

真空調理法および通常調理法を用いた根菜煮物のできばえの比較

田村 朝子^{1*}、中曽根真未¹

真空調理法は、食材を調味液とともに真空包装後、加熱するため、風味や栄養損失が少なく、軟らかく仕上がる調理法である。また、真空包装時に、調味液を生の状態の食材に浸透させることができるため、少ない調味料でも味を均一につけることができる。この真空調理法（以下、真空）を用いて、根菜類を材料に、塩分又は糖分濃度を変化させた煮物を作製し、通常調理法（以下、通常）で作製した煮物とのできばえを、中心温度、色差、破断強度の測定と官能評価で比較した。なお、根菜類の材料には、里芋、じゃがいも、大根を、調味料は、こいくちしょうゆ、砂糖、酒を使用した。また、調味液濃度は、里芋及びじゃがいもは、塩分5%と糖分5%を、大根は塩分2.5%と糖分2.5%を基準濃度とした。官能評価は、食材の形、色、香り、味、軟らかさ、総合評価の6項目を5段階評点法で比較した。

その結果、中心温度は、いずれも通常に比較して真空は温度上昇が緩やかであった。食材表面の色は、いずれも真空に比較して通常で、色が濃く、調味液濃度の違いによる色差が大きくなった。また、真空と通常の間「おいに」あるいは「非常に」色差がある傾向がみられた。破断強度は、里芋及びじゃがいもでは、破断応力、歪率、エネルギーともに、通常に比較して真空の値が小さくなった。大根においても、破断応力、エネルギーは真空の値が小さくなった。したがって、真空調理法を用いると軟らかく仕上げるができることが明らかになった。官能評価では、里芋及びじゃがいもは、通常に比較して、真空の軟らかさ及び総合評価の評点が有意に高く、味の評点も高くなる傾向にあった。大根においても、軟らかさ及び総合評価の評点は真空が高くなる傾向にあった。

以上のことから、真空調理法を用いて作成した煮物は、通常調理法に比較して軟らかく、食材表面の色は少し薄くなるものの、美味しく仕上がるということが明らかになった。

キーワード： 真空調理、根菜類、色差、破断強度、官能評価

はじめに

近年、特定給食施設では、HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points; 危害分析重要管理点) の概念に基づいた「新調理システム」の導入が進められている。新調理システムは、従来方式のクックサーブに加え、クックチル、クックフリーズ、真空調理法、外部加工品活用などを組み合わせ、システム化した集中生産方式である。そのため、特定給食施設にこの新調理システムを導入することにより、従来のクックサーブ方式のみでは得られない利点や効果が

期待できる。その利点としては、①レシピのマニュアル化による品質管理の徹底、②計画生産による生産性の向上、③大量調理・長期保存による人件費の削減、④調理工程のマニュアル化による衛生管理の向上、⑤メニューの多様化による喫食者サービスの向上^{1,2,3,4)} 等である。

新調理システムの1つである真空調理法は、下処理を施した食材を、生のまま、あるいは熱処理してから調味液とともにフィルムに入れて真空包装し、フィルムごと、湯せんやスチームコンベクションオープン等を用いて比較的低温で加熱調理する調理法である。

¹ 新潟県立大学人間生活学部健康栄養学科

* 責任著者 連絡先: asako-t@unii.ac.jp

利益相反: なし

この真空調理法を用いて作製した料理は、食材を真空包装した後に加熱するため、真空包装をしない通常の調理法に比較して、風味や栄養が流失しにくく、また、煮くずれすることなく、やわらかく仕上がる⁵⁾といわれている。さらに、食材を真空包装する際、調味液が生の状態の食材に浸透する。従来の調理法では、食材に味を染み込ませるためには、まず、食材を加熱し、食材の細胞や組織を軟化させた後に、大量の調味液に浸漬・加熱する必要がある。そして、消火後、温度低下に従って、食材に調味液が染み込んで味がつくのである。このことから、真空調理法を用いると、少ない調味液量でも均一に味を染み込ませることができるといえ、減塩にも適した調理法⁶⁾ともいえる。

さらに、空気は熱伝導率が悪いいため、食材を真空包装で脱気し、フィルムと食材を密着させ、熱が直接伝わるようにすることで、熱伝導率が上昇し、低温（60℃以下）、なおかつ短時間での調理が可能³⁾となる。また、脱気により食材の酸化を抑制できるため、比較的長期間の保存も可能となり、10日間ほどの保存も可能³⁾とされている。ただし、この場合、10日以内はチルド保存、10日以上は冷凍保存することが望ましく、3℃以下での低温保存が条件³⁾である。

また、真空包装された料理は、災害時における食糧としても期待できる。これは、保存時や流通時に細菌による二次汚染の発生のおそれが高いため、例えば、災害時にフィルムの表面が汚れたとしても、表面の汚れを落とし、湯煎で加熱することで提供が可能になる。

以上のように、多くの利点がある真空調理法を用い、本研究では、真空調理法で作製した料理のできばえを、通常の調理法で作製した料理と比較検証することとした。作製した料理は、真空調理法に適しているとされる根菜³⁾の煮物である。できばえの検証には、機器による色差および破断強度測定と、人による官能評価を実施した。

方法

1. 実験材料

里芋（帛乙女、2012年新潟県五泉市産）、

じゃがいも（男爵、2012年北海道産）、大根（2012年北海道産）を使用し、全て縦3cm×横3cm×高さ2cm（里芋・じゃがいも:20g/個、大根:18g/個）となるように切りそろえた後実験に用いた。また、里芋とじゃがいもは中央部分のみを、大根は上5cm、下10cmを切り落とした中央部分のみを使用した。

