

連続式過熱水蒸気調理機を用いた食品の調理特性について スチームコンベクションオープン加熱との比較

著者	長谷川 千紗, 岡田 希和子, 岸本 満, 松下 英二
雑誌名	名古屋栄養科学雑誌
号	3
ページ	93-101
発行年	2017-12-22
URL	http://id.nii.ac.jp/1095/00001270/



《報告》

連続式過熱水蒸気調理機を用いた食品の調理特性について — スチームコンベクションオーブン加熱との比較 —

長谷川千紗¹⁾ 岡田希和子¹⁾ 岸本 満¹⁾ 松下英二¹⁾

要旨

【目的】連続式過熱水蒸気調理機（SV ロースター HOTMAX SVM-3WLT：以下 SVM）は、過熱水蒸気の特徴を活かしたコンベアー式のオーブンである。これまでに過熱水蒸気による油脂の酸化抑制、ビタミンCの破壊抑制、脱油効果などの研究が報告されているが、人間の五感や嗜好を用いて、製品の品質を測定・評価する官能評価の報告はみられない。本研究では、過熱水蒸気オーブン加熱による食品への調理特性の影響について、大量調理の場で使用頻度の高い調理機であるスチームコンベクションオーブン（Steam convection ovens 以下 SCO）を比較対象とし、官能評価により検討した。

【方法】SVM および SCO で加熱した試料（鶏胸肉・にんじん・ブロッコリー・じゃがいも）を用いて、官能評価を実施した。被験者（パネリスト）は名古屋学芸大学管理栄養学部の1年生42名（性別：男性5名、女性37名、年齢：18歳37名、19歳4名、31歳1名）である。評価項目は「色の良否」「色の強弱」「外観の総合評価」「香りの良否」「香りの強弱」「硬さの良否」「硬さの強弱」「テクスチャー（質感）の総合評価」「水分量の強弱」「甘味の強弱」「味の総合評価」「総合評価」の12項目とし、7段階評価を行った。同時に、SVM および SCO で調理した試料のどちらが好みであるかの2点嗜好法による評価も行った。

【結果】鶏胸肉では「香りの良否」「香りの強弱」「甘味の強弱」「味の総合評価」について、SVMの方が有意に良い（強い）と評価された。にんじんでは「硬さの強弱」についてSVMの方が有意に強いと評価され、「水分量の強弱」についてSCOの方が有意に強いと評価された。ブロッコリーでは「硬さの良否」「テクスチャーの総合評価」についてSVMの方が有意に良いと評価され、「色の良否」「色の強弱」「外観の総合評価」「水分量の強弱」についてSCOの方が有意に良い（強い）と評価された。じゃがいもでは「硬さの強弱」についてSVMの方が有意に強いと評価され、「香りの強弱」についてSCOの方が有意に強いと評価された。また、2点嗜好法による評価では、鶏胸肉はSVMが有意に好ましいと評価された（ $p=0.044$ ）。一方、他の食品では有意差は見られなかった。以上の結果より、共通して有意差が見られた項目はなかったため、過熱水蒸気の特徴がすべての食品に活かされるとは考えにくい。今後、食品や調理法に適した過熱水蒸気オーブンの活用法の検討が必要だと考えられる。

キーワード：過熱水蒸気オーブン、蒸気加熱、オーブン、蒸気、スチームコンベクションオーブン

1) 名古屋学芸大学管理栄養学部

【諸言】

連続式過熱水蒸気調理機（中西製作所製：SV ロースター HOTMAX SVM-3WLT、以下 SVM）は、過熱水蒸気の特徴を活かしたコンベア式のオーブンであり、食材が流れながら、上下のノズルより過熱水蒸気を受けている状態で加熱を行っている。解凍から焼き上げ、蒸し物調理まで広く対応できる加熱調理機である。また、パンの焼成や食材の殺菌など様々な用途でも使用されている¹⁾。

過熱水蒸気は、飽和水蒸気をさらに加熱した蒸気であり、100℃より高い温度の蒸気で、無色透明の気体になる²⁾。過熱水蒸気オーブンは、高温の空気による対流伝熱に加え、過熱水蒸気によって生ずる被加熱物表面の凝縮熱が大きい³⁾ため、被加熱物を急速に加熱することができるという熱伝達特性を有している³⁾。また、低温部に優先的に凝縮する特性により、加熱ムラが抑制される特性も有している。凝縮熱による大量の熱が伝達された後、食品から水分が蒸発し始め、復元過程を経てから乾燥が始まる。したがって、内部は水分を保持して、表面はパリッとした仕上がりが可能となる²⁾。

