、切込量が大きいばあいと図形、カッター刃幅によっては切削不能なものがあった。またカッターの刃先の摩擦により黒い焼けの生じるものが見られた。切削時間について樹種別にみるとカツラが他の樹種にくらべて長時間かかった。ただし切削不能のものがふくまれている樹種と比較すると時間の差はあまりないと考えられる。

これらのデータについて3回くり返しのうえ三元配置法により分散分析をおこなった結果、樹種、カッター刃幅、図形とも0.1%の危険率で有意差がみとめられたが、なかでも図形の分散比はもっとも高く、樹種がこれに次いだ。なお図形と樹種、図形とカッター刃幅との交互作用についても1%の危険率で有意性がみとめられた。

はじめに

山梨県林業試験場では昭和30年から木工みやげ品の試作に着手し、試作品の販売試験、木工みやげ品

製作への意向調査をおこない、この結果をもとに紅富士をかたどった「富士山の木彫壁かけ」を商品化し、生産組合を指導、育成してきた。

富士山がデザインされているため外人も好んで購入し、輸出したいという商社もあり、需要の増大が考えられてきた。そこで従来、手加工のみにたよってきた彫刻製品も量産と生産コストの引下げ、それに木彫技術者の短期養成が要求されるようになり、必然的に材料の問題もでてきた。そこで彫刻に適する材のなかには硬質な材もおおく、これらは手加工のばあい、彫刻にいちじるしい時間と労力が必要となる。木彫品のもつ工芸的価値からも当然仕上げには手加工を必要とするものがおおいが、なかには彫刻機のみで仕上げる方法も量産面から考えられる。いずれにしても木彫でもっとも時間と技術を要する荒けずりを、彫刻機により切削しその工程調査をおこなった。

そこでまず彫刻材となる6種類の広葉樹の硬、軟材をもちい、彫刻機による工程と切削上の問題点とをしらべてみた。

この試験をおこなうにあたり、御教示いただいた産業工芸試験所（現在、製品科学研究所）、山梨県商工労働部に深く御礼を申し上げる。最後に農学博士故安藤愛次場長をはじめ場員各位より御指導をいただいたことを感謝する。

試験の方法

1. 彫 刻 機

ライヒェンバツハ社製倣い彫刻機 R636型 6軸機であるが、この試験では中央に近い2軸のみを用い、カッターの回転数は毎分12,000回転とし、カッターは直径3、5、10、15、24mmの5種類を用いた。

(写真1)

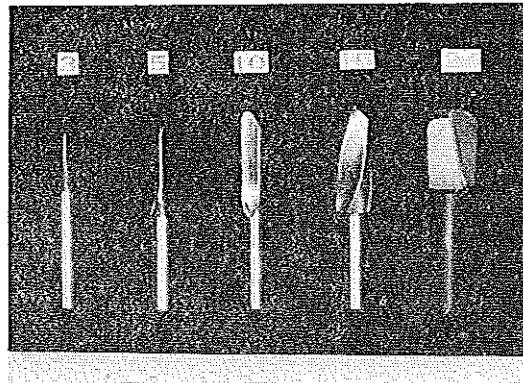


写真1 供試したカッター
Photo.1 The milling cutters

2. 供 試 機

彫刻に適した材質をもつもののなかから、軟質材としてカッラ、ホオノキ、硬質材としてイタヤカエデ、ミズメ、また中庸のものから空の美しい材としてヤマザクラ、ケヤキをえらんで供試した。(第1表)

第1表 試験に用いた樹種

Table 1. Tree species used for the curving

	樹 種	Common name	Scientific name
1	カ ツ ラ	Katura-wood	Cercidiphyllum japonicum Sieb. et Zucc.
2	ホ オ ノ キ	Japanese cucumber tree	Magnoria obovata Thunb.
3	ヤ マ ザ ク ラ	Japanese cherry-wood	Prunus jamasakura Sieb. et Zucc.
4	ケ ヤ キ	Keyaki-wood	Zelkova serrata (Thunb) Makino
5	イ タ ヤ カ エ デ	Itaya maple	Acer Mono Maxim.
6	ミ ズ メ	Japanese cherry birch	Betula grossa Sieb. et Zucc

