

# 博士論文概要

## 論文題目

理美容鋏の切断特性と切れ味の定量的評価に関する研究

Quantitative evaluation for hair-cutting scissors

氏 名	申 請 者	
	井上	研司
	KENJI	INOUE

専攻・研究指導  
(課程内のみ)

機械工学専攻 金属加工工学部門

2005 年 12 月

鋏の歴史を遡ると、B.C.1300～600 頃のバビロニアにまで及ぶ。このように、2500 年以上の長い歴史を持つ鋏であるが、その形状は発明当時からほとんど変化していない。つまり、鋏は長い年月の間、生活の中に当然そうあるべきものとして、シンプルな同じ形状のまま存在している完成された道具であるといえる。

このように鋏は我々の日常生活に溶け込んでいるのにもかかわらず、これに関する研究は驚くほど少ない。

数少ない鋏の切れ味に関する研究を分類してみると、主に地域の特産品としての鋏の振興を目的として行うものと、裁ち鋏の切れ味や使いやすさに重点を置いて行われたものとに分けられる。

本研究はそういった従来の研究とは一線を画し、特に理美容鋏の切断の詳細な機構を解明することを基本として、これまで曖昧だった鋏の評価方法から脱却し、定量的な評価方法を確立することを目的として行われたものである。

本論文は 1～7 章と 8 章の結論からなる。1～7 章の概要は以下の通りである。

## 1 章 序論

本章においては鋏の歴史的成り立ちと、特に理美容鋏の日本での歴史的推移及び、現在一般的に使用されている理美容鋏の種類やその材質に関する事柄が説明される。また、従来の研究として鋏及び、鋏以外の手動利器や理美容鋏の切断対象である毛髪に関する研究の内容についての説明がなされ、本研究との相違点や本研究の位置付けが記述される。

## 2 章 刃先端の状態の定量的測定

鋏の刃先端は非常に鋭利であり、同時に三次元的なカーブを描いている。従って、その粗さを一般的な粗さ計などで測定することは難しい。従来は光学顕微鏡により拡大された刃先端部の写真を撮影し、その写真を元に粗さを特定していたが、この作業には非常な労力がかかり、また撮影時の光線の状態が粗さの測定値に影響を与えてしまうという問題点があった。このような理由から、刃先端の粗さを実際に測定したという報告は数えるほどしかない。

しかし、刃先端の粗さは、鋏の切断を理解する上で重要な要素であることが容易に想像でき、パラメータの一つとして常時測定されることが好ましい。

こういった現状に対して、先端を研削したカッタ刃を利用した粗さの測定方法を提案した。本方法を用いることで、測定時間と測定精度の向上が可能となった。

一方、刃先端の丸みに関しても、その切断に与える影響が大きいものと考え、手鉋の過去の研究例に倣い、測定方法を確立した。

## 3 章 切断荷重に関する研究

毛髪を様々な方法で切断し、その切断面を観察した。剃刀を用いた場合にはそ

の切断面は平滑な面で構成され、研削して仕上げた角部が 90 度のブロックで切断した場合には、切断面全体がザラザラの非平滑面で構成されていた。これらに対して理美容鋏での切断面は、中央部に帯状の非平滑面が、その両側に挟み込むように平滑面が存在することが分かった。

切断面がこの様な形態をとる理由を考えるために鋏のいくつかのパラメータを変化させて、その切断荷重に与える影響を調査した。その結果、刃角度・空切り荷重・刃先端 R を変化させたときに荷重の変化が大きかった。

これらの現象から考え合わせて、毛髪の切断は非平滑部の引張りによって完了し、その引張り破断荷重が切断荷重と一致することを確認した。

また、理美容鋏による切断時のクリアランスの測定を行い、理美容鋏の切断では切断過程においてクリアランスが変化しながら切断が進行することが分かった。

#### 4 章 切る感触に関する研究

理美容鋏のユーザである理美容師たちは、切断した際の感触を「硬い」・「柔い」と表現する。官能試験を行った結果から、切断荷重の差が小さくなってくると、必ずしも切断荷重が小さな場合に官能切れ味がよくなる訳ではない事が分かり、何らかの別の要因が存在することが想像された。