過熱水蒸気オーブンによる調理では、油脂の酸化抑制、ビタミンCの破壊抑制をする効果がある。過熱水蒸気加熱では、酸素濃度0.1%以下の低酸素状態での食品加熱が可能である。よって、食品の油脂の酸化を抑制するとともに、酸素と反応しやすいビタミンCの破壊も抑制することができる。また、脱油が多くなるという報告がある。膨大な凝縮熱により、食品の温度は即座に上昇し、油脂の粘度が下がるため、流動性が良くなり、油脂の流出が起こりやすい。あるいは食品が収縮することで油脂がにじみ出てくる。表面である程度たまった油脂は、食品の表面に付着した凝縮水によって洗い流される²⁾。スチームコンベクションオーブン（Steam convection ovens 以下 SCO）は、主に外食産業や給食産業など大量調理を行う現場で活用される調理機である。オーブン機能にスチーム噴射機能を追加し、温度コントロールを行えるようにした複合調理機で、蒸し加熱とオーブン加熱

という二つの全く異なる加熱法を合わせ持っている⁴⁾。

過熱水蒸気オーブンとSCOの違いは、酸素濃度と蒸気量にあり、過熱水蒸気オーブンは酸素濃度が少なく蒸気量が大きい⁵⁾ため、加熱効率が高い⁵⁾。

過熱水蒸気オーブンの調理特性についてはいくつかの報告がある^{4, 7, 8)}加熱時間が短縮されることや「焼く」「蒸す」「煮る」などの異なる加熱操作を一台で処理できることから、病院や給食施設などの大量調理の現場ではその作業効率が認められ、高い普及率を誇っている。最近では家庭向けの商品も販売され、大量調理の現場だけでなく、個人向け調理分野でも注目度が高まってきている加熱機器であるが、実際にその機能が十分に生かされていないという現実がある。これまでに過熱水蒸気の特徴や過熱水蒸気オーブンについての研究は、野菜の衛生面の報告^{10, 11)}や、食品加工時の過熱水蒸気の利用に関する報告¹²⁾、過熱水蒸気を利用した調理器具の脱油効果、減塩効果、ビタミンCの破壊抑制効果、油脂の酸化抑制効果の報告²⁾がされている。また調理への応用面での研究では、スポンジケーキの焙焼実験¹³⁾、ハンバーグステーキ焼成時の温度上昇、形態比較、官能評価試験および物性の報告^{3, 14)}がみられる。上述のようにスチーム添加の有無による脱油効果や減塩効果、調理特性等についての報告は見られるが、スチーム添加量の違いによる試料中心部温度の上昇速度や重量減少率、脱油率の比較および製品の品質についての研究は食品も限られ、ごくわずかである。そして、人間の五感（視覚・聴覚・味覚・嗅覚・触覚）や嗜好を用いて、製品の品質を測定・評価する官能評価の報告はみられない。本研究では、大量調理の場で使用頻度の高い食品を選択し、連続式過熱水蒸気調理機およびスチームコンベクションオーブン加熱による食品への調理特性の影響を、官能評価により比較・検討した。

【方法】

1. 試料

試料の準備は、前日に株式会社中西製作所にて行った。試料は、調理条件について業者からの問い合わせが多い食材（鶏胸肉・にんじん・ブロッコリー・じゃがいも）を選択した。野菜は20mm角の乱切りにした。過熱水蒸気オープンにはSVMを使用した。

試料をホテルパンに並べ、SVMおよびSCO（コメットカトウ製：CSW-E6）による加熱を行った。加熱条件は、事前テストの結果より、①芯温、②焼き色、③歩留りを考慮して決定した（表1）。加熱後、急速冷却（90分以内に3℃以下）を行い、包装（脱気）し、クール冷蔵にて運搬した。当日、名古屋学芸大学テストキッチンにて再加熱を行った。再加熱は、SCO（株式会社フジマック製：FSCCWE61）にて、SVMおよびSCOの試料を共に鶏胸肉では80℃で12分、野菜は全て80℃で18分加熱した。