被削材はタテ200、ヨコ150厚さ15mmの気乾材を用いた。あらかじめ各材片の重量を測定したが、イタヤカエデを除いた5樹種は採材した木の太さのちがいにより、材質の差がみられたので試料の均一性を高めるため次のように区分して供試した。

第2表 供試材片の性質

Table 2. Wood characteristics of test pieces

項 目	区 分	カ ツ ラ Cercid	ホ オ ノ キ Magnoria	ヤ マ ザ ク ラ Prunus	ケ ヤ キ Zelkowa	イ タ ヤ カ エ デ Acer	ミ ズ メ Betula
原木の直径 (cm) Diameter of log	A	40	30	30	30	—	60
	B	80	80	60	50	—	80
供試片重量 (g) Weight of piece	A	201	223	266	303	—	365
	B	198	241	270	296	322	284
心材と辺材 Heart wood, sapw.	A	HW+SW	HW+SW	H+SW	H+SW	—	H+SW
	B	H・W	H・W	H・W	H・W	—	H・W
木 目 Texture	A	柾 目 Edge grain	板 目 Flatsawng	追 柾 Edge+ Flatsawng	柾 目 Edge g.	追 柾 Edge+ Flatsawng	柾 目 Edge g.
	B	柾 目 Edge g.	柾 目 Edge g.	柾 目 Edge g.	板 目 Flatsawng	grain	板 目 Flatsawng

各樹種ごとにA、B区分した供試材をおのおの9枚、合計108枚をもちいた。

3. 図形のパターン

彫刻機の5種類のキッターが切込み4、8mmのばあい、樹種、図形による切削時間の差をしらべた。試験の因子と水準数は次のとおりである。

6 樹種 × 2 材質 × 5 切削幅 × 2 切込み × 3 くり返し

図形は直線と円で、直線のばあいは繊維方向とこれに直角な方向とを15cmの長さを切削し、円のばあいは細い3mm径のキッターは2cm、5mmは3cm、10mmと15mmは4cm、24mmは4、5cmの円周上を切削するため、あらかじめ直線、円とも10ずつの図形パターンを作成した。(写真2、3)

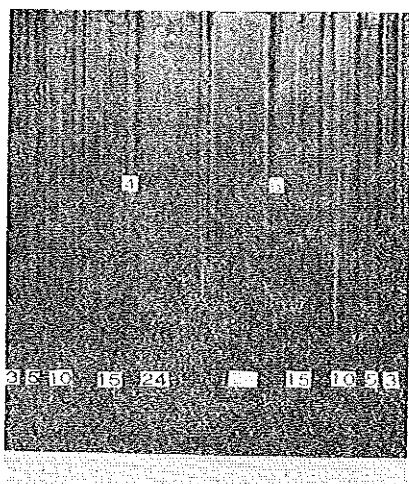


写真2 直線図形パターン
Photo.2 Different width and depth patterns for linear tracing

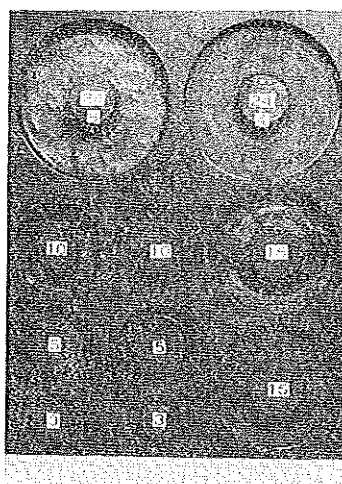


写真3 円図形パターン
photo.3 Different width and depth patterns for circular tracing

被削材を平面切削板上に左右おのおの1枚ずつ固定し、2軸を用いてカッターごとに所定の深さの位置を切削した。切削の順序は切込み4mm、8mmの順とし、カッターは細いものから太いものを用い、図形は繊維方向の直線、これと直角の直線、円形の順とした。ただし樹種ごとの順序は無作意化し、カッターを樹種ごとに交換した。(写真4、5、6)

