

切れ味評価における新手法の開発と使いやすい包丁の機能設計 (第4報)

使いやすい包丁の開発
安藤 敏弘、小河 廣茂

New method of sharpness evaluation and Function design of kitchen knife used easily (IV) Development of a Kitchen Knife Used Easily Toshihiro Ando, Hiroshige Ogawa

本研究では使いやすい包丁の柄形状を明らかにすることを目的とし、握った掌の形状測定を行い、そこから導き出された S、M、L の3サイズの柄形状を試作し、表面筋電図と主観評価により評価した。その結果、試作した M サイズと L サイズの柄形状は標準品と比較して、筋負担が小さく、主観評価でも評価が高かったが、S サイズの評価は低かった。

1. はじめに

包丁の使いやすさについて、平成21年度『使い易い刃物の評価システムの開発 ～評価グリッド法による包丁の評価構造～』¹⁾の評価構造モデルより、柄の形状が握った掌にフィットすると安定して握ることができることから、握りやすく、力が入れやすく、作業しやすいということがわかっている。これは掌にフィットすることにより、切断作業に必要な、人が発揮する力が包丁に伝わりやすくなるため、結果的に、少ない力で切断作業を行うことが可能であると予想される。また握る力が少なくても、切断する力も入れやすく、作業もしやすいと評価がされることもわかっている。これは腕には複数の筋肉が密集しており、握るための筋肉が大きな力を発揮するとその筋肉が硬くなってしまい、動かすために必要な筋肉が動かしにくくなるためであると予想される。

以上を受け、本研究では使いやすい包丁の柄形状を明らかにすることを目的とし、握った掌の形状測定を行い、そこから導き出された柄形状を試作し、表面筋電図と主観評価により評価したので、ここに報告する。

2. 実験

2.1 柄の形状開発

2.1.1 掌形状の採型

柄の形状開発を行うため、紙粘土による握った掌形状の採型を行った。紙粘土は株式会社デビカ製「ふんわりふわわかる〜ん」を用いた。被験者には包丁をイメージしやすいよう、包丁の刃の模型を付けた紙粘土を渡し、標準的な包丁の握り方である握り型で握ってもらった。

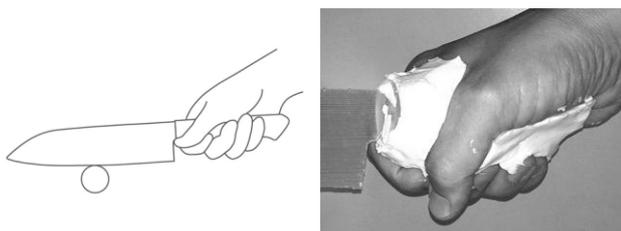


図1 握り型の握り方

図2 採型の様子

その際、掌により押し出された採型に必要な余分な粘土は、実験者により取り除いた。握り型の握り方を図1に、採型の様子を図2に示す。被験者は心身ともに健康な20代～80代の女性20名(全員右利き)を対象とした。被験者の身体特性について表1に示す。

表1 被験者の身体特性

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
身長(mm)	1544.3	53.7	1450	1640
体重(kg)	49.2	5.2	40.0	56.0
年齢(歳)	35.5	17.8	21	85
包丁使用歴(年)	20.4	18.15	1	72
握り内径(示指)(mm)	33.7	3.43	28.0	39.5

2.1.2 断面線の作成

得られた紙粘土型を、3次元スキャナ(米国 Polhustus 社製 FASTSCAN)を用いデジタル化した。その後、紙粘土型の標準化を行うため、被験者の握り内径(示指)を参考に、日本人女性の握り内径(示指)平均値36mmになるよう紙粘土型をスケール調整した。これにより、握り内径(示指)36mmの人が、握り型をした際の握った掌形状20人分のデータを生成したことになる。これを用い3軸の断面線の作成を行った。断面線の位置について図3に示す。

