

# 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2報)

小河 廣茂、安藤 敏弘

## New method of sharpness evaluation and Function design of kitchen knife used easily (II)

Hiroshige Ogawa, Toshihiro Ando

刃物の切れ味評価の現状は、本多式切れ味試験機を用いて紙束の切断枚数を切れ味と定義し評価を行っている。包丁の切れ味は、種類や切り方により変化するが、この方法では、実際の使用を想定した切り方とは違うやり方で評価している。そうした観点から新しい切れ味試験機を試作したが<sup>1)</sup>、この装置を用いて得られる測定結果から、切れ味を評価するための手法を確立する必要がある。本研究では、本多式切れ味試験機の結果と照らし合わせながら、得られた数値の意味を分析し、切れ味に関係する評価項目と評価方法について提案した。

### 1. はじめに

刃物の性能評価において切れ味は、最重要項目であり、各刃物メーカーにおいても、様々な検討を加え、切れ味を向上させている。しかしながらこの切れ味の評価は難しく、標準的な評価手法は確立されていない。現状では切れ味の評価項目も限られている。つまり、包丁等の刃先に多数枚の紙を束ねた試料を所定の荷重で押し当てた上で、一定速度で一往復移動させて、切れた紙の枚数で切れ味を評価している。さらに、商品開発においても、ユーザーの視点に目を向けたアプローチはなされていない。

そこで、ユーザーの視点に配慮した製品開発の推進と実際の刃物の切れ味評価システムについて検討した。



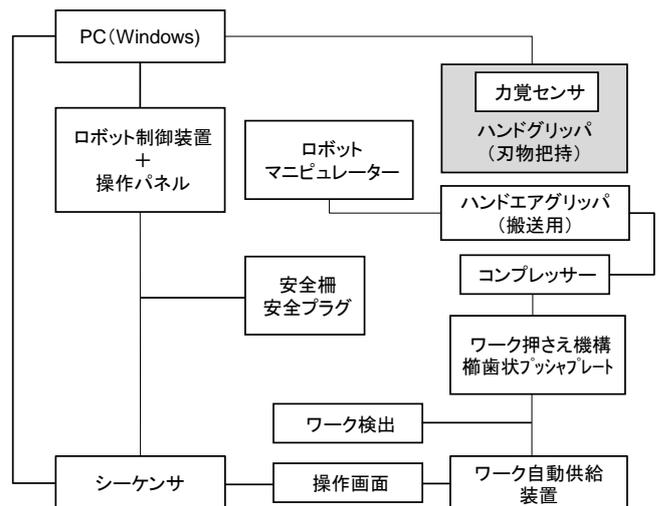
図1 切れ味試験機(全体図)

### 2. 実験

#### 2.1 システム構成

装置は、三菱電機製の6軸多関節ロボット本体とコントローラ及びシーケンサと、ミネベア製の6軸力覚センサをロボットハンドに装着したシステムで構成されており、コントローラとPC、シーケンサとPCは、それぞれUSB接続により、ロボット制御(プログラム入力、姿勢状態監視など)を行い、力覚センサとPCは専用ケーブルにより荷重データの取り込みができる。装置写真とシステム構成を図1及び図2に示す。

なお、安全柵及びインターロック機構を設け、安全のため、作動中(切断動作中)はインターロックが働き、異常時は緊急停止する仕組みとなっている。



※本年度改良部分を網掛

図2 システム構成

## 2. 2 切れ味試験装置

切れ味評価の手順は、図3に示す様に切断用プレートにセットされたフェルトを予めプログラムされたロボットの運動軌跡に従って、切断動作させる。この時包丁の柄を力覚センサの下に取り付けた把持治具に固定して、荷重測定を行う。ロボット及び力覚センサの位置関係(座標軸)は、図4に示すとおりである。



