

木材のCNC加工における適切なパラメーターの選定について

－ 樹種毎のデータベース作成とその共有 －

森と木のクリエイター科 木工専攻 鈴木 達也

1. 研究の背景

趣味で木工を続ける中で、CNCで木象嵌製品を作る動画を見たことが、本格的な木工を志すきっかけとなった。CNCはコンピューター数値制御の意で、一度加工データを作成すれば、同じものを高い精度で繰り返し作成できる。

一方、木材は樹種毎に異なる特性を持ち、CNCを同じパラメーター（変数）で動かしても、切削面の「荒れ」「欠け」「焦げ」などの表面性状は大きく異なる結果となるが、樹種毎のデータはほとんど公開されておらず、試行錯誤に多くの時間を要するのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では、CNCを使用した木工製品作りの効率化を目的とし、樹種毎の切削サンプルを作成し、その表面性状の評価とデータベース化を行う。また、そのデータベースを広く公開することで、CNC導入のハードルを下げ、付加価値の高い木工製品をより多くの方々に届けることに寄与したいとも考えている。

3. 研究内容

3-1. 切削パラメーターの検討

CNCで切削を行う際の主要パラメーターは下記の3つである。

- ・主軸回転速度 rpm（ビットの回転速度）
- ・主軸送り速度 mm/min（ビットの移動速度）
- ・ビットの刃数

本研究では、回転速度はメーカー推奨値18000 rpmで固定し、送り速度を1600～100 mm/minの範囲で6段階で可変させることとした。ビットの刃数も替刃式は1枚、その他は2枚で固定となる。

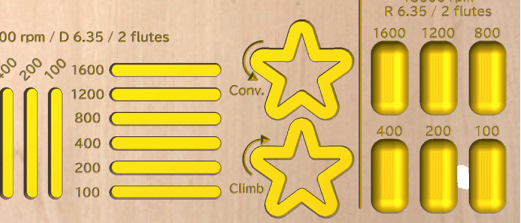
刃物の切れ味低下による切削結果への影響についても検討したが、刃物メーカーへのヒアリングから、本研究の切削時間・切削長程度であれば無視できると判断した。

3-2. 適切な切削用図形の検討

切削サンプルは幅はぎせずに木取りできるよう、手札のサイズを300 x 120 x 9 mmとし、「文字」と「図形」の2種類を製作することにした。

「文字」サンプルは実際の木象嵌製品の製作をイメージしたもので、オス凸とメス凹を60度Vビットで切削した。縦・横・斜めなど様々な要素があり複雑なことから「愛」の字を選んだ。

「図形」は一般用途に向けたもので、木口・木端の違い、主軸移動方向に加え、「焦げ」が目立ちやすい丸溝の図形も取り入れた。



(図1) 切削サンプル「文字」と「図形」

3-3. 樹種の検討

これまでのCNC使用経験の中では、感覚的に、「比重が大きい樹種ほど加工がしやすく、環孔材よりも散孔材がきれいに仕上がる」という印象があった。そのため、一般的に木工製品に使われる散孔材・環孔材を中心に、比重が小さい「キリ」から大きい「シラカシ」まで、20樹種を選んだ。

(表1) 切削サンプルを作成した樹種の一覧

針葉樹	広葉樹		
	散孔材	環孔材	放射孔材
スギ	ホオノキ・トチ・ハンノキ	キリ・キハダ・クリ	シラカシ
ヒノキ	オニグルミ・イタヤカエデ ブラックウォールナット ヤマザクラ・ミズメ ブナ（新潟・岐阜）	イヌエンジュ・ケヤキ ホホワイトオーク ミズナラ	

比重は手札の体積と重量から計算し、含水率は全乾法で測定した。前述の刃物メーカーによれば含水率が20%以下であれば切削には影響がないとのことで、測定した最大値が13.2%であったことから、水分の影響は排除できることを確認した。

なお、アカデミーで調達できなかった外国産材については、飛騨産業㈱からご提供いただいた。

4. 結果の評価と考察

4-1. 評価方法

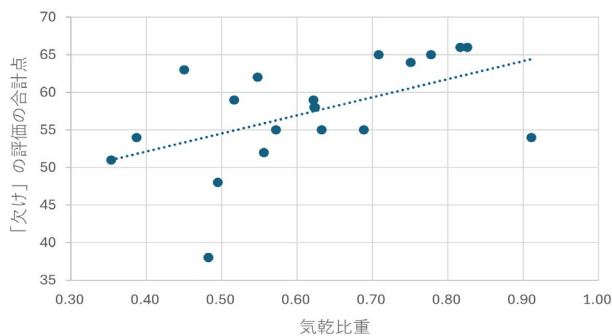
切削面の表面性状の評価について、当初は機械で測定し数値化したいと考えていたが、人間の目視による評価が適

