

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：14403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00817

研究課題名(和文) 野菜の呈味成分・テクスチャーが偏食に及ぼす影響と思考型調理プログラムの開発

研究課題名(英文) Effects of taste and texture of vegetables on unbalanced diet and development of cooking program

研究代表者

井奥 加奈 (Ioku, Kana)

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号：40243282

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：関西在住の子育て世代と大学生に対して、野菜の調理方法の実態と特徴を検討した。その結果、野菜の調理でよく行われるのは「炒め調理」であること、キャベツは大学生と子育て世代で調理方法のイメージが異なることが分かった。そこで、キャベツを用いて蒸し調理を行い、圧縮モデルによる実験を行い、咀嚼回数が増加に伴って糖リリース量も増加傾向にあることを検証した。さらに、赤パプリカの焼き調理では、180℃5.5分以上の加熱でクエン酸含有量が減少傾向になった。180℃以上の加熱でパプリカに含まれるクエン酸が試料表面で熱分解した結果、遊離糖量の変動がみられずとも焼いたパプリカが甘く感じられるのではないかと考察した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

加熱調理した野菜のおいしさを数値データで明らかにすることで、情報に依存しない加熱野菜の評価にかかわる基礎資料として、食育などで使うことができる。また、加熱した野菜の甘さ評価に関しては、咀嚼による呈味成分リリース量の増加のほか、含有する遊離糖量に対して抑制作用を有する酸味成分や不味成分の減少が甘さ評価の向上に寄与する可能性を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：We investigated the actual conditions and characteristics of vegetable cooking methods for the parenting generation and university students living in Kansai. It was found that "stir-fry cooking" is popular in cooking vegetables, and cabbage has different images of cooking methods between students and parenting generations. Therefore, steam cooking was performed using cabbage, and an experiment using a compression model was performed, and it was verified that the amount of sugar release tended to increase as the number of times of mastication increased. Furthermore, in the cooking process of red paprika, the citric acid content tended to decrease when heated at 180°C for 5.5 minutes or longer. As a result of thermal decomposition of citric acid contained in paprika by heating above 180°C on the surface of the sample, it was considered that baked paprika could be felt sweet even if the amount of free sugar did not change.

研究分野：食物学

キーワード：野菜 官能評価 甘さ評価 遊離糖 有機酸 加熱調理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

若い世代を中心とした野菜摂取量の増大は、近年、野菜に対する偏食の根拠の一つとしてテクスチャーが指摘されることも少なくない。テクスチャーに苦手意識がある場合は調理方法を変えれば食べられる場合があると考えられるが、自ら調理する機会も少なく、中食や外食が普及している現在の食生活では苦手意識の克服すら重要視されない懸念がある。和食文化の継承の点からみて調理の機会と合わせて嗜好評価を高め、考えながら食べる調理プログラムも必要ではないかと考えた。予備調査より苦手意識のある野菜には加熱野菜が多かったことが分かっている。そこで、野菜の調理に関して実態調査を行い、本研究室が1997年に実施した結果と比較考察しながら、いくつかの加熱野菜をモデルとして、呈味成分とテクスチャー、官能評価を組み合わせ検討することとした。呈味成分としては加熱野菜の嗜好評価に直結する甘味に着目して検討し、咀嚼とのかかわりにも注目した。

