

刃物製品のブランド力向上のための切れ味評価技術の開発（第5報）

大津崇*、田中泰斗*、田中等幸*

Development of sharpness evaluation method to improve the brand power of cutlery products (V)

OTSU Takashi*, TANAKA Taito* and TANAKA Tomoyuki*

近年、食卓用刃物を対象とした切れ味試験方法が国際標準化機構（ISO）により規格化され、欧米企業を中心とした刃物製品の品質管理に利用されている。日本国内では本多式切れ味試験機による品質管理が従来から行われているが、その試験方法は規格化されていない。岐阜県では、本多式切れ味試験機を改良した独自の切れ味試験装置の開発に取り組み、試験の自動化により切れ味とその耐久性を容易に計測可能な試験機を実用化した。本研究では、ISO 規格に準拠した装置方式と岐阜県が開発した装置方式により4種類の包丁を使用した切れ味試験を行い、切れ味の劣化特性の違いを把握した。その結果、2方式の試験開始直後の順位は同一であり共通性が認められた。一方、試験回数の増加による切断深さの低下や刃先摩耗に伴う外観について相関は確認できず、本研究で行った実験の範囲においては、2方式の切れ味試験結果の互換性は認められなかった。

1 はじめに

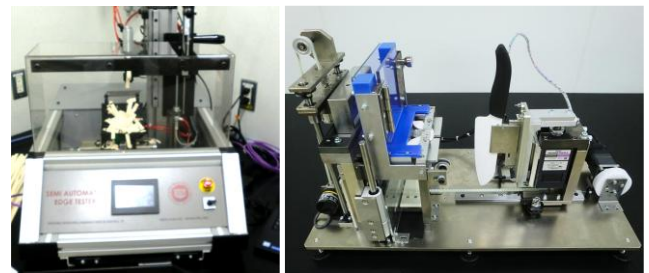
切れ味試験では、所定の被削材と刃物の刃先を一定条件で押し当て、引き切りに相当する切断動作を行った際の被削材の切断枚数や切断深さを「切れ味」として数値化している。近年、包丁などの食卓用刃物を含むカトラリーの要件やカトラリーの切れ味に関する試験方法と試験装置（以下、ISO 式）がヨーロッパ諸国を中心にまとめられ、国際規格化された¹⁾²⁾。岐阜県では地場産業である刃物産業を支援するため、本多式切れ味試験機を改良した独自の切れ味試験装置（以下、岐阜県式）を開発した^{3)~5)}。この装置は、従来の本多式の欠点である、①手動計測であること、②被削材と刃先および刃側面の接触により生ずる摩擦の影響が大きいこと、③測定作業に熟練した作業者が必要であることを改善したものであり、連続的な自動計測と作業者に左右されない安定的な計測を実現している。

前報では、ISO 式と岐阜県式の装置により市販のカッター刃の切れ味試験を行い、切れ味の劣化特性の違いを比較した。その結果、摩耗に伴う刃先曲率半径の増加と切れ味の低下が一定の逆相関を示すことや、材料（鉄鋼、ステンレス鋼）の違いによって切れ味低下や摩耗曲線が異なることを明らかにした⁶⁾⁷⁾。本報では、同様の試験を刃物材料や刃先形状の異なる複数の市販ステンレス鋼製の包丁を対象に行った結果について報告する。

2 実験

2.1 刃物（包丁）

実験には市販包丁4種類を使用した。これは、2種類の材料（ステンレス鋼：A, B）と2種類の刃先形状（三



(a) ISO 式

(b) 岐阜県式

図1 切れ味試験装置の外観

徳包丁、菜切包丁）の組合せである。材料（刃材質）の違いは添加された合金元素の量であり、Bの方が合金元素の添加量が多い（以下、三徳A、菜切A、三徳B、菜切B）。三徳Aと菜切A、三徳Bと菜切Bは同一材である。包丁の刃長は160~170 mmであり、それぞれ6本を試験に使用し平均した切れ味によって評価した。

