

# - 研究 -

## 熱帯材の切削における鋸歯の磨耗性についての実験

枝松 信之

### まえがき

鋸歯の寿命が、その重要な切削性能の一つであることはいうまでもないが、熱帯材の中には、鋸歯の磨耗性が高い材料が多いので、これを対象とする挽材作業では、鋸歯の寿命がとくに問題になる場合が多い。

挽材にともなう、鋸歯の切味が変化し、挽材能率が低下したり、挽肌が不良になるまでの挽材時間または挽材量を鋸歯の寿命という概念であらわすが、寿命についての研究を行なうにあたって、困難を感じるのは、その正確な判定法である。

鋸歯の寿命の判定法の一つとしては、切削にともなう歯先の磨耗変化を測定する方法が一般的である。筆者らも、切削条件と鋸歯の磨耗性の関係を求めるための実験を行なったことがあるが、切削磨耗による歯先の複雑な形態的变化を適確に測定することは、きわめて困難であったので、主として磨耗による歯先およびアサリ切先の移動量を測定するにとどまった<sup>1)~3)</sup>。

その後、フランスの熱帯林業研密所C.T.F.T. (Centre Technique Forestier Tropical) でA. Chardin氏らが、鋸歯の磨耗性について、適当な方法で精密な測定を行なっている<sup>4)</sup>ことを知ったので、その測定法を検討するとともに、主としてこの方法にもとづいて、熱帯材の切削における鋸歯の磨耗性についての2, 3の実験を行なった。この実験は、筆者が、先年C.T.F.T. に2ヵ月余り滞在した機会に、その加工研究室において行なったものである。時間的な制約のため、十分な実験を行ないえなかったが、その実験方法を紹介するとともに、実験結果の一部について報告する。

実験を行なうにあたって、全面的な援助と御協力をたまわったC.T.F.T. のA. Chardin氏およびJ. Froidure氏に深く謝意を表したい。

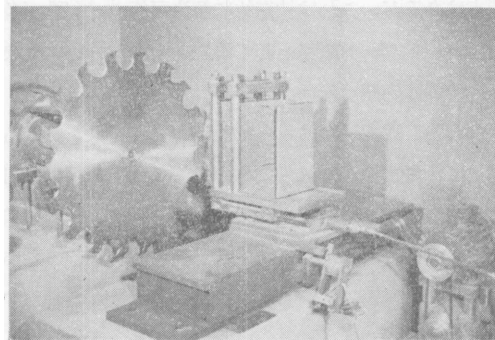
### 切削実験

鋸歯の切削実験には、鋸歯の仕上げおよび測定に便利な植え歯丸鋸 (Inserted tooth circular saw) を使った。この丸鋸は、直径51.5cm, 厚さ3.5mmで、鋸歯の部分がとりはずしができるいわゆる植え歯である。実験では、この植え歯1枚だけで切削を行なった。供試植え歯としては、米国Simonds社製の普通鋼のもの - S (Standard) および超硬 - T (Tungs - weld) を用い、精密研削盤で正確に仕上げた。実験における鋸歯の歯角およびアサリ条件は、次の通りである。

	歯端角	歯喉角	歯背角	アサリ幅
S.....	42°	40°	8°	7mm
T.....	48°	34°	8°	7mm

アサリの逃げ角は、Sの場合5°, 10°, 15°の3条件とし、Tの場合は、すべて8°とした。

鋸による切削は、スライド式の精密送りを行ないうる実験装置で実施した。この場合、切削速度 (鋸速度) は22m/秒に一定し、材の送りは、鋸歯の切込深



第1図 切削実験装置

さが0.15mmになるよう (送り速度約0.1m/分) にしたが、一部の実験では、送り速度を大きくし (約0.33m/分)、切込深さを0.5mmとした。切削実験装置

を第1図に示す。

実験に用いた被削材は、実験用材料としてC.T.F.T.に保管されている熱帯材の中から選んだ9種類である。7種はアフリカ産、2種は東南アジア産で、これらの一般的な物理的性質や化学成分については、大部分がC.T.F.T.ですでに調べられているものである。供試材は、気乾状態のもので、含水率12~17%、寸法は、挽幅約25cm、挽材長約20cmで、縦挽きした板厚が3~5mmになるようにした。