2. 煮物の調製方法

(1) 添加調味液

調味液の塩分および糖分の食材への影響を比較するため、塩分（しょうゆ）と糖分（砂糖）の割合の異なる調味液を7種類調製した。だし汁（水に対し2%かつおぶし）にしょうゆ（こいくちしょうゆ、キッコーマン、塩分16%）、砂糖（上白糖、パールエース）、酒（料理酒、富永食品）を加えて煮立てたものを調味液とした。なお、酒はいずれの調味液に対してもだし汁重量の0.3倍量を添加し、里芋とじゃがいもは、だし汁に対して塩分、糖分ともに5%、大根は2.5%を基準濃度とした。また、対照調味液をだし汁とした。以下に調製した調味液を示した。

〈里芋・じゃがいも〉

基準:塩分5%、糖分5%

塩①:塩分0%、糖分5%

塩②:塩分2.5%、糖分5%

塩③:塩分10%、糖分5%

糖①:塩分5%、糖分0%、

糖②:塩分5%、糖分2.5%、

糖③:塩分5%、糖分10%

対照:塩分0%、糖分0%

〈大根〉

基準:塩分2.5%、糖分2.5%

塩①:塩分0%、糖分2.5%、

塩②:塩分1%、糖分2.5%、

塩③:塩分5%、糖分2.5%、

糖①:塩分2.5%、糖分0%、

糖②:塩分2.5%、糖分1%、

糖③:塩分2.5%、糖分5%

対照:塩分0%、糖分0%

(2) 真空調理法

1) 真空条件

真空包装袋（バリアー多層フィルム ダイア

ミロン M:230mm × 330mm、三菱樹脂) を使用し、卓上型自動真空包装機 V-480 (東静電気) を真空度 99%、30 秒、シール 2 秒に設定して、食材を真空包装した。

2) 煮物の調製

里芋およびじゃがいもは、食材重量の 0.3 倍量の調味液とともに真空包装し、その後、スチームコンベクションオープン CSV-G10 (コメントカトウ:スチームモード、100℃、30 分)⁶⁹⁾ で「本加熱」した。大根は、スチームコンベクションオープン (スチームモード、100℃、10 分) で「下ゆで」にあたる加熱をしたものを 10℃ 以下まで冷ました後、食材重量の 0.4 倍量の調味液とともに真空包装した。これをスチームコンベクションオープン (スチームモード、100℃、40 分)⁶⁹⁾ で本加熱した。本加熱後、食材をフィルムから取り出し、各測定に用いた。

(3) 通常調理法

里芋は、スチームコンベクションオープン (スチームモード、100℃、5 分) で下ゆで加熱後、水洗いし、ぬめりをとったものをステンレス製ボウル (φ18cm × 高さ 10cm) に入れ、里芋重量の 1.2 倍量の調味液を加え、スチームコンベクションオープン (コンビモード、130℃、25 分)⁶⁹⁾ で本加熱した。じゃがいもは、ステンレス製ボウル (φ18cm × 高さ 10cm) に、じゃがいも重量の 1.2 倍量の調味液とともに入れ、スチームコンベクションオープン (コンビモード、140℃、30 分)⁶⁹⁾ で本加熱した。大根は、スチームコンベクションオープン (スチームモード、100℃、10 分) で下ゆで加熱したものをステンレス製ボウル (φ18cm × 高さ 10cm) に入れ、大根重量の 1.2 倍量の調味液を加えて、スチームコンベクションオープン (コンビモード、140℃、40 分)⁶⁹⁾ で本加熱した。本加熱後、食材をステンレス製ボウルから取り出し、各測定に用いた。

3. 中心温度測定

中心温度計 IT-2000 (アズワン) で加熱中の試料の中心温度を測定し、5 分毎に記録した。なお、里芋と大根は、調味液と共に加熱する「本加熱」前に、方法 (2)²⁾ および (3) で記述した「下ゆで」をしたが、中心温度の測定開始は、

真空調理法、通常調理法いずれにおいても、調味液と共に試料の加熱を開始した「本加熱」開始時点を 0 分として測定した。

4. 色差測定

カラーリーダー CR-13 (コニカミノルタ) で食材表面の L 値、 a 値、 b 値を測定し、彩度 C 及び色差 ΔE (を算出¹⁰⁾ した。色差 ΔE の値を、基準調味液濃度で作製した煮物と比較し、さらに、通常調理法と真空調理法で作製した同一の調味液濃度の煮物の色差を比較した。

5. 破断強度測定

レオメーター RE-3305 (山電) を用い、ロードセル 20kg、歪率 80%、圧縮速度 1mm/sec に設定し、円筒型プランジャー (φ8mm、シリコン製) で^{9,11-13)} 測定した。得られた応力—歪み曲線から、破断応力 (N/m^2)、破断歪率 (%)、破断エネルギー (J/m^3) を求めた。

6. 官能評価

新潟県立大学学生 15 名 (21.4 ± 0.6 歳) を対象として、食材の形、色、香り、味、軟らかさ、総合評価の 6 項目について、それぞれ、5 段階評点法 (+2 良い、+1 やや良い、± 0 ふつう、-1 やや悪い、-2 悪い) で官能評価^{14,15)} を実施した。実施にあたり、承諾を得た者のみを対象者とし、さらに、実施時に疾患やアレルギーがなく、かつその時点で体調のよい学生のみを対象とした。

7. 統計処理

実験結果は、平均値 ± 標準誤差で表した。統計処理は、SPSS (PASW Statistics 17.0) を用い、一元配置分散分析を行った後、Bonferroni の多重比較検定により、各データの有意差検定を行った。なお、 p 値が 0.05 未満のものを統計的に有意とした。

結果

1. 加熱中の食材中心温度の比較

里芋、じゃがいも、大根の基準濃度調味液での加熱中の中心温度の変化を表 1 に示した。

その結果、いずれの材料においても、通常調

表1 中心温度変化 (°C)

