

# 鋸速度に関する研究(2)

## 挽材能率と鋸の寿命について

伊藤邦昭・熊谷洋二

### I まえがき

帯鋸機械による挽材作業では、所要動力はもちろん、鋸速度、さらに鋸条件までほとんど変えずに一定条件で被削条件の異なる原木(針葉樹、広葉樹、挽巾の大小など)を挽材している。そのために挽材能率が低下しているにもかかわらず能率低下の程度や、その損失データも少ないために挽材困難でない限りあまりこの点に注意をはらっていないのが実状である。

しかし、賃金をはじめ製材工場の諸条件はますますシビアになってきている。そのためできるだけ適した条件で挽材能率も上げる必要があるが、そのなかでも鋸速度は樹種、挽巾などによって適速度があり、挽材能率には大きく関係する製材上重要な因子である。

1報においてはブナ材を用い検討を行なったが、本実験では南洋材のマツ材を用いて鋸速度と挽材能率、アサリの摩耗について挽巾別に検討を行なったので報告する。なお、帯鋸盤については試験場移築のため、1,065mm(モーター15KW)を1,150mm(モーター37.5KW)に替えたので、2種類について検討することができた。

本実験にあたっては、材料提供にご協力していただいた高山市花里町、三洋木材株式会社社長、野中馨氏に深く感謝の意を表する。

### II 試験条件および方法

#### 1. 帯鋸機械

1,065mm軽便自動送材車付帯鋸盤(モーター15KW、以下A機という)と、1,150mm軽便自動送材車付帯鋸盤(モーター37.5KW、以下B機という)の2台を用いた。各帯鋸盤とモーターの間にプーリーの径を変化させて変速する無段変速機をとりつけ、鋸速度を表-1に示す4段階について行なった。

なお、前報では5段階になっているが、鋸速度の最高が50.7  $m/s$ までしか上らないので、南洋材でもあり47.5  $m/s$ までとした。挽材にあたっては鋸速度の低い方から試験を行なった。

#### 2. 使用帯鋸

供試鋸はニッケルクローム鋼(A機)と、カーボン鋼(B機)で、鋸厚0.90mm、鋸巾125mmのものを用い、それぞれ1枚の鋸で鋸速度30.7  $m/s$ から47.5  $m/s$ まで4段階の挽材を行なった。またアサリは各鋸速度ごとにアサリ出しを行ないアサリ巾はなるべく揃えるように注意した。供試鋸の条件を表-2に示す。

#### 3. アサリの摩耗測定

アサリの測定は、マイクロメーター( $\frac{1}{100}mm$ )を用い、鋸仕上げ後全鋸歯を測定し、その平均と思われる5箇所、50枚を選び、使用前、挽材面積1  $m^2$ 、10  $m^2$ 、30  $m^2$ 、60  $m^2$ 、120  $m^2$ 挽材後および挽材不能後にそれぞれ測定し、各測定時における鋸歯50枚の平均値でアサリの摩耗状態を比較した。

なお、使用前のアサリの測定は研磨のかえりを取る意味から厚さ2cm、長さ2mのブナ材を1通し

表-1. 鋸速度と回転数

鋸速度 ( $m/s$ )	鋸車回転数(r.p.m)	
	A 機	B 機
30.7	550	515
36.3	650	605
41.9	750	700
47.5	850	795

表-2 供試鋸条件

項目	A 機	B 機
鋸厚 (mm)	0.89	0.90
鋸巾 (mm)	125	124
鋸長 (m)	7.2	8.2
ピッチ (mm)	32	32
歯高 (mm)	10	10
アサリ巾 (mm)	1.82 ~ 1.84	1.82 ~ 1.87
アサリの精度 (mm)	0.02 ~ 0.03	0.02 ~ 0.03
腰入れ半径 (m)	3.66	3.66
背盛り半径 (m)	214	85
硬度 (HRC)	45.0	46.9

表-3. 試供鋸のアサリ条件

使用 帯鋸盤	鋸速度 ( $m/s$ )	平均アサリ巾 使用前 (mm)	アサリの精 度平均偏差 (mm)
A 機	30.7	1.82	0.02
	36.3	1.84	0.03
	41.9	1.80	0.02
	47.5	1.83	0.02
B 機	30.7	1.82	0.02
	36.3	1.87	0.03
	41.9	1.83	0.03
	47.5	1.86	0.03