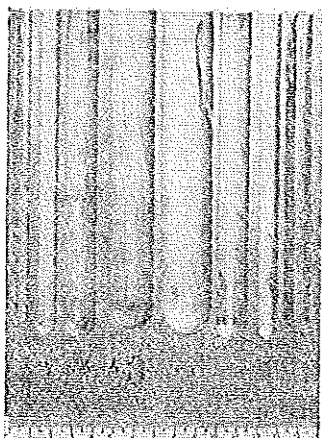


写真4 繊維方向の直線切削
Photo.4 Linear carving along to the fiber direction

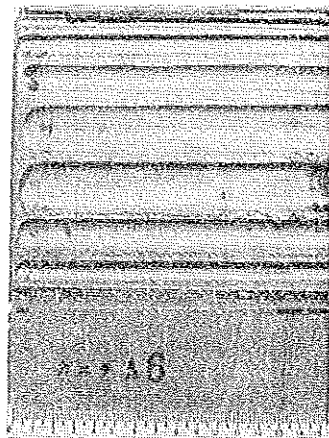


写真5 繊維方向に直角な直線切削
Photo.5 Linear carving traversed on the fiber direction

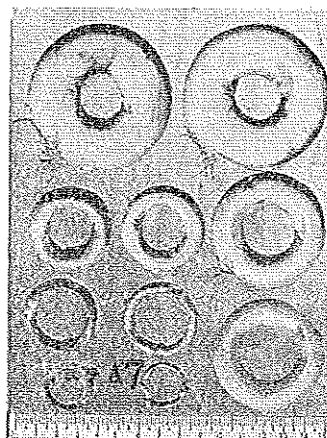


写真6 円形切削
Photo.6 Circular carving

4. 測 定

ひとつの図形を切削するための時間を秒単位ではかり、円形図形のばあいは15cmの円周の切削時間に換算した。得られた結果は3回くり返しの三元配置法により分散分析した。

切断面についてはあらさと焼けを観察した。あらさは次の3段階にわけ、直線図形では長さ、円形図形では角度をはかった。

きわめて粗 まばらなきわめてあらいさか目。粗 あらいさか目。 やや粗 肉眼的に判別できるさか目

切断面上の焼けはその形状により、連続的、まだら状、点状にわけて記載した。硬質材で切込みが8mmのばあいには図形により切削できないものがあったが、そのばあいには切削不能点までの距離、あるいは角度を測定した。

このほか写真4、5、6でみられるように切削した溝に木屑がつまるもの、写真5の上左端にみられるように切削線間の部分がとぶもの、あるいは写真5の中央、写真6の上左端にみられるように切削線にそって材がめくれるものについても測定を試みた。

試験結果

1. 切削できなかったケース

切込みが4mmのばあいはすべてデーターがえられたが、8mmとなると切削不能な図形があった。(第3表)

第3表

樹種	図形 カッター幅mm	直線図形										円形図形				
		繊維方向					繊維と直角方向									
		3	5	10	15	24	3	5	10	15	24	3	5	10	15	24
カツラ Cercid												1				
ホオノキ Magnoria					1											
ヤマザクラ Prunus												1				
ケヤキ Zelkova		2			1							2	1	1		
イタヤカエデ Acer					(1)							2				
ミズメ Betula		2					2			3		2	3			3

注) (1)は15cmを12cmまで切削

切削不能は考え方によれば無限大の時間ともいえるし、実際には切込みを浅くして何回か切削すれば所定の切込みまで削れるわけであるが、一度の切削により8mmの切込みが可能かどうかを知ることも試験の目的であったので切削不能とした。

供試材片108枚を2軸をもちい2枚ずつ使い、各材片に10種類の図形を削ったので、540回の時間を測定をしたが、そのうち8mmの切込みは270回である。

したがって各樹種ごとに45回の切削試験をおこなったわけであるが、切削できなかった回数はミズメが15回で圧倒的におおく、ケヤキ7回、イタヤカエデ3回がこれに次ぎ、他の樹種は1回ずつであっ

た。

図形ごとにみると90回の試行のうち、円形図形のばあいには切削不能がおおく16回であり、直線図形のばあいは繊維方向およびこれと直角の方向ともそれぞれ5回であった。

カッターの刃幅については54回切削したなかで、5mm幅のものが13回切削できず、他にくらべてはるかにおおかった。これに次いで24mmの6回、3mmの4回であり、10mmと15mm刃幅のカッターのばあいにはほとんど切削不能ということがなかった。