2.1.3 柄の設計

得られた断面線を用い、柄の設計を行った。図3より、

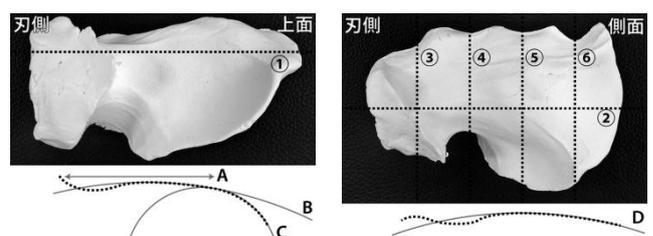


図3 断面線の位置

断面線①②について、被験者ごとに距離 A および半径 B、C、D を測定し、平均値を算出し用いた。断面線③④の位置は親指と人差し指で包丁を握る部分となる。そこで、断面線より縦横比を算出し、平成 23 年度『切れ味評価における新手法の開発と使いやすい包丁の機能設計 ～一対比較法による柄の太さの検討～』での M サイズの柄の太さ、直径 26.25mm の円周 82.425mm と同じになるよう計算し、縦 29mm 横 23.5mm の楕円形とした。また断面線⑤⑥の位置は、しっかり握れるよう、断面線の最小となるような楕円形とした。作成した 20 人分の断面線とそれぞれの断面線を使用し、上述した方法で作成した曲線について図 4 に示す。このように作成した曲線を用い、柄の設計を行った。M サイズの柄の設計図を図 5 に示す。他サイズの柄形状は、上述した研究報告より S サイズの柄の太さ：直径 21.25mm、L サイズの柄の太さ：直径 31.25mm を参考に、S サイズは M サイズの 81%、L サイズは M サイズの 119%となるよう、それぞれスケール調整を行った。

2. 2 被験者

表面筋電図における被験者は、心身ともに健康な 20 代～60 代の女性 6 名（全員右利き）を対象とした。主観評価における被験者は、心身ともに健康な 20 代～60 代

の女性 18 名（全員右利き）を対象とした。なお、各サイズに対応する握り内径（示指）、S サイズ 33.5mm 以下、M サイズ 33.5mm～38.5mm、L サイズ 38.5mm 以上、を参考に、各サイズの被験者が均等になるようにした。被験者の特性について表 2 に示す。