した後測定したものであり、アサリ巾の摩耗量は全挽材終了後のアサリ巾との差で求めた。表-3に供試鋸のアサリ条件を示す。

4. 供試材

供試材は南洋材のマトア(気乾比重0.60~0.80)を用いその条件は表-4に示す通りである。挽材方法は原木を2つ割りにしたものを一方より板挽きしたが、A機の場合には一部に57mm角の板目挽きが含まれている。なおB機では各鋸速度とも同一原木から玉切りした供試材を同一順序で挽材するようにしたが、A機では原木の都合もあって、鋸速度30.7 $m/s$ と41.9 $m/s$ 、36.3 $m/s$ と47.5 $m/s$ とが同一原木から玉切りしたものを挽材した。

表-4. 供試材条件

使用 帯鋸盤	鋸速度 ( $m/s$ )	挽材長 (m)	平均挽巾 (cm)	挽板厚 (mm)	挽材回数 (回)	挽材面積 ( $m^2$ )	平均含水率 (%)
A 機	30.7	1.5 ~ 2.4	23.3	24, 57	226	100.3	56.6 ~ 67.6
	36.3		22.8		255	108.6	
	41.9		23.1		198	86.6	
	47.5		21.3		210	80.8	
B 機	30.7	1.8 ~ 2.3	30.4	24, 39	356	229.7	47.4 ~ 62.5
	36.3		29.5		298	184.9	
	41.9		28.7		247	148.7	
	47.5		30.1		189	122.1	

5. 挽材能率測定

挽材能率( $m/min$ )は同一のハンドルマンにより、挽曲りを生じない限度の最大送りで挽材し、鋸が材を挽き始めてから挽き終るまでの時間をストップウォッチで測定し、これで挽材長さを除し送り速度を求めた。

6. 電力量測定

電力量は積算電力計より読み取り次式によって算出した。

$$\text{空 転 電 力 量 (kwh)} = \frac{3.600}{S \cdot R}$$

$$\text{挽材所要電力量 (kwh)} = \frac{3.600 \cdot T}{S \cdot R}$$

正味挽材所要電力量 (kwh) = (挽材所要電力量) - (空転電力量)

s : 積算電力計回転円板の空転時 1 回転の時間 (秒)

S : 挽材時間 (秒)

r : 積算電力計回転円板の挽材中における回転数

R : 積算電力計表示の一次側 1 kwh の回転数

### III 試験結果と考察

#### 1. 送り速度と鋸速度との関係

鋸速度を変えた場合、材の送り速度を挽巾別に示すと図-1の通りである。

この結果、各挽巾とも送り速度は鋸速度とともにほぼ直線的な増加を示した。なお A 機と B 機との関係については、供試材および挽材時期が異なり送り速度にもいろいろ差がみられ、この結果からは比較検討できなかった。

A 機では原木が全体に挽き易い材であったが、高山市にて 12 月に挽材を行なったために一部凍結材もあって、鋸速度  $41.9 m/s$  と  $47.5 m/s$  では挽巾 20cm 以上の板目挽きは挽材面への鋸屑付着が多く (写真-1) 挽曲りを起し挽材不能であったが、柾目では鋸屑付着もやや少なく相当挽巾の広いものでも挽材可能であった。(写真-2) しかし低速の  $30.7$

$m/s$  と  $36.3 m/s$  では鋸屑付着も少なく挽材不能はみられなかった。これから凍結材と鋸速度との関係が深いこと、また板目と柾目挽きで鋸屑の付着に相当の差があることなどが良くわかった。

つぎに B 機は原木がやや悪く挽きにくい材もあって、A 機に比べ鋸速度  $30.7 m/s$  の場合など送り速度が悪くなっているが、 $47.5 m/s$  では A 機を上まわっていた。これは A 機の場合、馬力不足 (全負荷

