

りんごの皮むきスキルの熟練者と非熟練者の比較分析

Comparative analysis of experts' and beginners' skills during apple peeling

太田 沙織^{*1}
Saori Ota

曾我 真人^{*2}
Masato Soga

山本 奈美^{*3}
Nami Yamamoto

前川 泰子^{*4}
Yasuko Maekawa

真嶋 由貴恵^{*4}
Yukie Majima

瀧 寛和^{*2}
Hirokazu Taki

^{*1} 和歌山大学システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2} 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

^{*3} 和歌山大学教育学部
Faculty of Education, Wakayama University

^{*4} 大阪府立大学
Osaka Prefecture University

概要:リンゴの皮むき動作について実験・分析を通して、運動や動作に対する学習支援を行うための暗黙知解明の研究を行った。被験者 10 名(男 6 名女 4 名)に圧力センサ、アイマークレコーダー、小型ワイヤレスカメラ、表面筋電計を装着し、実験を行った。その結果、熟練者と非熟練者では 3 つの違いが見られた。人差し指から小指による包丁の持ち方、右手の親指の使い方、左手のリンゴの持ち方であった。このことからリンゴと包丁の持ち方を安定させることが重要であることを示唆した。

キーワード: リンゴの皮むき動作, 暗黙知, 学習支援, スキル

1. はじめに

これまでに料理のスキルの研究事例としては、鈴木の開発した子ども用包丁の技能習得への効果[1]や、包丁技能習得のための被切断物の大きさ[2]がある。その他にも田部井らの小学校における皮むきの技能指導がある[3]。しかし、リンゴの皮むきのスキルについての研究事例はない。

リンゴをむく方法は何通りか考えられるが、例えば包丁を使う方法と機器を使う方法がある。前者は、それ一本で多様な作業に応用することができるが、間違った使い方をすれば怪我をしてしまう。後者は安全かつ簡単にリンゴの皮むきができるが、用途が限定され、その目的以外では使用することができない。

包丁を用いたむき方を学習するには、テキストやインターネットから文字情報参照する方法や、熟練者に指導してもらう方法などが考えられる。文字情報から得られる形式知は、熟練者が見につけたコツや経験を伝えるににくいという点で限界があり、いかに暗黙知を非熟練者に効率的に伝えるかということが、学習支援における課題の一つだと考えられる。

2. 目的

熟練者および非熟練者の違い検討し、今後の学習支援に役立つ知見を得ることを目的とした。

3. 実験

3.1 実験内容

熟練者の暗黙知解明の手段として機器を用いた計測と分析を行った。小型カメラ、アイマークレコーダー、圧力センサ、表面筋電計を用いて計測・分析をした。

被験者にはリンゴの皮むき動作を立位姿勢で行ってもらった。

実験前には、熟練者の基準として後述 3.3 節の評価基準を伝えた。リンゴの皮のむき方は右手に包丁、左手でリンゴを持ち、芯を軸として回転させながらむいていく方法を対象とした。

リンゴの皮むきをした後、リンゴを等分し芯を取り、実験終了とした。皮むき動作の最中だけを機器を使って計測した。

3.2 被験者

被験者は 10 名(男 6 名, 女 4 名)であり、全員右利きであった(表 1)。被験者は学生と家庭科の教師などが含まれた。

表 1 被験者の情報

	性別	年齢	料理の頻度
被験者A	男	20代	しない
被験者B	女	20代	週1~2
被験者C	男	40代	毎日
被験者D	男	20代	月1
被験者E	男	20代	週3~4
被験者F	女	20代	週4~5
被験者G	女	20代	月1
被験者H	男	20代	しない
被験者I	男	20代	週3
被験者J	女	30代	毎日

3.3 評価基準

実験後に被験者を熟練者と非熟練者に分けるための基準は以下の通りである。なお、これは家庭料理技能検定の基準を用いた[4]。

- 皮むきだけで 2 分程度であること
- むく皮は厚すぎず薄すぎないこと
- 皮のむき残しがないこと
- 表面が滑らかであること(ダイヤモンドカットになっていない)
- 最初から最後まで皮が繋がっていることが望ましい

