

# スチームコンベクションオーブンの加熱モードの違いが 魚料理のおいしさに及ぼす影響

吉岡 唯<sup>1</sup>、梅原 頼子<sup>1</sup>、櫻井 秀樹<sup>1</sup>

## 要旨

本研究は、スチームコンベクションオーブンによる加熱モードがおいしさに及ぼす影響とその要因を明らかにするために、食材の大きさと重量および水分量の変化を計測し嗜好との関係性を考察することを目的とした。分析試料は、冷凍真さば(真さば:アイルランド産)を使用した。調理条件は塩焼きとし、試料の重量の1.0%に相当する食塩を添加し、5分間おいた後、中心温度75℃以上1分間加熱した。各加熱モード・加熱時間で調理後、ミキサーにかけ赤外線水分計で水分量を測定し、もう一方で官能評価を行った。各加熱モードにおける大きさの変化は、コンビモードは横、高さ、ホットモードは横、スチームモードも横に有意な差が認められた( $p < 0.05$ )。水分量は、各加熱モードで有意な差が認められなかった。官能評価は、コンビモード、ホットモードは加熱温度が上がるにつれ評価が良くなっていた。見た目のおいしさ以外の項目すべてでホットモード220℃が評価は高かった。嗜好評価と身の硬さの間には、スチームモードのみ有意差が認められた。本研究では、水分量以外にも食した部位の焼加減の食感や味の感じ方、総合的に比較した結果、焼き魚に適している加熱モードはホットモード220℃だということが確認できた。今後、提供時の環境要因や人の特性との関係も詳しく研究していく必要があると考えられた。

## キーワード

スチームコンベクションオーブン, 赤外線水分計, 加熱モード, 加熱温度, 官能評価

## 1. 序文

スチームコンベクションの歴史は浅く、1970年代の広範にドイツで開発され、1980年頃から日本に輸入され、<sup>1)</sup>。現在では、特定給食施設においてスチームコンベクションオーブンは主要な加熱機器となっている<sup>2)</sup>。これまでのスチームコンベクションオーブンを使用した研究では、加熱温度と時間の組み合わせが調味浸透に及ぼす影響<sup>3)</sup>や、加熱後の保存が水分、脂肪量、官能評価に及ぼす影響を示した報告<sup>4)</sup>、脱油効果、減塩効果、ビタミンCの破壊抑制、油脂の酸化抑制効果を示した報告<sup>5)</sup>など、加熱特性や加熱後の品質を検討したものがある。また、おいしさに関する研究で魚を試料とした実験では、蒸気量の多

<sup>1</sup> 生活コミュニケーション学科食物栄養学専攻

い方が水分蒸発を抑えるとしっとりとした出来上がりになるとの報告<sup>6)</sup>や鶏肉ではあるが、コンビモードでの調理がオーブン焼成と比べて柔らかかったとの報告がある<sup>7)</sup>。一方で、オーブン焼成と比べてハンバーグの総合評価が低かったとの報告や<sup>8)</sup>、真空調理に比べて「ぱさつく」「かたい」といった評価のものが多いたとの報告<sup>9)</sup>もあり、スチームコンベクションオーブンの加熱評価は一定でない。食べ物のおいしさは、大きく食物の特性、人の特性、環境要因に分けられており、食物の特性には、味やフレーバー、外観、テクスチャー、温度などがある。人の特性には生理的特性、心理的特性、個人的体験があり、環境要因には、食事環境、自然環境、社会環境など様々な要因が絡んでおいしさは決定される<sup>10)</sup>。とりわけ、食物の特性であるテクスチャーは食感に対する影響が大きく<sup>11)</sup>、食品のおいしさに極めて大きな影響を及ぼすことは世界的に認識されている<sup>12)</sup>ものの、おいしさを総合的に判断する指標はないのが現状である<sup>13)</sup>。

本研究では、スチームコンベクションオーブンによる加熱モードによる違いがおいしさに及ぼす影響とその要因を明らかにするために、食材の大きさと重量および水分量の変化を計測し嗜好との関係性を検討した。