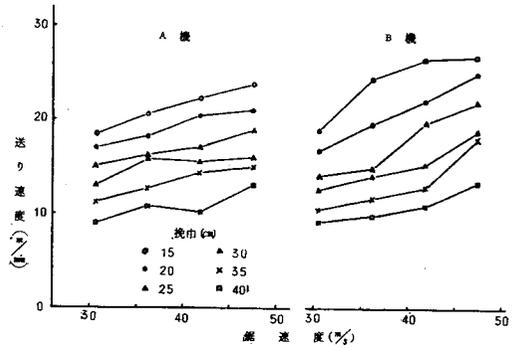


図-1. 送り速度と鋸速度との関係

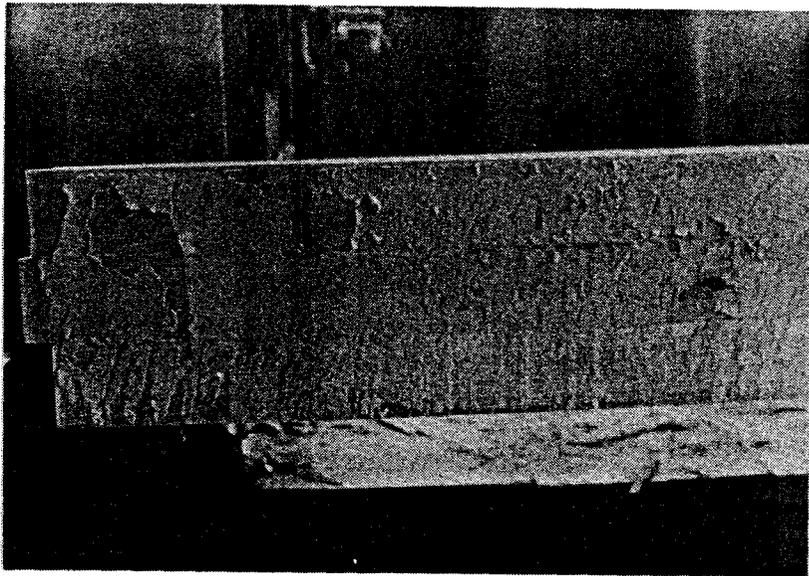
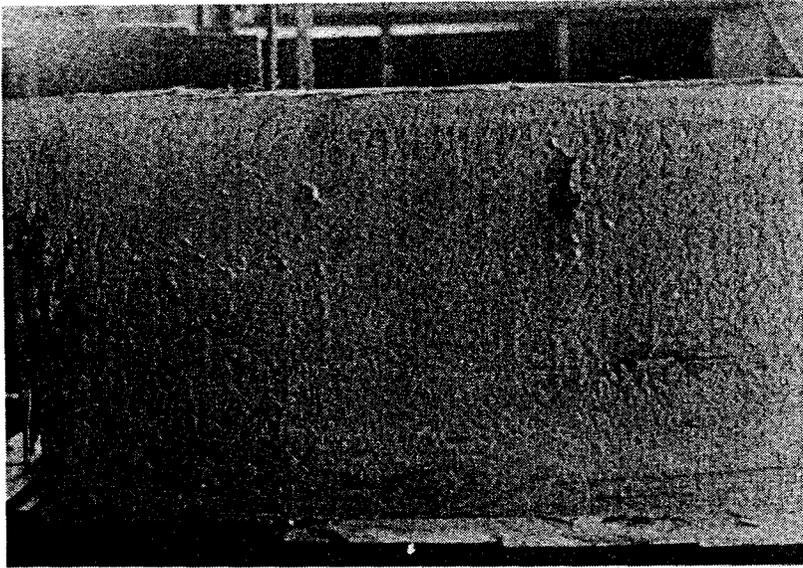


写真-1. 凍結材の板目挽き



写真一 2. 凍結材の柁目挽き

電流をオーバーして挽材していた)が大きく影響しているものと考えられるが、さらに一部凍結材のためや、鋸のバック量が少ないことも影響したのではないと思われる。

送り速度と挽巾との関係をみると図一2のようであるが、各鋸速度ともに挽巾が広くなるにしたがい直線的な送り速度の低下がみられた。また各鋸速度別では各挽巾とも鋸速度の低い方が送り速度も低く、高速ほど良くなっており、この差はA機よりB機の方が大きくなっていった。これはB機の高速の場合充分な馬力が影響しているものと考えられる。

