

〔研究ノート〕

リンゴの丸むき操作における巧拙と包丁操作の関係

秋山久美子・柏崎冴生・奥山香澄・高田真由・山中健太郎

Biomechanics of Peeling a Whole Apple with a Kitchen Knife

Kumiko AKIYAMA, Saemi KASHIWAZAKI, Kasumi OKUYAMA,
Mayu TAKADA and Kentaro YAMANAKA

The aim of this study is to investigate the biomechanical features of the movement of peeling a whole apple with a kitchen knife. We assessed the movements of 70 female university students and selected 3 skilled and 3 unskilled students for our main experiment. In the main experiment, we recorded kinematic data using a 3D motion capture (VICON) while the 6 students peeled a whole apple with a kitchen knife, and compared the biomechanical features of the movements of the participants. We found three differences in knife manipulation between the two groups: 1) Skilled students held the knife at about 45 degrees from the horizontal plane while unskilled students held it more horizontally. 2) Skilled students moved their right thumb in advance to lead the knife while unskilled students moved their right thumbs synchronously with the knife. 3) Skilled students held a space between their right thumb and knife while unskilled students put their right thumbs on the knife blade. In addition, skilled students and unskilled but relatively efficient students held the knife blade between their thumbs and index fingers while unskilled but relatively inefficient students held the knife with their index fingers extended on the dull edge. We suggest that analysis of these biomechanical features is important for teaching the proper way to peel a whole apple with a kitchen knife.

Key words: skill for manipulating a kitchen knife (包丁操作技術), peeling apples (リンゴの皮むき), biomechanics (バイオメカニクス)

1. はじめに

調理は食品の安全性、栄養性、嗜好性を向上させるために行うが、見た目を美しく整えることは喫食者に食行動を起こさせる上で重要な要素の一つである。リンゴのような丸い食材の皮をむく包丁操作は、調理の過程で頻繁に行われる。この操作は、両手の動きを連動・協調させるような高度に熟練した運動 (fine motor skill) が必要である。このことから、文部科学省後援事業「家庭料理検定」の2級における

基礎技術課題として取り上げられている。しかしながら、こうした調理動作を対象として、力学的特性及び筋活動の詳細な測定・分析をした研究は多くない¹⁾。

一般的に包丁操作は、家庭において親から子へ伝承される他に、家庭科の授業内で教示される技術であった。しかし近年では、家庭での伝承機会が減っている上に家庭科における調理実習の時間も減少している。

筆者らは、栄養士を養成する学科に入学した学生

においても、入学時の包丁操作が稚拙な学生が多いこと、特にリンゴの丸むきの包丁操作では、巧みである者から稚拙である者までの差が大きいことを懸念していた。そこで、丸むき操作の巧拙と包丁操作の関係を明らかにし、短時間でも効果的に包丁操作を定着させる方法を見出すことが、包丁操作の教示において重要であると考えた。

本研究では対象動作を「包丁を用いたリンゴの丸むき」として、最初に、栄養士養成学科で学ぶ2年生の技術程度を筆者らが設定した評価指標に基づいて調査し、包丁技術の実態を明らかにした。さらに、熟練者と非熟練者の利き手の手指の動きをモーションキャプチャーにより記録し、そのバイオメカニクスの特徴を比較することから、「コツ」を見出し、それを教示することで短時間で効果的に包丁操作を定着させることを目的とした。

2. 方 法

(1) リンゴの丸むき技術の実態調査

本研究を行うにあたり、まず包丁を用いたリンゴの丸むき技術の実態調査を行った。

1) 調査対象者

調査対象者は栄養士養成学科で学ぶ女子大学生(2年生)70名とした。2015年4月と7月に同一グループの70名に対してリンゴの丸むき技術の実態調査を行った。2回の測定の間には、調理学実習の授業(1グループ4名の実習)が6時間授業で10回実施された。また、家庭で包丁操作を行うことに制限は設けなかった。10回の授業では特に包丁の持ち方や丸むきの仕方についての指導は行わなかったが、実習中に野菜をむくという操作は含まれていた。