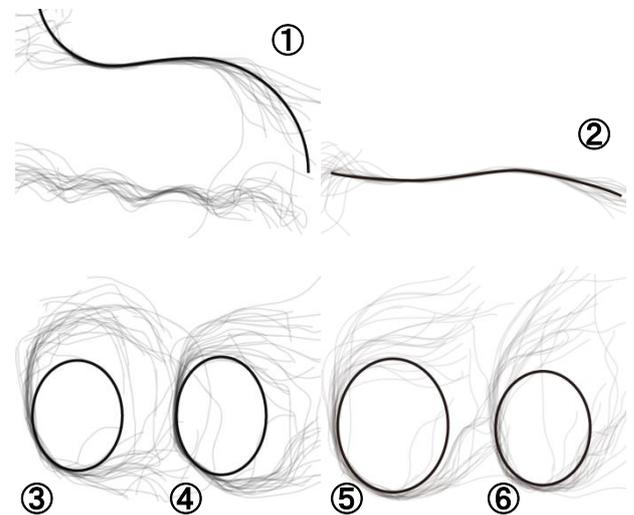


図 4 作成した曲線

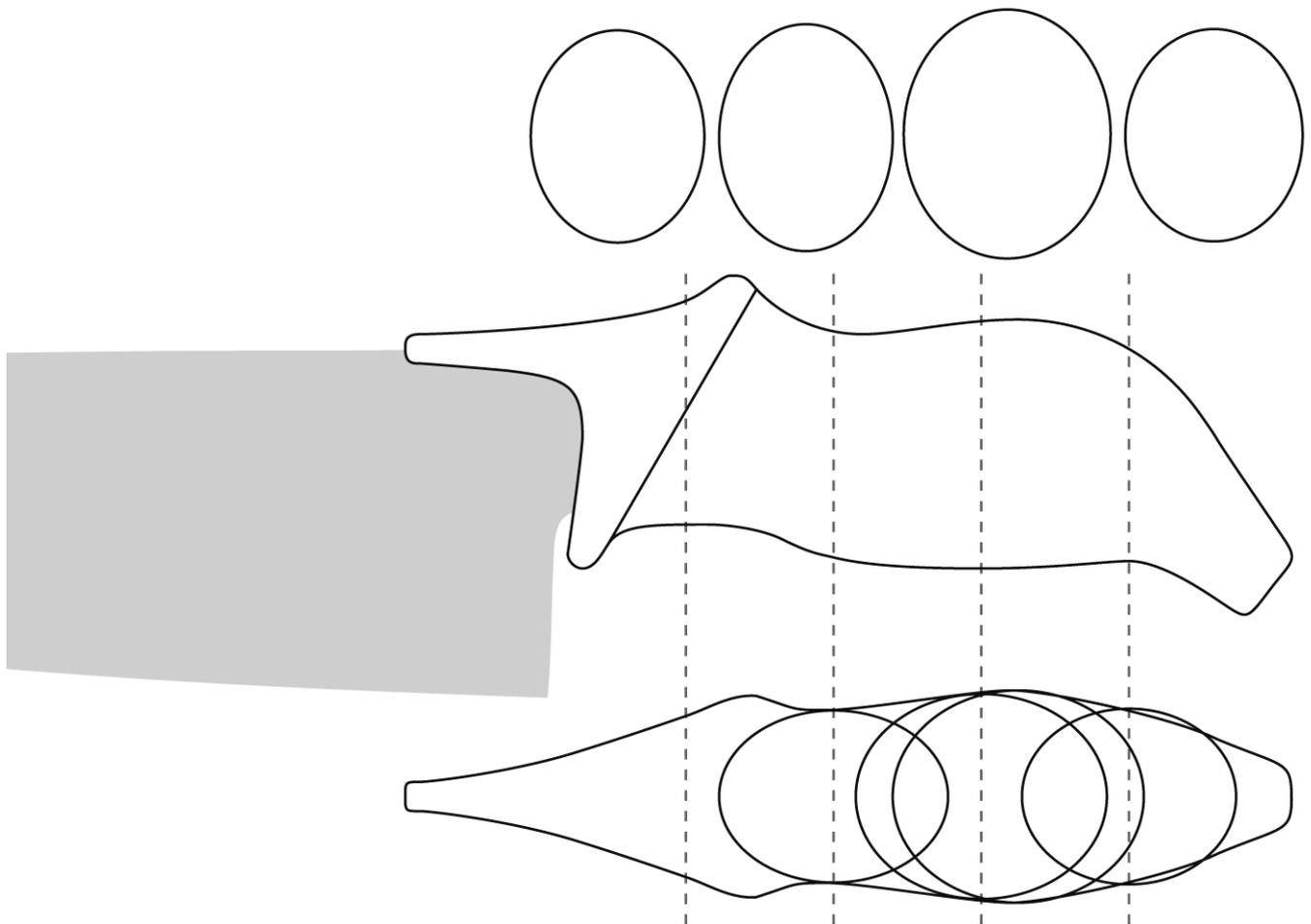


図 5 M サイズの柄の設計図

表2 被験者の身体特性

表面筋電図	平均値	標準偏差	最小値	最大値
身長(mm)	1574.3	76.0	1486	1670
体重(kg)	50.0	6.1	40.0	56.0
年齢(歳)	38.8	19.6	21	63
包丁使用歴(年)	22.5	18.4	2	45
握り内径(示指)(mm)	36.4	4.9	31.5	44.5

主観評価	平均値	標準偏差	最小値	最大値
身長(mm)	1579.2	63.0	1480	1670
体重(kg)	50.5	5.3	40.0	58.0
年齢(歳)	28.7	13.8	20	63
包丁使用歴(年)	12.3	12.9	1	45
握り内径(示指)(mm)	36.1	4.8	30.0	45.0

2.3 試料

実験試料として前述した S、M、L の柄と標準品の柄の計4水準の柄形状を設定した。なお刃については、すべて同じ刃を用いた。実験に用いた試料を図6に示す。

2.4 条件

すべての実験において、以下の3項目については共通の実験条件とした。

- ①実験順序は被験者ごとにランダムとした。
- ②包丁の切れ味をそろえるため、家庭用包丁研ぎ器を用い、被験者ごとにそれぞれ5回研いだ。実験に用いた家庭用包丁研ぎ器を図7に示す。
- ③床からまな板台までの高さは、被験者ごとに算出した(身長/2 + 5cm)²⁾。



