

# 動作解析法による包丁技術の向上に関する研究

## 第1報：熟練者と非熟練者の比較

柳沢幸江, 熊谷まゆみ

**A study about the improvement of the cooking skill by the movement analytical method**

**The 1st. report: The comparison of an expert and the non-expert**

Yukie YANAGISAWA and Mayumi KUMAGAI

健康栄養学科における調理学実習での調理技術の効率的な習得を目的に、きゅうりの輪切り動作を、包丁技術の熟練者と非熟練者とで分析した。熟練者は教職員および健康栄養学科の4年生とし、非熟練者は同学科2年生より、りんごの皮むきの試験によって包丁技術が低かった者とした。包丁動作は、ビデオカメラで撮影後、動作解析ソフト「siliconCOACH Pro.」を用いて包丁の速度と角度を分析した。分析の結果、熟練者は全員が包丁に接している「添え手」があったが、非熟練者は半数が添え手無しであった。また、きゅうりを切る際の包丁速度は、熟練者ほど速く安定していた。非熟練者は添え手の有無にかかわらず、熟練者の平均速度の1/5程度と遅く、また不安定であり、包丁速度と安定性には有意な相関関係が認められた。

きゅうりの厚みの分析では、熟練者と非熟練者の添え手有り群とは差がなく、いずれも平均の厚みが1.6mm程度であった。それに対して非熟練者の添え手無し群は2.8mmと有意に厚く、薄く切るためには添え手が必須であることが認められた。

以上の結果から、包丁技術を高めるための指導内容としては、必ず包丁側面に接触する添え手が出来るように指導することが示された。しかし、熟練者と非熟練者の速度の差は著しく、速度を速めるための教育方法の検討が今後必要であることが示された。

### キーワード：

動作解析 (Movement analysis)、調理技術 (Cooking skill)、熟練度 (Expert degree)、薄切り (A slice)、添え手 (Adding hand)

## I. 緒言

調理教育は、調理学や食品学の知識的な教育に加えて、実習による技術教育も重要な要素である。管理栄養士の養成課程においても、基本的な技術教育の実施が不可欠である。技術の習得には、経験の積み重ねが大切であるが、家庭内での調理経験が十分ではない学生も多い上に、実習での経験量も潤沢とは言えない。そのような状況下で、より効率的に技術の向上を目指すためには、より理論的・効率的な指導方法を検討することが必要と考えている。

著者らはこれまで調理操作を客観的に分析する方法として、「動作解析法」を用いての調理操作の解析を行い、切る操作の詳細な動作分析を報告した<sup>1)</sup>。動作解析法はスポーツやリハビリテーションの現場では用いられることが多い手法であるが、調理操作に適用した報告は少ない<sup>2・3)</sup>。

今回は、授業での実施を視野にいれ、より簡便な方法で動作解析を行うことができる機器を用いて、動作解析の実施を検討することを目的に、「輪切り」における、熟練者と非熟練者の包丁動作の比較を行った。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者を熟練者と非熟練者とした。熟練者は、和洋女子大学の調理学研究室の教職員、および健康栄養学科の4年生で包丁技術が優れている者9名とした。非熟練者は、調理学実習1で2回実施した、りんごの皮むきの実技評価で、時間・廃棄率等のデータより、包丁技術が低いと評価した健康栄養学科2年生の18名とした。いずれも実施にあたり、本人の了解を得て観察を行った。

### 2. 試料および輪切り条件

今回は、包丁の最も基本的な操作である「輪切りの薄切り」<sup>4・5)</sup>とし、試料としては、軟らかく円筒形で切りやすいきゅうりを用いた。

まな板にキュウリを置き、きゅうりの輪切りの薄切りを約20枚分行わせた。その際包丁の動きを正面よりビデオ撮影し分析した。なお、実施にあたっては、撮影状況になれるために、事前に同じ状況下で1回練習を行い、実験は2回繰り返した。