2) 使用試料及び器具

世田谷区内の青果店で購入したリンゴ(紅玉, 263.1 ± 12.6 g)を試料として用いた。むいた後のリンゴの皮の長さはメジャー(1.5 m)、皮の厚みはデジタルノギス(シンワ測定社製)を用いて測定した。包丁は刃渡り210 mmの牛刀(竹内刃物製作所 T80シリーズ 牛刀型210)を用いた。

3) 実態調査の方法

調査対象者は監督者の合図とともに、牛刀を用いてリンゴを各自の方法、速度でむきはじめ、途中であっても2分後に合図とともに終了した。一番長くむけた皮の長さを計測した。また、皮の最も厚い部分2カ所をデジタルノギスで測定して平均化した。むき跡の美しさは、熟練した調査者1名が3段階で判定した。表1に示す判定基準に従って12点満点で点数評価をした。

(2) モーションキャプチャーによるリンゴの丸むき操作時の利き手の手指動作の記録と分析

リンゴの丸むき操作中の包丁と利き手の手指の動きを知るためにモーションキャプチャーで記録した。

1) 研究協力者

7月の実態調査の結果から、点数が10点以上であった調査対象者を丸むきが巧みであった者(以後、熟練者とする)とし、点数が6点以下だった調査対象者を稚拙であった者(以後、非熟練者とする)とした。両グループから協力者を募集し、自由意志によって研究協力に同意した10名の中から、実験予定日、利き手や身長が合致した6名(熟練者3名、非熟練者3名)を研究協力者とした。実験のプロトコルは昭和女子大学倫理委員会の承認を得た(承認番号15-01)。協力者全員に十分に研究の意義・内容の説明をした後、書面で同意を得た。

2) 使用機器

手指の動きは、モーションキャプチャー(3次元動作解析システム VICON)の赤外線カメラ6台と球形の反射マーカ(直径15.0 mm)を用いた。リンゴをむく包丁は実態調査と同一のものとした。研究参加者の正面下方からと利き手側の肩口から家庭用ビデオカメラで撮影を行った。

表1 リンゴ丸むき技術の判定基準

判定項目	判定基準	点数
むく速度 (2分以内でむき終わるか)	2分間で全てむき終わった	3
	部分的に皮が残っていた	2
	むき終わっていない	1
表面の美しさ	美しい(凸凹が無くダイヤ型 [※])が無いまたは小さい)	3
	ダイヤ型 [※] が大きい	2
	むき残りがある	1
皮の長さ (一番長くむけた皮の長さを皮幅の中央で測定)	1 m 以上	3
	50 cm~1 m 未満	2
	50 cm 未満	1
皮の厚さ (厚い部分を2カ所測定した平均値)	1.5 mm 以下	3
	1.6 mm~2 mm	2
	2.1 mm 以上	1

※) ダイヤ型：むき跡にあるリンゴの局面に沿っていない平らな面。

3) 測定及びデータ処理方法

6台の赤外線カメラを研究協力者の周囲を囲むように置いた。反射マーカーを包丁上の4カ所と利き手の3カ所に装着した(図1)。包丁の持ち方、むき方、むく速度は研究協力者に一任した。リンゴのむき始めから測定を開始し、全てむき終わった時点で終了とした。測定開始から終了までの7個のマーカーの位置(X, Y, Z軸)を100 Hzで計測し、データを取得した^{2), 3)}。

反射マーカーは、利き手の親指の第一中手骨基部(手首付近, Hand 1)、基節骨基部(親指の付け根,

Hand 2)、親指の爪(Hand 3)の3カ所に装着した。包丁には最初、柄の端(Knife 1)、刃先から6.4 cmの背側(Knife 2)、刃先から2 cm(Knife 3)、刃側の midpoint(刃先から10.45 cm)(Knife 4)、および刃のアゴの部分(Knife 5)の5カ所に装着したが、リンゴをむく際にKnife 5のマーカーが包丁操作の邪魔になったため、研究協力者にはKnife 5のマーカーを装着しない状態で測定し、刃のアゴの部分(Knife 5)の座標は他の包丁の面上の座標(Knife 2~4)から算出した。