図3 包丁による切断動作

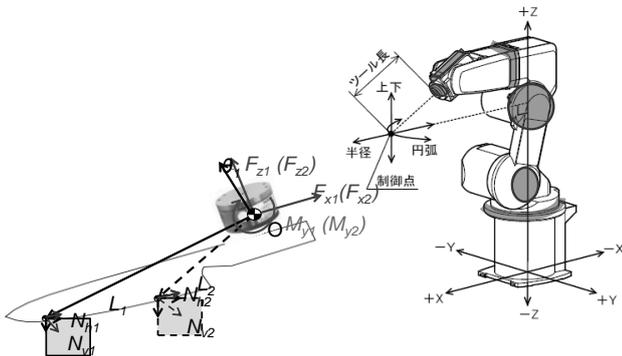


図4 ロボットと力覚センサの位置関係

る。しかしながら、腕の長さ、つまり包丁を把持している支点から被削材との接触点までの距離が大きくなるとモーメント力が増し、それと同等の反力がロボット側に必要となるが、それだけのパワーが無いことが原因で、切れ味が低下すると包丁が指定された位置まで進入できずにその硬さに負けてしまい、切り込み量も低下して、測定される荷重が小さくなり、結果として切り易さが増したかの錯覚に陥ることもある。これを避けるために本年度は、フェルトの密度を  $0.34\text{g/cm}^3$  から  $0.25\text{g/cm}^3$  へ柔らかいものに変更して試験した。しかし柔らかすぎると、どれも同じ位の荷重となり、違いが捉え難くなる。そのため、適した材料を選定する必要があるが、実施には、最適な選定まで至ってない。

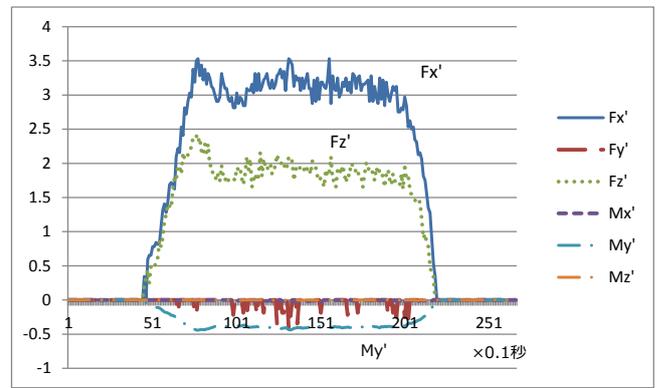


図5 荷重計測結果

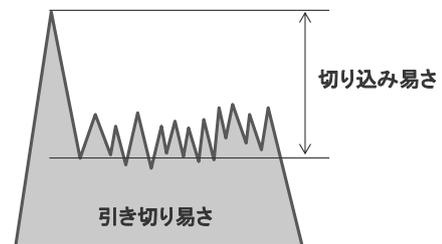


図6 切断荷重と切れ味との関係

## 3. 結果及び考察

### 3. 1 切れ味評価試験結果

前報<sup>2)</sup>で報告したことから、力覚センサを高速且つ低荷重タイプに交換したことにより、高感度に測定できることを確認した。図5に切れ味試験時の荷重の変化を示す。図中の  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  は荷重(N)を示し、 $M_x$ 、 $M_y$ 、 $M_z$  はそれぞれの軸方向の回転モーメントを示している。荷重変化を模式的に見ると、図6のようになり、最初の切断過程においては、刃物の刃先の鋭利さによってフェルトに進入して行った時の切り込み負荷量に対応して荷重が増して行き、最大ピークを示す傾向があり、つまりこの値は切り込み易さに相当するものと考えられる。

実際に刃物を使う人に感じられる(引き)切り易さは、捉えた荷重の積分値になると考えられる。つまり荷重が低い程摩擦抵抗が低く、切り易い刃物と言うことが出来

### 3. 2 切れ味評価試験結果

本装置の特徴である引き切り易さを評価できるか検証するため、次の実験を試みた。

図7～図14に側面の摩擦抵抗が異なる2種類の包丁(刃先の状態は同等とする)を用いて切れ味を評価した結果を示す。参考までに、本多式切れ味試験機では、前者は76枚、後者は74枚とほぼ同じ値であった。

図7～図10と図11～図14から、切断抵抗値の違いが鮮明で、後者の方が高い。側面の摩擦抵抗が高いためである。

図7と図11から、切断方向に対する力の成分( $F_x$ ,  $M_y$ )が大きく検出されていることが分かり、また後者の刃物からは、Z軸成分  $F_z$  がマイナスつまりフェルトからの反力が大きく検出され、進入を妨げていることが確認できる。