図6 実験に用いた試料



図7 家庭用包丁研ぎ器

2.5 表面筋電図

柄の形状が身体に与える影響を検討するため、切断作業について、筋電図を用いた筋活動量を測定した。測定部位は、短拇指屈筋(拇指の屈曲)、浅指屈筋(第2~5指の屈曲)、尺側手根屈筋(手関節の掌屈、尺屈)とし、電極間距離は20mmとした。測定部位を図8に示す。

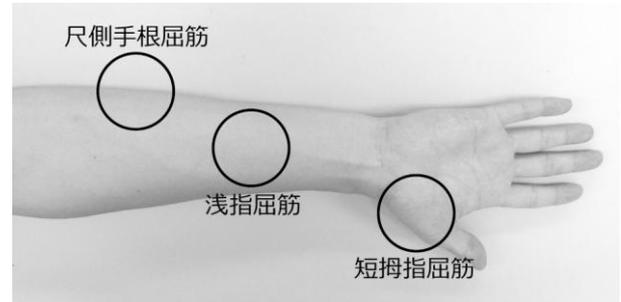


図8 筋電位の測定部位

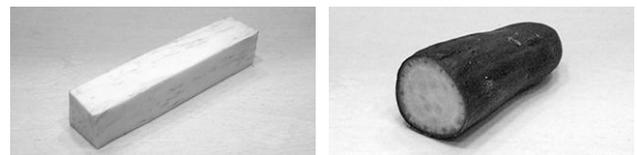


図9 被削材(サツマイモ) 図10 被削材(キュウリ)

2.5.1 単切断実験

被削材には一定断面で、切断抵抗に差がないと考えられる縦横20mmの直方体にカットしたサツマイモを用いた。被削材を図9に示す。切り方は包丁操作の基本である小口切りとした。切断作業は、1試行1回の単切断とし、柄形状1水準につき各被験者5試行ずつ行い、解析に用いた。

2.5.2 連続切断

被削材にはキュウリを用いた。被削材を図10に示す。切り方は包丁操作の基本である小口切りとした。切断作業は、1試行5回の連続切断とし、柄形状1水準につき各被験者5試行ずつ行い、解析に用いた。

2.6 主観評価

柄の太さが心理に与える影響を検討するため、主観評価を行った。被削材には硬い材料として縦横20mmの直方体にカットしたサツマイモを、柔らかい材料としてキュウリをそれぞれ用意した。被験者には実際に包丁を使用し、被削材を切断した上で、包丁の柄に関する以下の3項目について7段階尺度で評価をお願いした。

- ①握りやすさ (握りにくい~ふつう~握りやすい)
- ②力の入れやすさ (入れにくい~ふつう~入れやすい)
- ③作業のしやすさ (作業しにくい~ふつう~作業しやすい)

3. 結果及び考察

3.1 表面筋電図

各条件 1 試行ごとに、筋電図から積分値を算出した。その後、被験者の測定部位ごとに(全 20 試行分のデータ)積分値を標準化し、標準化筋電位を解析に用いた。

3.1.1 単切断実験

①短拇指屈筋

短拇指屈筋の活動量について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果が有意であった ($F=10.896$, $p<0.05$)。この結果は、柄形状の違いが短拇指屈筋の活動量に影響を与えたことを示している。ここで、短拇指屈筋の活動量平均値±標準偏差について図 1 1 に示す。また多重比較の結果、標準品と M サイズ、L サイズとの間に有意差が認められた ($p<0.05$)。これらのことから標準品は筋負担が大きく、M サイズ、L サイズの柄形状は筋負担が小さいと推察された。

②浅指屈筋

浅指屈筋の活動量について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果が有意であった ($F=3.320$, $p<0.05$)。この結果は、柄形状の違いが浅指屈筋の活動量に影響を与えたことを示している。ここで、浅指屈筋の活動量平均値±標準偏差について図 1 2 に示す。また多重比較の結果、全ての組み合わせにおいて有意な差は認められなかった。これらのことから柄形状の違いによる筋負担には、差がないと推察された。

③尺側手根屈筋

尺側手根屈筋の活動量について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果が有意であった ($F=3.077$, $p<0.05$)。この結果は、柄形状の違いが尺側手根屈筋の活動量に影響を与えたことを示している。ここで、尺側手根屈筋の活動量平均値±標準偏差について図 1 3 に示す。また多重比較の結果、S サイズと M サイズ、L サイズとの間に有意差が認められた ($p<0.05$)。これらのことから S サイズの柄形状は筋負担が大きく、M サイズ、L サイズの柄形状は筋負担が小さいと推察された。