2. 研究の目的

若い世代を中心とする野菜摂取量の確保は積年の課題である。野菜摂取量が増えないのは、中食や外食、加工食品の普及や生活の多忙さなどにより、食事を手作りする機会が減少したことのほか、苦手意識のある野菜の存在も摂取量に影響しているのではないかと考える。堀尾によれば¹⁾、大学生における野菜の苦手意識の要因として味やテクスチャー(食感)が挙げられていた。調理方法によって変えられる味やテクスチャーが苦手意識にあることの一因には調理や調理方法による興味関心の低さがあるのではないかと考えた。調理経験があれば、伊藤²⁾が示したように、調理担当者は用途数によって野菜を分類することも可能であるが、調理経験が少ない場合は自分で情報を得て調理を独習する必要がある。しかしながら、調理用語もままならない現状³⁾ではうまく独習できない可能性も高い。つまり、学校教育や食育においても調理が独習できるように指導する必要がある。そこで、まず、関西在住の消費者に対して野菜の調理方法に関する実態調査を実施し、現状を検証した。次に、堀江ら⁴⁾がニンジンの蒸し加熱による甘味強化を圧縮による放出エキス量が増加したことによると考察したことを参考に、本研究では、含有糖量に及ぼす他成分の影響を考慮しながら加熱調理による野菜組織の軟化と圧縮モデルによるリリース糖量について検討した。モデル野菜として、先の調査結果をもとにキャベツの蒸し加熱、赤パプリカのオープン加熱をとりあげた。

3. 研究の方法

(1) 主な野菜における調理方法の実態調査

大阪を中心とした関西在住の子育て世代(子どもを公立保育園に通わせる保護者の世代:20-40歳代)が96.2%、有効回収票187、有効回収率39.7%)に質問紙調査(間接配布、間接回収)を実施した。調査時期は2016年10-11月であり、調査対象は農林水産省の指定野菜と指定野菜に準じる野菜、合計24種類(キャベツ、ごぼう、なす、はくさい、にんじん、しめじ、じゃがいも、しいたけ、ブロッコリー、たまねぎ、ピーマン、えのきだけ、だいこん、もやし、パプリカ、かぼちゃ、さといも、レタス、さつまいも、トマト、白ねぎ、ほうれんそう、かぶ、きゅうり)とした。質問項目は、野菜に対する意識と野菜に対してよく行う調理方法(複数回答、上限なし)である。参考にするために大学生にも同じ質問紙調査(直接配布、直接回収)を実施した。回収票は315、有効回収率71.9%であった。調査に際しては大阪教育大学倫理審査委員会の承認(承認番号231)を受けた。

(2) 蒸し加熱したキャベツの甘味評価に関する検討

試料として大阪府柏原市内のスーパーにて購入した寒玉キャベツ(愛知県産)を用いた。既報⁵⁻⁶⁾に準じて外側の葉を3枚程度はがした後、5-6枚を試料として用い、10mm×50mmの短冊切りにした。蒸し加熱は家庭用過熱水蒸気スチームオープンレンジ(TOSHIBA、ER-PD5000)を用いた。官能評価は本学の大学生23名に対して実施した。実施に際しては大阪教育大学倫理審査委員会の承認(承認番号451)を受けた。遊離糖の定量はグルコースを標準物質とし、全糖量をフェノール硫酸法で実施した。遊離アミノ酸の測定時には遊離アミノ酸をダブシル化してHPLC分析した⁷⁾。破断強度解析と圧縮モデル試験にはクリープメーター(YAMADEN、RE-3305B)を用いた。

(3) オープン加熱した赤パプリカの甘味に及ぼす有機酸の影響

試料は宮城県産の赤パプリカを用い、枝元から1/3、先端部から1/3を除去して、残った中央部から20mm×20mmの試料片を調製した。オープン調理はキャベツと同じ家庭用過熱水蒸気スチームオープンレンジで行った。温度測定には熱電対(安立計器、コンパクトサーモロガー、AM-8000E)を用いて測定した。遊離糖の分析は全糖量をフェノール硫酸法で、有機酸(クエン酸、リンゴ酸)の分析はHPLC法⁸⁾で行った。破断強度解析と圧縮モデル試験にはクリープメーター

(YAMADEN、RE-3305B)を用いた。

4. 研究成果

(1) 主な野菜における調理方法の実態調査

今回、主たる研究対象者は子どもを公立保育園に通わせている保護者とした。週に12回以上調理する者は82.6%いた。大学生は比較のために調査したが、60%以上が週に4回未満の調理頻度であった。調理方法別合計をみると、いずれの世代においても炒める調理の回答数が最も多いことは同じであったが、蒸す調理は子育て世代の70%が実施すると回答したのに対し、大学生では11.6%が蒸すと回答した。