切ではないかとのアドバイスをいただいたことから、目視による評価を行った。「荒さ」「欠け」「焦げ」の各項目について状態の良いものを5、悪いものを1とする5段階評価とし、樹種毎に一覧表を作成した。合計点が大きいほど良い評価となる。

4-2. 比重との相関関係とその評価

前項で集計した点数が、これまでの経験による感覚とリンクするかを検証するため、比重との相関関係について分析を行った。

その中で最も相関が高かったのは「欠け」で、相関係数は0.51「やや負の相関がある」との評価となったが、回帰直線をから大きく外れる樹種も目立った。



(図2) 「欠け」評価の合計点と比重の相関関係

他はいずれも相関は弱く、特に「焦げ」は「相関なし」との評価になった。従って「欠け」についてはおおよその傾向を推測できる可能性はあるものの、それ以外は比重から切削面の表面性状を推測することは難しいという結論が得られた。

逆説的ではあるが「作業の効率化には、実際に材の切削サンプルを作り、その評価結果をデータベースとして積み重ねていくことが近道である」ということが示された。

4-3. 評価結果と特徴的な樹種の紹介

ここまでの評価結果について「荒れ」「欠け」「焦げ」のそれぞれについて評価の合計点を一覧にまとめた。

(表2) 表面性状の評価結果

	荒れ	欠け	焦げ			
上位 5樹種	Bウォールナット	150	ホワイトオーク	66	ヒノキ	139
	ヤマザクラ	150	ミズナラ	66	トチ	136
	トチ	142	ケヤキ	65	イヌエンジュ	134
	ホワイトオーク	142	ブナ(新潟)	65	Bウォールナット	134
	イヌエンジュ	141	イヌエンジュ	64	ホオノキ	132
下位 5樹種	シラカシ	112	スギ	54	キリ	125
	キハダ	107	クリ	52	オニグルミ	121
	ヒノキ	94	キリ	51	クリ	119
	クリ	92	キハダ	48	キハダ	116
	スギ	81	ヒノキ	38	イタヤカエデ	113

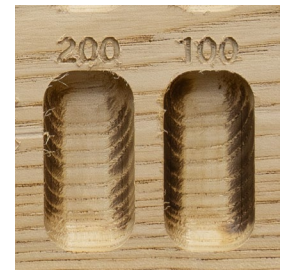
この中から、特徴的だったいくつかの樹種について紹介する。

シラカシ 本研究で最も意外な結果だったのが、放射孔材のシラカシである。鉋台に使われるなど重く・硬く・狂いが少ない材の代表とされ、比重も0.91と今回評価した材のなかで最も大きいため、きれいに切削できると想定

していたが、繊維が長いいためか切削結果は芳しくなく、細かな繊維が切断されずにエッジ部分に残る傾向が認められた。



(写真1) シラカシ



(写真2) キハダ

キハダ 環孔材で、木の繊維が長くビットに絡まりつくこともあった。特に送り速度が早い場合、表面の繊維がきれいに切断されず荒れた印象になった。また、焦げの点数はイタヤカエデについて2番めに低く、非常に焦げやすい樹種という評価になった。

ケヤキ 環孔材で、表面は荒れやすいと想定していたが、非常に美しく仕上がりが、古くから高級家具用材として使用されてきたことが理解できた。



(写真3) ケヤキ

5. データの公開と今後について

本研究で作成した切削サンプルの写真や評価結果などのデータは、下記ホームページで公開した。

こもれば木工舎 CNC実験室

<https://komorebi-lab.com/>

データを広く一般に公開することについて、木工関係者に意見を聞いたところ、

アトリエ楽天地 小田晃夫さん(新潟市西蒲区)

国内の業務用CNCの世界では加工データは秘匿されていて、CNC入門者にとってなかなか参考になる情報がないので、データ公開は大変意義のあること。

といった肯定的な意見の一方で、

森侖舎 渡邊聡夫さん(神奈川県相模原市)

データが誰に向けて作られたものなのか、誰がこの情報を活かすことを想定しているのか分からない。品質の良い加工をするには何がポイントなのかを、簡潔にまとめてほしい。

といった厳しい意見もいただいた。

それを踏まえ、今後は、本研究の20樹種に入らなかった新たな樹種の切削データを追加で公開したり、個人・小規模工房でのCNC運用に役立つ”TIPS”的な情報も順次加えていき、木工CNC活用のすそ野を広げることに寄与できればと考えている。