2. 官能評価

中食での提供を想定し、再加熱1時間半経過後の試料を用いて、名古屋学芸大学 管理栄養学部 管理栄養学科の1年生42名（性別：男性5名、女性37名、年齢：18歳37名、19歳4名、31歳1名）を被験者（パネリスト）に官能評価を行った。

評価には12項目の官能評価シート（表2）を使用した。どちらの試料がSVMまたはSCOで調理したか、実施者およびパネリストに分からないよう、二重盲検法で評価を行った。

官能評価は「色の良否」「色の強弱」「外観の総合評価」「香りの良否」「香りの強弱」「硬さの良否」「硬さの強弱」「テクスチャー（質感）の総合評価」「水分量の強弱」「甘味の強弱」「味の総合評価」「総合評価」の12項目について7段階評価を実施した。同時に、SVMおよびSCOで調理した試料のどちらが好みであるかの2点嗜好法による評価も行った。

3. 統計解析

解析ソフトウェアはSPSS ver.19を用いた。

SVMとSCOの官能評価の比較は、Wilcoxonの符号付き順位検定（7段階評価）および二項検定（2点嗜好法）により行った。有意水準は1%および5%未満とした。

【結果】

鶏胸肉の官能評価では、「香りの良否」について、SCOに比べてSVMの方が有意に良いと評価された（ $p<0.01$ ）。また「香りの強弱」「甘味の強弱」について、SCOに比べてSVMの方が有意に強いと評価された（ $p<0.01$ ）。さらに「味の総合評価」でも、SCOに比べてSVMの方が有意に良いと評価された（ $p<0.01$ ）。「総合評価」については、有意差はみられなかったが、SCOに比べてSVMの方が良い傾向がみられた（ $p=0.09$ ）（表3-1）。

にんじんの官能評価では、「硬さの強弱」について、SCOに比べてSVMの方が有意に強いと評価された（ $p<0.01$ ）。また「水分量の強弱」について、SVMに比べてSCOの方が有意に強いと評価された（ $p<0.01$ ）（表3-2）。

ブロッコリーの官能評価では、「色の良否」「外観の総合評価」について、SVMに比べてSCOの方が有意に良く、「色の強弱」についてはSVMに比べてSCOの方が有意に強いと評価された（ $p<0.01$ ）。「硬さの良否」については、SCOに比べてSVMの方が有意に良いと評価された（ $p<0.01$ ）。また「テクスチャーの総合評価」について、SCOに比べてSVMの方が有意に良いと評価された（ $p<0.05$ ）。さらに「水分量の強弱」について、SVMに比べてSCOの方が有意に強いと評価された（ $p<0.05$ ）（表3-3）。

じゃがいもの官能評価では、「香りの強弱」について、SVMに比べてSCOの方が有意に強いと評価された（ $p<0.01$ ）。「硬さの強弱」については、SCOに比べてSVMの方が有意に強いと評価された（ $p<0.05$ ）。「味の総合評価」「総合評価」については、有意差はみられなかったが、SVMに比べてSCOの方が良い傾向がみられた（ $p=0.05$ ）（表3-4）。また、2点嗜好法による評価では、鶏胸肉はSVMが有意に好ましいと評価された（ $p<0.05$ ）。一方、他の食品では有意

表 3-1. 鶏胸肉の官能評価結果

	7点 — 1点	SVM		SCO		P値
		平均点	標準偏差	平均点	標準偏差	
色の良否	良 — 悪	4.8	1.2	4.7	1.0	0.85
色の強弱	強 — 弱	3.8	1.3	3.7	1.0	0.53
外観の総合評価	良 — 悪	4.8	1.2	4.6	1.0	0.57
香りの良否	良 — 悪	5.6	0.8	4.6	1.3	<0.01
香りの強弱	強 — 弱	5.0	1.4	3.6	1.3	<0.01
硬さの良否	良 — 悪	5.0	1.3	4.7	1.4	0.56
硬さの強弱	強 — 弱	3.8	1.5	3.7	1.4	0.65
テクスチャー(質感)の総合評価	良 — 悪	4.9	1.3	4.5	1.5	0.27
水分量の強弱	水っぽい—水っぽくない	2.8	1.3	3.1	1.3	0.32
甘味の強弱	強 — 弱	4.7	1.4	4.1	1.1	<0.01
味の総合評価	良 — 悪	5.6	0.9	4.9	1.2	<0.01
総合評価	良 — 悪	5.4	1.1	4.9	1.2	0.09