また鋸歯の切込み深さと鋸速度との関係を示すと図一3の通りである。ここで切込み深さ $t$  (mm)は次式によって求めた。

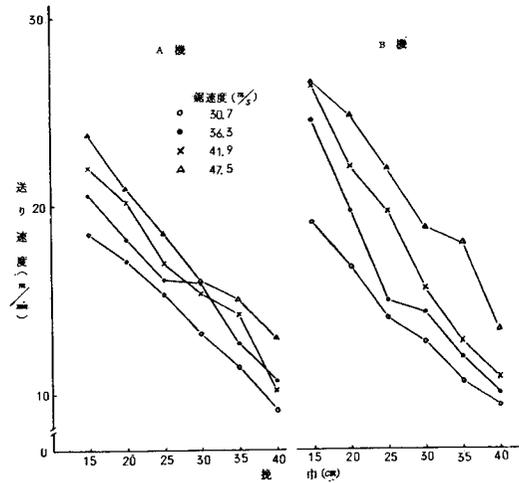
$$t = \frac{f \cdot P}{C}$$

$f$  : 送り速度 ( $\frac{m}{min}$ )

$P$  : 鋸歯のピッチ (mm)

$C$  : 鋸速度 ( $\frac{m}{min}$ )

この結果、A機では切込み深さは鋸速度の増加とともにほぼ直線的に減少しているが、B機の挽巾20、25cmでは切込深さが0.2mmより大であるがほぼ一定の値を示していた。これは鋸の仕上げが良く馬力も充分であったため、送材速度が鋸速度に比例して直線的に上昇しているのをみると、切削抵抗のみが送り速度を決定するような挽材条件にあったためと思われる。



図一 2. 送り速度と挽巾との関係

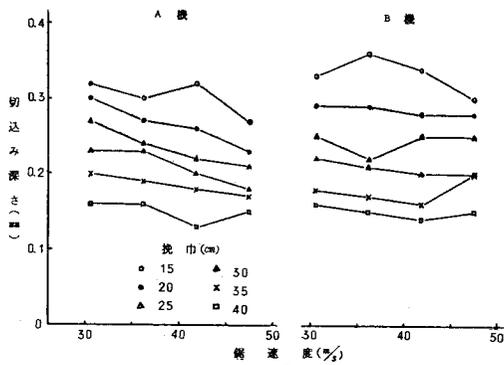


図-3. 切込み深さと鋸速度との関係

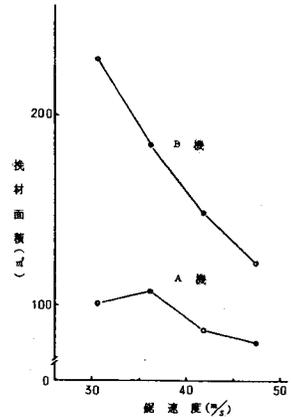


図-4. 挽材面積と鋸速度との関係

## 2. 挽材面積と鋸速度との関係

ここで鋸の寿命，すなわち一枚の鋸が挽材不能になるまでの挽材面積と鋸速度との関係を示すと図-4のようである。

前述したようにA機とB機では使用鋸，原木および一部凍結，板目挽きなど，挽材条件が異なるので比較できないが，両機械とも鋸速度の増加とともに挽材面積は減少しており，A機では低速と高速で34%ほどの差であるが，B機では83%もの差が見られ，南洋材などのやや挽きにくい材では鋸速度によって鋸の寿命に大きな差があることがわかった。

このようにB機の挽材面積をみると低速の30.7m/sなどでは相当挽材できるが，前項の挽材能率などをみると低速が悪くなっており，この点どこに焦点をしばって鋸速度を決定するか考慮する必要がある。

以上からマト材の鋸速度はやや挽き易い材で挽巾も30~40cm位までは41.9m/sが，挽巾がさらに広くなったり，挽きにくい材（乾燥材，凍結材も含む）であれば36.3m/s程度が適当と考えられる。これはつぎのアサリ摩耗状態などからも考察される。

## 3. アサリの摩耗と挽材面積との関係

アサリの摩耗量と挽材面積との関係をみると図-5のようである。

當場での資料などから，鋸厚0.80mm~0.90mmの帯鋸で本試験のような挽材状態の場合，アサリ巾の平均摩耗量が0.08mm~0.09mm程度までは挽材可能の結果を得ている。そこでA機のアサリ巾の摩耗量をみてみると，鋸速度30.7m/sや36.3m/sではまだまだ挽材可能と考えられるアサリの減りであるが，30.7m/sなど挽材量が少なかったのは鋸身の仕上げ不良があったものと思われる。また41.9m/sや47.5m/sでもまだ挽材可能と思われるが，この場合は凍結材や鋸速度の不適，馬力不足などの影響の方が大きいと考えられる。なお，腰の状態は各鋸速度毎に修正して使用した。