各世代別に野菜の調理方法の回答傾向が類似した野菜を群わけするため、Ward法によりクラスター分析を行った。結果を図1に示した。キャベツの位置が大学生と子育て世代で違っていた。また、大学生ではさつまいもやじゃがいも、もやしも湿式加熱調理野菜ではなく乾式加熱調理野菜に分類された。このことから大学生と子育て世代では野菜の調理方法が異なる野菜もあるのではないかと考えられた。

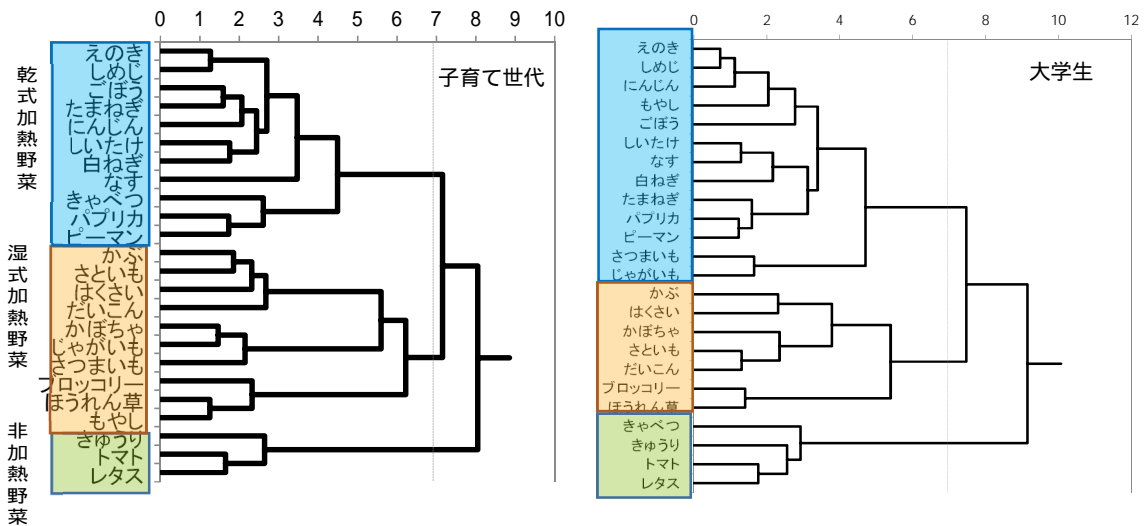


図1 子育て世代と大学生における野菜の調理方法からみた調査対象野菜の分類(クラスター分析、Ward法)

(2) 蒸し加熱したキャベツの甘さ評価に関する検討

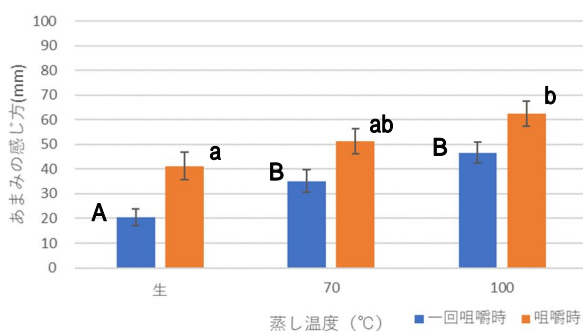


図2 VAS法による蒸し加熱したキャベツの甘さ評価

n=23 平均±S.E.

同じ凡例内で異なる文字間に有意差あり

なお、本研究ではダブルシ化による遊離アミノ酸の分析(9)も検討した。GABA(アミノ酪酸)と遊離糖の甘さに影響すると考えられるグルタミン酸、グルタミン、アラニンは定量可能であったが、生鮮野菜重量100gあたりにして20mg以上の含有量ではなく、実際にキャベツ試料の甘さ評価に及ぼす影響は不明であった。これに関しては実験系の確立も合わせて再検討する必要がある。また、70の蒸し温度はキャベツが硬化する温度で、低温蒸しなどとも呼ばれる。非加熱に近いテクスチャーを維持し、100で蒸した時より青々としていた。100で蒸すよりも甘くなると言われることもあるが、今回の研究から、明確な低温加熱の効果は得られなかった。