## 2. 方法

### 2.1. 試料の調整

分析試料は、冷凍真鯖(真さば：アイルランド産)とした。試料は $-18^{\circ}\text{C}$ 以下で保存されていた鈴鹿市内の業務用食材店で購入した。試料は骨ありで一袋 350 g (5切れ入)であった。試料に差がでないように一括購入し、 $-18^{\circ}\text{C}$ 以下の冷凍庫に同時保管した。一袋に入っている切身の形状の数に違いがあるため、加熱モード別(コンビモード・ホットモード・スチームモード)と形状(腹・背)の数が合うように調節をした。重量は包装袋に記載のあった 350 g とした。形状(腹・背)の3方向(縦・横・高さ)および重量は異なるが、実際に提供される1切れの分量で実験を行うため統一はしていない。

試料数は、コンビモードとホットモード( $130^{\circ}\text{C}$ ・ $160^{\circ}\text{C}$ ・ $190^{\circ}\text{C}$ ・ $220^{\circ}\text{C}$ ・ $250^{\circ}\text{C}$ )に対し一袋ずつ(5切れ)、スチームモード( $80^{\circ}\text{C}$ ・ $90^{\circ}\text{C}$ ・ $100^{\circ}\text{C}$ )に対し一袋ずつ(5切れ)の計 65 切れを使用した。試料の水分測定用には、一袋(5切れ)のうち腹と背の部位の2切れを使用した。

調理条件は、大量調理施設衛生管理マニュアルに従い行う為、中心温度が $75^{\circ}\text{C}$ に到達後1分間以上加熱した。切身は塩焼きとし、試料の重量の1.0%に相当する食塩を添加し、5分間置いた後、中心温度 $75^{\circ}\text{C}$ 1分間加熱した。試料の解凍は、 $4^{\circ}\text{C}$ の冷蔵庫で実験前日の17時20分から実験当日の9時45分まで(16時間25分)とした。

実験手順は、冷蔵庫から取り出した試料と解凍時に出たドリップ重量および大きさを測定した。その後、食塩を添加して5分間置いた後、クッキングシートを敷いたホテルパンに5切れを放射線状に配置した。調理後は、焼き上がりの経過時間を記録し、試料とドリ

ップの重量、切身の大きさを測定した。(測定方法は 2.2. 形状計測および重量測定、水分量測定、官能評価で図示した。)

加熱機器は、スチームコンベクションオーブン(コメットカトウ製)を使用し、加熱モードは、コンビモード・ホットモード・スチームモードとした。設定した温度から徐々に加熱温度を上げていくため、一番低い 130℃から予熱し加熱を開始した。コンビモード、ホットモードは 130℃から順に加熱し、スチームモード 80℃から順に加熱を行った。

## 2.2. 形状計測および重量測定、水分量測定、官能評価

形状の測定は、各加熱モード・加熱温度ごとに1切れずつ、カッティングボードと金定規を使用し、加熱前と加熱後の3方向(縦・横・高さ)の大きさを測定した。(写真1)重量測定は、各加熱モード・加熱温度ごとに1切れずつ、加熱前と加熱後の重量を計測した。水分量の測定は、赤外線水分計(FD-720)を使用した。この機器は赤外線照射により試料に含まれている水分の蒸発による質量変化から水分量、または固形分量を求めることが可能である。各加熱モード・加熱温度ごとに腹と背の部位の2切れをフードプロセッサを用いて平均化した。試料約 10 g を専用トレーに精秤し、できるだけ平らに伸ばした後、赤外線水分計を用いて AUTO (自動停止) モード、120℃で計測した。試料 10 g 中に含まれる水分量の計算は、試料の加熱前重量(g) - 加熱後重量(g) で算出する。調理過程での水分減少量を考慮して加熱前 100 g あたりで比較する必要があるため、焼き魚の水分量参考値として、解凍切身の真さば・生(58.48 g)を基準値とした。官能評価は、嗜好評価(総合評価)と識別評価(見た目・身の硬さ・皮の硬さ・多汁性・香ばしさ)を5段階評価(1:悪い・2:やや悪い・3:普通・4:やや良い・5:良い)で行い、点数化した。官能評価は本学の栄養士学専攻である学生と栄養士ら5名で行い、得点は人数(5名)で除し平均値を求めた。各加熱モード・加熱温度ごとの官能評価は、給食提供後の時間を想定して加熱後 30 分以内に 30 g ずつ提供した。試料提供にあたっては、試料の腹側と背側で食味が異なることを配慮し、各パネルが同一部位で官能評価が行えるように切り分け提供した。なお、パネル間では評価する部位が異なりはするが、実際に食する試料の結果を反映すると考えた。