### 磨耗の測定

上に述べたような切削を1回~数回行なうごとに、供試植え歯をはずして、歯先の磨耗量、磨耗状態の測定および観察を行なった。一つの条件についての切削実験終了の時期は、切削熱の増大のため円滑な切削を続けることができなくなった時、または切削可能でも鋸歯の切削長（鋸歯が切削しながら走行した距離の合計）が3000~3500m以上に達した時とした。

鋸歯の磨耗の測定および観察は、1) 鋸歯の上下面から見た変化、2) 鋸歯の側面から見たプロフィールの変化、について行なった。これらの方法の概要は次の通りである。

1) 切削前の供試鋸歯を治具にとりつけ、工具顕微鏡下で、ダイヤモンドにより、歯喉および歯背両面の一定位置に、歯先線に平行な基準線をつける。さらに、歯背面の歯先から一定の位置にダイヤモンドで4点をマークする。どのようにマークした鋸歯について切削前および1回~数回切削を行なうごとに、治具にとりつけて鋸歯両面の垂直方向から見た写真を撮り、磨耗状態の観察と測定に供する。また同時に、ダイヤルゲージ付顕微鏡により、歯背面にマークした4点から歯先までの距離を測定し、歯先の磨耗後退量を求める。この測定を背面のみについて行なったのは、歯喉面は切削によっていたむことが多かったためである。

2) 上に述べた磨耗量の測定と並行して、鋸歯の側面から見たプロフィールを求めた。この実験では、エポキシ樹脂で型どりする方法を用いた。エポキシ樹脂を用いたのは、高温でなく硬化でき、硬化剤を添加し

なければ長く貯蔵できる等あつかいやすいこと、この種樹脂の中では収縮性が最低であること等の理由による。用いたエポキシ樹脂は、CIBA社のAralditeである。この方法の順序を示せば、次の通りである。

離型剤（蜜ロウ+エーテル）で処理した鋸歯を型どり装置にセットする（第2図）。

（樹脂+硬化剤+黒色着色剤）を注入する。

40℃で2~3日放置する。

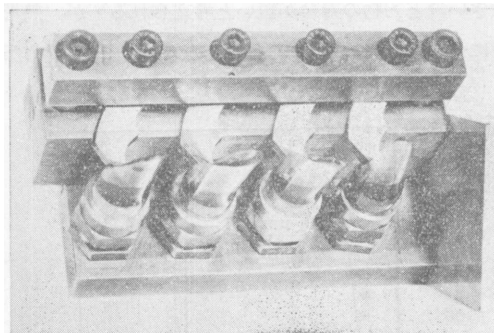
型どり装置から鋸歯をはずし、注型金具につけたビニール管を除き、鋸歯のあとの凹部に白色に着色した樹脂を注射器で微量ずつ注入する。この時、樹脂の粘度を下げて注入を容易にするため、針の温度を70~80℃に加熱しながら行なう（第3図）。

注入した注型金具を40℃で1日放置する。

注型金具にビニール管をはめ、白色樹脂を容器で適量注入後、40℃で2日放置する。

ビニール管を除いた注型金具の樹脂面をサンドペーパーディスクでほぼ一定高さまで研削する。

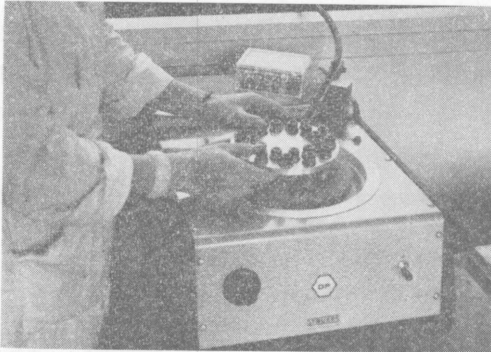
25個位の注型金具を円盤に固定し、金属の顕微鏡検査用研磨盤で、注型面を一定高さまで研磨仕上げする（第4図）。この仕上げ面は、型どり装置の鋸歯と取り付け位置から計算して、正確に鋸厚中央位置のプロフィールとなるように、金具底面からの距離を測定しながら仕上げる。型どりしたプロフィールを200倍に拡大撮影する。