2.2 切れ味試験装置

切れ味試験にはISO 式切れ味試験装置（CATRA 製、SAET）と岐阜県式切れ味試験装置（株式会社丸富精工製）を使用した。2方式は、いずれも連続的な切断動作で自動計測が可能な装置であり、試験回数1回（1往復）ごとに生じた切断深さをセンサーにより計測している。通常、この切断深さ（mm）が刃物の「切れ味」と呼ばれるものである。2方式の主な違いとしては、切断機構と被削材固定部の構造の他、切断荷重や被削材の填料（添加剤）の有無である。図1に実験で使用した2方式の装置外観を、表1に主要な試験条件を示す。

2.2.1 ISO 式装置と被削材

ISO 式の試験は刃物の刃先を上向きに固定し、上方に設置された被削材を切断することにより行う。刃物をス

* 金属部

表1 切れ味試験装置の主要な試験条件

装置	方 式	ISO式	岐阜県式
規格	番 号	ISO 8442-5	—
	対 象 刃 物	食品調理用の 切れ刃を持つ手動用刃物	— (主要な対象は包丁)
	基準回数・基準値	あり	—
切れ味	単 位	1サイクル当りの 切断深さ(mm)	1サイクル当りの 切断深さ(mm)
	形 式	引き切り、斜め20°	引き切り
	試 験 長 さ	約50 mm	約20 mm
計測	方 法	センサー、自動	センサー、自動
	頻 度	1サイクル(1往復、1回)	1サイクル(1往復、1回)
	単 位	0.01 mm	0.075 mm
切断	荷 重	約5.1 kg (50 N)	約0.85 kg
	被削材クランプ 圧	130 ± 2.5 N	指定なし
	ストローク幅	40 mm	10 mm
	速度(平均)	45 mm/s	20 mm/s
被削材	種 類	ケミカルパルプ紙	クラフト紙
	填 料	5 % SiO ₂ 含有	なし
	幅	10.0 ± 0.1 mm	約8 mm
	厚み(1枚当り)	0.31 ± 0.02 mm	約0.04 mm

トローク幅 40 mm、平均速度 45 mm/s で往復運動させながら、刃物と被削材を 50 N (約 5.1 kg) で押し当てること、積層した被削材が切断される。切断時に、鉛直方向から装置正面側へ 20° の角度で切断されることにより、切断済み被削材と刃物の摩擦を回避するとともに、切断された被削材が自動的に装置外に排出される。なお、被削材は 5% SiO₂ を含むケミカルパルプ紙で、SiO₂ 粒径の大きさや割合が調整された専用試験紙である。

2.2.2 岐阜県式装置と被削材

岐阜県式の装置では、試験の前準備として専用の刃物固定治具に試験用刃物を所定の条件で取り付け、これを本体に固定する。切れ味試験は、治具と一体となった試験刃物を一定荷重 (約 0.85 kg) で積層した被削材に押し付け、リニアアクチュエータによりストローク幅 10 mm、平均速度 20 mm/s で往復運動させることにより行う。被削材固定部は 1 つの円筒ピンと 2 つの紙押さえ用ローラーにより被削材を湾曲・固定する構造である。この構造により、試験での切断済み被削材が自動的に左右へ離れることで、試験刃物側面との摩擦の発生を回避しながら、連続的な試験が可能となる。なお、被削材には填料などの無機成分を含まないクラフト紙を使用した。

2.3 切れ味試験

ISO 式と岐阜県式のいずれにおいても「切れ味」は 1 サイクル (1 往復、1 回) で生じた切断深さ (mm) で定義されている。切れ味試験においては、被削材である紙の物性値の変化が試験結果に大きな影響を及ぼすことが知られている。このため、本研究では、紙の標準状態⁸⁾の環境に十分慣らした被削材を使用するとともに、試験機本体についても同環境に設置し試験を行った。

切れ味試験の回数は、ISO 式では 60 回とし、岐阜県式は 4000 回とした。2 方式で試験回数が大幅に異なるのは、ISO 式は岐阜県式と比較して、切断時の荷重が約