連絡先 曾我 真人, 和歌山大学システム工学部
住所 〒640-8510 和歌山市栄谷 930 番地
電話番号 073-457-8457
メールアドレス sogam@sys.wakayama-u.ac.jp

皮むきにかかる時間は短い方が良いとした。途中皮むき動作を中断、包丁に付いた皮を払うなどの動作を行っている時間は差し引いた。廃棄率は 15%を理想的な数値とし、15%からの差の絶対値をとり、差が小さい方が良いとした。皮の切れた回数は少ない方が良いとした。これには皮自体の重さで切れてしまった場合はカウントしていない。見た目については、皮むきを終わったリンゴの表面を 4 側面からデジタルカメラで撮影し、相対的に点数をつけて評価した。見た目の評価を下げる項目は以下の 3 つとした。

- むき残しがある(図 1 左)
- ダイヤモンドカットになっている(図 1 中)
- むき幅が広すぎる(図 1 右)



図 1 見た目の評価を下げる例

3.4 計測機器

① 圧力センサ

親指にかかる圧力を計測するために PPS 社製 FingerTPS ワイヤレスシステムを使用した。圧力データを 40Hz で記録する。両手親指にそれぞれ指先センサを装着した上から手術用ゴム手袋を被せた。

② アイマークレコーダー

注視個所を知るために nac 社製 EMR-8Bを使用した。レンズは画角 92° のものを用いた。

アイマークレコーダーの原理上の理由から、可能な限り被験者には眼鏡やコンタクトレンズを外してもらうようにしたが、皮むきができなくなるようであれば、そのまま実験を行った。

③ 小型ワイヤレスカメラ

包丁を持つ右手の動きを観察するために超小型 CMOS 小型ワイヤレスカメラ(CP-18PW)を使用した。小型ワイヤレスカメラは包丁の切っ先に柄の方を向けてビニールテープで取り付けた。小型ワイヤレスカメラの電源である 9V 電池は被験者の右手背部にマスキングテープで張り付けた。

小型ワイヤレスカメラは 15g であり、皮むき動作に支障をきたさない重さだった。

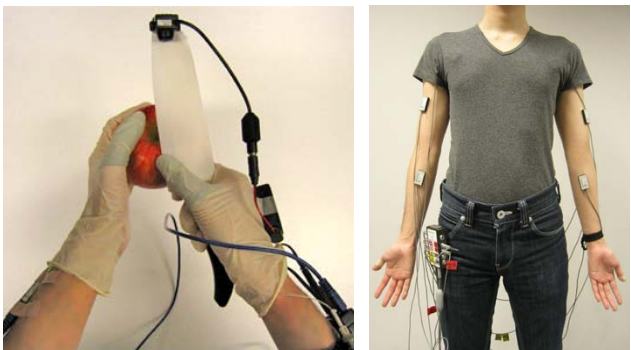


図 2 計測機器の装着例

④ 表面筋電計

上肢の筋活動を知るために Biometrics 社製 EMG 計測システムを使用した。筋電信号はサンプリング周波数 1kHz で記録

した。左右の大胸筋(腋窩上)、上腕二頭筋、橈側手根屈筋について、各筋の筋腹中央部の皮膚上から計測した。最大随意収縮(以下、MVC)を測定するため、徒手筋力検査法に基づき各筋 3 回ずつ検定した。

計測した筋電図信号は解析システムである TRIAS にてビデオ画像と同期させ、MVC により正規化した。全波流整流化後にローパスフィルタ(20Hz)により平滑化し、分析した[5][6][7]。

3.5 実験手順

表面筋電計は他の機器の影響を受けてしまうため、単独で計測した。したがって全ての被験者に対して実験を 2 回行った(図 3)。また全ての実験はビデオカメラで撮影した。