	里芋		じゃがいも		大根	
	通常	真空	通常	真空	通常	真空
0分	44.3	23.1	24.9	24.1	46.0	28.3
5分	61.2	50.0	52.6	31.1	77.8	76.3
10分	90.1	83.0	91.5	75.6	94.8	96.7
15分	99.9	91.3	98.5	91.4	101.1	100.5
20分	102.7	98.6	99.9	100.7	103.8	101.3
25分	103.9	102.5	102.2	101.6	103.5	100.5
30分	-	101.5	103.4	101.8	103.6	101.0
35分	-	-	-	-	104.3	101.5
40分	-	-	-	-	104.8	101.0

表2-1 塩分濃度の違いによる色差の比較 (里芋)

	L	a	b	C*	ΔE		
					(vs基準)	(真空vs通常)	
真空	塩①	58.9±0.7	1.1±0.2	-0.7±0.3	1.3	20.5	5.1
	塩②	54.0±0.9	2.6±0.2	12.0±0.5	12.3	6.8	7.3
	基準	50.7±0.4	3.7±0.3	17.9±0.5	18.3	—	7.5
	塩③	48.3±0.8	6.3±0.2	22.5±0.6	23.4	5.8	9.2
通常	塩①	63.4±0.6	0.5±0.1	1.6±0.3	19.4	28.0	—
	塩②	52.7±0.7	4.5±0.4	18.9±0.3	1.7	7.4	—
	基準	48.1±0.8	7.0±0.3	24.1±0.4	25.1	—	—
	塩③	43.7±0.8	11.2±0.2	28.8±0.7	30.9	7.7	—

C*: 彩度 = $\sqrt{a^2 + b^2}$

表2-2 糖分濃度の違いによる色差の比較 (里芋)

	L	a	b	C	ΔE		
					(vs基準)	(真空vs通常)	
真空	糖①	51.9±0.4	4.0±0.1	18.7±0.3	19.1	1.5	6.7
	糖②	51.7±0.8	3.6±0.1	17.0±0.8	17.4	1.3	9.8
	基準	50.7±0.4	3.7±0.3	17.9±0.5	18.3	—	7.5
	糖③	52.0±0.6	3.8±0.3	18.6±0.8	19.0	1.5	7.2
通常	糖①	50.2±0.5	6.9±0.2	24.5±0.3	25.5	2.1	—
	糖②	51.4±0.9	7.1±0.4	26.1±0.4	27.0	3.9	—
	基準	48.1±0.8	7.0±0.3	24.1±0.4	25.1	—	—
	糖③	50.2±1.0	6.7±0.4	24.9±0.3	25.8	2.3	—

(参考資料) 色差と感覚的な差の関係

ΔE	感覚的な差
0 ~0.5	かすかに(trace)
0.5~1.5	わずかに(slight)
1.5~3.0	感知できる(noticeable)
3.0~6.0	目立つ(appreciable)
6.0~12.0	おおいに(much)
12.0以上	非常に(very much)