Wilcoxon の符号付き順位検定

表 3-2. にんじんの官能評価結果

	7点 — 1点	SVM		SCO		P値
		平均点	標準偏差	平均点	標準偏差	
色の良否	良 — 悪	5.0	1.1	5.1	1.3	0.65
色の強弱	強 — 弱	4.2	1.3	4.3	1.7	0.85
外観の総合評価	良 — 悪	5.0	1.1	5.0	1.4	0.82
香りの良否	良 — 悪	4.3	1.2	4.2	0.8	0.29
香りの強弱	強 — 弱	3.6	1.6	3.5	1.5	0.65
硬さの良否	良 — 悪	4.3	1.4	4.6	1.2	0.31
硬さの強弱	強 — 弱	4.6	1.3	3.0	1.3	<0.01
テクスチャー(質感)の総合評価	良 — 悪	4.4	1.2	4.5	1.2	0.44
水分量の強弱	水っぽい—水っぽくない	3.7	1.2	4.8	1.3	<0.01
甘味の強弱	強 — 弱	4.5	1.5	4.8	1.3	0.36
味の総合評価	良 — 悪	4.4	1.5	4.2	1.3	0.80
総合評価	良 — 悪	4.4	1.3	4.4	1.2	0.92

Wilcoxon の符号付き順位検定

表 3-3. ブロッコリーの官能評価結果

	7点 — 1点	SVM		SCO		P値
		平均点	標準偏差	平均点	標準偏差	
色の良否	良 — 悪	3.4	1.2	4.5	1.2	<0.01
色の強弱	強 — 弱	3.9	1.2	4.7	1.2	<0.01
外観の総合評価	良 — 悪	3.6	1.1	4.7	1.2	<0.01
香りの良否	良 — 悪	5.0	1.1	4.9	1.2	0.39
香りの強弱	強 — 弱	4.6	1.4	4.4	1.5	0.26
硬さの良否	良 — 悪	4.9	1.2	4.1	1.4	<0.01
硬さの強弱	強 — 弱	3.2	1.3	3.3	1.4	0.79
テクスチャー(質感)の総合評価	良 — 悪	5.0	1.2	4.2	1.4	<0.05
水分量の強弱	水っぽい—水っぽくない	4.0	1.3	4.6	1.3	<0.05
甘味の強弱	強 — 弱	4.4	1.4	4.0	1.4	0.19
味の総合評価	良 — 悪	4.6	1.3	4.6	1.1	0.80
総合評価	良 — 悪	4.4	1.1	4.4	1.1	0.97

Wilcoxon の符号付き順位検定

表3-4. ジャがいもの官能評価結果

	7点 — 1点	SVM		SCO		P値
		平均点	標準偏差	平均点	標準偏差	
色の良否	良 — 悪	5.1	1.6	4.9	1.7	0.79
色の強弱	強 — 弱	4.2	1.8	4.2	1.7	0.87
外観の総合評価	良 — 悪	4.9	1.6	4.9	1.7	0.97
香りの良否	良 — 悪	4.8	1.2	5.2	1.3	0.19
香りの強弱	強 — 弱	3.5	1.7	4.5	1.5	<0.01
硬さの良否	良 — 悪	4.4	1.7	5.0	1.4	0.14
硬さの強弱	強 — 弱	4.0	1.8	3.1	1.5	<0.05
テクスチャー(質感)の総合評価	良 — 悪	4.6	1.5	5.0	1.6	0.31
水分量の強弱	水っぽい—水っぽくない	3.5	1.7	3.3	1.4	0.79
甘味の強弱	強 — 弱	4.4	1.7	4.4	1.2	0.88
味の総合評価	良 — 悪	4.6	1.5	5.2	1.1	0.05
総合評価	良 — 悪	4.5	1.4	5.1	1.3	0.05

Wilcoxon の符号付き順位検定

表4. 2点嗜好法結果

	選択人数		P値
	SVM	SCO	
鶏胸肉	28	14	<0.05
にんじん	17	25	0.28
ブロッコリー	22	19	0.76
じゃがいも	19	23	0.64