□ 実験 1

実験機材①, ②, ③を装着

包丁はセラミック製(全長 29cm, 刃渡り 17cm, 重量 95g の両刃三徳包丁)を使用

□ 実験 2

実験機材④を装着

包丁はステンレス製(全長 27cm, 刃渡り 16cm, 重量 97g の両刃三徳包丁)を使用

□ 実験 3

目隠しをした上で皮むき

3 名の被験者のみ

計測機器は一切装着しない

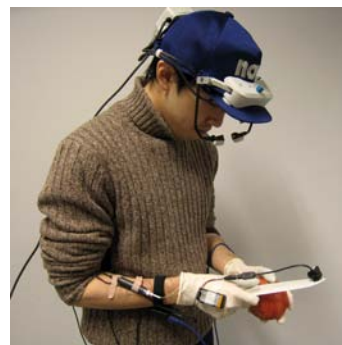


図 3 実験の様子

4. 実験結果

4.1 実験の結果

実験結果は以下である(表 2)。

表 2 実験結果

	実験1の結果				実験2の結果			
	廃棄率	皮むきにかかった時間(秒)	皮の切れた回数	見た目の得点	廃棄率	皮むきにかかった時間(秒)	皮の切れた回数	見た目の得点
被験者A	13.4%	321	57	30	14.1%	225	34	35
被験者B	21.5%	183	7	15	15.8%	265	13	30
被験者C	17.0%	79	0	70	16.0%	64	0	90
被験者D	12.9%	139	3	85	16.2%	95	0	84
被験者E	14.0%	203	4	63	15.6%	139	0	70
被験者F	22.2%	165	9	90	21.7%	157	3	86
被験者G	24.1%	193	4	65	18.6%	139	0	80
被験者H	22.3%	134	3	5	23.8%	140	1	20
被験者I	20.1%	107	8	4	18.7%	61	1	5
被験者J	17.4%	102	0	100	13.9%	114	0	100

4.2 被験者のグループ分け

熟練者と非熟練者を分けるための手掛かりとしてクラスター分析を使用した。

実験の皮むきにかかった時間・廃棄率・皮の切れた回数・見た目の4つの結果を標準化し、得点とした。その結果からクラスター分析によって3群に分類した。得点の高い第1群を熟練者、比較的得点の低い第2群・第3群を非熟練者とした(図4)。

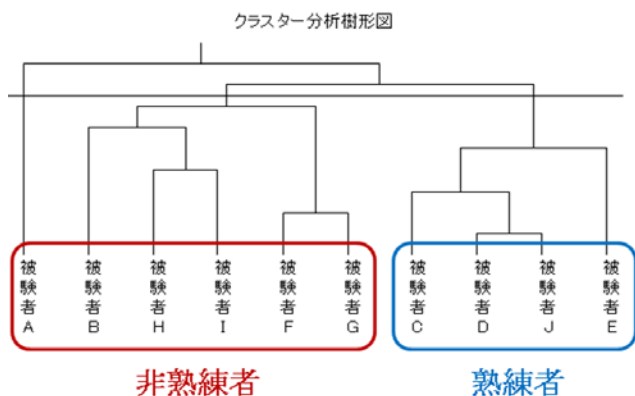


図4 クラスター分析

5. 計測結果

5.1 両手の親指にかかる圧力

リンゴを回転させる左手親指と、むいた皮と包丁を制御する右手親指にかかる圧力に熟練者と非熟練者間に差が見られた。

下のグラフでは圧力が0のとき、リンゴの持ち替えを行っており、親指がリンゴから離れている。グラフの横軸はリンゴの中間部付近をむく、安定した動きをしている60秒間を抜粋した。上の青いグラフが右手親指、下の赤いグラフが左手親指の圧力を表すグラフである(図5, 6, 7)。