3.1.2 連続切断実験

①短拇指屈筋

短拇指屈筋の活動量について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果が有意であった ($F=8.106$, $p<0.05$)。この結果は、柄形状の違いが短拇指屈筋の活動量に影響を与えたことを示している。ここで、短拇指屈筋の活動量平均値±標準偏差について図 1 4 に示す。また多重比較の結果、S サイズと標準品、M サイズ、L サイズとの間に有意差が認められた ($p<0.05$)。これらのことから S サイズの柄形状は筋負担が大きく、標準品、M サイズ、L サイズの柄形状は筋負担が小さいと推察された。

②浅指屈筋

浅指屈筋の活動量について、柄形状を要因とする一元

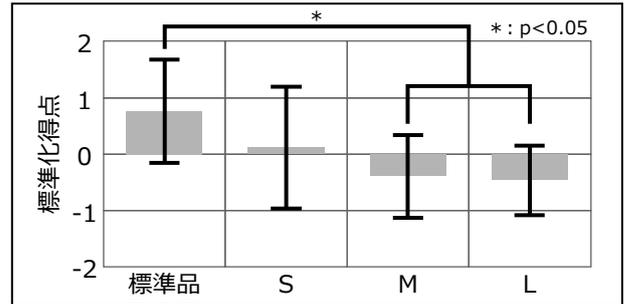


図 1 1 単切断 標準化筋電位 短拇指屈筋

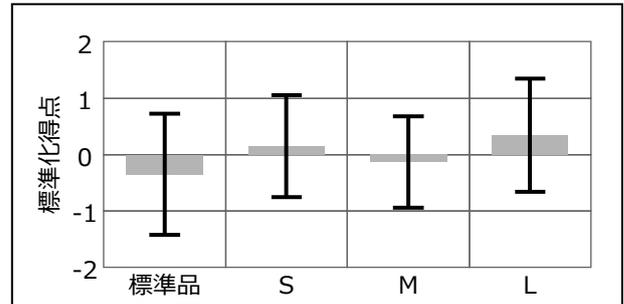


図 1 2 単切断 標準化筋電位 浅指屈筋

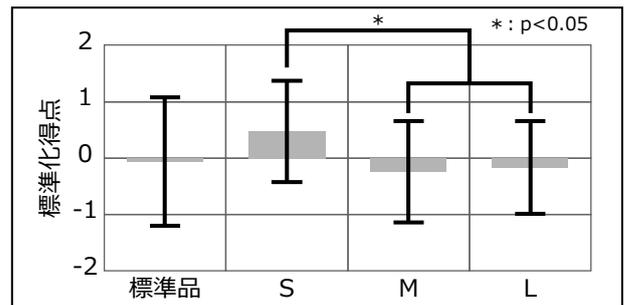


図 1 3 単切断 標準化筋電位 尺側手根屈筋

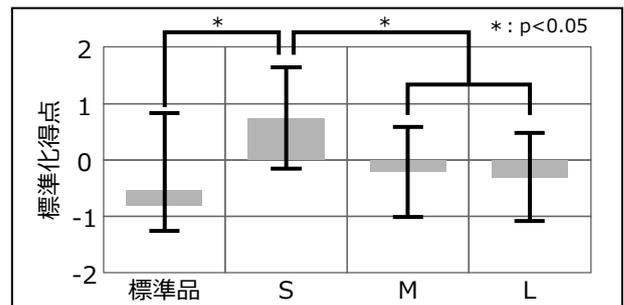


図 1 4 連続切断 標準化筋電位 短拇指屈筋

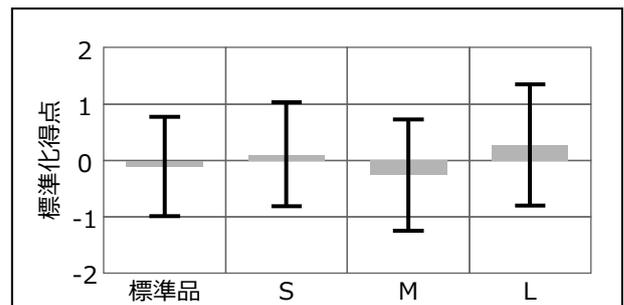


図 1 5 連続切断 標準化筋電位 浅指屈筋

配置分散分析を行った。その結果、主効果は認められなかった。この結果は、柄形状の違いが浅指屈筋の活動量に影響を与えていないことを示している。ここで、浅指屈筋の活動量平均値±標準偏差について図15に示す。また多重比較の結果、全ての組み合わせにおいて有意な差は認められなかった。これらのことから柄形状の違いによる筋負担には差がないと推察された。