使用した包丁は、両刃の菜切り包丁で、先端にマーカーを付けたものである。

### 3. 動作解析方法

撮影したビデオ映像は、動作解析ソフト「siliconCOACH Pro. Ver. 6.1.5.0」を用いて、コンピュータに取り込み、包丁の速度と角度を分析した。包丁速度は軌道によって変化する

ため<sup>1)</sup>、今回は包丁がきゅうりにふれて、切り落とすまでの包丁平均速度を分析した。20切れを初期5切れ・中期10切れ・後期5切れと分割し、それぞれ中央3きれ分の包丁の速度を測定した。包丁角度については、初期部の3きれの包丁角度（きゅうりを切り終え、包丁がまな板についた時点での、まな板-包丁角度）を計測した。

#### 4. 分析内容

動作解析によって評価する、きゅうりを切る時点での「包丁速度」や「包丁角度」に加えて、切ったきゅうりの厚さ、包丁の持ち方、包丁を持たない手での添え手の状況を分析した。

きゅうりの厚さは、輪切り20枚分の長幅と短幅をノギスで測定し、1枚のきゅうりの厚み差および、長幅・短幅を平均して求めた1枚の厚みの20枚平均値を求めた。包丁の持ち方は、握り型、指差し型、押え型の3種<sup>6)</sup>を用いて分類した。添え手の状況はビデオ画像より、添え手が包丁側面に接触しているかを分析した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 包丁の持ち方、添え手

今回の被験者は全て右利きであったが、表1に示した通り包丁の持ち方は握り型（親指以外の4本指を全て握った形）が最も多かった。熟練・非熟練の包丁の持ち方の有意差は無かった（ $\chi^2$ -検定）。

表2に包丁への添え手の有無を示した。先の著者らの報告でも<sup>1)</sup>、薄切りにおいては、利き手がコントロールする包丁の動きに加え、非利き手による包丁を誘導するための「添え手」の存在の有効性を示唆した。そこで今回は、包丁側面に接触した添え手の有無を観察した。なお、見かけ上は添え手があったとしても、指が包丁に接していない場合は、添え手無しとした。

表1. 包丁の持ち方

	握り型	押え型	指差し型	
熟練者	7人 (78%)	0人 (0%)	2人 (22%)	N.S.
非熟練者	12人 (67%)	1人 (5%)	5人 (28%)	

表2. 包丁への添え手の有無

	添え手有り	添え手無し	
熟練者	9人 (100%)	0人 (0%)	***
非熟練者	9人 (50%)	9人 (50%)	

\*\*\*:p<0.001

その結果、熟練者は全てが、包丁側面に接触する添え手があったが、非熟練者は半数が添え手無しであり、熟練度による添え手状況に有意差が認められた ( $\chi^2$ -検定)。

## 2. きゅうりの厚み

図1、2に薄切りきゅうりの厚みと、厚み不均一性を示した。厚み平均値は方法で示した通りである。厚みの不均一性は1枚の薄切りの長幅と短幅の差の20枚平均である。非熟練者の分析にあたっては、表2に示した添え手の有無で、厚み平均値に著しい差が認められたため、非熟練者18名は、添え手あり群(9名)と添え手無し群(9名)の2群に分けて分析することとした。尚、今回2回の薄切りを実施し分析したが、1回目と2回目の施行結果に差が認められなかったため、今回は全て1回目の結果を示した。