そこで、切れ味が硬いとされる条件と柔いとされる条件において、高速度カメラによる切断状態の観察を行い比較した結果、切れ味が「硬い」とされる条件では、鋏全体が切断時に振動を生じていることが分かった。この振動は、プレス機械のブレークスル現象と同様、切断抵抗によって鋏に生じた歪が切断完了の際に一気に解放されることにより、発生するものであった。

四種類の形状の異なる鋏を用いて、切断時に発生する振動の最大振幅と官能切れ味とを比較した結果、両者には対応関係があることが分かった。

#### 5 章 空切り荷重に関する研究

鋏の開閉感はユーザである理美容師が購入の判断を下す上での非常に重要な情報である。そこで鋏の空切り開閉荷重を計算によって求める方法を検討した。

鋏の空切り開閉荷重は、刃線上の交点での刃と刃とが押付けあう力、触点での刃と刃とが押付けあう力、及び鋏の自重からなるものと考えて式を構築した。

但しこの時、刃と刃とが押付けあう力に関しては、刃面に貼り付けた歪ゲージの出力から実験的に求めた値を使用することとした。

その結果、12 種類の条件において  $R^2$  の平均が 0.88 という高い相関が得られた。

#### 6 章 被切断物の切断面の品質に関する研究

毛髪は外周部を覆うキューティクルが内部を構成するメデュラ、コルテックスの水分蒸発を防ぐことでその健康を保っているとされる。そこで、毛髪端部の切

断面の状態が毛髪内部の水分蒸発に対してどの程度の影響を与えているのかを調査した。

まず，理美容鋏で切断した毛髪の切断面と，切断面が全て非平滑部になるように切断した毛髪の切断面を，ヘアドライヤの一般的温度である 125℃ にて一時間加熱し，その状態の変化を観察した。その結果，非平滑部では平滑部よりも水分蒸発が激しいことを確認した。

その結果を踏まえて，鋏の各種のパラメータが切断面の非平滑部の面積比に与える影響を調査するために，3 章にて使用したものとほぼ同様のサンプルを使用して毛髪切断時の非平滑部の面積比を比較した。その結果，特に刃先端 R を大きくした場合に非平滑部の面積比が著しく上昇することを確認した。

次に，こういった切断面の状態が実際に枝毛等のダメージヘアの原因となりうるかを調査した。四人の人間に協力してもらい，異なる刃先端 R の鋏で同時に切った毛髪が，日常生活を二ヶ月間過ごした後，どのような状態になるかを調査した。その結果，刃先端 R の小さな鋏 (0.5 μm) で切断した場合には，二ヵ月後にも枝毛が観察されなかったのに対して，刃先端 R が大きな鋏 (6.0 μm) で切断した場合には最大約 40% の枝毛が発生してしまった場合があった。

## 7 章 刃先端の耐久性に関する研究

刃先端の粗さ Rz, Ra, および刃先端 R が大きくなると官能切れ味が低下することが，官能試験の結果から分かった。こういった粗さや R 寸法がどのような要因に支配されて変化してゆくのかを調査した。

まず，Rz については，単純に開閉を繰り返しただけではその値が，実際に使用した場合ほどには大きくならなかったことから，毛髪を切断する際に異物を噛み込んだり，無理な力が刃にかかるような場合に増大することが推定された。このことから Rz の増大は外力に対して強い，硬度の高い材質の方が防ぐことができることが分かった。

次に，Ra については発生する摩耗粉の大きさを調査したところ，Ra の値にほぼ対応していることから，摩耗粉の大きさが値を決めることが分かった。ステンレス製の鋏とコバルト基合金製の鋏とを比較したところ，コバルト基合金製の鋏の方が摩耗粉が小さく，Ra も小さくなったがこの理由としては，ステンレス製の鋏よりも Cr の含有量が多く，表面を覆う酸化膜の強度が強いために，ステンレス製の鋏ではシビア摩耗状態となってしまうのに対して，コバルト基合金製の鋏ではそれが防がれていることが分かった。

最後に刃先端 R については，単純に開閉を繰り返しただけでは刃と刃との接触面だけが摩耗するために R は小さくなることから，絶対量としての磨耗量が影響するものと考え，ピンオンディスク試験での摩耗量と比較しこれを確認した。