二項検定

【考察】

本研究では、SVM および SCO 加熱による食品への調理特性の影響を、官能評価により比較・検討した。鶏胸肉では、「香りの良否」「香りの強弱」「甘味の強弱」「味の総合評価」の項目で SVM の方が有意に良い（強い）と評価された（表3-1）。油脂の酸化は、食品において酸化臭の発生や異味を生じる。カタクチイワシを過熱水蒸気と高温空気で乾燥させた時の魚油の性状についての比較によると、高温空気によって乾燥したカタクチイワシ中の油脂は酸化され、色調の劣る品質であると言われている。一方、過熱水蒸気処理では過酸化価とカルボニル化が処理時間の経過とともに減少し、脂質の変化は少なかったことから、高温空気と比較して、油脂の褐色化や酸化を抑制できると報告されている⁵⁾。今回の研究では酸素濃度や油脂の酸化度など科学的な検査は実施していないが、SVM において香りが良いと評価されたのは、酸素濃度0.1%以下の低酸素状態での食品加

熱が可能である過熱水蒸気での加熱により、油脂の酸化で生じる酸化臭が抑制されたことが考えられる。また、鶏胸肉に含まれる脂質では、2,4-デカジエナールという香気成分が増加するが、この成分は酸化すると酸化臭を放出する。しかし、SVM では低酸素状態で加熱を行うため、酸化が抑制され、香気成分のみが感じられたのではないかと考えられる。

鶏肉の味については、グルタミン酸およびイノシン酸の相乗効果、カリウムイオンの風味に及ぼす影響が主たる要因となり、形成されると報告されている¹¹⁾。また、肉類加熱過程におけるイノシン酸の分解は、肉中のイノシン酸分解酵素の活性に大きく依存し、昇温速度が遅い場合には、作用時間が延長するため、顕著に進むと報告されている¹²⁾。SVM は、高温の空気による対流伝熱に加え、過熱水蒸気によって生ずる被加熱物表面の凝縮熱が大きいため、被加熱物を急速に加熱することができる。この特性によって、うまみ成分であるイノシン酸をより多く含んだ状態に食品を仕上げる事ができる

と考えられる。以上の要因より、鶏胸肉の加熱にSVMを用いることで、SCOに比べて、香りと味において有意に好まれたと推察される。また、SVMでは250℃で12分、SCOでは280℃で15分の加熱を行っており、SVMの方が低温かつ短時間の加熱であったが、全ての評価項目で有意に良い（強い）評価または有意差がみられない結果となった。この結果より、SVMでは鶏胸肉の調理において、加熱時間の短縮が可能であると考えられる。

にんじんでは、「硬さの強弱」の項目でSVMの方が有意に強く、「水分量の強弱」の項目でSCOの方が有意に強いと評価された（表3-2）。野菜に含まれるペクチンは細胞構成物質で、組織の硬さや水分保持に役立っている。調理の際、加熱すると、ペクチンが分解または溶解するため細胞間の結合が失われ、野菜が軟化すると考えられている。にんじんを蒸し器、圧力鍋、電子レンジで加熱し、加熱時間による硬さ、ペクチンの変動を検討した報告によると、加熱時間が長くなるに従って、にんじんの破断力は測定値が減少しており、圧力鍋加熱が蒸し器加熱よりも軟化し、電子レンジ加熱は他の加熱方法に比べ軟化しにくく、過剰加熱になると硬化する傾向であった。また、水可溶性ペクチン量は、加熱することにより増加したが、増加の程度は加熱法により異なり、電子レンジ加熱においては、他の加熱法に比べてかなり低かった¹⁷⁾。水可溶性ペクチンの増加の程度は、加熱法によって異なることから、過熱水蒸気の熱伝達特性により、ペクチンの分解が少なく、硬さが保持されたことが考えられる。

SVMによる加熱では、凝縮熱による大量の熱が伝達された後、食品から水分が蒸発し始め、復元過程を経てから乾燥が始まる。この乾燥過程によって、水分量が減少し、SCOの方が水っぽいと評価されたと考えられる。

ブロッコリーでは、「色の良否」「色の強弱」「外観の総合評価」「水分量の強弱」の項目でSCOの方が有意に良く（強く）、「硬さの良否」「テクスチャー（質感）の総合評価」の項目でSVMの方が有意に良いと評価された（表3-3）。アクアガス（過熱水蒸気に高温の微細