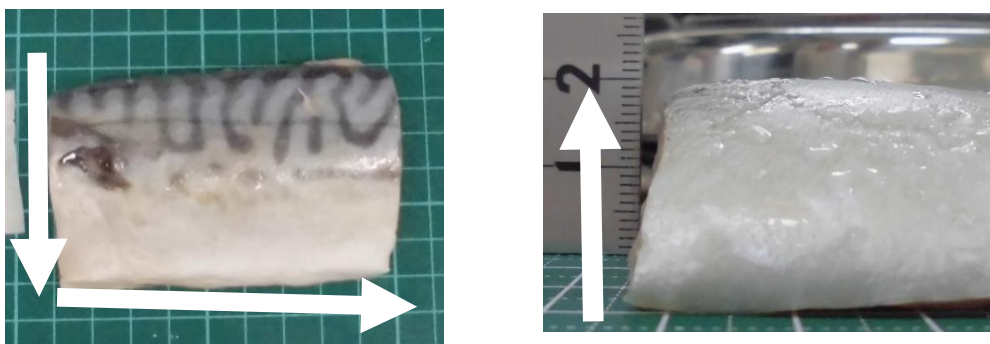


写真 1. 大きさ 3 方向 (縦・横・高さ) の測定方法

### 2.3. 統計方法

統計解析は、エクセル統計 2015 年版を使用した。大きさ、重量、水分量の変化は t 検定を行った。大きさについては加熱モードの温度間で差がなかった為、加熱モードの平均値で示した。(図 1) いずれも  $p < 0.05$  を統計的に有意とした。

### 3. 結果

図 1 に各加熱モードにおける大きさ(縦×横×高さ)の変化を示した。コンビモードは横、高さ、ホットモードは横、スチームモードも横に有意な差が認められた( $p < 0.05$ )。共通して有意な差が認められたのは、横の大きさだったことが確認できた。