③尺側手根屈筋

尺側手根屈筋の活動量について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果は認められなかった。この結果は、柄形状の違いが尺側手根屈筋の活動量に影響を与えていないことを示している。ここで、尺側手根屈筋の活動量平均値±標準偏差について図16に示す。また多重比較の結果、全ての組み合わせにおいて有意な差は認められなかった。これらのことから柄形状の違いによる筋負担には差がないと推察された。

3.2 主観評価

得られたデータを被験者ごとに標準化し、その後の解析に用いた。

①握りやすさ

握りやすさの評価について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果が有意であった ($F=4.007, p<0.05$)。この結果は、柄形状の違いが握りやすさの評価に影響を与えたことを示している。ここで、握りやすさの評価平均値±標準偏差について図17に示す。また多重比較の結果、SサイズとMサイズとの間に有意差が認められた ($p<0.05$)。これらのことからSサイズの柄形状は握りにくく、Mサイズの柄形状は握りやすいと推察された。

②力の入れやすさ

力の入れやすさの評価について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果が有意であった ($F=7.726, p<0.05$)。この結果は、柄形状の違いが力の入れやすさの評価に影響を与えたことを示している。ここで、力の入れやすさの評価平均値±標準偏差について図18に示す。また多重比較の結果、Sサイズと標準品、Mサイズ、Lサイズとの間に有意差が認められた ($p<0.05$)。これらのことからSサイズの柄形状は力が入れにくく、標準品、Mサイズ、Lサイズの柄形状は力が入れやすいと推察された。

③作業のしやすさ

作業のしやすさの評価について、柄形状を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、主効果が有意であった ($F=4.477, p<0.05$)。この結果は、柄形状の違いが作業のしやすさの評価に影響を与えたことを示している。ここで、作業のしやすさの評価平均値±標準偏差について図19に示す。また多重比較の結果、SサイズとLサイズとの間に有意差が認められた ($p<0.05$)。これらのことからSサイズの柄形状は作業がしにくく、Lサイズの柄形状は作業しやすいと推察された。

