伝統産業分野にかかわる道具類の 代替品開発のための技術支援研究(第3報)

材料技術グループ 繊維系材料チーム 小田 明佳 製品化支援技術グループ デザインチーム 浅井 亮太

要 旨

伝統産業は本市の基幹産業のひとつである。その伝統産業分野では、職人の高齢化・後継者不足とともに、職人が使用している道具、機器などの供給不安も挙げられ、例えば、京友禅で使用される筆や刷毛もそのひとつである。筆は職人による手作業で製作され、評価もヒトが感覚的に行っているのみである。また、筆の販売にあたっては、メーカーが推奨する用途、サイズ、主たる獣毛種が記されているが、それ以外に消費者が筆の特性を判断する術はない。そこで筆の特性把握を目的として、用いられている獣毛の長さや硬さの測定、筆にした際に重要な項目である穂先の形状測定、こし感を評価するための力学測定の提案などをこれまでに行ってきた「シ」。本報では、こし感の力学測定を発展させ、さらに官能検査を行い、それらの相関を検討した。その結果、官能検査の結果と相関のある力学測定の方法を見出した。

1. はじめに

筆の穂は、複数種の獣毛を様々な長さで組み合わせることで完成する。そして、その組み合わせ方で、こし感や水分の含み量、穂先の形状を調整している。本報では、筆に求められる性能の中でもこし感に着目し、前報で提案したこし感の力学測定の手法を発展させ、また官能検査との相関を調べることで、ヒトが判断するこし感を得られる測定条件を検討した。

2. 筆の穂の力学測定

2.1 測定試料

京友禅で用いられる筆には、彩色筆、骨書筆、運筆 及び面相筆など様々な種類があるが、今回は比較的穂 の大きな筆として彩色筆1種(筆①)、運筆4種(筆②)

表 1 筆試料

符号	穂の長さ (mm)	直径(mm)		獣毛
1ন দ		腰	のど	
筆①	39	10	6	狸, 羊, 馬, 鹿
筆②	41	9	5	馬, 羊, 鹿
筆3	40	9	5	狸, 羊, 鹿
筆 ④	39	9	5	狸, 羊, 鹿
筆⑤	38	6	3	羊

~⑤)の合計 5 種類の筆を用いた。各筆の糊付けされた状態での穂の全長、腰及びのどの直径、用いられている獣毛を表1に示す。なお、力学測定は糊を落とし、乾燥させた状態で行った。

2.2 測定方法

筆の穂が物体に接して屈曲した後,払われる一連の動作の中で生じる力を検出するために,筆を回転させ端子に接触させる仕組みを作製した。端子の形状は面(直径40mm金属製円盤)とし,面に対して垂直方向と水平方向に加えられる力をロードセル(TL701(株)トリニティーラボ製)で検出した。

表 2 回転条件

条件	a (mm)	b (mm)			
I	0	188			
П	62	193			
Ш	123	223			
ただし a 及び b は下図の部分					

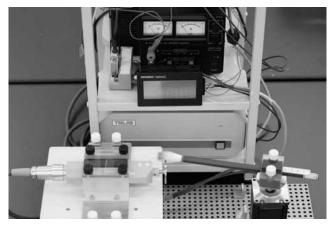


図 1 測定装置外観

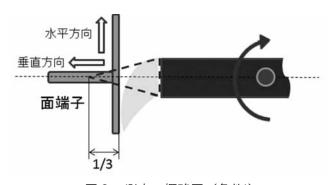


図2 測定の概略図(条件I)

端子に対して筆を3種類の異なる方法で接触させるために、端子と筆の回転軸の位置及び回転半径を変化させた。条件Iは、端子の中央で、のどの付近となる穂先から1/3の部分が接するようにした。条件IIは、端子面内の一端から穂先が接し始め、他端で1/3が屈曲するようにした。条件IIは、端子面内の一端から穂先が接し始め、他端で1/2が屈曲するようにした。それぞれの条件の一覧を表2に示す。回転速度は全て1.6rpmである。測定装置の外観を図1に、端子に接している状態を上から見た様子を図2に示す。

2.3 測定結果及び考察

2.3.1 条件 I

計測例(筆①)を図3に示す。グラフの横軸は筆軸の角度,縦軸は検出された力である。角度は,筆が端子中央に接するときを0度とする。実線は垂直方向の力,破線は水平方向の力である。