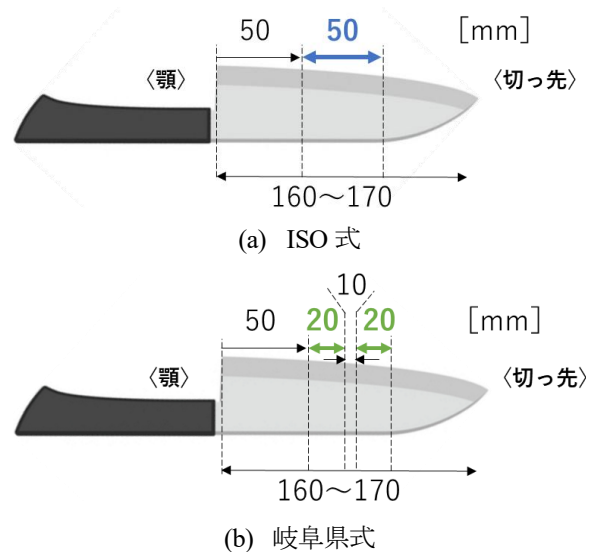


図2 切れ味試験の試験位置と試験長さ

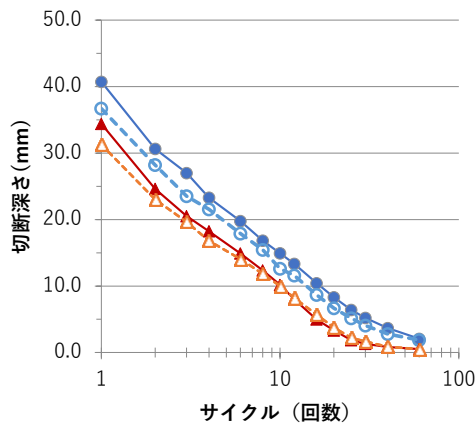
6.0 倍、速度が約 2.25 倍であることに加えて、シリカ粒子を含有する被削材を使用することから、優位に摩耗が進展するためである。なお、ISO 規格²⁾では、使用者が研ぎ直し可能な刃に対する試験回数は 60 回 (基準回数 60 回) と定められており、初回から 3 回目までの被削材の累積切断深さが初期切断性能、初回から 60 回目までの累積切断深さが刃先耐久性として規定されている。

図2に切れ味試験の試験位置と試験長さ示す。切れ味試験を行う位置は刃物刃長の中心付近とした。具体的には、刃元 (顎) 位置から 50 mm 地点を起点とし、ISO 式では切れ先方向に約 50 mm の区間に対して試験を行った。岐阜県式では起点から約 20 mm (区間1)、未試験区間 10 mm を挟んで、更に約 20 mm (区間2) の2箇所に対して試験を行った。それぞれの試験方式で試験長さが異なるため、岐阜県式では区間1と区間2の値の平均をとり、ISO 式との切れ味試験の比較に使用した。また、切れ味試験による刃先の摩耗状況を把握するため、デジタルマイクロスコプ (株式会社キーエンス製、VHF-1000) により、刃先を観察した。

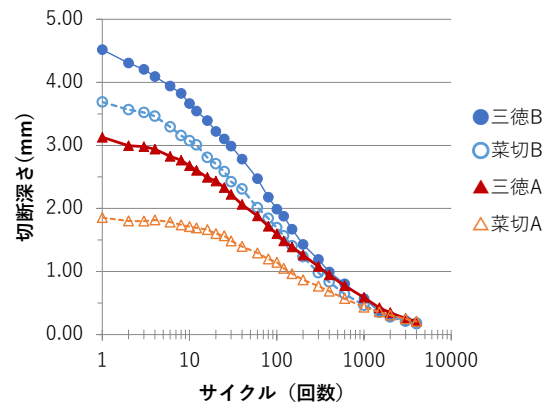
3 結果及び考察

3.1 切れ味試験結果の比較

図3にISO式と岐阜県式の切れ味試験結果を示す。切断深さは試験回数に対して指数関数的に減少するため、図では試験回数を対数軸で表している。図から分かるように、ISO 式試験における切断深さは、試験回数の増加に伴って線形に減少した。一方、岐阜県式試験における切断深さは、試験回数の増加に伴って逆 S 字状に減少しており、切断深さの変化は異なった。これは前報⁷⁾で報告したカッター刃の実験と同様であり、刃先摩耗の進展が異なることが示唆された。試験開始直後の切断深さは、2 方式のいずれにおいても大きい順に三徳 B、