第2図 型どり装置にセットした鋸歯と注型金具



第3図 注射器による白色樹脂の注入



第4図 研磨盤による注型面の仕上げ

以上述べた鋸歯の磨耗測定法、とくにエポキシ樹脂の注型による磨耗プロフィールの測定法を予備実験によって検討した結果、再現性があり、正確に歯先の磨耗変化を知るための満足すべき方法の一つであることが確認された。

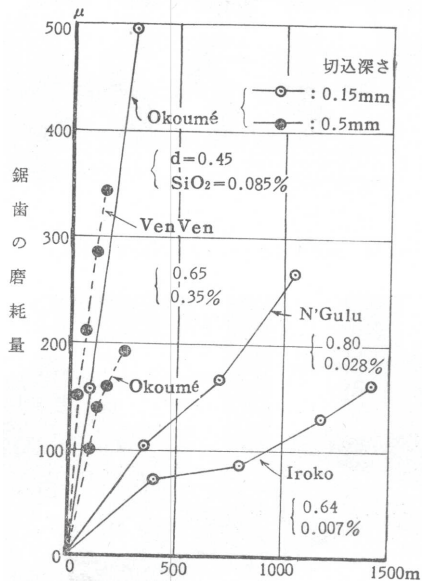
### 実験結果

#### 1) 木材の比重、シリカ含有率および鋸歯の切込深さの影響

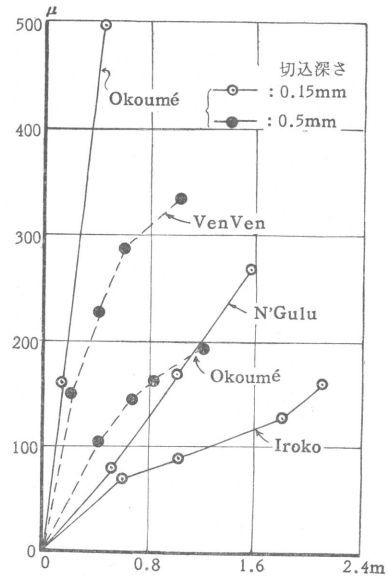
鋸歯Sで行なった鋸歯の切削長と磨耗量の関係についての実験例を第5図に示す。一般に、木材の比重が大きいほど刃物の寿命が短いと考えられる<sup>5)</sup>が、熱帯材については、比重と切削磨耗性の相関関係を認めが

たい場合が多いようである。たとえば、第5図に示すOkoume材の気乾比重(d)は、他の材よりかなり小さいが、その磨耗性は他の材にくらべて大きい。

このような熱帯材に対する鋸歯の磨耗性を左右する大きな因子としては、材中のシリカ(SiO<sub>2</sub>)含有率があげられている。Chardin氏らは、Makoreというアフリカ産材について、同じ樹種でも、シリカ含有率に大きな差がある時は、その鋸歯の磨耗性がいちじるしく異なることを実験によって明らかにしている<sup>4)</sup>。また、わが国に輸入される南洋材中に見られるマンガシノロ(Manggasinoro)は、鋸歯の磨耗性が高く、製材困難な材としてよく知られているが、この材の細胞中にもシリカの結晶が含まれている<sup>6)</sup>。C.T.F.T.で調べた供試材についての資料によれば、第5図の図中に示すように、Okoume材のシリカ含有率は高い。とくにシリカ含有率の高いVenVenという材の実験結果(鋸歯の切込深さを0.5mmとした)も同図中に示したが、同じ切込深さについてのOkoumeの場合より、さらに磨耗量が大きい。シリカの含有率のみが鋸歯の磨耗性を決定するとはいいがたいが、これが重要因子であることは明らかで、シリカの含有率の高い材がかなり多い熱帯材では、切削上注目すべき問



第5図 鋸歯の切削長と磨耗量の関係についての実験例 (鋸歯S, アサリの逃げ角5°)