重量の変化を表 1 に示した。加熱前と比較して加熱後の重量に有意な差は見られなかった。

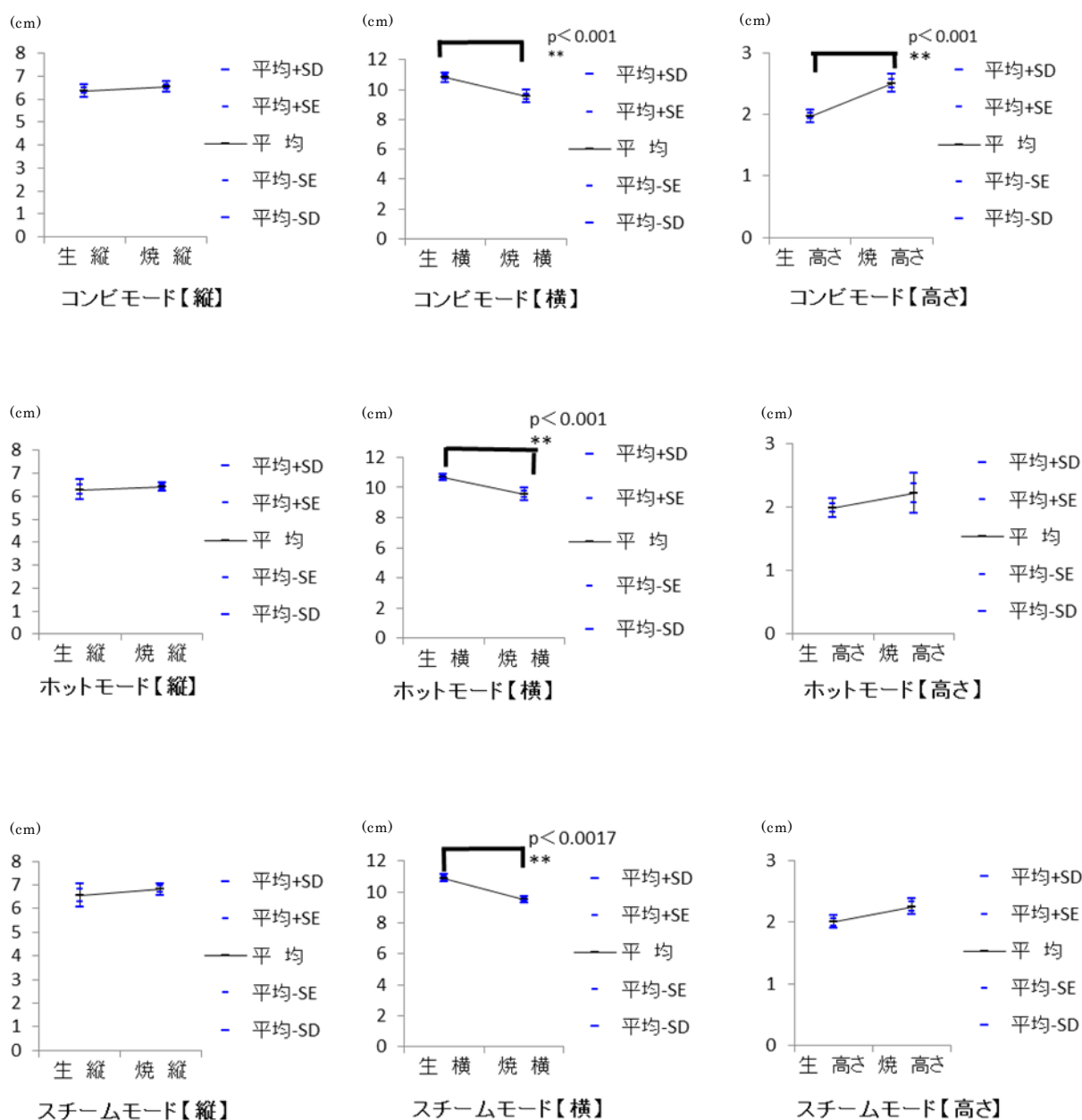


図 1 各加熱モードによる試料の大きさの変化

表1 各加熱モード・加熱条件による加熱前後の重量(g)

加熱モード	温度	加熱前(生)	加熱後(焼)	加熱時間
コンビモード	130℃	68.4±8.8g	64.6±5.0g	9分48秒(+1分)
	160℃	67.9±1.7g	57.4±2.8g	9分36秒(+1分)
	190℃	68.6±4.4g	59.6±4.3g	8分32秒(+1分)
	220℃	68.6±2.1g	58.1±2.0g	6分22秒(+1分)
	250℃	66.1±2.9g	56.8±2.6g	4分56秒(+1分)
ホットモード	130℃	67.7±3.4g	58.8±3.8g	12分53秒(+1分)
	160℃	68.8±6.0g	57.6±6.5g	9分22秒(+1分)
	190℃	66.3±10.8g	56.4±8.9g	9分58秒(+1分)
	220℃	67.8±3.3g	56.5±5.1g	5分56秒(+1分)
	250℃	66.9±5.3g	56.7±5.8g	5分42秒(+1分)
スチームモード	80℃	64.9±10.5g	54.8±4.6g	12分25秒(+1分)
	90℃	64.9±10.5g	54.1±3.9g	8分29秒(+1分)
	100℃	69.9±7.8g	64.9±7.5g	7分58秒(+1分)

水分量の測定結果を表2に示した。平均乾燥時間は、コンビモードは59.0分、ホットモードは62.2分、スチームモードは57.3分、解凍用切身は59.0分であった。水分量は、コンビモード・ホットモード・スチームモード・解凍用切身に大きな差が見られなかった。また、実際の調理を想定し、解凍した生の切身の含有水分値を参考にし、加熱後の切身との水分値の変化を比較した。これらを100gあたりで示したが、有意な差は見られなかった(表3)。

図2に官能評価の結果を示した。これらの結果から、コンビモード、ホットモードは加熱温度が上がるにつれ評価が良くなっていることが確認された。スチームモードに関しては全体に評価が良くなく、80℃で最も評価は低かった。見た目のおいしさ以外の項目すべてでホットモード220℃が評価は高かった。見た目のおいしさは、コンビモード250℃が満点の評価であった。

表2 各加熱モード・加熱条件による加熱前後の重量(g)と水分重量(g)

加熱モード	温度	乾燥前の重量 g (w1)	乾燥時間(分)	乾燥後重量 g (w2)	水分重量 g (w1-w2)
コンビモード	130℃	10.334g	62分	5.023g	5.311g
	160℃	10.314g	53分	5.362g	4.952g
	190℃	10.322g	56分	4.791g	5.042g
	220℃	10.356g	65分	5.280g	5.076g
	250℃	10.398g	59分	5.034g	5.364g
ホットモード	130℃	10.388g	61分	4.884g	5.504g
	160℃	10.387g	57分	5.259g	5.128g
	190℃	10.387g	59分	5.259g	5.128g
	220℃	10.324g	72分	5.060g	5.264g
	250℃	10.016g	62分	4.914g	5.102g
スチームモード	80℃	10.288g	59分	4.703g	5.585g
	90℃	10.390g	60分	5.331g	5.059g
	100℃	10.396g	53分	4.734g	5.662g
解凍生切身		10.384g	59分	4.536g	5.848g