水平方向の力は,回転角度が-8度付近から検出され始め(⑦),-4度付近で最大値を示し(⑦),その後低下した(⑪)。垂直方向の力は-7度付近で検出され始

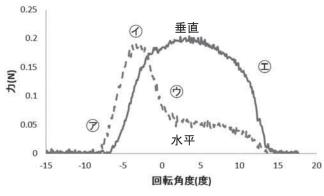


図3 条件 I の計測例

め(⑦),2度付近で最大値を示した(⑰)。両方向の力とも2度から8度付近までほぼ一定の力を示し、その後低下した(②)。

これは、まず端子側面に穂が接するため、最初に水平方向にのみ力が働く。そして穂が屈曲し、側面が端子表面に接するようになると、屈曲した状態から回復しようとする力は、水平方向と垂直方向に分かれる。この状態を図4に示す。穂が最も広い面積で端子に接する時は、その接触角が小さく、水平方向の分力が小さくなるため、検出される水平方向の力が低下している。また、穂の側面と端子表面は滑らかであり、摩擦力が低いため水平方向に働く力は小さい。一方、端子

面に接している 穂が回復しよう としようを 押し込む,垂直方 向の力は端子が ら穂が離れる示す。 これらの挙動は 全ての筆に共通

していた。

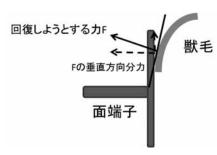
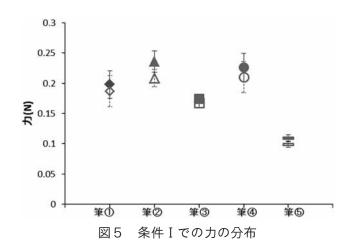


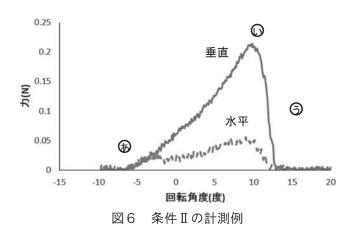
図4 屈曲時の模式図

測定結果から各方向の力の最大値を求め,筆ごとに プロットした結果を図5に示す。グラフの横軸は筆種, 縦軸は力である。マークは塗りつぶしが垂直方向の力, 白抜きが水平方向の力である。

筆種間で力は異なるが、方向による違いはみられないため、穂が端子側面に接し屈曲するときの力と屈曲した状態から回復しようと端子面を押し込む力が同程度であることが分かる。



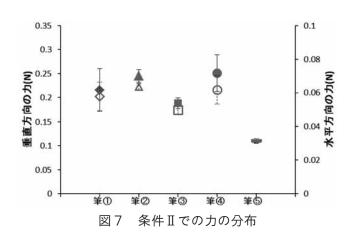
2.3.2 条件 II 計測例(筆①)を図6に示す。



水平方向,垂直方向の両方向の力は,回転角度が-6度付近から検出され始め(多),上昇し,9度付近で最大値を示し(心),その後低下した(⑤)。

これは、端子面内に穂先から接し始め、徐々に深く 屈曲するため、接触する部分が変化する。穂を構成す る獣毛の中には、短く、曲げ剛性の高い獣毛も用いら れるため、深く屈曲するとこれらの影響を受ける。そ のため、垂直方向の力は急激に上昇する。一方、水平 方向の力は、穂が端子面を滑る力と、穂が端子面との 接点で回復しようとする力が作用するため、深く屈曲 し、広い面積で接触するようになると緩やかに上昇す る。この状態は図4と同様である。最大屈曲後、端子 から穂が離れるに従って両方向の力は低下する。これ らの挙動は全ての筆に共通していた。

各方向の力の最大値をプロットした結果を図7に示

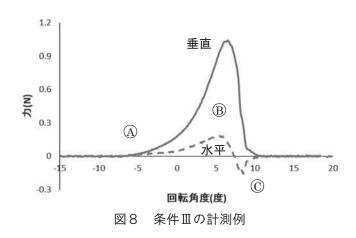


す。

垂直方向は穂が端子面を押し込む力、水平方向は穂が端子面を滑る力と、穂が端子面との接点で回復しようとする力が検出されている。垂直方向の力が大きいものほど水平方向の力も大きくなっている。条件Ⅰと水平方向の力の値は異なるが、同様の分布になっている。さらに、条件Ⅱで得られた各方向の力は条件Ⅰの
⑤~国と一致した。つまり、屈曲の過程に関わらず、屈曲の状態によって得られる傾向は同一であることが確かめられた。

2.3.3 条件Ⅲ

計測例(筆①)を図8に示す。



水平方向の力は、回転角度が-5度付近から検出され始め(A)、緩やかに上昇し、5度付近で最大値(B)を示した。その後急激に低下し、8度付近で最小値(©)を示した後上昇し0となった。垂直方向の力は、-5度付近から検出され始め(A)、6度付近で最大値を示し