なお切削によりカッターの刃先に摩擦が大きいために黒い焼けがみられた。(写真7、8)

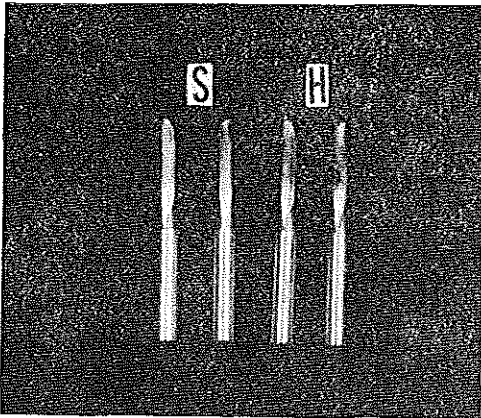


写真7 3mm 刃のヤケ

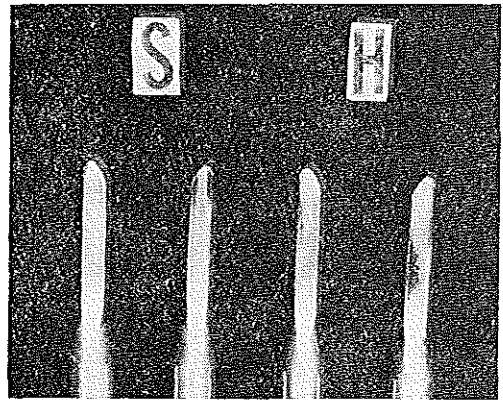


写真8 5mm 刃のヤケ

Photo. 7, 8 Scorched cutters after carving on various woods, Left : 3mm Right : 5mm

注) 左から右へ、s:軟材カツラ、ホオノキ、H:硬材イタヤカエデ、ミズメ

Note) Three species from left to right: soft woods,

Cercidiphyllum, Magnoria, Hard woods, Acer, Betula

カッターの刃先の焼けをみても3mmのものより5mmのものの方が焼けがひどい。3mmでは硬材でもミズメのみに焼けがみられた。イタヤカエデにはみられなかった。5mmのものでは軟材にくらべて硬材の方がはるかに焼けがいちじるしかった。

2. 切削時間

上述の切削できなかつた28ケース以外の512回について各図形を切削する所要時間を測定した。これらから3回くり返しの平均値を計算した。(付表1) 3回とも切削不能のケースはミズメの3図形にみられた。実験因子ごとに平均値を求めると第4表のとおりである。

第4表 供試した全図形による平均切削時間(秒)

Table 4. Average time of carving in respect to the experimental factors (second)

樹 種 Tree species					
カツラ Cercid	ホオノキ Magnoria	ヤマザクラ Prunus	ケヤキ Zelkowa	イタヤカエデ Acer	ミズメ Betula
14.2	7.9	9.0	9.9	9.4	11.6

カッター刃幅 Milling cutter (mm)				
3	5	10	15	24
10.9	12.7	7.7	7.9	12.4

図 形 Pattern		
直 線 Linear		円 形 Circular
繊維方向	直角方向	
Lf	Ltf	
9.6	9.2	11.8

切 込 み		総平均値	Total average
4	8		10.3
9.5	11.2		

彫刻機による切削ではカッターが他樹種にくらべて長時間かかっている。ただし上述のようにミズメには切削不能のものがふくまれているので、ここにしめされたほどの時間の差はないと考えられる。硬質材ではイタヤカエデが切削しやすく、ケヤキより所要時間は短いようであった。供試した樹種ではホオノキがもっとも時間がかからなかった。

カッターの刃幅については5mmが切削不能の回数をもっともおおく、刃先のヤケもいちじるしかった。また切削時間もながくかかっている。これに次いで24mmであった。これに対して10mmと15mmは短い時間で切削することができた。3mmは平均時間にちかい値をしめた。