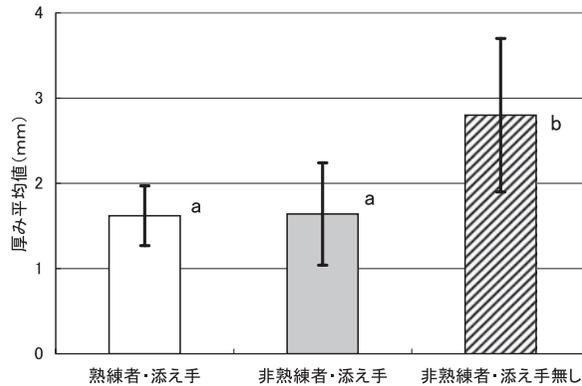


図1 きゅうりの厚み平均値のグループ比較  
異なるアルファベットは  $p < 0.001$  で差があることを示す。

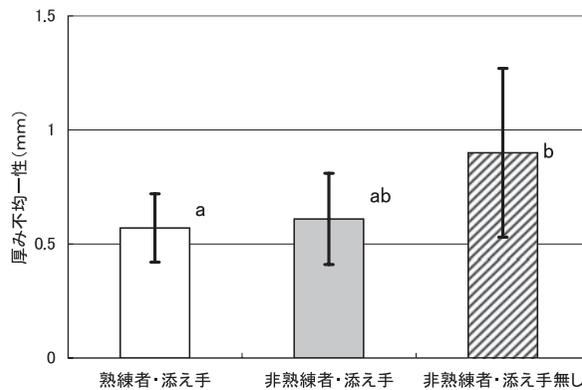


図2 きゅうりの厚み不均一性のグループ比較  
異なるアルファベットは  $p < 0.05$  で差があることを示す。

きゅうりの厚みは、熟練者と非熟練者添え手ありには有意差（t-検定）が認められず、ともに平均の厚みが1.6mm程度であった。非熟練者添え手無し群は、2群より有意に厚く、平均で2.8mmと薄切りでも3mmに近い厚みであった。また1枚の厚みの不均一性を比べても、非熟練者の添え手無し群は差が大きく、平均0.9mmと1切れを切るにも、キュウリの厚みをコントロール出来ていないことが示された。

### 3. 包丁速度

包丁がきゅうりに接触し、切り終わるまでの包丁の平均速度を分析した結果を図3に示した。包丁速度の初期平均・中期平均・後期平均を図示したが、熟練者群は3期にバラツキが少なく、速度が安定しているのに対し、非熟練者は添え手のある・無しに関わらず、速度が不安定であることが示された。しかし、その変化は個人によってバラバラであり、速度分析を初期・中期・後期に分ける必然性が認められなかったため、3期を全て平均した速度平均（9測定値平均）を求めた（図4）。併せて、速度の安定性を示すため速度の変動係数を求め、包丁速度変動を示した（図5）。