# 研 究 業 績

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
論文	井上研司・本村貢・飯村崇：理美容鋏の刃先端の傷み測定，塑性と加工， <b>45-522(2004)</b> ，540-544
論文	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容はさみの繊維切断荷重の推定，塑性と加工，査読中（最終原稿提出済） 2006.1掲載決定
論文	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容はさみによる切断が毛髪に与える影響について，塑性と加工，（採択通知受領済）
論文	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容はさみの耐久性，塑性と加工，査読中（最終原稿提出済）
論文	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容はさみにおける繊維切断位置と切断荷重，塑性と加工，（本文校閲・英文アブストラクトチェック済）
論文	本村貢・井上研司：側方押出法によるアルミニウム円板形状品の加工成形限界の向上，軽金属， <b>43(12)</b> ，678-682
論文	本村貢・井上研司：純アルミニウムの側方押出法による非軸対称フラット形状加工の際の材料流動，軽金属， <b>43(12)</b> ，683-687
国際会議	Kenji Inoue・Mitsugu Motomura・Takashi Iimura・Tetsuya Sonoda：Elucidation of cutting mechanism with scissors，8 <sup>th</sup> ICTP，2005/10，Verona Italy
国際会議	Kenji Inoue・Mitsugu Motomura・Tsunehisa Sekiguchi・Kenji Iwata：A new process for making equilateral triangular shaped products by lateral extrusion，Advances in engineering plasticity and its applications，1992/12，Hong Kong
講演	本村貢・井上研司：理・美容鋏の各部寸法形状が使用感に与える影響について，塑性加工春季講演会講演論文集，(2002)，165-166
講演	井上研司・本村貢：理・美容鋏の刃先端の傷み測定，塑性加工連合講演会講演論文集， <b>53(2002)</b> ，
講演	井上研司・本村貢：理美容鋏の切れ味試験機の作製，塑性加工春季講演会講演論文集，(2003)，355-356
講演	井上研司・本村貢・飯村崇：理美容鋏による繊維切断時に発生する振動について，塑性加工連合講演会講演論文集， <b>54(2003)</b> ，487-488
講演	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容鋏の耐久試験，塑性加工春季講演会講演論文集，(2003)，
講演	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容鋏による繊維切断時に発生する振動について（その2），塑性加工春季講演会講演論文集，(2003)，
講演	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容鋏の空切り開閉荷重及び単繊維切断荷重の推定，塑性加工連合講演会講演論文集， <b>55(2004)</b> ，421-422

# 研 究 業 績

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
講演	井上研司・本村貢・飯村崇・園田哲也：理美容鋏の各種パラメータが毛髪切断面に与える影響について，塑性加工連合講演会講演論文集， <b>55</b> (2004)，421-422
講演	井上研司・本村貢・小坂真一郎・飯村崇・園田哲也：理美容鋏による単繊維の移動切断，塑性加工春季講演会講演論文集，(2005)，161-162
講演	駒城倫哉・北浜正法・吉田博・林宏之・井上研司・丸川邦彦：H形鋼のフランジ厚精度に及ぼすユニバーサルミルの機械精度・剛性の影響，材料とプロセス， <b>9</b> (5)，1033
講演	片山二郎・飯田永久・藤本洋二・井上研司・黒田康徳：形鋼熱間形状計の開発，材料とプロセス， <b>9</b> (2)，282
講演	本村貢・井上研司・関口常久・岩田健二：側方押出し法における材料変形特性の研究 1 側方押出し法によるディスク形状品の限界直径の向上について，塑性加工春季講演会講演論文集， <b>1992</b> (2)，415-418
講演	本村貢・井上研司・関口常久・岩田健二：側方押出し法における材料変形特性の研究 2 側方押出し法による正三角形形状品の冷間加工について，塑性加工春季講演会講演論文集， <b>1992</b> (2)，419-422
講演	本村貢・井上研司・関口常久・岩田健二：側方押出し法における材料変形特性の研究 3 側方押出し法を応用した多岐分流型鍛造用荒素材の作製，塑性加工春季講演会講演論文集， <b>1993</b> (2)，649-652
講演	本村貢・大場宏・荻本真一・井上研司：マグネシウム合金の熱間加工性，軽金属学会大会講演概要， <b>80</b> ，325-326
総説	井上研司：理美容シザーズ，熱処理，Vol.46 ( 2006 )，No.3，掲載予定
特許	百武潤二・上原淳則・井上研司：搬送制御装置，公開特許，特開平 9-235014
特許	駒城倫哉・北浜正法・吉田博・井上研司：H型鋼の熱間圧延方法，公開特許，特開平 9-19701