図形についてみると直線と円形では円形の方がはるかに時間がかかっている。方法で述べたように直線図形のばあいはいずれも15cmの長さを切削したが、円形はカッターが3mmのばあいに6.2cm、5mmは9.4cm、10mmと15mmは12.6cm、24mmは14.1cmの円周長を切削しているので、おなじ長さの切削時間を比較すれば第4表にしめされた差よりもずっと大きくなる。さらに円形図形のばあいには切削不能のケースが直線図形よりおおかったことを考えれば、直線と円形の差はより大きくなるわけである。直線図形を繊維方向とこれに直角な方向を比較すると大差はみられなかった。

切込みについては深い方が当然のことながら時間がかかっている。

切込みが4mmのばあいには切削時間のデータが完全だった。測定値270のうち円形図形については長さ15cmの切削時間に換算して資料をつくった。(附表2)

このデータについて3回くり返しの3元配置法により分散分析をおこなった。

この結果、樹種、カッター刃幅、図形とも0.1%の危険率で有意差がみとめられたが、なかでも図形の分散比はもっとも高く、樹種がこれに次いだ。なお図形と樹種、図形とカッター刃幅との交互作用についても1%の危険率で有意性がみとめられた。切込み4mm、長さ15cmの切削時間を樹種、カッター刃幅、図形別にしめすと第1図のとおりである。ただし直線図形のうち繊維方向とこれに直角な方向との

差はあまりなかったので直角方向のみをしめた。

第1図より図形と樹種の関係において、切削に時間がかかる樹種ほど直線図形より円形図形の方が切削が困難なことがわかる。また図形とカッター刃幅との交互作用については刃幅がせまいほど直線図形にくらべると円形図形の方が切削時間がかかる傾向がうかがえる。

切込み4mmのデータで円形図形の長さを15cmに換算して実験因子ごとに平均値を求めると第5表のようになる。

第5表 切込み4mm、長さ15cmの切削時間(秒)

Table 5. Average time of carving for 15cm in length, 4mm in depth (second)

樹 種 Tree species					
カ ッ ラ Cercid	ホ オ ノ キ Magnoria	ヤマザクラ Prunus	ケ ヤ キ Zelkowa	イ タ ヤ カ エ デ Acer	ミ ズ メ Betula
17.1	8.7	9.8	10.1	9.2	13.7

カッター刃幅 (mm) Milling cutter (mm)					
3	5	10	15	24	
14.7	13.2	9.8	8.6	11.1	

図 形 Pattern			円 形 Circular	総平均値 Total average 11.4
直 線 Linear				
繊維方向	直角方向			
Lf	Lrf			
8.5	8.9		16.9	

樹種、カッター刃幅、および図形による切削時間の差はさきに述べたことと大差はない。ただカッター刃幅3mmの所要時間が換算によりながくなっている。

3. 切削面の測定と観察

切削面を観察してあらさを3段階にわけ、その長さを測定した結果を第6表にしめす。

ここにしめされた長さは切削長540cmに対してのあい面の長さである。したがってあい面のあらわれる比率はわずかであり、荒けずり素材の生産目的からは問題とならないかもしれないが、彫刻機による切削肌の精粗は第5表から推察することができる。すなわち図形により、あい面は直線切削で繊維方向のばあいと円形切削のときにあらわれ、繊維方向と直角に切削するばあいには平滑な面がえられる。(写真9)

切削面上の焼けはヤマザクラがもっともやすく、ミズメがこれに次ぎ、ホオノキがもっともにくかった。

切削した溝に木屑がつまるのはカッター刃幅がせまく、切込みの深いばあいであるが、ほとんどが3

第6表 切削面のあらさ度別の長さ (cm)

Table 6. Length of rough carving surface divided into three classes by the observation (cm)

樹種	直線図形 Linear						円形図形 Circular		
	繊維方向 Lf			直角方向 Lrf			極めて粗 v.r	粗 r	やや粗 s.r
	極めて粗 v.r	粗 r	やや粗 s.r	極めて粗 v.r	粗 r	やや粗 s.r			
カツラ Cercid	32	43	81	2	1	1	2	54	23
ホオノキ Magnoria	4	6	12	0	10	45	13	41	0
ヤマザクラ Prunus	27	29	0	0	0	36	0	26	19
ケヤキ Zelkowa	37	14	8	0	0	50	15	30	2
イタヤカエデ Acer	0	0	0	2	0	29	0	22	36
ミズメ Betula	24	0	9	0	0	0	0	0	4