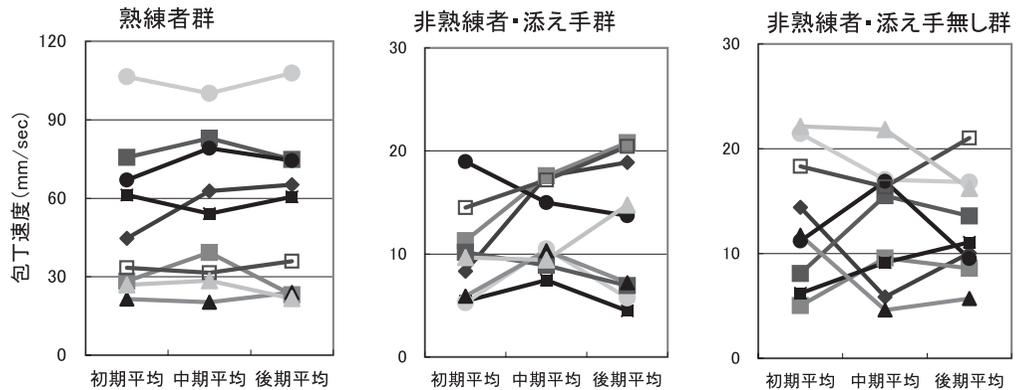


図3 グループ別に見た包丁速度の初期・中期・後期の変動

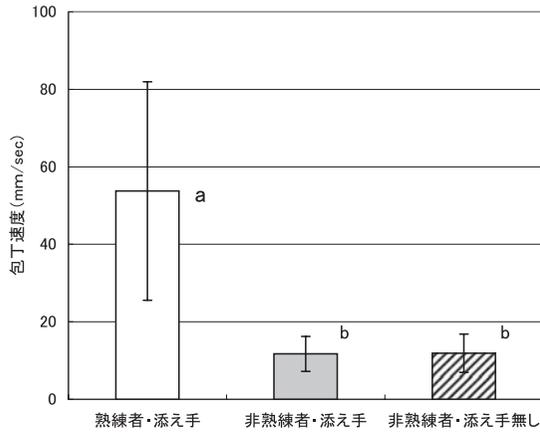


図4 包丁速度のグループ比較

異なるアルファベットは  $p < 0.01$  で差があることを示す。

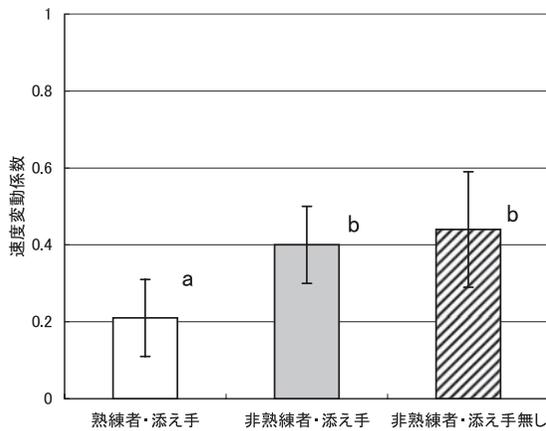


図5 包丁速度変動のグループ比較

異なるアルファベットは  $p < 0.001$  で差があることを示す。

分析の結果、きゅうりの厚みは、熟練者と非熟練者添え手あり群には有意差が無かったが、包丁速度と速度の安定さには両群間に有意差 (t-検定) があることが示された。また、非熟練者間では、添え手の有無では有意差が認められず、共に熟練者の平均速度52mm/secに比べて非熟練者の平均速度は約12 mm/secと著しく遅いことが示された。包丁速度の安定性は図3、5に示したように、熟練者は安定しており、変動係数は非熟練者と有意差が認められた。速度同様に非熟練者の包丁速度の安定性は、添え手の有無による差は認められなかった。

#### 4. 包丁角度

きゅうりを切り終えた瞬間のまな板－包丁角度は、どの群も直角である90度付近で、差は認められなかった（図6）。

#### 5. 薄切り動作の熟練性の検討

今回測定した各項目間の相関性を図7-9に示した。図7に示したように、きゅうりの厚みと不均一さには正の相関が認められた。すなわち、輪切りが厚い場合は、その厚さも不均一であることが示され、上達によって厚みが薄くなれば厚みの安定性も増すことが示された。一方、図8にあるように厚みと包丁速度には相関性が認められなかったが、きゅうりが厚くて包丁動作が速い者はいなかった。図9に示すように、速度と速度の安定性には高い相関が認められ、速度が速いものは変動係数が低く、包丁の動きが、速く安定していることが示された。