真空調理法および通常調理法を用いた根菜煮物のできばえの比較

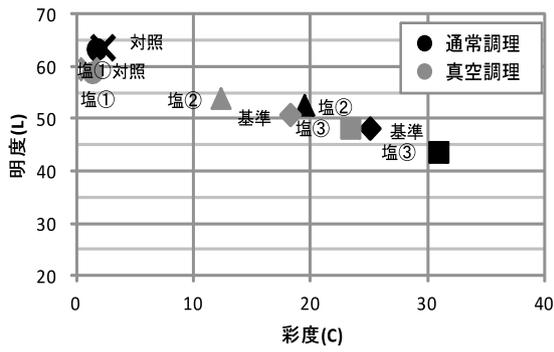


図1-1 色の比較（塩分・里芋）

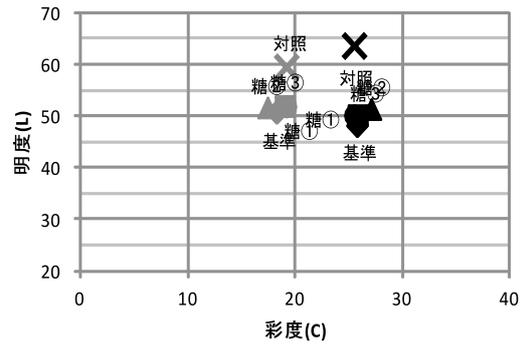


図1-2 色の比較（塩分・里芋）

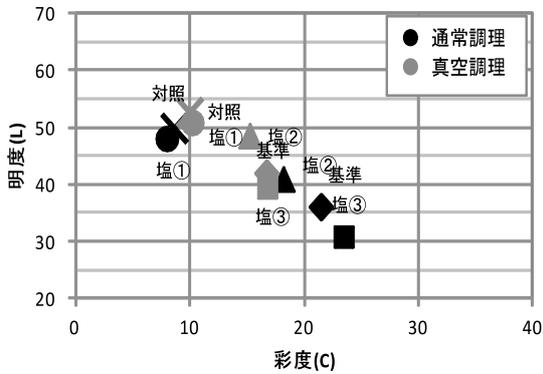


図2-1 色の比較（塩分・じゃがいも）

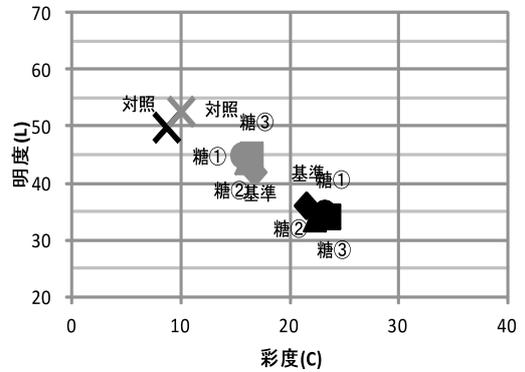


図2-2 色の比較（糖分・じゃがいも）

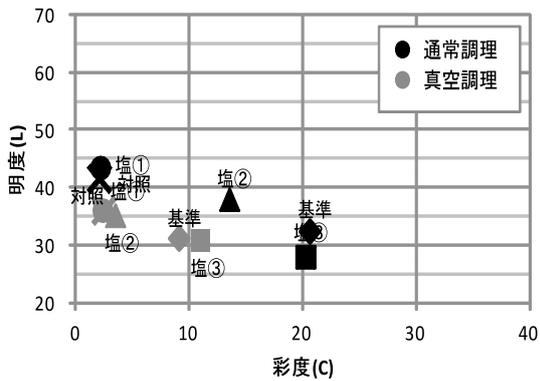


図3-1 色の比較（塩分・大根）

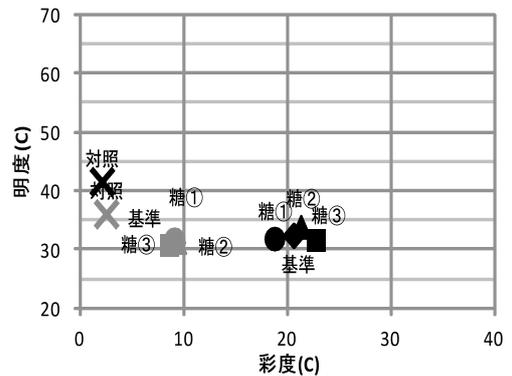


図3-2 色の比較（糖分・大根）

理法に比較して、真空調理法での食材の中心温度の上昇は緩やかであった。

2. 食材表面の色の比較

里芋、じゃがいも、大根の色差測定結果が同様の傾向を示したことから里芋の結果を表2-1、2-2に示した。また、里芋、じゃがいも、大根の色差測定結果から算出した、明度と彩度の変化を図1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2に、さらに、色差と感覚的な差の関係¹⁰⁾を参考資料として表に示した。なお、明度はL値、彩度は、赤から緑の色調を表すa値、黄色から青の色調を表すb値から求めた¹⁰⁾。明度は、その値が低くなるほど、色が濃くなり、彩度は、その値が大きくなるほど、あざやかな色になることを示しているとされる。

その結果、真空調理法、通常調理法とも、塩分濃度が塩①、塩②、基準、塩③と高くなる、すなわちしょうゆの濃度が高くなるほど、L値が低くなり、a値及びb値が大きくなった。このことから、明度が低く、彩度が大きくなった。糖分濃度の違いでは、濃度の異なる調味液間のL値、a値、b値、彩度Cに大きな差は認めら

れなかったが、真空調理法に比較して、通常調理法の数値が大きくなる傾向にあった。

また、真空調理法と通常調理法との色差ΔEを、色差と感覚的な差の関係¹⁰⁾にあてはめると、里芋の場合、塩①の煮物で「目立つ(appreciable)」、基準、塩②、塩③、糖①、糖②、糖③の煮物で「おおいに(much)」の色差があった。じゃがいも、大根の調味液濃度においても、里芋と同様に真空調理法と通常調理法との色差ΔEは、塩①が「目立つ(appreciable)」、それ以外の全てが「おおいに(much)」の色差となった。

3. 食材の破断強度の比較

破断強度の測定結果のうち、里芋の結果を表3-1、3-2に、じゃがいもを表4-1、4-2、大根を表5-1、5-2にそれぞれ示した。

里芋は、全ての調味液濃度で、破断応力、破断歪率、破断エネルギーの値が、通常調理法に比較して、真空調理法で有意に低くなった。また、真空調理法および通常調理法のいずれにおいても、塩分濃度が高くなるほど、破断応力、破断歪率、破断エネルギーとも、値が大きくな

表3-1 塩分濃度の違いによる破断強度の比較 (里芋)

	破断応力(10 ⁴ N/m ²)		破断歪率(%)		破断エネルギー(10 ³ J/m ³)	
	通常	真空	通常	真空	通常	真空
対照	13.92±1.81	4.68±0.39	7.7±0.7	1.2±0.1 ^c	5.99±1.13	2.10±0.18
塩①	15.06±2.11	3.86±0.32	9.1±0.7	5.5±0.3 ^{ab}	7.64±1.40	1.44±0.15
塩②	10.34±0.94	4.21±0.17	10.2±0.6	6.6±0.6 ^{ab}	6.20±0.72	1.61±0.13
基準	12.39±0.62	4.46±0.23	10.5±0.3	5.2±0.2 ^b	7.06±0.46	1.46±0.08
塩③	12.49±1.50	4.85±0.27	10.6±0.6	7.0±0.6 ^a	7.42±1.03	1.95±0.21

※全ての調味液で、破断応力、歪率、エネルギーにおいて、通常調理法と真空調理法の間有意差がみられた。

^{a,b,c}: 各項目の異なる文字は、調味液間での有意差を意味する(ρ<0.05)

表3-2 糖分濃度の違いによる破断強度の比較

	破断応力(10 ⁴ N/m ²)		破断歪率(%)		破断エネルギー(10 ³ J/m ³)	
	通常	真空	通常	真空	通常	真空
対照	13.92±1.81	4.68±0.39	7.7±0.7	1.2±0.1 ^c	5.99±1.13	2.10±0.18
糖①	15.38±1.75	4.57±0.12	9.0±0.6	5.0±0.2 ^b	8.70±0.83	1.44±0.04
糖②	14.49±2.18	4.54±0.33	10.3±0.9	6.1±0.4 ^{ab}	9.86±0.72	1.63±0.17
基準	12.39±0.62	4.46±0.23	10.5±0.3	5.2±0.2 ^b	7.06±0.46	1.46±0.08
糖③	11.62±1.33	4.39±0.32	10.8±0.7	5.4±0.2 ^{ab}	7.81±1.05	1.51±0.16