□ 熟練者

仮に圧力のグラフを波形として見た場合、熟練者は左右の親指の波長の差が大きく、左手の波長が長く右手の波長は短い。

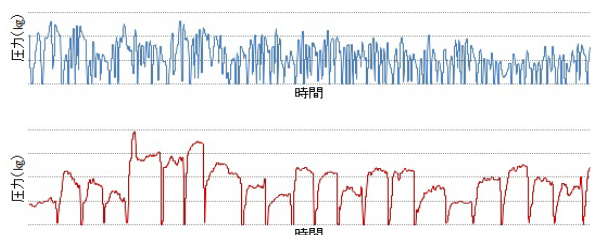


図5 被験者Jの圧力のグラフ

□ 非熟練者

非熟練者の中では左右の波長はほぼ同じ長さである場合や、右手親指を使わず包丁の上から動かさないために波長が現れない場合があった。

右手の親指をほとんど使わない被験者Aを除き、被験者JとGの結果を比べた場合、時間・廃棄率ともJの方が成績優秀であった。そのことから右手親指の繊細な動きによって皮の厚さ・スピードに影響が出ると推測された。

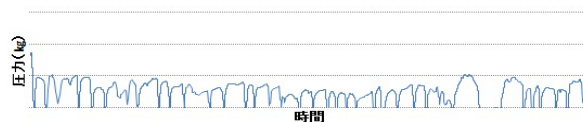


図6 被験者Gの圧力のグラフ

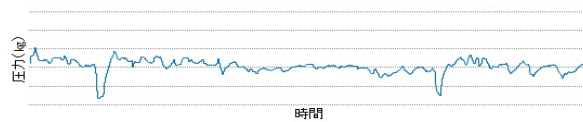


図7 被験者Aの圧力のグラフ

5.2 右手の使い方

包丁に取り付けた小型ワイヤレスカメラの映像を観察した。熟練者と非熟練者には包丁の持ち方と親指の使い方に差が見られた。

□ 熟練者

熟練者は包丁の峰を人差し指の基節骨上に当てて押ししており、最初から最後までほぼ位置は変化しない。親指は刃先の上付近で皮を送るために繰り返しスライド運動させている。スライド運動は、刃先から親指の幅ほどの前から、刃先の上までで行われている。人差し指MP関節の角度には差があるが、これは個人の手の大きさが関係していると考えられる(図5)。



図8 熟練者の右手

□ 非熟練者

非熟練者は包丁の峰を人差し指の中節骨・PIP関節に当てると、人差し指を伸展させ峰に添わせているパターンが見られた(図6)。またその2つのパターンを1回の実験中で、どちらも使っている被験者も見られた。右手の親指はスムーズに動かさない場合や、あるいは包丁の上に固定させたまま動かさない。親指を動かしている場合でも、刃先付近にまで持っていくことは稀であった。包丁を持つ位置は安定せず小型ワイヤレスカメラに右手が近づいてくる被験者もいた。



図9 非熟練者の右手

5.3 上肢の筋活動

被験者の皮むき動作全体の積分筋電図(以下、iEMG)と実効値(RMS)を分析したが、上肢の筋活動においてスキルの差による傾向は見られなかった。

またリンゴ中間部をむく、比較的動作が安定している5ストローク分の筋電図を分析した。左手親指が、リンゴから離れた瞬間よりリンゴを回転させ、再び離れる瞬間までを1ストロークとした。各計測筋の筋電図を5ストローク分重ねたが、これにおいてもスキルの差による傾向は見られなかった。計測筋を再検討する必要がある。

しかしリンゴを回転させる左手のストローク方法に2パターンが見られた。

- 主に指先でリンゴを持ち、指関節の屈曲・伸展で回転させる
- 掌全体でリンゴを掴み、前腕の回内・回外で回転させる

熟練者のパターンは前者であった。非熟練者に見られた後者のパターンは指を効率的に使えていないので、リンゴをうまく回転させることができない。

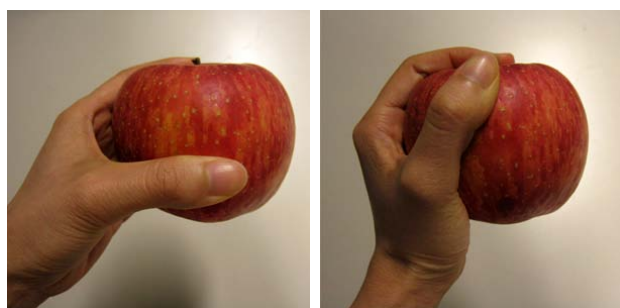


図10 リンゴの持ち方

5.4 視線の分析

アイマークレコーダーによる計測は正確な結果が得られなかった。被験者の眼鏡やコンタクトレンズによって反射光が乱れてしまったためだと考えられる。裸眼で計測を行った場合も、目を細めて皮むきを行うと、計測ができなかった。