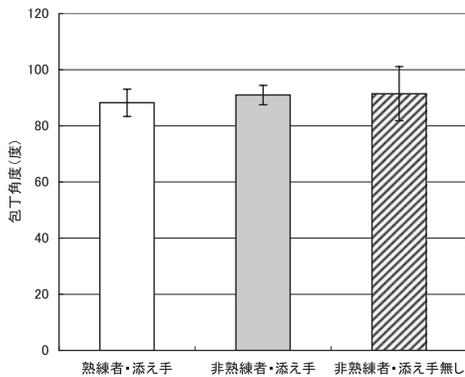


図6 包丁角度のグループ比較

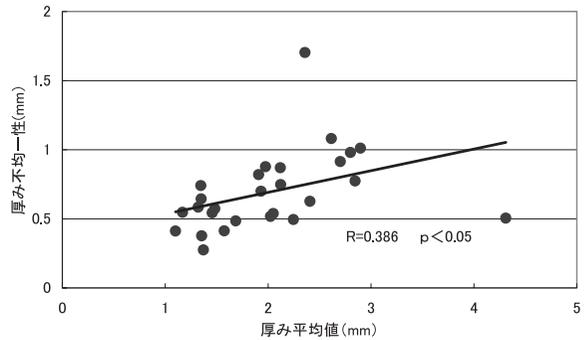


図7 きゅうりの厚みと厚みの不均一さの相関

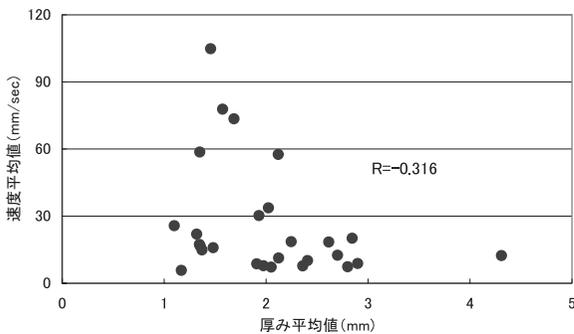


図8 きゅうりの厚みと包丁の速度との相関

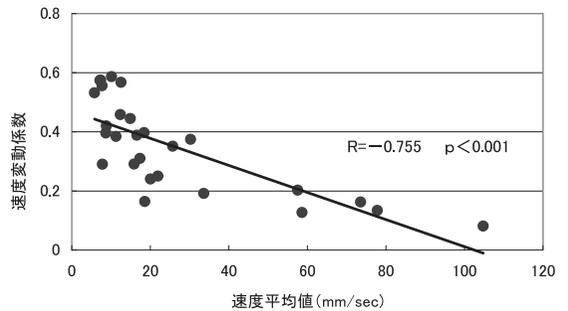


図9 包丁速度と包丁速度の安定度との相関

#### IV. 考察

##### 1. 熟練による包丁動作および薄切りの変化

表3に熟練度による動作解析のまとめを示した。熟練者は非熟練者に比べ、切った試料であるきゅうりの厚みが薄く、また1枚の厚みも均一で厚みのバラツキも小さかった。加えて、切る動作が速く、一定であることが示された。非熟練者は、対象学年101名の中から、りんごの皮の丸剥き操作技術が低く、実験に同意を得られた18名を対象とした。非熟練者の半数は輪切りの際に、包丁を持たない側の手による添え手が無く、添え手の無い者は、試料も厚く、不均一で、包丁速度も遅く、不安定であることが示された。それに対して、添え手のある非熟練者は、包丁速度は遅いものの、添え手によって包丁の動き幅が誘導されるため、切ったきゅうりの仕上がりは、熟練者と同等の厚みと均一性を得ることができた。

表3 熟練度によるキュウリ輪切りの動作分析のまとめ

対象の分類		切った試料			切る動作 (包丁速度)	
		厚み	1枚の厚み	厚みのバラツキ	切る速度	速度の一定さ
熟練者	添え手	薄い	均一	小さい	速い	一定
非熟練者	添え手	薄い	均一	小さい	遅い	不安定
	添え手無し	厚い	不均一	大きい	遅い	不安定

これらの結果より、包丁動作の熟練により、最も顕著なのは包丁速度であった。先に報告した著者らのより精密な動作解析による速度分析では、切っている時の最大速度は、切り始めからまな板に到着するまでの間に発現し、約200mm/sec程度であった。今回は、今後授業において全員に実施することを考慮して、1台のカメラによるビデオ撮影画像からの動作分析を行った。本方法では、きゅうり切り始めからまな板に到着するまでの間の平均速度が求められるが、今回最も速い者で100mm/secであり、先の最大速度との比較によっても、妥当な数値が得られたものと判断できる。

結果には示していないが、本研究での熟練対象者は教職員5名と4年生4名であった。したがって熟練者内でも技術レベルの格差が認められた。図1の結果同様に、きゅうり厚みには技術レベルの差は認められなかったが、包丁速度にはその差が明確に現れた。それが、図4の熟練者の標準偏差の大きさに示されている。熟練者の中の教職員の包丁速度は60～100mm/secであり、非熟練者の平均12mm/secを遙かに上回っていた。4年生は20～30mm/secの範囲であり、非熟練者と比べると約2倍の速度であった。このことから、約2年