※全ての調味液で、破断応力、歪率、エネルギーにおいて、通常調理法と真空調理法の間有意差がみられた。

^{a,b,c}: 各項目の異なる文字は、調味液間での有意差を意味する(ρ<0.05)

表4-1 塩分濃度の違いによる破断強度の比較（じゃがいも）

	破断応力(10^4N/m^2)		破断歪率(%)		破断エネルギー(10^3J/m^3)	
	通常	真空	通常	真空	通常	真空
対照	19.23±3.17	9.62±0.90 *	11.9±0.9	8.6±0.6 *	12.70±2.71	4.60±0.50 *
塩①	12.29±2.14	10.05±1.02	9.5±1.1	8.6±0.6	6.43±1.39	4.66±0.82
塩②	16.15±1.20	7.73±0.48 *	11.1±0.5	7.4±0.6 *	10.59±1.69	3.10±0.28 *
基準	15.25±2.98	11.86±0.85	11.0±1.0	7.9±0.3 *	9.82±2.59	5.52±0.58
塩③	20.90±2.50	9.62±0.34 *	11.8±0.6	7.0±0.4 *	11.95±1.03	3.86±0.58 *

*: 通常調理法と真空調理法間での有意差を意味する($p < 0.05$)

表4-2 糖分濃度の違いによる破断強度の比較（じゃがいも）

	破断応力(10^4N/m^2)		破断歪率(%)		破断エネルギー(10^3J/m^3)	
	通常	真空	通常	真空	通常	真空
対照	19.23±3.17	9.62±0.90 *	11.9±0.9	8.6±0.6 *	12.70±2.71	4.60±0.50 *
糖①	32.34±5.23	10.34±1.25 *	12.2±1.1	10.1±1.2	18.74±3.42	5.71±0.74 *
糖②	21.36±2.80	9.40±1.00 *	12.9±1.3	9.7±0.8	13.21±3.53	4.98±0.76 *
基準	15.25±2.98	11.86±0.85	11.0±1.0	7.9±0.3 *	9.82±2.59	5.52±0.58
糖③	15.22±2.07	9.14±1.08 *	12.3±0.4	8.0±0.6 *	11.61±0.55	4.40±0.66 *

*: 通常調理法と真空調理法間での有意差を意味する($p < 0.05$)

表5-1 塩分濃度の違いによる破断強度の比較（大根）

	破断応力(10^4N/m^2)		破断歪率(%)		破断エネルギー(10^3J/m^3)	
	通常	真空	通常	真空	通常	真空
対照	16.95±0.65	14.00±0.80 *	15.3±0.6	17.1±0.4	13.42±1.01	12.30±1.03
塩①	15.83±0.57	11.46±0.67 *	13.8±0.5	15.1±0.5	11.77±0.57	8.75±0.63 *
塩②	16.42±0.86	13.97±1.12 *	14.5±0.5	15.7±0.7	11.85±1.06	11.45±1.65
基準	17.91±0.72	13.04±1.13 *	15.0±0.6	17.1±0.9	13.53±1.16	10.46±0.97 *
塩③	18.61±0.81	14.08±1.35 *	16.9±0.4	16.9±0.6	16.25±1.19	11.59±1.46 *

*: 通常調理法と真空調理法間での有意差を意味する($p < 0.05$)

表5-2 糖分濃度の違いによる破断強度の比較（大根）

	破断応力(10^4N/m^2)		破断歪率(%)		破断エネルギー(10^3J/m^3)	
	通常	真空	通常	真空	通常	真空
対照	16.95±0.65	14.00±0.80 *	15.3±0.6	17.1±0.4	13.42±1.01	12.30±1.03
糖①	16.80±0.67	12.17±0.91 *	15.4±0.6	15.5±0.4	13.10±0.76	9.25±0.81 *
糖②	16.42±1.60	13.60±1.17	15.0±0.4	16.6±0.9	12.30±1.58	11.38±1.37
基準	17.91±0.72	13.04±1.13 *	15.0±0.6	17.1±0.9	13.53±1.16	10.46±0.97 *
糖③	17.12±0.60	13.72±0.87 *	15.7±0.3	15.4±0.4	13.14±0.57	10.45±0.85 *

*: 通常調理法と真空調理法間での有意差を意味する($p < 0.05$)

り、糖分濃度が高くなるほど、破断応力の値が小さくなる傾向にあった。

じゃがいもについては、ほとんどの調味液濃度で、破断応力、破断歪率、破断エネルギーの値が、通常調理法に比較して、真空調理法で有意に低くなった。また、有意差が認められなかった調味液濃度においても、通常調理法に比較して、真空調理法の値が小さくなっていった。また、里芋と同様、いずれの調理法においても、塩分濃度が高くなるほど、破断応力、破断歪率、破断エネルギーとも、値が大きくなり、糖分濃度が高くなるほど、破断応力、破断エネルギーの値が小さくなる傾向にあった。

大根についても、多くの調味液濃度で、破断応力、破断エネルギーの値が、通常調理法に比較して、真空調理法で有意に低くなった。また、有意差が認められなかった調味液濃度においても、破断歪率以外では、通常調理法に比較して、真空調理法の値が小さくなっていった。一方、破断歪率においては、通常調理法に比較して、真空調理法の値が高くなる傾向を示した。また、里芋、じゃがいもと同様、塩分濃度が高くなるほど、破断応力、破断歪率、破断エネルギーとも、値が大きくなる傾向にあった。