リンゴ丸むきにおける包丁と手指に装着した各マ

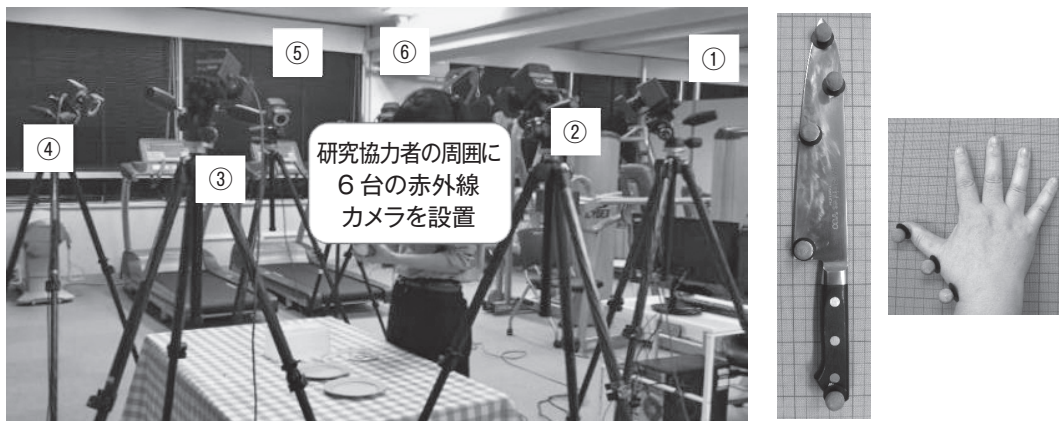


図1 研究協力者と赤外線カメラの設置及びマーカーの装着場所

ーカーの三次元座標は、左手に持ったリングや姿勢などと関係して三次元的に複雑に動いており、そのまま動作を記述するのは難しかった。そこで、まず刃のアゴの座標 (Knife 5) を原点 (0, 0, 0) に平行移動させた。この状態で側面から (すなわち X-Z 平面を) 見ると、リングの丸むきを行う際の包丁を持つ角度や包丁の動きが良くわかった。次に、包丁の刃の切断線 (Knife 4-Knife 5) を Y 軸に、包丁の面を X-Y 平面に一致させるよう座標を回転変換させた。この状態で上から (すなわち X-Y 平面を)、あるいは側面から (すなわち X-Z 平面を) 見ると、リングの丸むきを行う際の包丁に対する持ち手の動きが良くわかった。

さらに、研究協力者の正面下方及び利き手肩口から撮影したビデオ動画を観察し、実際の手指の動きの確認に用いた。

4) 皮むきの評価方法

本実験においては、実態調査とは異なる判定基準で評価を行い (表 2)、皮の状態を写真で記録した。

3. 結果及び考察

(1) リングの丸むき技術の実態調査

実態調査に参加した調査対象者 70 名のリング丸むき調査における判定結果を集計した。最低点 4 点から最高点 12 点までの人数を図 2 に示した。1 回目の点数が平均 7.97 ± 1.94 点であったものが 2 回目では平均 8.19 ± 1.93 点となり、若干の向上が見られたが、有意差は認められなかった。1 回目における各得点取得者のグループ別に、2 回目の測定での総得点の点数変化を表 3 に示した。1 回目に 4 項目の平均が 2 点未満だった調査対象者は、2 回目に平均 1.1 点向上していた。それに対して 1 回目に平均が 2 点以上であった調査対象者は、2 回目には 0.4 点減少していた。2 点未満だった調査対象者は、日常生活での調理に加えて、週 1 回の調理学実習に参加しただけでも包丁操作の向上が見られたが、ある程度包丁操作ができる調査対象者においては、包丁操作の向上は期待できないことが分かった。

表 2 本実験における点数評価の基準

点数	皮の長さ	皮の厚さ	皮の重量比	むくために要した時間
5	80.1 cm 以上	1.0 未満	7% 未満	60 秒以内
4	60.0~80 cm	1.0~1.4 mm 未満	7~8%	60~80 秒以内
3	40.1~60 cm	1.4~1.6 mm 未満	8.1~9%	80~100 秒以内
2	20.1~40 cm	1.6~2.0 mm 未満	9.1~10%	100~120 秒以内
1	20 cm 以下	2.0 mm 以上	10.1% 以上	120 秒以上

