

調理方法の違いによる野菜の食感・色彩等への影響

齋藤 さゆり（管理栄養学科・講師）

背景ならびに目的

給食施設で食事を提供する際は、一度に大量の食材を扱うため作業効率と食味・食感・色彩等の品質も考慮した調理方法が求められる。給食施設で導入されている加熱調理機器の一つにスチームコンベクションオーブン（以下、スチコン）がある。スチコンは、熱風加熱、スチーム（蒸気）加熱、熱風とスチームの複合加熱ができ、焼く、蒸す、煮る、蒸し焼きなど1台で様々な料理が可能である。また、加熱後の冷却方法については、従来の水さらしに加えて、真空冷却機や冷風を循環させ冷却させるブラストチラーを導入し、冷却を行う施設もある。このような加熱機器、冷却機器を用いることで、一度に大量の食材を調理することが可能であるが、量が多いことや、機器の種類や特性、調理条件によって料理の出来上がりが異なることがあるため、品質を一定に保つために調理条件の標準化が求められる。

本研究では、給食施設で提供頻度が高い青菜野菜を用い、鍋でゆで加熱した後に水さらしを行う従来の方法、スチコン加熱後に水さらしやブラストチラーを用いる方法による食感・色彩等の違いについて比較検討する。食感・色彩に影響する要因の分析結果をもとに調理条件を検討し、効率や品質のよい給食の提供につなげていきたい。

研究計画

本研究は、令和6年4月1日から令和8年3月31日までの2年間を計画し、令和6年度は、試料の調理条件（加熱・冷却方法）、野菜の食感・色彩に影響する要因ならびに成分の分析方法、食感・色彩評価方法について、令和7年度は、給食施設で提供頻度が高い野菜のより効率的かつ品質のよい調理条件について検討することを計画している。

令和6年度研究報告

方法

1. 調理条件の検討・試料の調整

試料は給食施設で比較的使用頻度が高いホウレンソウとした。ホウレンソウは根元を10 mm除去した後、50 mmの長さに切裁した（図1）。

スチコンを用いた調理方法については、厨房機器メーカーが公開しているレシピ（表1）をもとに、ホウレンソウの調理条件を検討し、本研究の試料の調理条件を決定した（表2）。本研究の予備実験では、スチコンの加熱においては2分間では加熱不十分であったため、表2に示したとおり、スチームモード、100℃で3分とした。冷却方法は



図1 試料切裁の様子

表1 各メーカーのスチコンを用いたハウレンソウのおひたしの調理方法

メーカー	調理 モード	調理温度 (℃)	加熱時間 (分)	冷却方法
A	スチーム	100	2～	そのまま冷却 (水には取らない)
B	スチーム	100	3	冷水にとる
C	スチーム	100	3	ブラストチラーで冷却

表2 本研究の試料の種類

試料の種類	調理条件等
生	なし
ゆで加熱 ＋ 水さらし	① 電磁調理器（5kW）：計 2 分加熱 （直径 28 cm 鍋、試料の 10 倍量の水） ② 水さらし：計 5 分（試料の 5 倍量の水） ③ 手絞り（元の重量の 70%）
スチコン加熱 ＋ 水さらし	① スチコン（FSCCWE61、fujimak）：スチームモード 100℃、 100%、3 分 ② 水さらし：計 5 分（試料の 5 倍量の水） ③ 手絞り（元の重量の 70%）
スチコン加熱 ＋ ブラストチラー	① スチコン（FSCCWE61、fujimak）：スチームモード 100℃、 100%、3 分 ② ブラストチラー（9XF-006SF5、福島工業）：ソフトチルモード、 芯温 20℃設定 ③ 手絞り（元の重量の 70%）

汲み水にとる方法とブラストチラーを用いる冷却方法とした。ブラストチラーでの冷却条件は、葉物野菜などの凍結しやすい食品むけのソフトチルモードとした。大量調理施設衛生管理マニュアル¹⁾には、食中毒菌の発育至適温度帯（約20℃～50℃）の時間を可能な限り短くするため、冷却機を用いるなどして、30分以内に中心温度を20℃付近まで下げる工夫をすることが記されているため、本研究のブラストチラーにおいては、芯温を20℃に設定した。