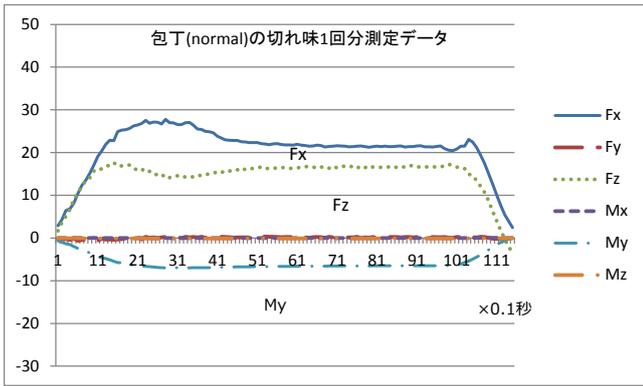


図7 普通の刃物1切断分の測定結果

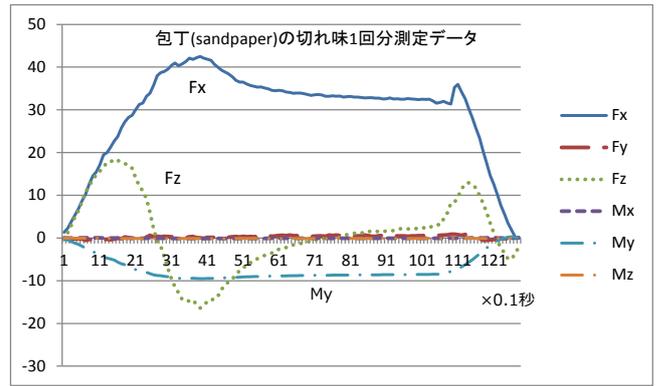


図11 側面が粗い刃物の1切断分の測定結果

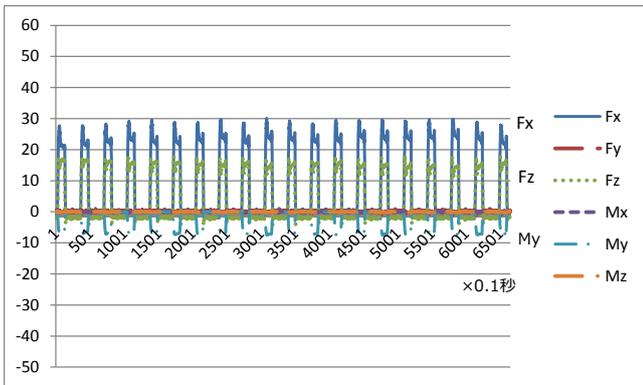


図8 普通の刃物の測定結果

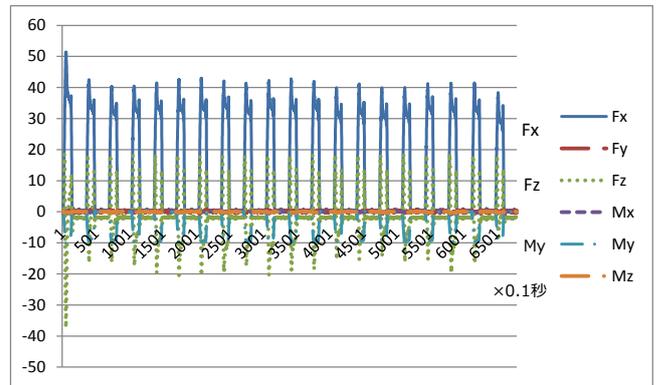


図12 側面が粗い刃物の測定結果

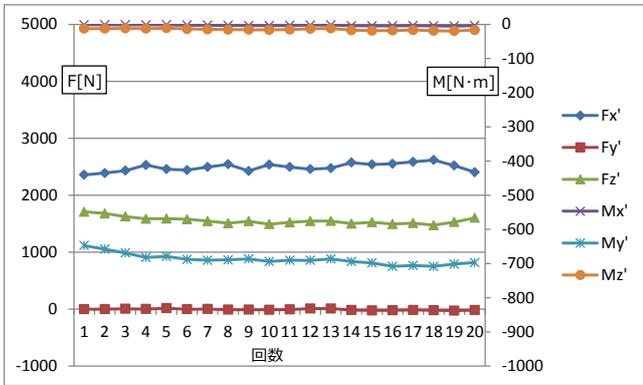


図9 普通の刃物の各軸の測定結果

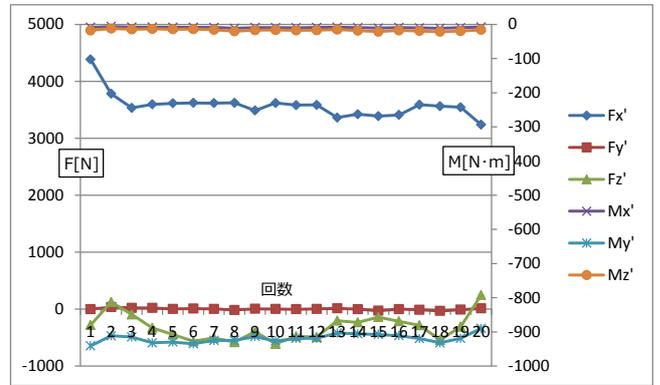


図13 側面が粗い刃物の各軸の測定結果

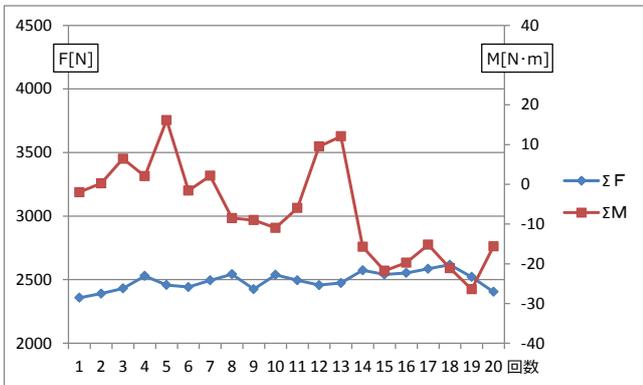


図10 普通の刃物の切れ味合成力

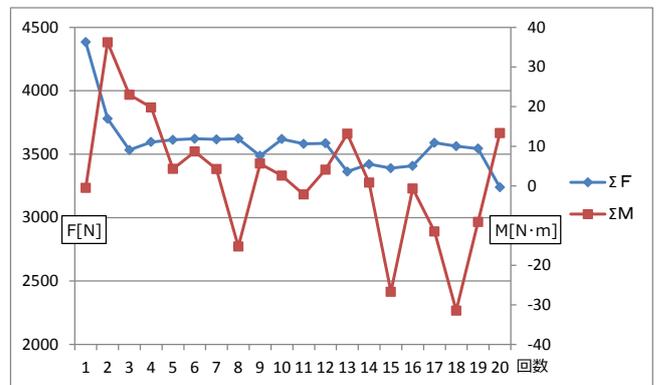


図14 側面が粗い刃物の切れ味合成力

#### 4. まとめ

これまで包丁の切れ味評価は、本多式切れ味試験機を使い、切断枚数のみでの評価を行ってきた。しかしながら、包丁を使用したときに使用者が感じる切れ味の良さは、刃先の鋭さに加えて、被削材を切った時に刃物の側面と被削材との間に作用する抵抗、刃物自体の剛性、刃物を移動させた時の直進性等が関係していると考えられる。本研究ではこれら使用者が感じる切れ味に近い評価が可能な切れ味評価方法及びその装置を提案した。