間の授業および家庭等での経験により技術が上達している可能性が示唆された。

今回は、対象学生の全数調査ではなく、非熟練者の特徴を明らかにするものであったが、本研究結果をもとに、現在対象学年全員の動作分析および、2年後の経過分析を実施中である。

## 2. 添え手の有効性の検討

著者らの先の報告<sup>1)</sup>では、添え手の重要性を示唆したに留まったが、今回の研究結果により、添え手の有無が薄切りの仕上がりに大きな影響を与えることが示された。添え手は、包丁に接していることが必須であるが、包丁を扱った経験が充分ではない者は、手に包丁が触れることに恐怖感があり、きゅうりに固定のための手が置かれていても、包丁の動きをコントロールするための包丁側面の接触ができない。薄切りで添え手なしの場合は、包丁側面からの支えがなくなり、包丁の動きが不安定になる。そのため、1枚の厚みも不均一になることが示された。また添え手が無い場合は、包丁の横方向への運動量を、添え手によって誘導できないため、薄く、均一に切ることができなくなる。したがって、同じ非熟練者でも添え手がある場合は、時間はかかっても、切ったきゅうりは熟練者と同等の仕上がりを得ることができた。

以上の事から、薄切りの包丁動作教育の基本は、まずは添え手を置くことを習得させることが重要である事が示された。

## V. 要約

調理技術の効率的な習得を目的に、きゅうり輪切りの動作を、包丁技術の熟練者と非熟練者とで分析した。その結果、以下の結果を得た。

1. 熟練者は全ての者が、包丁に接している添え手があったが、非熟練者は半数が添え手無しであった。
2. きゅうりを切る際の包丁速度は、熟練者ほど速く安定していた。非熟練者は添え手の有無にかかわらず、遅く、不安定であった。包丁速度と安定性には有意な相関関係が認められた。
3. きゅうりの厚みは、熟練者と非熟練者の添え手あり群とは差がなく、いずれも1.6mm程度であった。それに対して非熟練者の添え手無し群は2.8mmと有意に厚かった。薄く切るためには、添え手が必須であることが認められた。

以上の結果より、薄切りの包丁技術を高めるためには、添え手が必須であることが認められた。しかし、熟練者と非熟練者の速度の差は著しく、速度を速めるための教育方法の検討

が今後必要であることが示された。

## VI. 謝辞

本研究にご協力いただきました皆様、及び和洋女子大学健康栄養学科卒業生の森梢さん・藤田景子さんに感謝いたします。なお、本研究は平成18-20年の私立大学補助金特別補助対象事業・教育・学習方法等改善支援「動作解析法を用いた効率的な調理技術教育方法の構築」によるものである。

## VII. 引用文献

- 1) 林知子・柳沢幸江、動作解析法を用いての熟練度による「切る」操作の検討、調理科学誌、37、299-305、(2004)
- 2) 野坂千秋、星川恵理、足立和隆、渡邊乾二、動作解析法によるジャガイモの裏ごし操作における熟練者と非熟練者の比較、食品科学工学誌、47、857-863 (2000)
- 3) 野坂千秋、箕輪澄乃、星川恵理、久保田浩二、大越ひろ、渡邊乾二、ホワイトソース物性へ及ぼす調理操作条件の影響、調理科学誌、34、10-16、(2001)
- 4) 栗原恵美子、調理現場からみた子どもたちの食についての関心、子供の食教育を考える～食生活の自立をめざして～、東京ガス情報センター都市生活研究所、7-14、(2003)
- 5) 石松成子、調理操作のシステム化、食の科学、81、73-83、(1984)
- 6) 田中恒雄、包丁入門、柴田書店、p18-22 (1965)