一度に加熱冷却する試料は 400 g とし、日本食品標準成分表2020年版(八訂)²⁾でのホウレンソウ「葉、通年平均、ゆで」の重量変化率に合わせ、冷却後の手絞りはいずれの試料においても元(生)の重量の70%とした。

2. 野菜の食感・色彩に影響する要因ならびに成分の分析方法

1) 加熱温度推移

各試料葉柄 50 mm の中心部加熱時の中心温度を、熱電対直径 0.9 mm、長さ 25 mm (安立計器)、K 型、熱電対のコードの被覆材は耐熱性のものを使用し、コンパクトサーモロガー (AM-8000 K、安立計器) を用い 1 秒間隔で記録した。

2) pH・可溶性固形分測定

各試料(ゆで加熱+水さらし、スチコン加熱+水さらし、スチコン加熱+ブラストチラー)の絞り汁ならびに生を含め全試料のペーストを pH メーター (LAQUA twin、HORIBA) にて pH を、糖度計 (HI 96801, HANNA Instruments) にて可溶性固形分を測定した。

3. 食感・色彩評価方法—官能評価

ホウレンソウを葉柄、葉身に分け、各々「ゆで加熱+水さらし」、「スチコン加熱+水さらし」、「スチコン加熱+ブラストチラー」の3種類の加熱冷却を行い、官能評価の試料とした。評価項目は、色彩として「緑色の濃さ」、食感として「かたさ」ならびに「すじっぽさ」とし、パネルが順位付けを行った。「かたさ」ならびに「すじっぽさ」は、「最もやわらかい」「最もすじっぽくない」を 1 位、中間を 2 位、「最もかたい」「最もすじっぽい」を 3 位、「緑色の濃さ」に関しては、「最も緑色が濃い」を 1 位、中間を 2 位、「最も緑色が薄い」を 3 位とし、パネル全員の順位合計値を各試料で算出した。

パネルは A 大学管理栄養学科の学生20歳代女性の24名とし、パネルには試験前に研究の主旨及び研究内容を説明し、同意を得たうえで実施した。官能評価は鎌倉女子大学研究倫理委員会の承認を得て実施した(鎌倫-24029)。

4. 統計解析

pH ならびに可溶性固形分の試料間の差の検定は Tukey の HSD 検定を用い、0.05未満を有意差ありとした。官能評価の順位法では、Friedman 検定を行い、Bonferroni により調整済み有意確率が 0.05未満を有意差ありとした。統計学的処理には IBM SPSS Statistics 28 for Windows を使用した。

結果

1. 野菜の食感・色彩に影響する要因ならびに成分の分析

試料のゆで加熱ならびにスチコン加熱時の中心温度推移を図 2 に示した。加熱時のホウレンソウの温度上昇は、ゆで加熱のほうがスチコンより速やく、スチコン加熱のほうが温度上昇は緩慢であった。

また、しぼり汁の pH において、「ゆで加熱+水さらし」は「スチコン加熱+ブラストチラー」よりも高値を示した(表 3)。

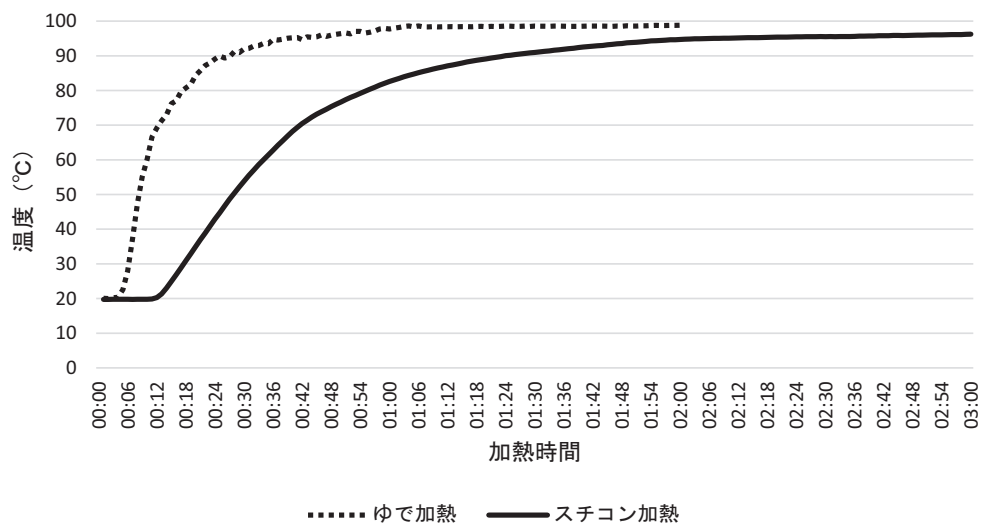


図2 試料の加熱時の中心温度推移 (n=3)