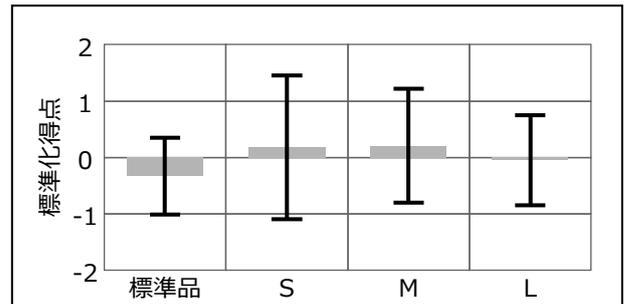


図16 連続切断 標準化筋電位 尺側手根屈筋

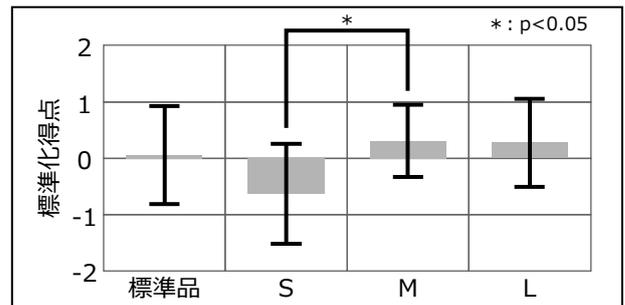


図17 主観評価 握りやすさ

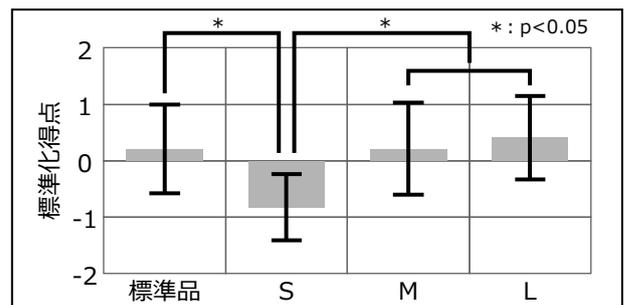


図18 主観評価 力の入れやすさ

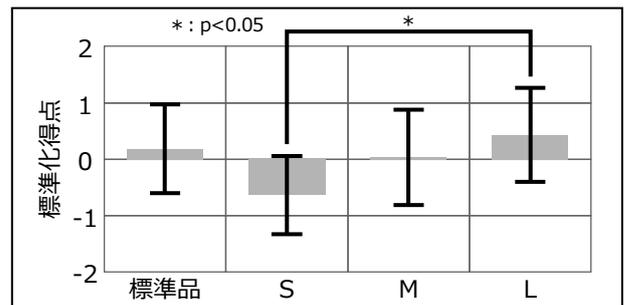


図19 主観評価 作業のしやすさ

3.3 考察

表面筋電図と主観評価の結果をまとめたものを表3に示す。表3より、筋負担が小さく、評価が高いのはM、Lサイズということがわかる。短母指屈筋において、単切断の標準品の負担が大きい要因は、硬い物を切断するために必要な力を発揮すると刃先が左右にぶれやすくなり、被削材に対し垂直に刃を固定する必要が生じ、親指に力が必要であるためと推察される。またSサイズの負担が大きく、評価が悪いのは、大きさ自体が小さすぎた

ことが要因として挙げられる。Lサイズの人にはSサイズの柄では小さいため、こちらが想定した握り方ができず、しっかりと握ることができない。それに加え、標準品より手との接触面積が小さくなるため、筋負担もより必要になったと推察される。ただし握り内径（示指）によるSサイズと想定される被験者のみの主観評価では、33.3%

表3 実験結果の解析のまとめ

表面筋電図 短拇指屈筋	負担が小さい	負担が大きい
単切断	M、L	標準品
連続切断	標準品、M、L	S

表面筋電図 浅指屈筋	負担が小さい	負担が大きい
単切断	—	—
連続切断	—	—

表面筋電図 尺側手根屈筋	負担が小さい	負担が大きい
単切断	M、L	S
連続切断	—	—

主観評価	評価が高い	評価が悪い
握りやすさ	M	S
力の入れやすさ	標準品、M、L	S
作業のしやすさ	L	S

表4 標準品と比較したM、Lサイズの評価の割合

主観評価	同等以上	より評価が高い
握りやすさ	72.2%	72.2%
力の入れやすさ	83.3%	61.1%
作業のしやすさ	83.3%	66.7%

の人が標準品より評価が高いため、サイズの設定については再検討する必要があると考えられる。

主観評価において、標準品と比較して、Mサイズ、Lサイズの評価が高かった割合を表4に示す。表4より、60%以上の人々が、全ての項目で標準品より高く評価しており、使いやすい包丁として一定の評価を得られたと考えられる。

4. まとめ

本研究では使いやすい包丁の柄形状を明らかにすることを目的とし、握った掌の形状測定を行い、そこから導き出されたS、M、Lの3サイズの柄形状を試作し、表面筋電図と主観評価により評価した。その結果、試作したMサイズとLサイズの柄形状は標準品と比較して、筋負担が小さく、主観評価でも評価が高かったが、Sサイズの評価は低かった。これまでの研究の中で導出した握り内径（示指）に対する柄の太さの許容範囲は、その後の調査の中でも良好だったが、形状の違いが許容範囲に影響を与えたと推察され、サイズ数の設定および各サイズの大きさについて課題が残った。また今回の柄は切断に特化した形状であり、皮むき作業を行う際に握る柄元については握りにくい形状である。今後両方の作業を満たす形状について検討する必要があると考えられる。

【謝 辞】

本研究は、名古屋市立大学大学院芸術工学研究科 デザイン情報領域 横山清子研究室の共同・協力により行われたものである。実験に参加いただいた被験者の皆様に感謝いたします。

【参考文献】

- 1)安藤ら, 岐阜県機械材料研究所研究報告 No.3, pp13-15, 2010
- 2)川口ら, 松下電工技報, No.82, pp24-28, 2003