つまり、従来の本多式切れ味試験機では、計ることができなかった、切り易さ（切断荷重）を評価できることが分かった。この装置は、実際に包丁を使う状況下での試験を想定しており、切り方、被削材、包丁の把持方法等は、使われる場面に合わせて決めれば良いと考えている。ただし、ある程度一般的に評価するための試験条件としては、今回実験に用いた方法を活用すれば良い。

刃物の切れ味を評価する際は一般的に直線方向に切っ

て調べているが、包丁が曲がっていたり、欠けが生じたりして包丁そのものに直進性が無ければ、この装置では、Y軸成分( $F_y, M_x$ )の荷重が測定されるため、直進性の良し悪しが評価できることが分かる。

残された課題としては、ロボットの最大可搬重量の制約上、大きな力が加わると指定した角度を保ったまま刃物を進入させることができないことが判明し、(前報<sup>2)</sup>で報告した包丁の把持方法による滑りを無くすよう改善した) 支点(包丁の把持点)から作用点までの距離を変えながら、どこまで離せられるか、またフェルトの硬さ等の条件を明確にし、本装置での切れ味評価を現実的に利用できるように整備したいと考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 小河ら, 岐阜県機械材料研究所研究報告 No.3, p5, 2010
- 2) 小河ら, 岐阜県機械材料研究所研究報告 No.4, p1, 2011