note) v.r : very rough, r : rough s.r : slightly rough

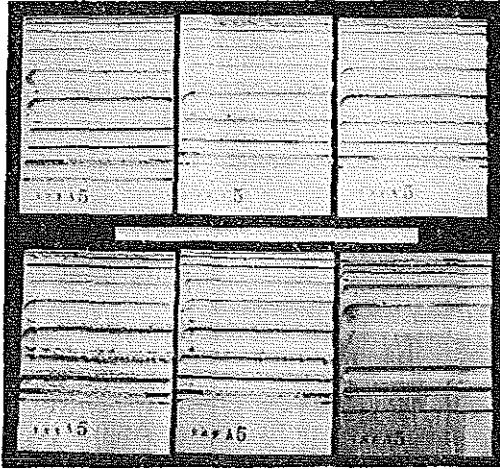


写真9 供試6樹種の繊維方向と直角の平滑な切削面
Photo 9. Flatly surface by means of linear carving
transversed on the fiber direction

Note) Left to right : above ; Cercid, Magnoria,
prunus, bottom ; Zelkowa, Acer, Betula

mm幅のカッターで切削したものであった。しかし円形図形のばあいには5mm幅で切込みが4mmでも目づまりがあることが観察された。

繊維方向と直角の切削をおこなったばあい、切削線にはさまれた部分が欠けることがあった。108のテストピースでこうした欠損のあったのは18材片、22カ所であった。このうちミズメが8、カツラとヤマザクラがおのおの4、ケヤキが3、ホオノキが2、イタヤカエデが1カ所に欠損がみられた。ミズメのばあいには切込みが4mmで、切削線にはさまれた部分の幅が2mm程度あっても欠けるばあいがあった。

切削線にそって材がめくれる現象がとくに軟質材でみられた。ホオノキのばあいにはとくに心材のみのばあいにいちじるしかった。

(写真10)

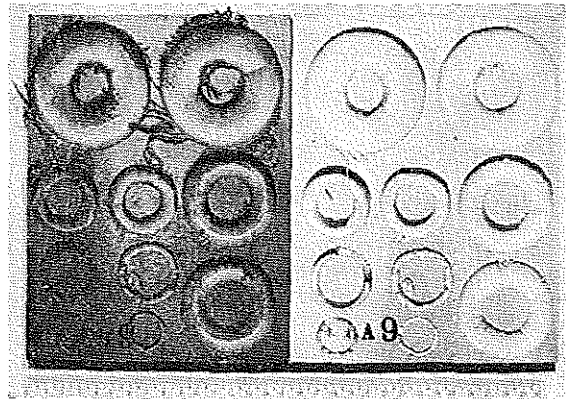


写真10 切削線にそった材のめくれ

Photo 10. Sprouting of wood fiber by carving on Magnoria

考 察

試験結果から考えられることは、材料からみると、従来彫刻しやすいと考えられていたカツラ材が、彫刻機で加工するばあいは、切削時間はおもったよりかかり、削り肌もよくなく、これにくらべて硬質材、とくにイタヤカエデがかえって切削時間がみじかく、削り肌もよかった。ただし一度にけずる量は一般に考えられているように少なくないが機械加工上からは、けずる回数をおおくしてもそう問題にはならないと思われる。切削方向から考えられることは、縦、これに直角な方向はほとんど差がなく、円形、なかでも曲線の小さいものが切削しにくかったことから、彫刻の図形を考えるばあいは、あまり細かい曲線はさけるような考慮が必要である。カッター刃、被削材の旋けについては、切削量がおおいばあいは、図形が曲線のばあいに切削抵抗のため切削速度、カッターの回転数の低下のときに生ずることから材質、図形を選択が重要である。欠けについては、切削溝と切削溝の間が細く、切削方向が繊維方向に直角な方で、さらに切込量のおおいばあいにおこることからも図形と深さの関係などの考慮がなされなければならない。