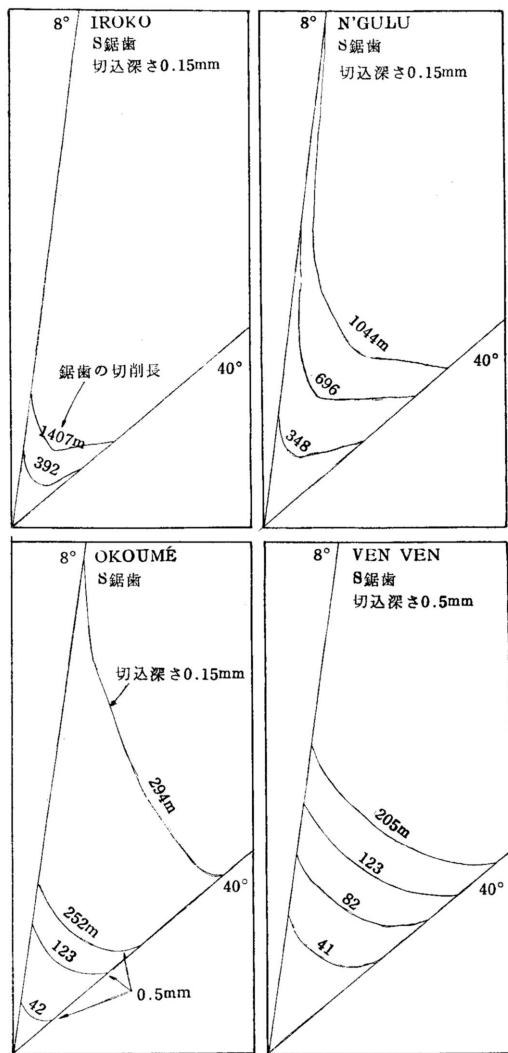


第6図 挽材長(挽幅10cm)と鋸歯の磨耗量 (第5図の場合)



題と考えられる。

第5図には、Okoume材についての2種の切込深さの実験結果を示した。切削速度が同じ場合、同一切削長における鋸歯の仕事量は、切込深さが大きいほど大きいことは当然であるが、鋸歯の磨耗量は大きくないか、あるいは、むしろ切込深さが大きいほど多少磨耗量が小さくなっている。これは、実用上重要なことで、第6図に示すように、挽材長（挽材量）で比較すると、2種の切込深さのOkoumeの、同一磨耗量における挽材長は、かなりの差を生ずることが分る。従って、鋸歯の磨耗性が高い熱帯材を挽材する場合、鋸が許容する限り、送り速度を大にすることが、鋸歯



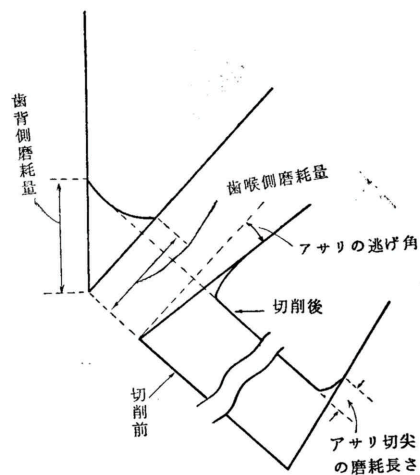
第7図 切削磨耗にともなう鋸歯のプロファイルの変化 (第5図の実験)

の寿命の点からいって有利と考えられる。

## 2) 磨耗による鋸歯先形態の変化

上に述べた実験例における鋸歯の側面から見たプロフィールの変化は、第7図のようになる。この図から分るように、各切削条件の磨耗によるプロフィールのかたちの変化は、相似的なかたちで進行するが、その基本となるかたちは、樹種や鋸歯の切込深さによってそれぞれ異なる。従って、樹種や切込深さが異なる場合の鋸歯の磨耗性を、鋸歯の歯背側または歯喉側の磨耗後退量を測定するだけで判断することには、多少の疑問が感ぜられる。

第7図のような磨耗変化を示すプロフィールから、鋸歯の歯背側磨耗量および歯喉側磨耗量（第8図）を求め、両者の関係を検討した。その結果を第1表に示す。これによれば、一般的には歯背側の磨耗量の方が大きく、その比率は、樹種、切込深さ等によってかな