水滴を分散させた、気体と液体が混合する気液二相加熱媒体）加熱食材の基礎的調理加工特性の研究によると、ブロッコリーの色調は、茹で加熱、アクアガス加熱、蒸し加熱の順に緑色が濃く、加熱時間の長さおよび加熱法の特性が関係していると考えられている。クロロフィルは植物組織中に含まれている緑色の色素であり、植物体中では比較的安定に保たれているが、収穫貯蔵により、また加工・調理条件によっては分解を受け、緑色は失われる。また、クロロフィルは熱に対しても比較的不安定な性質をもち、その熱分解速度は緑葉の種類によって異なることが知られている¹⁸⁾。SVMの熱伝達特性により、クロロフィルが分解され、緑色が薄くなったことで、SCOの方が色および外観が良いと評価されたと考えられる。

水分量においては、にんじんと同様に乾燥過程によって、水分量が減少し、SCOの方が水っぽいと評価されたと考えられる。また、この乾燥過程により細胞内の水分が減少したことと、凝縮熱による細胞壁の破壊により、SVMの方が好まれる硬さとなったと考えられる。

じゃがいもでは、「香りの強弱」の項目でSCOの方が有意に強く、「硬さの強弱」の項目でSVMの方が有意に強いと評価された（表3-4）。じゃがいもの香りには、アミノカルボニル反応が関連していると考えられる。アミノカルボニル反応は、糖とアミノ酸が結合することに始まり、その結合した物質が酸素や水と反応することで起こる。じゃがいもでは、アミノカルボニル反応によりメチオナルという香気成分を生じる。SCOでは、じゃがいもが保持している糖やアミノ酸、水分に加え、酸素下での加熱によって反応したことで香りが生じたが、SVMでは、低酸素状態で加熱を行っていたため、アミノカルボニル反応が抑制されたのではないかと考えられる。

じゃがいもの加工特性に及ぼす細胞分離性に関する研究によると、じゃがいもの加熱による軟化に対して、ペクチンの水溶化が大きな影響を及ぼすことが報告されている¹⁹⁾。じゃがいもにおいてもにんじんと同様に、過熱水蒸気の熱伝達特性では、ペクチンの分解が少なく、硬さ

が保持されたことが考えられる。

「香りの強弱」では、鶏胸肉でSVMの方が有意に強く、じゃがいもではSCOの方が有意に強いと評価された。鶏胸肉とじゃがいもの香りに起こる反応については、成分の量や比率などの因子が関係している²⁰⁾。鶏胸肉は、じゃがいもと比べ、脂質を多く含んでいる。鶏胸肉の「香りの強弱」で前述した、脂質を加熱した際の香気の生成とその酸化抑制が大きく影響していることが考えられる。一方、じゃがいもは、糖とアミノ酸を多く含むため、SCOによる酸素下での加熱により、アミノカルボニル反応が進んだことが、香りの強弱に関係したのではないかと考えられる。

また、「硬さの強弱」については、にんじんとじゃがいもでSVMの方が有意に強いと評価された。SVMによる調理では、土中の野菜は硬さのある仕上がりとされる可能性があるが、本研究では他の土中の野菜類は使用していないため、今後の検討が必要である。

本研究において、鶏胸肉の7段階評価で有意差のみられた項目では、SVMによる加熱が、有意に良いまたは強いという結果となった。2点嗜好法でも、SVMが有意に好ましいと評価されたことから、SVMによる加熱は、鶏胸肉に有効であると考えられる。しかし、今回使用した食材では、共通して有意差がみられた項目はなかったため、SVMの調理特性は全ての食品に適すとは考えにくい。よって今後は、食品や調理法に適した過熱水蒸気オープンの活用法の検討が必要だと考えられる。また、上述したこれまでの結果が、SVMおよびSCOの加熱条件の違いの影響を受けていないとは言い切れない。一般的に油脂の酸化は高温にさらされる時間が長いほど進むと考えられるが、今回の加熱条件ではSCOの方が加熱時間も長く高温であった。今回は研究協力者のシェフの方の感覚と長年の経験に基づきSVMおよびSCOそれぞれの設定温度、設定時間を食材ごとの最適温度、最適加熱時間で比較検討した。化学的根拠に基づき加熱条件を揃えて比較検討し官能評価を行うことを今後の課題にしたい。