お わ り に

彫刻機を利用して彫刻製品を製作するには木材の収縮、膨張が製品を低下するような構造なものにはその影響の少ない材を、また荒ぼりと手仕上げの比率で、荒ぼりの比率のたかいものには削り肌のよい材を選び、図形は、デザインの面からも工作上の面からみても、もっとも効果的なものにするならば、困難でコストの高かった彫刻製品も技術の改善とともに量産がはかられ、広葉樹の高度利用にも役立つものである。筆者がおこなう彫刻機と彫刻製品の研究も今後問題が沢山残されているが、おおくの方々に御批判と御支援をお願いする次第である。

付表1 各図形を切削する所要時間 (0.1秒)

Appendix 1 Time for carving in each patterns (0.1 second)

カッター(mm) Cutter 切込み(mm) Depth		3		5		10		15		24	
		4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
樹種 Tree sp.	図形 Patter										
カ ツ ラ Cercid	直線 タテ Lf	167	213	147	233	137	80	107	100	110	90
	直線 ヨコ Ltf	177	187	167	240	83	67	83	70	130	110
	円 形 C	185	180	167	197	133	77	180	97	183	147
ホ オ ノ キ Magnoria	直線 タテ Lf	73	80	63	80	57	63	60	70	60	77
	直線 ヨコ Ltf	70	103	83	90	60	70	57	57	63	73
	円 形 C	87	130	103	117	73	77	63	70	80	150
ヤマザクラ Prunus	直線 タテ Lf	80	90	90	117	67	60	67	77	87	143
	直線 ヨコ Ltf	80	83	87	110	60	63	63	67	83	137
	円 形 C	95	85	97	137	70	77	87	93	103	140

カッター(mm) Cutter 切込み(mm) Depth		3		5		10		15		24	
		4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
樹種 Tree sp.	図形 Patter										
ケヤキ Zelkova	直線タテ Lf	83	90	63	200	57	57	63	80	97	180
	直線ヨコ Ltf	77	87	103	127	63	70	63	70	103	133
	円形 C	87	90	100	160	77	120	75	90	130	187
イタヤカエデ Acer	直線タテ Lf	80	83	70	97	57	63	50	53	73	177
	直線ヨコ Ltf	100	107	100	150	57	63	57	63	90	133
	円形 C	80	113	93	180	67	77	57	80	120	227
ミズメ Betula	直線タテ Lf	101	90	127	100	70	70	80	70	107	217
	直線ヨコ Ltf	117	120	163	160	60	70	70	83	100	×
	円形 C	93	160	133	×	163	143	127	147	187	×