表3 試料100g当たりの水分の参考値との比較

加熱モード	温度	試料10g中の水分量	100gあたりの水分量	解凍生切身と比べた1切あたりの水分%差
コンビモード	130℃	5.311g	53.11g	90.82%
	160℃	4.952g	49.52g	84.68%
	190℃	5.531g	55.31g	94.58%
	220℃	5.076g	50.76g	86.80%
	250℃	5.364g	53.64g	91.72%
ホットモード	130℃	5.504g	55.04g	94.12%
	160℃	5.128g	51.28g	87.69%
	190℃	5.128g	51.28g	87.69%
	220℃	5.264g	52.64g	90.01%
	250℃	5.102g	51.02g	87.24%
スチームモード	80℃	5.585g	55.85g	95.50%
	90℃	5.059g	50.59g	86.51%
	100℃	5.662g	56.62g	96.82%
解凍生切身		5.848g	58.48g	100.00%

嗜好評価と身の硬さを比較した結果を各加熱モード別で比較した（図3）。嗜好評価と身の硬さとの有意差はどの加熱モードにも見られなかった。嗜好評価と多汁性を比較した結果を各加熱モード別で比較した（図4）。各モードとも嗜好評価と多汁性との有意差は認められなかった。

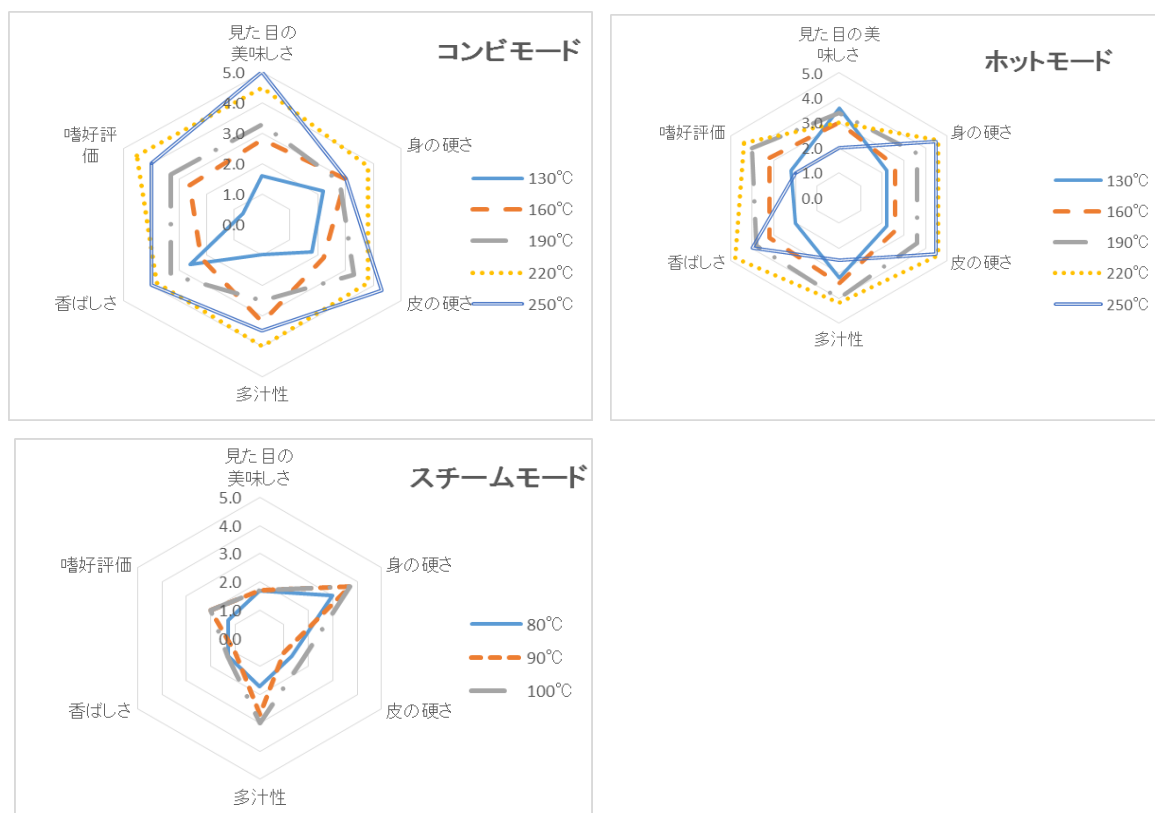


図2 官能評価の結果

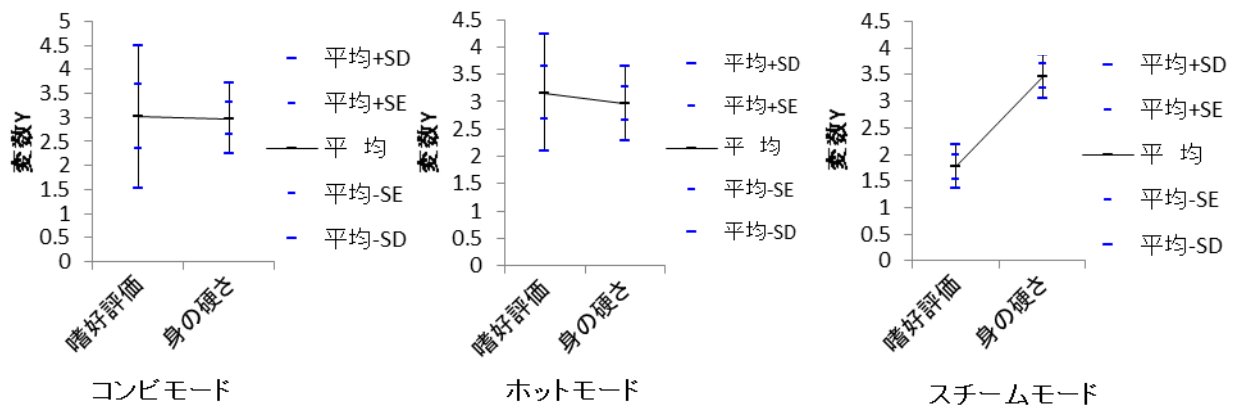


図3 嗜好評価と身の硬さの関係

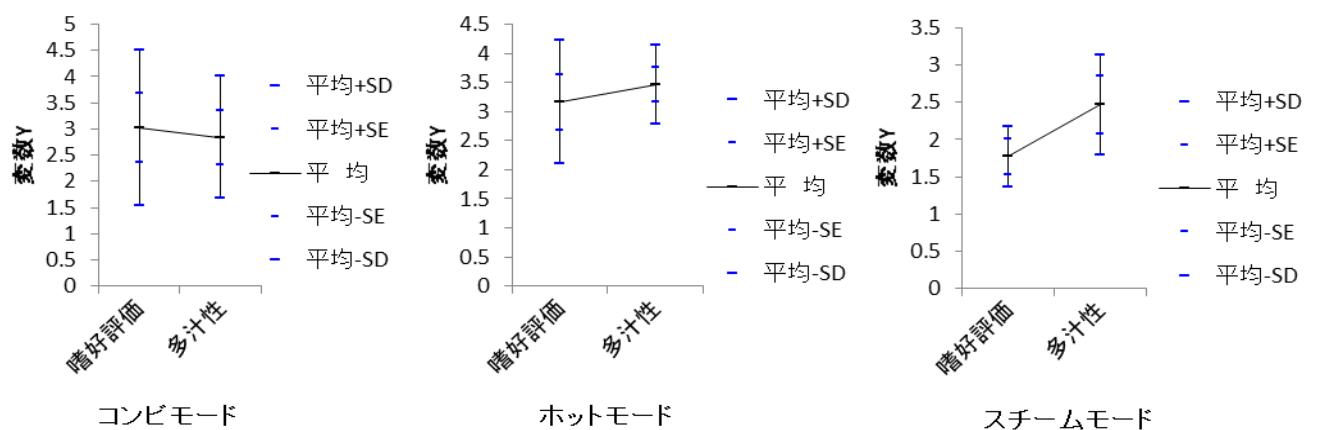


図4 嗜好評価と多汁性の関係

#### 4. 考察

スチームコンベクションオープンでの加熱がおいしさに及ぼす影響とその要因を明らかにするために、実際の調理と同様の条件下で実験を行った。得られた結果が工程による特性を反映したものであるということを明確にするために、試料形態や条件を可能な限り統一化し、複数の加熱モードと加熱条件で比較した。