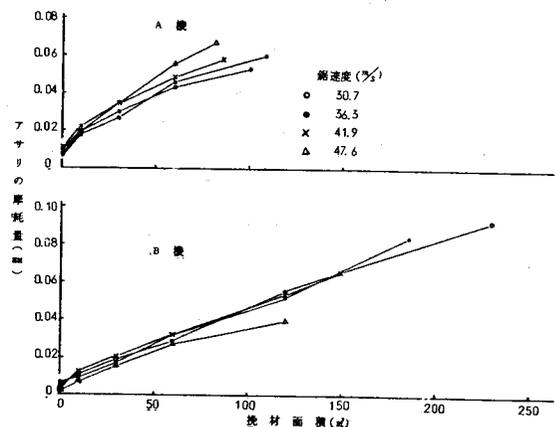


図-5. アサリの摩耗量と挽材面積との関係

またB機については、鋸速度 $30.7m/s$ と $36.3m/s$ ではほぼアサリの摩耗限界まで挽材しているものと考えられる。 $41.9m/s$ と $47.5m/s$ では摩耗量からみるとまだまだ挽材可能と思われるが、こちらは鋸速度の不適などが影響して挽曲りを生じ、この程度が限界ではないかと考えられる。

つぎに挽材面積とアサリ巾の摩耗変化をA機、B機の各鋸速度とも同一挽材面積と比較すると図-6の通りである。

アサリの摩耗と鋸速度との関係について、A機では鋸速度の増加とともに摩耗も増えているが、B機ではほとんど差が認められず、鋸速度 $47.5m/s$ では反対に摩耗量が少なくなっていた。この原因については、挽材条件も同一であり、切込量などもあまり差がないなどから明らかではなかった。

#### 4. 電力量と鋸速度との関係

挽材所要電力量と鋸速度との関係を図-7に示す。

この結果、B機では挽材所要電力量も空転電力量も鋸速度とともに増加し、鋸速度が早いほど大であった。これに対しA機では鋸速度 $47.5m/s$ でやや減少しており、挽巾が狭いものほど鋸速度の増加による電力量の増加は少なくなっていた。この原因について明らかではないが、鋸速度 $47.5m/s$ では凍結材による挽曲りのため、送り速度を加減して挽いたのがあらわれたものと思われる。

また正味挽材所要電力量と挽巾との関係を鋸速度別にみると図-8のとおりである。

A機、B機ともに挽巾が広くなるにしたがって電力量は増加しているが、A機の方がその増加率が大きく、挽巾 $15cm$ と $40cm$ では $188.5\%$ と $329.4\%$ で平均 $251.8\%$ であるのに対し、B機では $162.5\%$ と $195.9\%$ 、平均 $182.6\%$ であった。この理由については、A機の供試材は全体に挽き易い材であったため、挽巾の狭いときは電力の消費も少なかったが、挽巾が広くなると凍結みのため挽材面への鋸屑付着が多くなって電力量の増加が大きかったものと思われる。またこの増加率は鋸速度が速くなるほど大きくなっていったが、これも鋸屑付着が多くなるため、これが凍結材の挽材は鋸速度が速いほど挽きにくい原因になっていると考えられる。