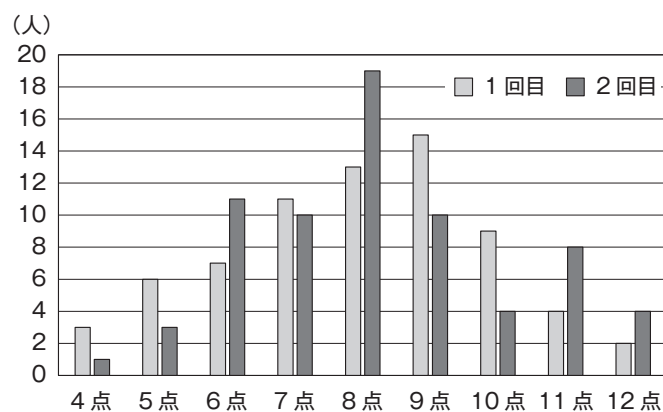


図 2 1 回目及び 2 回目の実態調査における判定結果

表3 リンゴ丸むき技術の実態調査における評価点数の変化（4月を基準として） (人)

4月		7月（4月との点差）								
点数	人数	-4点	-3点	-2点	-1点	0点	+1点	+2点	+3点	+4点
4点	3							1	1	1
5点	6				1		1	1	2	1
6点	7				2	2		2	1	
7点	11				4	3	2			2
8点	13		1	3	4	2	2		1	
9点	15				4	1	3	4	3	
10点	9		1	2	4	1	1			
11点	4		3	1						
12点	2	1				1				
計	70	1	5	6	19	10	9	8	8	5
平均点	7.97±1.94	8.19±1.93								

(2) モーションキャプチャーによるリンゴの丸むき操作時の利き手の手指動作の記録と分析

本実験においては、マーカーを手指や包丁に装着していること、多くのカメラに囲まれ撮影されている等の理由で研究参加者が緊張し、実態調査と同じ実力を発揮することができなかった。さらに細かく採点を行うために表2の判定基準で評価したところ、表4に示すような結果となった。また、皮の状態を図3に示した。評価結果と皮の状態から総合的に判断して、皮をむく時間が短く、皮が最も長く薄かった研究協力者Cを熟練者とした。皮をむく時間は早い、最も皮が短く厚かった研究協力者Fを早むき型非熟練者とした。皮をむく時間が最も遅く皮が厚いが、長めにむけていた研究協力者Dが遅むき型非熟練者とした。

まず、包丁のアゴを原点として、側面から包丁と手指の動きを見た状態を図4に示した（研究協力者

C：左，研究協力者D：中，研究協力者F：右）。床に対する包丁の角度と動きから、熟練者は包丁を床に対して45度程度で持っていたのに対して、非熟練者は45度よりも水平に近い角度で持っていることが分かった。

次に、包丁をX-Y平面上に固定したと仮定したときの、上から見た利き手の手指の動きを図5に、横から見た手指の動きを図6に示した（研究協力者C：左，研究協力者D：中，研究協力者F：右）。研究協力者の親指のマーカーの動きと併せてビデオ撮影した動画で親指の動きを確認したところ、熟練者の親指は、包丁の刃よりも前に出て刃を先導しているのに対して、非熟練者の2名は親指が刃の上であって、刃を先導していないことが分かった。また、横から見た包丁を持つ親指の位置と動きから、熟練者は包丁と親指の付け根との間に空間があったが、非熟練者は包丁を空間のないように握っていることが分か

表4 本実験における各種測定結果

[]点数

研究協力者	リンゴの皮			1個をむくの に要した時間 (sec.)	合計点
	長さ (cm)	厚さ平均 (mm)	重量割合 (%)		
A	62.0 [4]	1.3 [4]	10.0 [2]	65 [4]	14
B	66.5 [4]	1.2 [4]	8.8 [3]	95 [3]	14
C	78.0 [4]	0.8 [5]	10.7 [1]	75 [4]	14
D	69.5 [4]	1.4 [4]	8.0 [3]	147 [1]	12
E	58.1 [3]	1.5 [3]	6.8 [5]	127 [1]	12
F	40.0 [2]	1.6 [2]	8.5 [3]	72 [1]	11