キャベツを圧縮するモデル実験に関して、前回の研究⁵⁾から、キャベツ試料を水に浸しているため、圧縮しなくても遊離糖が溶出するのではないかと、という懸念があった。そこで、圧縮せず

キャベツは70で20分、100で10分蒸し加熱したものを試料とした。70はキャベツが硬化する蒸し温度である。官能評価はVAS法を用いた。今回、一回咀嚼した時のあまみの感じ方(甘さ評価)と嚥下前の甘さ評価(一回咀嚼後の甘さ評価の変化)を質問したが、両者に有意な相違はみられず、加熱処理したキャベツは甘いと評価された。(図2)よって、蒸し加熱したキャベツの甘さ評価はキャベツを咀嚼したことによる口腔内への糖(遊離糖)リリース量の増加による可能性があると考察した。

にキャベツ試料を水に浸し、溶出した遊離糖（全糖量）を定量した。圧縮 1 回につき 10 秒程度かかるので、5 回の圧縮でも 60 秒はかからなかった。図 3 より、非加熱のキャベツ試料に関しては圧縮しない場合ほとんど糖の溶出が観察されないの、図 4 のデータにおいて圧縮しない場合の糖の溶出は考慮しなくても良いと考えられたが、蒸し加熱することで圧縮せずとも糖が溶出することは明白であることから、図 3 を添えて図 4 を提示すべきと考えられた。測定ごとに圧縮しないモデルも同時に行うと、個体差の関係で、圧縮しないモデルが圧縮モデルの糖リリース量を上回り、データがマイナスになる可能性があったからである。圧縮モデルの実験に関しては山本ら⁹⁾も工夫しているところであるが、今後さらに検討の余地がある。

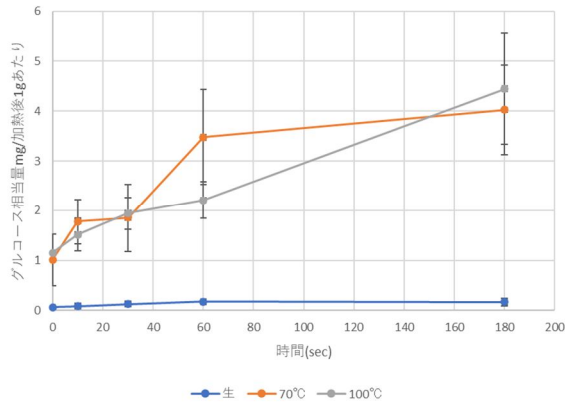


図 3 試料キャベツの圧縮実験時に圧縮せずに放置した際の糖リリース量の変化 凡例は加熱温度を指す

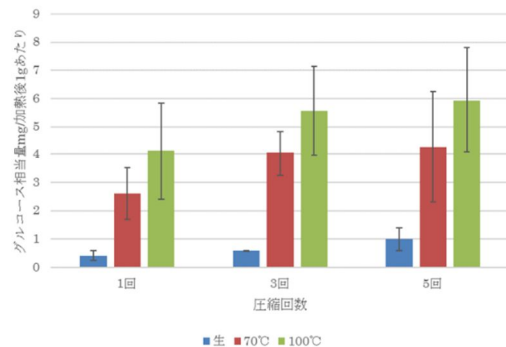


図 4 試料キャベツの圧縮実験時における糖リリース量の変化 凡例は加熱温度を指す

(3) オープン加熱調理した赤パプリカの呈味に及ぼす有機酸の影響

パプリカは野菜のなかでも遊離フルクトース量が多く¹⁰⁾、生でも甘く感じられるが、焼くとより甘く感じられるといわれている。そこで、国産の赤パプリカを用いてオープンで焼き、甘くなる要因について検討した。赤パプリカは、20 mm×20 mmに調製し、果皮（外側）を上にして、オープンの上段・中央で焼き調理した。温度測定の結果、120 °では最終的に試料パプリカの内部中心温度が 76 °、180 °では内部中心温度が 94 °になった。180 °で焼いても果皮が焦げることはまれであった。