表3 しぼり汁とペーストの pH ならびに可溶性固形分 (n=3)

	生	ゆで加熱 ＋ 水さらし	スチコン加熱 ＋ 水さらし	スチコン加熱 ＋ ブラストチラー
しぼり汁				
pH	—	6.8±0.3 ^a	6.3±0.0 ^{ab}	6.2±0.1 ^b
可溶性 固形分	—	1.2±0.2 ^b	1.7±0.2 ^b	2.6±0.2 ^a
ペースト				
pH	6.0±0.0 ^b	6.6±0.3 ^a	6.1±0.1 ^{ab}	6.2±0.0 ^{ab}
可溶性 固形分	4.9±0.2 ^a	2.6±0.5 ^b	2.7±0.4 ^b	3.4±0.8 ^{ab}

Tukey の HSD 検定にて 0.05 未満を有意差ありとした。
同一項目の異符号間に有意差あり。

表4 順位法による官能評価結果—各試料の順位和 (n=24)

		ゆで加熱 ＋ 水さらし	スチコン加熱 ＋ 水さらし	スチコン加熱 ＋ ブラストチラー
葉身	緑色の濃さ	37 ^a	55 ^b	52 ^{ab}
	かたさ	25 ^b	67 ^a	52 ^a
	すじっぽさ	26 ^b	66 ^a	52 ^a
葉柄	緑色の濃さ	48	41	55
	かたさ	25 ^b	66 ^a	53 ^a
	すじっぽさ	31 ^b	63 ^a	50 ^a

数値は、「かたさ」ならびに「すじっぽさ」は「最もやわらかい」「最もすじっぽくない」を1位(1点)、「最もかたい」「最もすじっぽい」を3位(3点)、「緑色の濃さ」は、「最も緑色が濃い」を1位(1点)、「最も緑色が薄い」を3位(3点)とした順位合計値。Friedman 検定を行い、Bonferroni により調整済み有意確率 0.05 未満を有意差ありとした。同一項目の異符号間に有意差あり。

2. 食感・色彩評価

試料の葉身ならびに葉柄における官能評価の結果を表4に示した。本研究での官能評価では、葉身ならびに葉柄ともにスチコン加熱のほうがゆで加熱よりもかたさやすじっぽさがあり、葉身では「ゆで加熱＋水さらし」は「スチコン加熱＋水さらし」よりも緑色が濃い結果となった。

今後の研究方針

本研究では、ハウレンソウを用いて、ゆで加熱と水さらし、スチコン加熱と水さらし、スチコン加熱とブラストチラーを比較したところ、食感・色彩について違いがみられた。野菜の軟化・硬化や色彩については、加熱温度や pH 等との関連があるとされており³⁻⁵⁾、本研究では、ゆで加熱とスチコン加熱での温度上昇や pH において差がみられた。今後は、今回の研究結果をもとに給食施設での使用頻度の高い野菜において、より効率的かつ品質のよい調理条件を検討する予定である。

謝辞

官能評価を実施するにあたり、ご協力いただいた学生の皆様に深く感謝申し上げます。

引用文献

1. 厚生労働省：大量調理施設衛生管理マニュアル.
<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzanbu/0000168026.pdf> (2025.1.6)
2. 文部科学省：日本食品標準成分表2020年版.
https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/mext_01110.html (2025.1.6)

3. 小西英子、瀧上倫子、岡本賢一：調理の際の野菜の硬化、栄養と食糧**28**：44－46、1975.
4. 瀧上倫子：野菜の軟化に及ぼす加熱時の pH の影響、日本栄養・食糧学会誌**36**：219－224、1983.
5. 山崎清子、島田キミエ、渋谷祥子、他：NEW 調理と理論、第2版、同文書院、pp443－452、2024.