【謝辞】

本研究にご協力頂いた株式会社中西製作所の方々、卒業研究生および被験者としてご協力くださった管理栄養学部1年生の皆さんに、深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) <http://www.nakanishi.co.jp/product/heating/product04.html>
- 2) 門馬哲也, 岸本卓士, 田中源基, 他: 過熱水蒸気による健康調理技術の開発. 日本調理科学会, Vol.39 No.2: 163-166 (2006)
- 3) 日本調理科学会近畿支部 焼く分科会: 過熱水蒸気オープンを用いた調理に関する基礎的研究-ハンバーグステーキ焼成時の温度履歴と製品について. 日本調理科学会誌, Vol.40 No.6: 420-426 (2007)
- 4) 山田晶子, 杉山智美, 渋谷祥子: スチームコンベクションオープンの加熱特性. 日本家政学会誌, Vol.53 No.4: 331-337 (2002)
- 5) 阿部茂: 過熱水蒸気加熱を行った場合の食品表面の油脂酸化抑制効果 - 過熱水蒸気加熱とオープン加熱を行ったときの食品表面の油脂の酸化度合いの違いについて -
- 6) 堀江秀樹, 平本理恵: ニンジンの蒸し加熱による甘味強化. 日本調理科学会, Vol.42 No.3: 194-197 (2009)
- 7) 伊與田浩志, 野邑奉弘: 過熱水蒸気を用いた食品加工過熱水蒸気の基礎, 食品工業, 48, 19-28 (2005)
- 8) 渋谷祥子: スチームコンベクションオープン, 日本調理科学会誌, 35, 106-107 (2002)
- 9) 島村綾, 赤石記子, 長尾慶子: 過熱水蒸気オープンを用いて加熱した食品の調理性の検討. 東京家政大学研究紀要, 第56集(2): 23-31 (2016)
- 10) 五十部誠一郎: 青果物 / カット青果物の衛生管理法と微生物制御技術 (11) 物理的微生物制御技術: (2) 熱殺菌, 防菌防黴, 35, 519-526 (2007)
- 11) 小野和広, 遠藤浩志, 稲津健弘, 他: 白菜付着微生物に対する過熱水蒸気の殺菌効果, 日本食品科学工学会誌, 53, 172-178 (2006)
- 12) 塚田直: 食品工業に於ける加圧水蒸気と過熱水蒸気の利用, 日本食品工業学会誌, 31(8), 536-545 (1984)
- 13) 大石恭子, 渋谷祥子: 過熱水蒸気が焼成品の調理

- 特性に与える影響-スポンジケーキの焙焼-. 日本調理科学会誌, Vol.41 No.1: 18-25 (2008)
- 14) 日本調理科学会近畿支部 焼く分科会: 過熱水蒸気オープンを用いた時のハンバーグステーキ焼成温度の違いがジューシーさやおいしさに及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 44, 400-406 (2011)
 - 15) 藤村忍, 河野修策, 古賀秀徳, 他: オミッショントテストによる鶏肉抽出液の香味有効成分の特定. 日本畜産学会報, Vol.66 No.1: 43-51 (1995)
 - 16) 富岡和子, 梁善雅, 遠藤金次: 加熱調理過程における獣鳥肉および魚肉中のイノシン酸の分解. 日本家政学会誌, Vol.44 No.1: 11-16 (1993)
 - 17) 高瀬光枝, 寺元芳子: 加熱によるにんじんペクチンの変化. 調理科学, Vol.22 No.4: 283-289 (1989)
 - 18) 佐伯俊子, 丸山悦子, 中西洋子, 他: 緑葉クロロフィルの熱安定性に関する研究-ホーレン草および柿葉について-, 調理科学, Vol.20 No.2: 125-129 (1987)
 - 19) 佐藤広顕: ジャガイモの加工特性に及ぼす細胞分離性に関する研究. 日本食品保蔵科学会誌, Vol.31 No.6: 325-332 (2005)
 - 20) 花田朋美, 中村アツコ: アミノカルボニル反応による着色度の評価に対する測色計と色差計の利用と比較. 東京家政学院大学紀要, 第44号: (2004)