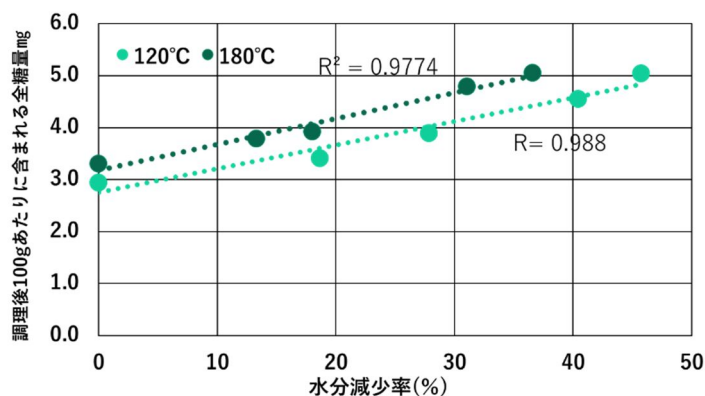


図5 オープン加熱調理した赤パプリカの水分減少率と全糖量の関連

図 5 に赤パプリカを焼いた時の水分減少率と全糖量の関係を示した。加熱後重量あたりで検討すると、赤パプリカの糖含有量が増加したように見えたが、生鮮重量あたりで検討すると糖含有量に変化がみられなかった。つまり、水分の減少が糖含有量(全糖量)に影響するのであって、糖含有量そのものが増加していない。これは、水分減少率と調理後 100g あたりの糖含有量に高い正の相関がみられたことから明白であるといえる。

次に、パプリカにはクエン酸が多いことに着目し、パプリカが焼くと甘いことの根拠として、味の相乗効果(抑制効果)が関与しているのではないかと考えて、有機酸含有量の分析を行った。赤パプリカに含まれる有機酸のうち、リンゴ酸とクエン酸を HPLC で定量した。抽出は試料赤パプリカに純水を加えてホモジナイズし、得られた抽出液を用いた。分析条件は、分析カラム: Inertsil ODS-4 (GL Sciences, 粒径 5 μm, 250×4.6 mm)、溶離液: メタノール; 0.1%リン酸 = 2:98 (v/v)、検出波長: 210nm、流速: 1.0mL/min であり、日本分光の HPLC システム (PU-4080、

UV-4070、AS-4050、ChromNAV ver.2) を用いた。

表 1 赤パプリカのオープン調理における有機酸含有量の変化 (n=3) *は0分と比較して有意差あり

加熱温度 (°C)	調理時間 (分)	リンゴ酸			クエン酸		
		mean	SD	(%)	mean	SD	(%)
120	0	29.0	10.64	100	273.4	61.8	100
	8.8	24.6	2.75	85	253.5	37.5	93
	15	25.7	2.62	88	253.6	52.4	93
	20	30.3	14.24	104	243.4	33.4	89
	25	28.1	5.66	97	260.6	50.9	95
180	0	41.1	13.41	100	279.6	53.7	100
	3.8	27.6	6.15	67	256.7	30.4	92
	5.5	31.0	6.98	75	233.9	39.9	84*
	8.5	29.7	5.04	72	250.2	43.8	89*
	11	27.0	3.21	66	239.0	31.4	85*

(mg/生鮮 100g あたり, n=3)