(a) ISO 式



(b) 岐阜県式

図3 切れ味試験の結果

菜切 B、三徳 A、菜切 A となった。この結果は、材料 A,B の合金元素量の違いに伴う硬度の違いと、三徳包丁の方が菜切包丁と比べて刃角度が鋭角であることが影響したものと考えられる。また、岐阜県式は、試験回数 100 回程未満において、4 種類の切断深さの差が ISO 式と比較して顕著に大きい特徴を示した。

ISO 式では試験回数が 20 回程度以上で、材料に依存した切断深さの変化を示した。一方、岐阜県式では試験回数 300~1000 回程度において、試験刃物の切れ味の優劣が逆転し、2000 回程度以上では全ての刃物の切断深さが同等程度まで低下した。これは、刃先角度や小刃角など、刃先形状の影響と考えられる。これらの結果から、ISO 式では材料の違いによる切れ味影響をより受け、岐阜県式では刃先形状の影響をより受けると考えられた。このため、ISO 式は材料の違いによる切れ味評価に優れているのに対し、岐阜県式は刃先形状による切れ味評価に優れていることが示唆された。

図 4 に試験後の刃先磨耗の様子を示す。ISO 式では、3 回の切れ味試験において刃先の磨耗が認められ、60 回では磨耗幅が広がっていることが確認できる。一方、岐阜県式では、4000 回の切れ味試験後において ISO 式のような顕著な磨耗は認められず、磨耗は刃先のごく先端部分に生じているものと予想された。

3.2 交互試験

前報でのカッター刃での実験と同様に、包丁においても同一の試験刃物に対する交互試験⁷⁾を行った。これは ISO 式で所定回数の試験を行った刃物に対して岐阜県式による試験を行うものであり、その時々の ISO 式の切断深さを岐阜県式の切断深さで表すことを目的としている。なお、岐阜県式による刃先磨耗の進行は、ISO 式と比較して十分に小さいことから、ISO 式の試験の結果に及ぼす影響はないものとして扱った。

図 5 に交互試験から求めた ISO 式の 1~3 回の切れ味

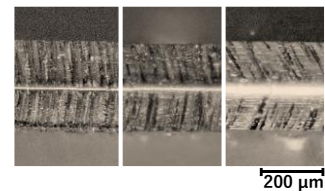
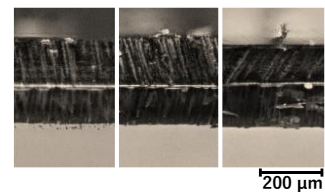

(a) 0 回 (b) 3 回 (c) 60 回
ISO 式

(d) 0 回 (e) 1000 回 (f) 4000 回
岐阜県式

図4 刃先磨耗の様子（三徳 A）

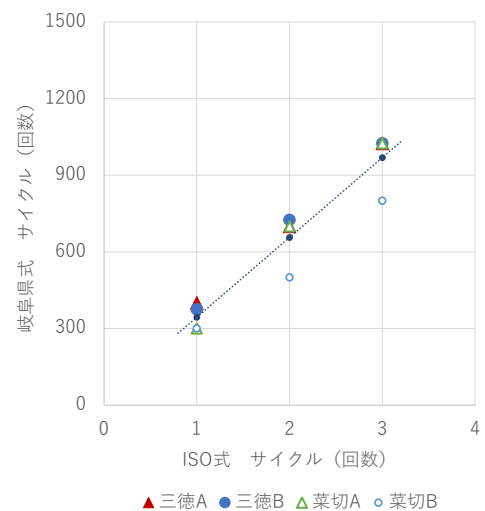


図5 交互試験の結果

試験回数に相当する岐阜県式の試験回数を算出した結果を示す。ISO 式における1回、2回、3回の試験が、岐阜県式に対して線形に変化すると仮定すると、岐阜県式回数として、それぞれおよそ350回、650回、1000回に相当すると考えられる。