4. 食材の官能評価の比較

官能評価結果のうち、里芋の結果を図4-1、

4-2に、じゃがいもを図5-1、5-2、大根を図6-1、6-2にそれぞれ示した。なお、「軟らかさ」は、食材が軟らかいほど評点を高く、硬いほど評点を低くするようパネルに評価してもらった。その他の項目については、好ましいと思うほど評点を高くつけてもらった。また、評価には、塩分および糖分が含まれていない塩①、糖①、対照以外を試料とした。

その結果、里芋では、真空調理法は、通常調理法に比較して、「味」、「軟らかさ」、「総合評価」の項目で有意に評点が高くなった。一方、「色」、「香り」の項目では、通常調理法の評点が高くなった。じゃがいもでは、真空調理法で、通常調理法に比較して、「形」以外の全ての項目で、評点が高くなった。さらに、大根についても、真空調理法で、通常調理法に比較して、「軟らかさ」の項目で、評点が高くなった。

考察

真空調理法を用いて作製した根菜煮物のできばえや特徴を、通常調理法で作製した煮物と比較し明らかにすることを目的に検討した。

まず、加熱中の食材の中心温度の変化を測定したところ、通常調理法に比べて真空調理法で加熱した食材の温度上昇が緩やかであった。真空調理法では、食材や料理に合わせて真空度を設定し、フィルム内の空気を脱気するが、この

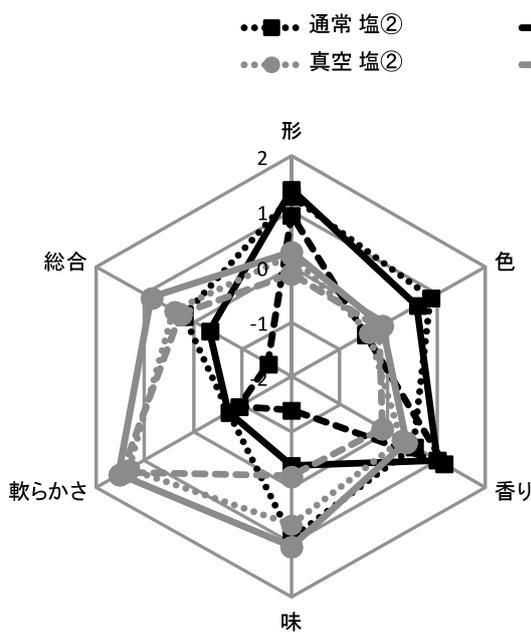


図4-1 官能評価 (塩分・里芋)

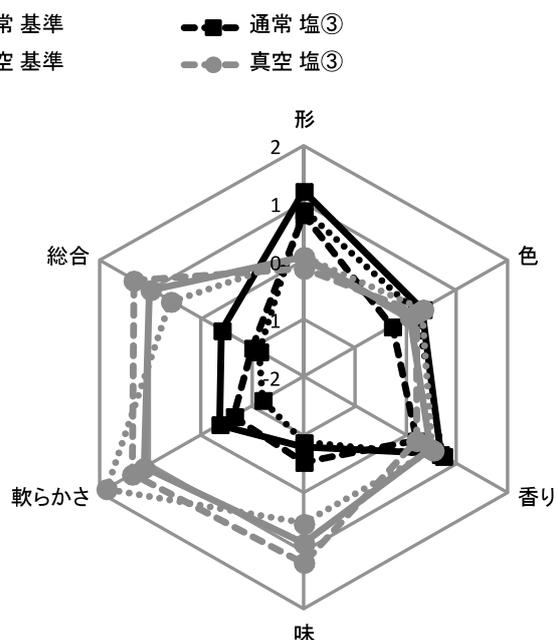


図4-2 官能評価 (糖分・里芋)