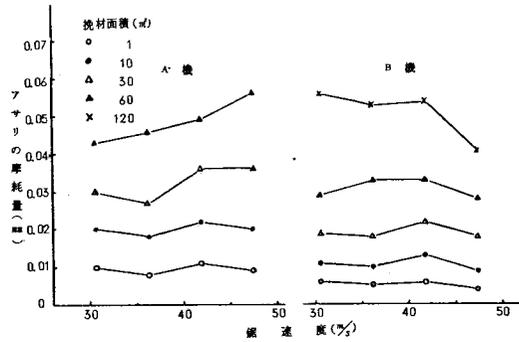


図-6. アサリの摩耗量と鋸速度との関係

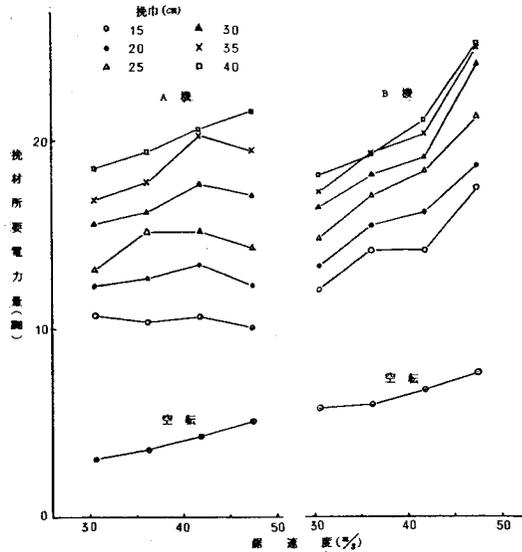


図-7. 挽材所要電力量と鋸速度との関係

## N まとめ

マトア材を用い $1,065mm$ (A機)と、 $1,150mm$ (B機)の軽便自動送材車付帯鋸盤に無段変速機をとりつけ、鋸速度を変化させた場合の材の送り速度や鋸の寿命などについて検討しつぎの結果を得た。

(1) 送り速度は鋸速度の増加とともにほぼ直線的に増加するが、鋸速度が早くなると、A機では

挽巾が広いものや挽きにくい材などに馬力不足から挽曲りがみられた。また、B機では挽巾が狭くなるほど、鋸速度増加による送り速度の増加は大きくなっていった。

(2) 送り速度と挽巾の関係では、各鋸速度とも挽巾の増加とともに直線的に減少していた。

(3) 切込深さは、鋸速度の増加とともに、A機では直線的に減少していたが、B機では0.02mm以上でもほぼ一定のものがみられた。

(4) 鋸の寿命(使用時間)については、鋸速度が遅いほど良く、B機では鋸速度30.6m/sと47.5m/sとの間に挽材面積で82%もの差がみられた。

(5) アサリの摩耗について、鋸速度の低い場合はアサリの摩耗限界まで挽材しているが、高速になるとアサリの摩耗が少なくないうちに挽材不能となっていた。

(6) 挽材所要電力量は鋸速度の増加とともに多くなっているが、A機では鋸速度が高いところで、やや低下していた。

(7) 正味挽材所要電力量と挽巾との関係では、A、B両機、各鋸速度とも挽巾の増加とともに直線的に増加していた。

以上の結果から、南洋材マトアの普通鋸による挽材には、鋸速度36.3m/s～41.9m/sの範囲が適当と考えられ、挽きにくい材ほど36.3m/sに近づける方が望ましい。

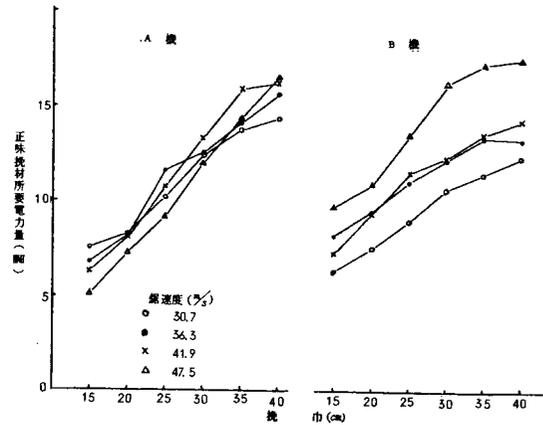


図-8. 鋸速度別正味挽材所要電力量と挽巾との関係

#### 参考文献

- 1) 山口喜彌太、森稔：テーブル帯鋸の挽材作業における鋸速度について、木材学会誌，Vol. 3，No. 5，(1957)
- 2) 青山経雄：帯鋸挽材作業における鋸速度の変速について、林試研報，163，(1964)
- 3) 齊藤美鶴、枝松信之、大平裕：製材用鋸歯の切味、林試研報，97，(1957)
- 4) 枝松信之：製材、製材と木工、森北出版社。(1963)
- 5) 杉原彦一：木材の加工(工具の寿命)、木材工学、養賢堂、(1961)
- 6) 伊藤邦昭：ステライト溶着帯鋸の全歯および1枚とび溶着について(鋸速度と挽巾との関係)、岐阜林試報，No. 9，(1965)
- 7) 伊藤邦昭、谷沢新平、島田俊和：鋸速度に関する研究(1)、岐阜林試報，No. 11，(1969)