3.3 累積値の比較

ISO 規格では、初回から3回目までの被削材の累積切断深さを初期切断性能と規定し、満たすべき基準値を定めている。そこで、切れ味試験の累積値における2方式の違いを検討した。評価には3.2 交互試験の結果を使用した。4種類の刃物の平均値は、ISO 式1回目、2回目、3回目においてそれぞれ41, 31, 27 mmであった。また、ISO 式による1回の試験に相当する岐阜県式の区間累積値は、1～350回目、351～650回目、651～1000回目までで、それぞれ506, 240, 203 mmであった。図6にISO 方式の1回目とこれに相当する岐阜県式の区間累積値を基準とした、切れ味の変化を示す。岐阜県式ではISO 式と比べ2区間目および3区間目において大きく減少していることが分かる。

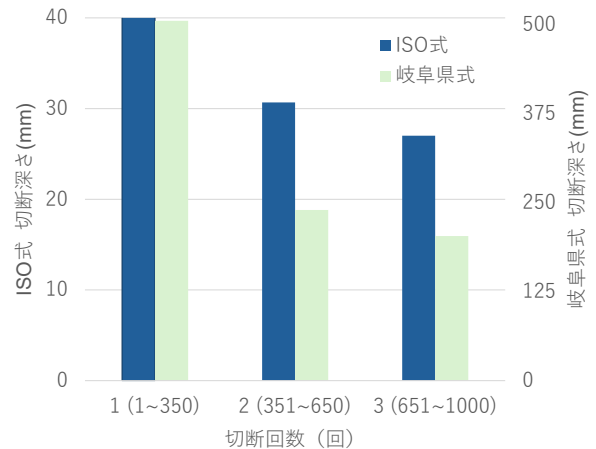


図6 累積値の比較

4 まとめ

刃先形状と材料が異なるステンレス鋼の包丁4種類に対して、ISO 式と岐阜県式による切れ味試験を行った。また、ISO 式と岐阜県式との交互試験を行い、これらの結果から以下の知見を得た。

- (1) 2方式の切れ味試験において、いずれも試験開始直後の切れ味の順位は同一であり、共通性が認められた。
- (2) 2方式の切断深さの減少傾向の違いは、一定程度の試験回数後に顕著になり、異なる特性を示した。
- (3) 交互試験の結果、本研究で扱った刃物においてISO 式の試験回数1回、2回、3回は、岐阜県式の試験回数350回、650回、1000回に相当した。また、この範囲内の切断深さの累積値は、2方式で大きく異なり、互換性は無かった。

2方式の切れ味試験を実務上で使用するにあたり、以下を補足する。切れ味試験の方式に関わらず、試験開始直後の切れ味の順位は同一であり、いずれの方式においても初期の切れ味の良否を判定することが可能であると考えられる。その上で、極めて初期の切れ味やかえりを含めた刃先先端の影響を評価したい場合においては岐阜県式が適当であり、刃体そのものの耐久性や耐用性を評価する場合においてはISO 式が適当である。なお、本研究において行った各種評価は、刃物用鋼材で作られた刃物を対象としている。刃物用鋼材と特性の異なる高硬度な材料を使用した刃物においては、刃先先端と耐久性・耐用性のバランスも含めた評価が重要であると予想され、このような刃物における試験適性の検討は今後の課題としたい。

【参考文献】

- 1) ISO 8442-1:1997, Materials and articles in contact with foodstuffs - Cutlery and table hollowware - Part 1: Requirements for cutlery for the preparation of food
- 2) ISO 8442-5:2004, Materials and articles in contact with foodstuffs - Cutlery and table hollowware - Part 5: Specification for sharpness and edge retention test of cutlery
- 3) 田中ら,岐阜県工業技術研究所研究報告 No.3, pp1-4,2015
- 4) 田中ら,岐阜県工業技術研究所研究報告 No.4, pp3-8,2016
- 5) 田中ら,岐阜県工業技術研究所研究報告 No.5, pp5-8,2017
- 6) 大津ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.4, pp11-13,2023
- 7) 大津ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.5, pp20-23,2024
- 8) JIS P 8111:1998 紙, 板紙及びパルプ—調湿及び試験のための標準状態