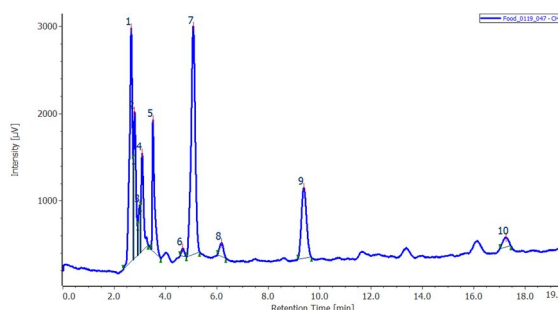


図 5 赤パプリカ(非加熱)抽出液のクロマトグラム
No.6:リンゴ酸 No.9:クエン酸

図 5 にクロマトグラムを示し、得られた結果を表 1 に示した。表 1 にある相対%は非加熱の試料を 100 とした場合のそれぞれの減少割合を示したものである。表 1 から、リンゴ酸は含有量のばらつきが大きく、減少傾向に有意性は認められなかったが、クエン酸に関しては、180 で焼成すると 5.5 分以降に有意に減少していることが分かった。甘味は酸味の影響で弱く感じられることが分かっているので、生のパプリカでは、酸味が本来の甘さを弱めて弱い甘味が感じられ、場合によっては酸味が感じられることもあるが、赤パプリカを 180 以上で焼くと水分蒸発が起きるとともに表面の高温にさらされている部分でクエン酸の熱分解が起きて¹¹⁾本来の甘味が感じられるようになった可能性が高い。これに関しては、さらに検証したい。

なお、調理実習につながる研究成果は挙げられたと考えるが、これを実習に還元するプログラム作成まではできなかった。調理実習そのものはスキルの習得やリスク管理などもあるので、プログラムとしては、パプリカを用い、味覚学習のように、簡単な調理と味わうことに主眼を置くプログラムが良いと考えられる。今後食育の一環として実践可能なプログラムを作成し、それをきっかけとして野菜の偏食克服につながる調理の在り方を学習者が考えられるようになれば、と考える。

最後になりましたが、調査に協力して下さった皆様と研究を支援して下さいました神戸松蔭女子学院大学の橘ゆかり先生、本学卒業生の青木文香さん、田中智実さん、川越星来さんに深謝します。ありがとうございました。

引用文献

- 堀尾強、関西国際大学研究紀要、13、115-123、2012 .
- 伊藤雅之、食料消費における野菜の利用に関する一考察、農業経営研究、47、118-123、2009 .
- 西岡里奈、岡本威明、小学校教員を目指す大学生の調理器具・用語に関する知識の実態、64、41-45、2017 .
- 堀江秀樹、平本理恵、日本調理科学会誌、42、3、194-197、2009 .
- 井奥加奈、西窪玲奈、久村侑子、岸田恵津、日本調理科学会研究発表要旨集、28、153、2016
- 井奥加奈、高瀬珠未、西窪玲奈、岸田恵津、食生活研究、37、6、308-317、2017 .
- 佐藤泰世、坊之下雅夫、岩谷敬仁、宮路敏彦、齋藤宗雄、分析化学、50、9、823-828、2010 .
- 井奥加奈、青木文香、毛利哲、岸田恵津、日本調理科学会研究発表要旨集、31、151、2019
- 山本真子、岸田恵津、井奥加奈、日本調理科学会研究発表要旨集、29、161、2017
- 堀江秀樹、分析化学、58、12、1063-1066、2009 .
- 宇野豊三、中川照真、松本幹生、分析化学、20、10、1245-1249、1971 .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 井奥 加奈, 川越 星来, 山本 真子, 岸田 恵津
2. 発表標題 質問紙調査による関西在住の消費者における野菜の消費意識と調理方法の比較
3. 学会等名 平成30年度大会（一社）日本調理科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橘 ゆかり, 井奥 加奈
2. 発表標題 1997年と2016年の野菜の調査からみた野菜の調理方法の比較
3. 学会等名 平成30年度大会（一社）日本調理科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井奥加奈、川越星来、山本真子、岸田恵津
2. 発表標題 質問紙調査による関西在住の消費者における野菜の消費意識と調理方法の比較
3. 学会等名 日本調理科学会平成30年度大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	橘 ゆかり (TACHIBANA Yukari)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	川越 星来 (KAWAGOE Seira)		
研究協力者	青木 文香 (AOKI Fumika)		
研究協力者	田中 智実 (TANAKA Tomomi)		