第8図 切削による鋸歯の磨耗

り異なることが分る。この実験では、わずかの熱帯樹種と限られた鋸歯条件を対象にするにとどまったが、これらの数値は、鋸歯の再研磨法および歯先の耐磨耗性処理（耐磨耗材料による被覆処理等）を考えると重要となる。

## 3) アサリの逃げ角の影響

切削にともなう鋸歯先の磨耗変化を、鋸歯の上下面から見ると、第9図の例のように、鋸歯前面の切刃が後退するとともに、アサリの切尖に丸味を生ずる。こ

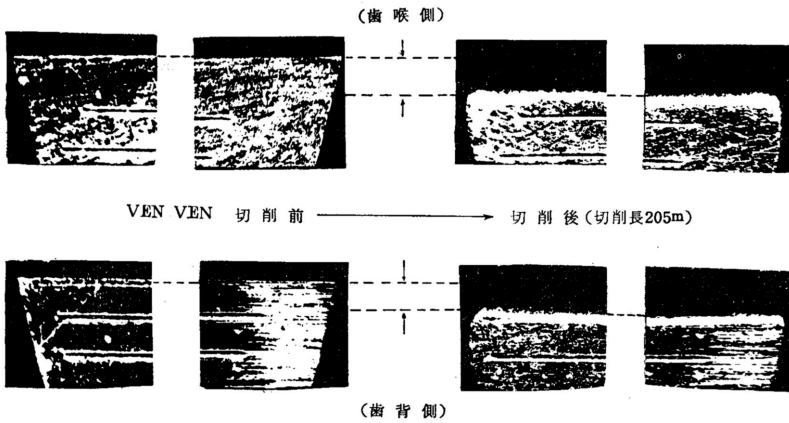
第1表 鋸歯両面の磨耗量の比較 (鋸歯S)

被削材			切込深さ mm	アサリの 逃げ角 度	切削長 m	歯背側 磨耗量 μ	歯背側磨耗量 歯喉側磨耗量	
樹種	気乾比重	SiO <sub>2</sub> %					鋸歯別	平均
Iroko	0.64	0.007	0.15	5	1,407	162	1.10	1.16
							1.14	
							1.22	
N'Gulu	0.80	0.028	0.15	5	348	107	1.13	1.20
							1.26	
							1.20	
Okoumé	0.45	0.085	0.15	5	294	507	1.82	1.70
							1.64	
							1.64	
			0.50	5	252	194	1.08	1.09
							1.08	
							1.10	
VenVen	0.65	0.35	0.50	5	205	343	1.04	1.04
							1.02	
							1.05	

は比較的小さい傾向が見られ、以前筆者らが行なった実験結果<sup>1), 2)</sup>とほぼ類似した結果がえられた。

4) 熱帯材に対する超硬鋸歯の効果

Okoume材等6種の熱帯材について、超硬鋸歯(T)で切削実験を行なった結果は第10図の通りで、比較のため、同一切込深さで行なった普通鋼鋸歯(S)の例も示す。また、これらの鋸歯の側面から見たプロフィールの例を第11図に示す。第10, 11図から、熱帯材に対して超硬を使った場合、その耐磨耗性に対する効果が非常に高いことが推定できる。また、プロフィールの磨耗形態はSとTで差異がないように思われる。



第9図 鋸歯の前面およびアサリ切先の磨耗の一例 (VenVen, S鋸歯, アサリ逃げ角15°)