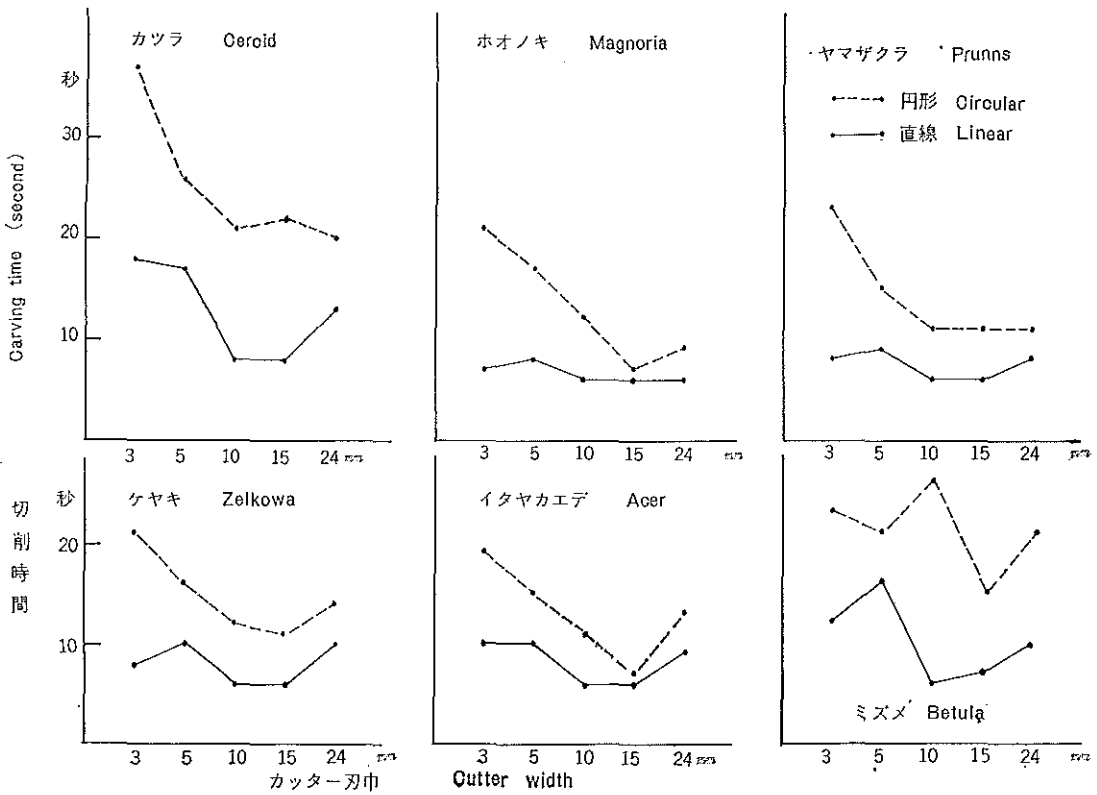
注) 図形の直線タテ、ヨコは繊維方向とこれに直角な方向

Note) Lf : Linear carving along to the fiber direction, Ltf : Linear carving transversed on the fiber direction, C : Circular carving

付表2 切込み4mm長さ15cmの切削時間(秒)

Appendix 2 Corving time for 15cm in length, 4mm in depth (second)

樹種 Tree Species	図形 Pattern	カッター刃幅 Milling cutter (mm)														
		3			5			10			15			24		
カツラ Cercid	直線タテ Lf	19	16	15	16	15	13	17	12	12	10	11	11	12	11	10
	直線ヨコ Ltf	18	21	14	21	15	14	9	7	9	8	9	8	12	13	14
	円形 C	22	50	38	30	27	22	22	21	21	25	22	18	26	18	17
ホオノキ Magnoria	直線タテ Lf	7	8	7	6	7	6	6	6	5	5	7	6	6	6	6
	直線ヨコ Ltf	7	7	7	7	8	10	6	6	6	6	5	6	7	7	5
	円形 C	22	22	19	18	16	16	11	11	13	7	7	8	9	8	10
ヤマザクラ Prunus	直線タテ Lf	6	7	10	12	8	7	5	6	9	7	7	6	10	8	8
	直線ヨコ Ltf	7	10	7	7	9	10	6	6	6	6	7	6	8	8	9
	円形 C	24	22	22	14	14	18	11	11	11	10	12	10	12	12	10
ケヤキ Zelkova	直線タテ Lf	8	9	8	6	6	7	6	6	5	5	7	7	10	7	12
	直線ヨコ Ltf	8	7	8	10	11	10	7	6	6	7	5	7	11	12	8
	円形 C	22	22	19	18	13	18	11	14	11	8	10	14	13	13	17
イタヤカエデ Acer	直線タテ Lf	7	9	8	7	8	6	5	5	7	5	5	5	8	6	8
	直線ヨコ Ltf	10	10	10	10	10	10	6	6	5	5	5	7	9	9	9
	円形 C	19	19	19	13	14	18	10	11	11	6	6	8	14	13	12
ミズメ Betula	直線タテ Lf	11	11	19	13	18	12	7	7	7	8	9	7	8	12	12
	直線ヨコ Ltf	11	11	13	14	13	22	6	6	6	6	7	8	9	10	11
	円形 C	22	22	24	19	19	26	26	27	26	17	14	14	22	20	20



第1図 切込み4mm、長さ15cmの切削時間における図形と樹種、カッター刃幅との関係

Relationship between the patterns and tree species,width of the milling cutters in respect to the carving time.

文 献

- 1) 林(1965)：プレーナーの切削条件とアラサの判定について 第3回木工技術研究発表会要旨集 P155~162
- 2) 石原(1965)：木工みやげ品に関する研究山梨林試報 13P37~44
- 3) 長岡(1963)：木材の切削加工について。ブナ材切削にみる仕上膚について。木工技術研究発表会要旨集 P1~16
- 4) 林業試験場編(1958)：木材工業ハンドブック P172
- 5) 山住(1965)：コッピングレース加工における考察 第3回木工技術研究発表会要旨集 P79~84