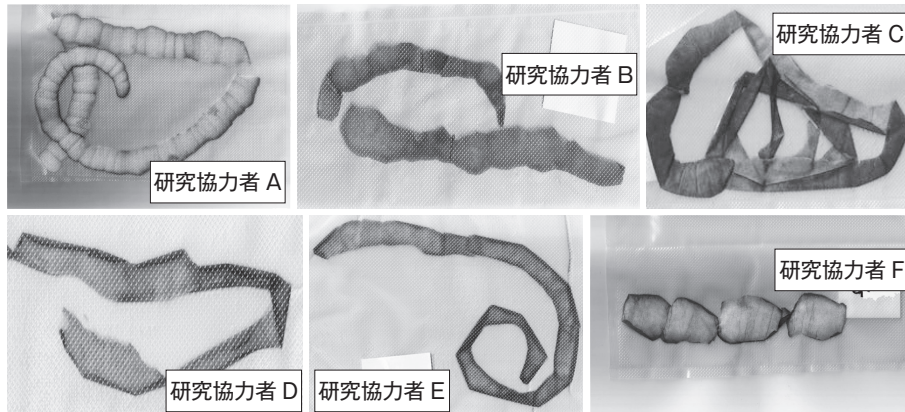


図3 モーションキャプチャーによるリングの丸むき操作測定時のリングの皮の状態

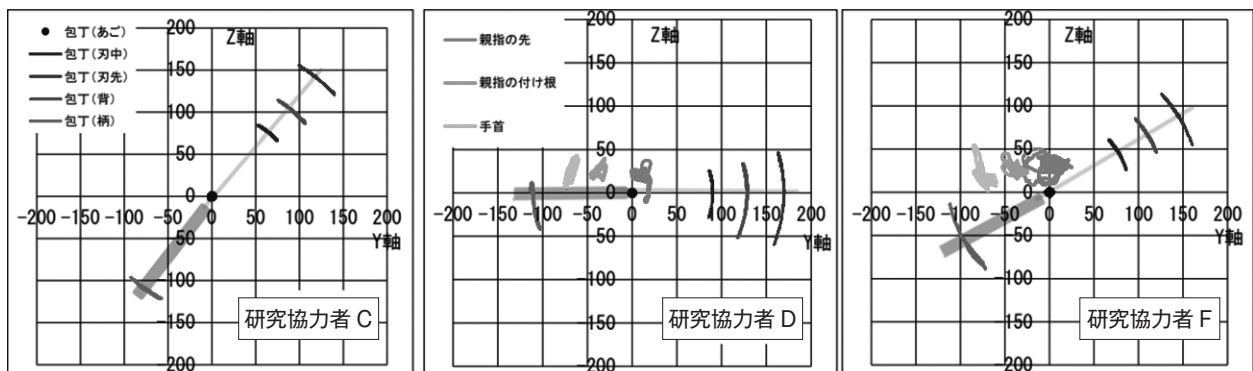


図4 床に対する包丁の角度と動き

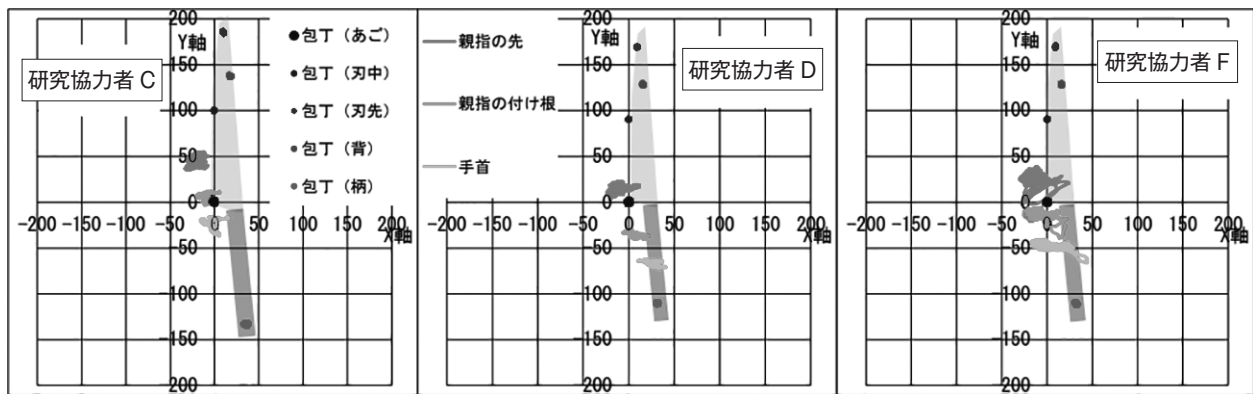


図5 上から見た利き手の動き

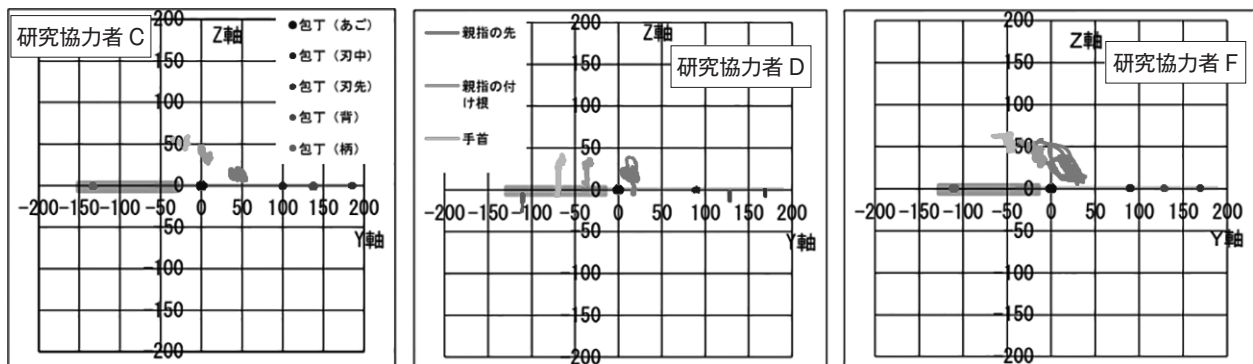


図6 横から見た利き手の動き

った。特に熟練者、早むき型非熟練者は、包丁の持ち方が支柱式（刃を親指と人差し指で挟む持ち方）であったのに対して、遅むき型非熟練者は、刃先での包丁操作に向いていると言われる卓刀式（人差し指を包丁の背に置く持ち方）をしていることが分かった⁴⁾。

4. まとめ

栄養士養成学科の2年生70名による実態調査によって、リンゴ丸むき技術の判定結果が4点から12点と開きがあり、技術には個人差が大きいことが分かった。また、4月と7月の測定結果には、有意な差が認められなかった。実態調査の調査対象者の中から熟練者3名、非熟練者3名にモーションキャプチャーを用いた動作分析を行った結果、それぞれの特徴を明らかにすることができた。熟練者と非熟練者の結果から、リンゴの丸むきをする場合のポイントとして、包丁を床に対して45度の角度で持つ、包丁と基節骨基部との間に空間を作るように持つ、むくときには利き手親指を刃よりも前に出し刃を先導する形をとるという3項目が明らかになった。