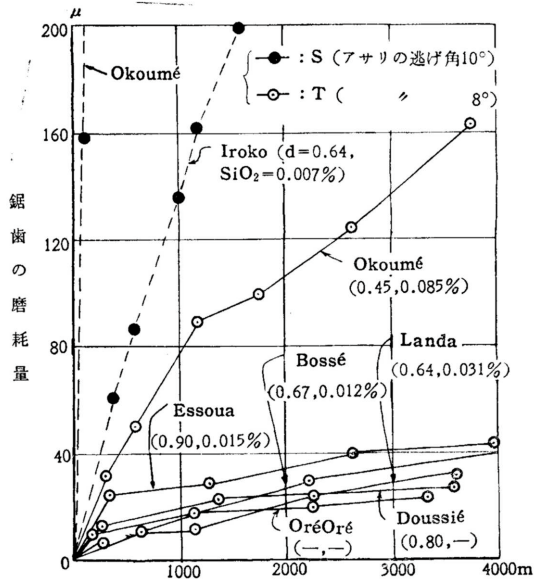
あとがき

熱帯材の鋸歯による切削にあたって、最も問題になるのは鋸歯の磨耗性であって、これに影響する要因の中には、国産材とはかなり

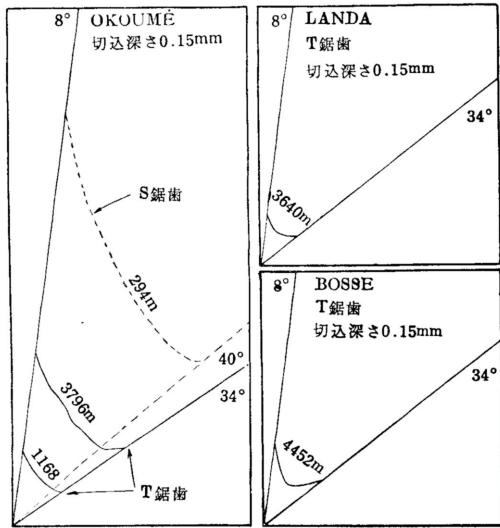
異なるものが含まれているように思われる。この実験では、被削材としての熱帯材の性質、送りによる鋸歯の切込深さの変化、鋸歯の形態、材質等が、鋸歯の磨耗性に対していかに影響するかについて、多少の知見がえられた。これらの関係をさらに追求することによって、熱帯材の挽材の実用的な問題、たとえば最適切削条件の決定や鋸歯の寿命向上法についても示唆がえられるであろう。

の場合、同一切削条件では、アサリの逃げ角が変わっても、歯先前面の磨耗量(第1表)やプロフィールの形態は、ほとんど変化しなかったが、アサリ切先の磨耗長さ(第8図)は、第2表に示すように差異を生ずる。このアサリ切先の磨耗長さは、鋸歯の切味変化(寿命)に大きな影響をもっと考えられ、これが大きくなるほど切味は低下する。

この実験に用いたアサリの逃げ角の範囲(5°, 10°, 15°)では、10°の場合、アサリ切先の磨耗長さ



第10図 普通鋸歯(S)と超硬鋸歯(T)の磨耗実験例 (切入深さ0.15mm)



第11図 超硬鋸歯(T)の磨耗プロフィール

第2表 アサリ切先の磨耗長さ(S)

樹種	切入深さ mm	アサリの逃げ角度	切削長 m	アサリ切先の磨耗長さ μ		総平均
				* 左平均	* 右平均	
Iroko	0.15	5	1,407	156	180	168
		10	1,603	136	152	144
		15	1,603	132	168	150
N'Gulu	0.15	5	348	180	92	136
		10	348	104	40	72
		15	348	100	148	124
Okoumé	0.15	5	294	100	108	104
		10	294	80	100	90
		15	294	80	116	98
	0.50	5	252	120	56	88
		10	252	88	76	82
		15	252	84	80	82
VenVen	0.50	5	205	364	372	368
		10	205	236	336	286
		15	205	304	384	344

\*: 歯背側および歯喉側の測定値の平均

文 献

- 1) 枝松信之, 大平 裕: 帯鋸アサリ歯仕上げ法の研究 (第3報) 撥型アサリ歯のシェーバー仕上げ, 林業試験場研究報告, 93 (1957)
- 2) 斉藤実篤, 枝松信之, 大平 裕: 製材用鋸歯の切味, 休業試験場研究報告, 97 (1957)
- 3) 枝松信之, 大平 裕: 鋸歯の歯角と挽材による磨耗性, 木材学会誌, 3, 2 (1957)
- 5) 枝松信之, 長原芳雄: 北海道材のドリルによる穴あけ加工性 (2) ドリルの寿命と穴あけ仕上げ状態, 林産試月報または木材の研究と普及, 4月号 (1966)
- 6) 須藤藤司: 熱帯材の識別, 林業試験場研究報告 157 (1963)

- 林産試 副場長 -