(B), その後急激に低下 した。

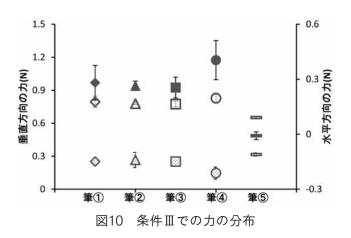
垂直方向の挙動は条件 Ⅱと同様であるが、水平 方向はこれまでにない負 の力が検出されている。 これは、屈曲した穂が端 子面より内側になったた めであると考えられる。 この状態を図9に示す。



図9 屈曲時の模式図

これらの挙動は全ての筆に共通していた。

各方向の力の最大値(マイナス方向の力は最小値) をプロットした結果を図10に示す。網掛けのマークは、 水平方向の力のうちマイナス方向の力である。



条件Ⅱと同様に、垂直方向は穂が端子面を押し込む力、水平方向は穂が端子面を滑る力と、穂が端子面との接点で回復しようとする力が検出されている。分布はこれまでの条件とは異なり、筆④が最大、筆①②③が同程度、筆⑤が最小となった。他条件との垂直方向の力を比較すると、変化が大きいのは筆③と筆④である。これらの筆に共通して使用されている獣毛として狸毛がある。狸毛は繊維長方向の太さの変化が大きいため、屈曲の程度での力の変化も大きくなったと考えられる。また、腰部分に曲げ剛性の高い獣毛が多く用いられていることも考えられる。

3. 筆の官能評価

ヒトが筆のこし感についてどのような評価をするのかを知るために官能検査を行った。また,目的とした使用感の筆をどのように選択するのかを聞き取り調査

したところ,販売員とのやりとりの結果や,購入後実際に使用してみてという意見があった。

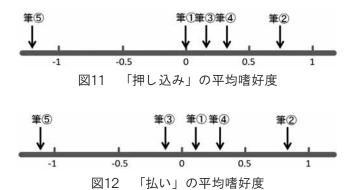
3.1 検査方法

力学測定で用いた筆に対して、手描友禅業界の方6名を被験者として2種類の官能検査を行った。ひとつは筆を掌などに押し当てその戻ってくる感覚の強さ(「押し込み」とする)、もうひとつは指の側面で筆を払う時の力の強さ(「払い」とする)である。検査の方法は、シェッフェの一対比較・浦の変法を用いた3。視覚の影響を除くために、試料が見えない状態で検査した。

3.2 検査結果

官能検査では、「押し込み」、「払い」の両検査とも、 穂の腰まで深く屈曲させて評価が行われていた。

得られた結果は、両検査とも1%水準で試料間に有意 差が認められた。両検査で得られた平均嗜好度を図11 及び図12に示す。



これらから、筆②で最も強く、次に筆④、そして筆 ⑤で最も弱く感じ、筆①、③については検査の手法に よって評価が変わることが分かる。

3.3 力学測定との相関

力学測定の結果に対して分散分析を行い、Holm法で多重比較^{4,5)} を行った結果と3.2で得られた平均嗜好度を比較した。なお、分散分析では力学測定の全ての方法に関して1%水準で試料間に有意差が認められた。

解析の結果、力学測定と官能検査の結果が一致するものは、条件IIの水平方向の力と「払い」であった。つまり、「払い」の官能検査では深く屈曲させてはあるが、穂が指の側面より内側に入る(図9のような状態)までの部分で力を判断していることが考えられる。そし

て、今回の条件内では「押し込み」と一致するものがなかった。これは、「押し込み」の動作が屈曲させた状態で反復させ、またその反復時の角度が一定ではないのに対して、そのような条件での測定手法がなかったためであると考えられる。

4. おわりに

本報では,筆のこし感に着目し,力学測定と官能検査を行い,それらの相関を検討した。その結果,力学測定で穂の1/3を屈曲させた状態で得られる水平方向の力と指に当てて払う動作で得られる力に相関が得られた。この屈曲の条件としては,屈曲した時の穂が端子よりも内側に入っていないことが重要である。これらの条件を満たすことで,ヒトが感じる筆のこし感を力学測定によって得られると考えられる。今回の研究結果は,筆を選択する際に重要となるこし感についての指標づくりにも寄与するものと考えられる。

参考文献

- 1) 小田明佳, 浅井亮太:京都市産業技術研究所研究 報告, No.1, pp.32-35 (2011).
- 2) 小田明佳, 浅井亮太:京都市産業技術研究所研究 報告, No.2, pp.26-29 (2012).
- 3) 日科技連官能検査委員会:新版官能検査ハンド ブック(1983).
- 4) 村瀬洋一, 高田洋, 廣瀬毅士: SPSSによる多変量 解析 (2010).
- 5) Michael J.Crawley:統計学:Rを用いた入門書(2012).