しかし3人の被験者に目隠しをして実験を行った結果、最後まで皮むきをすることができた。これにより熟練者は視野情報に頼らず皮をむくことができると示唆された。

表3 目隠しでの実験結果

		廃棄率	皮むきにかかった時間(秒)	皮の切れた回数(回)
被験者J	実験1	17.4%	102	0
	実験2	13.9%	114	0
	目隠し	18.2%	128	0
被験者C	実験1	17.0%	79	0
	実験2	16.0%	64	0
	目隠し	21.8%	124	0
被験者I	実験1	20.1%	107	8
	実験2	18.7%	61	1
	目隠し	16.4%	125	4

6. 考察

熟練者と非熟練者の相違点として以下の点が挙げられる。

第一に、包丁の持ち方として右手人差指の使い方に差が見られた。指の関節は屈曲状態に保つと、関節にある側副靭帯が緊張するために安定させることができる(図11)。反対に伸展状態の側副靭帯は緩んでいるので、関節には遊びができる[8]。人差指の基節骨上に包丁の峰を当て、固定させることで安定させていると考えられる。MP関節は完全に屈曲させずに、関節に遊びを残し、細やかな制御を行っていると考えられる。人差指のDIP関節と、第3~5指は屈曲状態にして包丁を固定させることが望ましい。

第二に、右手親指の使い方の違いが熟練者と、比較的得点の高い非熟練者の差になっていると推測される。熟練者の右手親指の、関節を伸ばした自由な動きが皮をむく速さを向上させていると推測される。

第三に、リンゴを回転させる方法としては5本の指でリンゴを持ち、指関節の柔軟性を活かした方がよりスムーズに回転させられると推測される。

以上から、指導する際には注目されにくい第2~5指の使い方にもアドバイスを与えるべきだと考えられる。

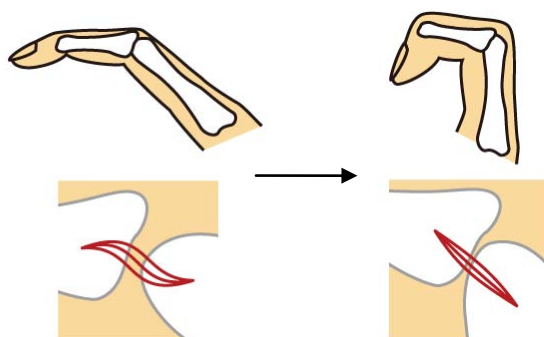


図11 側副靭帯の様子

7. 今後の展望

皮むきの初心者や非熟練者に対して、本研究で分かったことを元に、どのように上達するか実験をしたいと考えている。また今回の結果の有用性を検証する必要がある。

参考文献

- [1] 鈴木洋子,「開発した子ども用包丁の技能習得への効果」,日本家政学会誌, vol.57, No.3, pp.169-177, 2006
- [2] 鈴木洋子,「包丁技能習得のための被切断物の大きさ」,日本家政学会誌, vol.55, No.9, pp.733-741, 2004
- [3] 田部井恵美子ら,「小学校における皮むきの技能指導」,日本家庭教育学会誌, vol.31, No.1, pp.15-21, 1987
- [4] 香川芳子,「家庭料理技能検定テキスト—4級・3級実技と筆記試験対策」,女子栄養大学出版部, 2008
- [5] 木塚朝博ら,「バイオメカニズム・ライブラリー表面筋電図」,東京電機大学出版局, 2006
- [6] 笠原敏史ら,「段差昇降の大腿四頭筋の活動と床反力の関係」,理学療法科学, vol.24, No.4, pp.523-538, 2009
- [7] Lucille Daniels,「徒手筋力検査法」,共同遺書出版社, 1970
- [8] 鈴木良次,「手の中の脳」,東京大学出版会, 1994