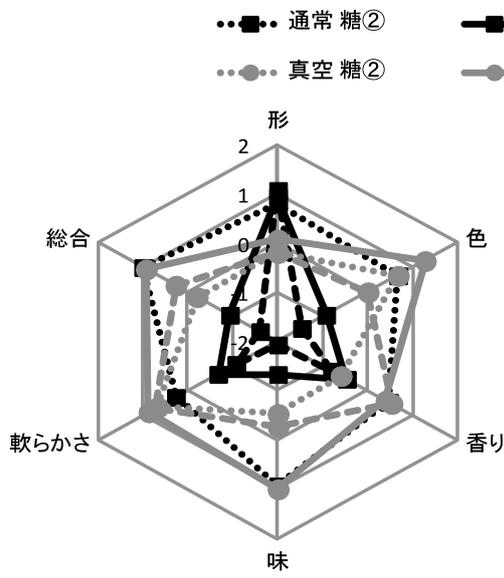


図5-1 官能評価（塩分・ジャガイモ）

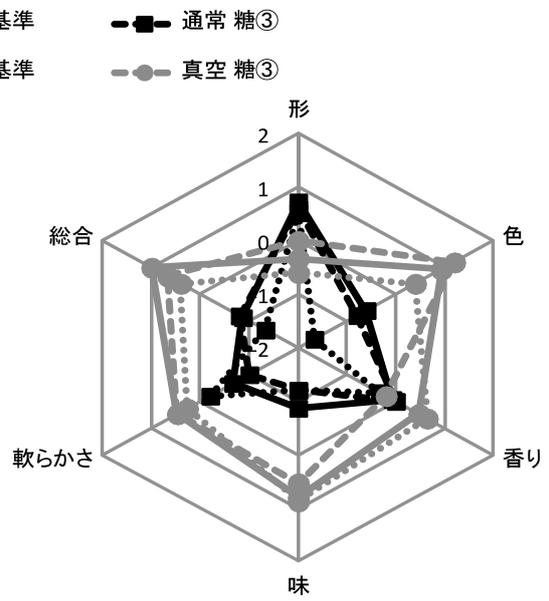


図5-2 官能評価（糖分・ジャガイモ）

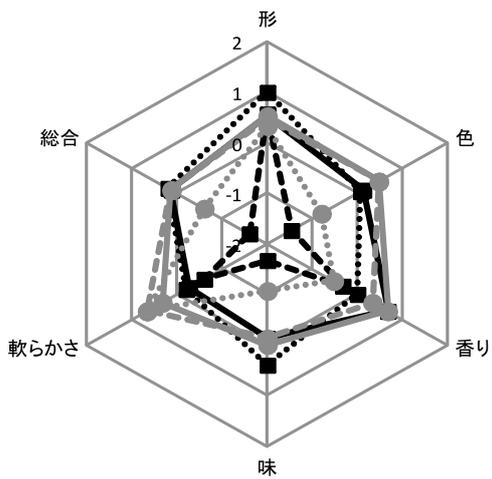


図6-1 官能評価（塩分・大根）

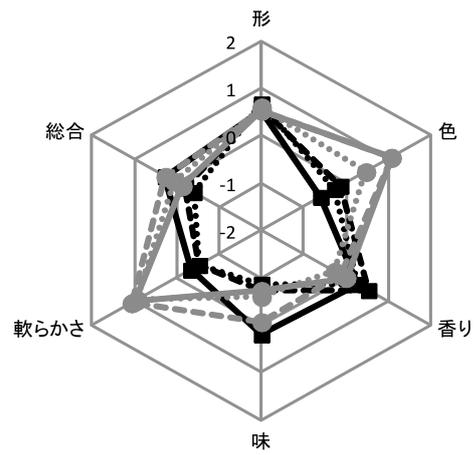


図6-2 官能評価（糖分・大根）

真空度とはフィルム全体の脱気の割合を示しているのではなく、食材およびその周辺の脱気の割合を示す^{11,12,16)}ものであるため、フィルム内に残った空気の熱伝導が液体や固体の熱伝導よりも小さく、効率が悪いいため、温度上昇が緩慢になった^{11,12)}と考えられる。また、通常調理法では、食材と食材が密着しあっている真空調理法に比較して、食材が熱に触れる表面積が大きいいため、温度上昇が早かったと推察された。しかし、里芋と大根において、本加熱開始時の試料温度が通常調理法と真空調理法で20℃程度差が生じた。これは、里芋の場合、通常調理法の試料のみに下ゆで加熱を実施したためである。一方、大根の場合は、いずれの試料にも下ゆで加熱を行ったが、真空調理法において、試料と調味液を衛生的に安全に真空包装するため、試料温度を10℃以下に下げる^{3,16)}必要があった。真空包装時に試料温度が高いとフィルム内の気圧低下に伴って沸点も低下し、調味液や食材内部の水分が沸騰し、フィルムが膨張して破裂しやすくなり、フィルムの脱気やシールが不完全なものになりやすい。そのため試料温度を下げたが、合わせて通常調理試料も同程度まで温度を下げて本加熱すべきであった。本加熱開始時に試料温度が同程度であったじゃがいもでは、真空試料の温度上昇が緩やかであることが確認できたが、里芋と大根においては、再度、本加熱開始時の試料温度を揃えて温度上昇を確認したいと考えている。

加熱終了後の食材表面の色については、里芋、じゃがいも、大根のいずれの食材においても、真空調理法に比較して、通常調理法は、色が濃く仕上がり、色差が大きくなった。これは、真空調理法では、真空包装で、生の状態の食材に調味液がすでに浸透しているため、調味液が加熱中、食材内部から外側に向かって拡散する割合が多いのに対し、通常調理法では、食材の外側から内部に向かって調味液が浸透、拡散するという違いがある¹⁷⁾ため、試料の表面の色に差が生じたといえる。

次に、食材の軟らかさについては、いずれの食材においても、調味液の塩分濃度が高くなるほど破断応力、破断歪率、破断エネルギーが大きくなったことから、食材が硬くなったと考え

られ、また、糖分濃度が高くなるほどその逆であったことから、食材が軟らかくなることが推察された。

また、調理法を比較すると、里芋、じゃがいもにおいては、全ての調味液濃度で、破断応力、破断歪率、破断エネルギーの値が、通常調理法に比較して、真空調理法で有意に低く、または低くなる傾向を示した。このことから、里芋とじゃがいもについては、真空調理法を活用すると、食材をより軟らかく仕上げることが可能であるといえる。

一方、大根では、破断歪率において、通常調理法に比べ、真空調理法の値が高くなる傾向を示した。これは、食材を調味液とともに真空包装する真空調理法では、芋類に比べて水分が多く、でん粉等の栄養成分含量の低い大根には、添加した塩分が効率よく行き渡り、保水性が保たれ、破断歪率が高く、弾力のある仕上がりになったのではないかと考えられた。このことから、真空調理法で大根の煮物を作製すれば、通常調理法に比較して、食材の弾力が保たれつつも、軟らかい仕上がりになることが示唆されたといえる。

官能評価では、「色」の項目で真空調理法と通常調理法で評価が分かれたことが特徴的であった。通常調理法では、調味液が試料の外側から内部に向かって浸透するため、表面の色が濃く仕上がる。一方、真空調理法では、添加調味液量が通常調理法の1/4～1/3量と少ない上、その調味液が真空包装時に食材内部に浸透し、その状態のまま本加熱される。そして、加熱による食材の軟化に伴って調味液が食材内部から外側に向かって拡散する、通常調理法とは逆方向の調味液の拡散のため表面の色は薄く仕上がる。本研究においても、通常調理法で作製された試料は、しょうゆの添加量が多くなるほど試料表面の色が濃く仕上がった。そのため、表面の色が通常調理法に比較して薄く仕上がっていた真空調理法の試料の「色」が、より「好ましい」と評価され、その結果、評点に差が生じたものと考えられた。