これらの知見は、調理動作の「コツ」を検討する上できわめて重要なものであると考えられた。また、これを調理動作スキルの学習補助に用いることが、技能の伝達をより円滑にする一助となるものと考えられた。調理実習の授業においても、このポイントを押えて指導することで、効率よく技術の向上を図ることができると考えられた。今後は、リンゴを持つ非利き手にも着目して研究を進めていきたい。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP15K12363助成を受けて行われたものである。本研究を行うにあたり、ご協力いただいた2015年度の本学健康デザイン学科2年生の学生に感謝します。

参考文献

- 1) 林知子他：動作解析法を用いての熟練度による「切る」操作の検討，日本調理科学会誌 37(3) 299-305 (2004)

- 2) 野坂千秋他：運動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，日本食品科学工学会誌 47(11) 857-863 (2000)
- 3) 堀尾強他：みじん切り動作，串ざし動作および皮むき動作時の肘関節角度と調理能率，人間工学 28(5) 265-269 (1992)
- 4) 酒井明：調理学，酒井書店・育英堂 87 (1993)

(あきやま くみこ 食安全マネジメント学科)

(かしわざき さえみ 平成27年度健康デザイン学科卒業生)

(おくやま かすみ 平成27年度健康デザイン学科卒業生)

(たかだ まゆ 平成27年度健康デザイン学科卒業生)

(やまなか けんたろう 健康デザイン学科)