また、「味」についても通常調理法に比較して真空調理法で評点が高いものが多くなった。これは、試料の「軟らかさ」が影響したのでは

ないかと考えられる。真空調理法で作製した煮物は、通常調理法に比較して軟らかく仕上がったことから、口腔内で試料が容易にくずれ、口全体に拡がったため、「軟らかさ」と共に「味」の評点も高くなったのではないかと推察された。

以上のことから、真空調理法は、調味液の添加量を通常調理法の1/4～1/3程度に抑えることが可能な調理法であることに加え、その調味液が食材に効率よく浸透して色良く、軟らかく、味をおいしく仕上げるができる調理法であることが示唆されたといえる。

結語

真空調理法を用いて作製した根菜煮物と、通常調理法で作製した根菜煮物とのできばえを、色（色差）、軟らかさ（破断強度）、おいしさ（官能評価）で比較した。その結果、真空調理法で作製した根菜の煮物は、食材表面の色が通常調理法で作製したものに比較して薄く仕上がるものの、通常調理法の1/3程度の少ない調味液量で食材を軟らかく、味よく仕上げるができる調理法であることが各結果から示唆された。

文献

- 1) 殿塚婦美子. クックチルシステム, 殿塚婦美子編集, 改訂新版 大量調理 品質管理と調理の実際, 東京: 学建書院, 2006;83-98.
- 2) 西川貴子, 深津智恵美. 生産（調理）管理, 富岡和夫, 富田数代編著, エssenシャル給食経営管理論 給食のトータルマネジメント 第3版, 東京: 医歯薬出版, 2013;161-184.
- 3) 谷孝之, 金谷節子, 長田銑司, 川平秀一, 真空調理ってなに?, 東京: 柴田書店, 2006;8-91.
- 4) 土江節子, 今村妙子, 戸田明代, 三ヶ尻礼子, 平野比呂子. 真空・クックチル調理とは, 臨床栄養, 2007;110:74-78.
- 5) 本山忠広. クックチルシステムの目的と効用, 廣瀬喜久子監修, 新調理システム クックチルの実際, 東京: 幸書房, 2006;9-33.
- 6) 宗像壽子, 梅木陽子. 真空調理を利用した高齢者向け煮物料理の検討, 福岡女子大学人間環境学部紀要, 2010;No.41:71-76.
- 7) 丹羽悠輝, 森山三千江, 大羽和子. 真空調理に伴う植物性食品の抗酸化機能成分の変化, 日本調理科学会誌, 2007;40:257-265.
- 8) 村元美代, 安部恵, 板垣千尋, 大友佳織. 調理におけるスチームコンベクションオーブンの特徴, 修紅短期大学紀要, 2007;No.28:89-95.
- 9) 今野暁子, 大出京子, 佐藤玲子, 青柳公大. さといもの真空調理に関する研究, 尚絅学院大学紀要, 2011;No.61-62:101-105.
- 10) 大越ひろ. おいしさの評価 物理的要因の測定法, 島田淳子, 下村道子編, 調理とおいしさの科学, 東京: 朝倉書店, 1993;168-179.
- 11) 田村朝子, 佐々木舞, 木下伊規子, 鈴木一憲. 真空包装がジャガイモの煮くずれに及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 2006;39:269-301.
- 12) 田村朝子, 木下伊規子. 真空調理及び通常調理で大量調理した給食の品質の比較検討, 人間生活学研究, 2011;No.2:113-120.
- 13) 西念幸江, 小澤啓子, 棚橋伸子, 峯木真知子. 真空調理によるりんごコンポート（未加熱）の調製, 東京医療保健大学紀要, 2007;No.1:17-23.
- 14) 小倉ひでみ, 永島伸浩. 官能検査, 川端晶子監修. フローチャートによる調理科学実験, 東京: 地人書館, 1998;102-105.
- 15) 市川朝子. 官能検査, 下村道子, 和田淑子共編著. 調理学実験書, 東京: 光生館, 2004;117-124.
- 16) 新調理技術協議会. 真空調理の基礎知識・技術, わかりやすい真空調理レシピ, 東京: 柴田書店, 2007;10-18.
- 17) 畑江敬子. 調理方法 手法 加熱調理, 松元文子編著. 新・調理学, 東京: 光生館, 2003;73-94.

ABSTRACT

Comparison of the quality of root vegetables stewed using vacuum cooking and ordinary cooking methods

Asako Tamura^{1*}, Mami Nakasone¹

¹ Department of Health and Nutrition, Faculty of Human Life Studies, University of Niigata Prefecture

* Correspondence, asako-t@unii.ac.jp

Vacuum cooking method is a cooking method that uses vacuum-sealed food cooked at low temperatures to prepare a tender final product with limited loss of flavor or nutrients. Because the food is vacuum sealed, the raw ingredients are in close contact with any added liquid seasoning, and thus the final product can be evenly seasoned using only small amounts of seasoning. Here, we stewed root vegetables, comprising taro, potato, and Japanese radish, using vacuum cooking method and compared the end results with counterparts stewed using an ordinary cooking methods.

Results showed that core temperatures rose more slowly in vacuum-packed vegetables compared to ordinarily stewed vegetables, and the surface color of ordinarily stewed vegetables was darker and more uneven. Rupture strength for vacuum cooking method vegetables was lower than that for ordinarily stewed vegetables, with lower values of both rupture stress and rupture energy for all vegetables observed. It became clear that vacuum cooking method results in a tender finish, and vacuum cooking method vegetables had significantly higher scores for both tenderness and overall rating in sensory evaluation.

Taken together, the results show that although vegetables stewed using vacuum cooking method have a slightly lighter color than their counterparts stewed using ordinary methods, they are more tender and better tasting.

Key Words: vacuum-packed pouch cooking, root vegetables, color difference, rupture strength, sensory test