大きさは全ての加熱モードで加熱後に横の大きさが小さくなり、収縮した。原田らの実験<sup>4)</sup>では、鯖の大きさは、縦・横・高さのいずれも変化し、牛肉を使った研究では、加熱温度が高いほど身などが硬く、重量減少や収縮が大きいことを報告している<sup>14)</sup>。本研究では収縮が横のみとなったが、これはスチームコンベクションオープン特有の過熱水蒸気による調理によるもので、鯖の大きさが保たれ大きな変化はなかったのではないかと考えた。また、加熱後のさばの切身の重量が加熱前の切身に対し約80%台に減少していたが、原田

ら<sup>4)</sup>の結果と一致していた。

水分量では、加熱前後に変化は見られず加熱調理されていることが確認できた。給食施設等での調理における加熱は、大量調理施設衛生管理マニュアルにしたがって行うため、中心温度が75℃以上1分間以上とされている。この条件化では、スチームコンベクションオープン特有の過熱水蒸気により水分量も保たれたのではないかと考えた。

官能評価では、各加熱モードの加熱温度が上がるほど評価も上がっていった。コンビモード、ホットモードの評価の変化がわかりやすいが、スチームモードでの評価はそれほど大きくはなかった。また、ホットモード220℃の評価が最も高く、スチームモードは低かった。コンビモード、スチームモードは過熱水蒸気によりふっくら柔らかく焼きあがり、ホットモードはパサついたり硬くなることが多い<sup>15)</sup>。また、強火で表面を焼くと肉汁の流出を防ぐため、水分は中に封じ込めることができる<sup>15)</sup>との報告がある。本研究では、コンビモードは表面が焼けて水分が内部に保たれて評価が高かったのではないかと考えた。

嗜好評価と身の硬さの間にスチームモードで有意差が認められ、身が硬いほど評価は低かった。官能評価で歴然とした差は出ていないが、ホットモードでは、程よい焦げ目が付き、皮の表面はパリッとしていそうなどの意見が多く、スチームモードでは、見た目や皮が生っぽい、生臭いなどの意見が多かった。これは、蒸気量が影響していると考えた。また、各加熱モードで嗜好評価と多汁性との間に有意差は認められなかったことは、嗜好と多汁性が同程度に評価されることがわかった。多汁性には、ジューシーさなどの脂分、水っぽさなどの水分も含まれているため、この要素を合わせた全体の評価になったと考えられた。

また、冷凍魚の解凍方法の影響を検討した研究では、冷蔵庫解凍は解凍所要時間とドリップ量のいずれも多くなることを認めており、多汁性も低評価であったことが報告されている<sup>16)</sup>。本研究も冷蔵庫解凍であったため、ドリップ量が多く多汁性評価は低くなったと考えた。それに加え、加熱モードでの水蒸気量が加わるのが官能評価に大きく関わったと考えた。

本研究では、水分量以外にも食した部位の焼加減の食感や味の感じ方、総合的に比較した結果、焼き魚に適している加熱モードはホットモード220℃だということが確認できた。今後、試料に含まれる水分量、重量、形状だけではなく、提供時の環境要因や人の特性との関係も詳しく研究していく必要があると考えられた。

## 5. 結論

スチームコンベクションオープンでの加熱モードがおいしさに及ぼす影響とその要因を明らかにするために、実際の調理と同様の条件下で実験を行った。総合的に比較した結果、焼き魚に適している加熱モードはホットモード220℃だということが確認できた。



## 引用文献

- 1) 渋川祥子：スチームコンベクションオーブン：日本調理学会誌, 35, 106-107, 2002
- 2) 岡村吉隆・下井亜希・藤田和代・日沼州司：新調理システムの加熱工程は、従来の調理法と比較するとビタミンCの損失が大きい：栄養学雑誌, 76 (2), 27-33, 2018
- 3) 古田歩、多山賢二、阿部典子、岡本洋子、谷本昌太 (2018) スチームコンベクションオーブンにおける加熱条件がカボチャの物性と調味成分の浸透に及ぼす影響 日本食生活学会誌 第28巻 第4号 271-278
- 4) 原田良子・杉山寿美・元木万里子・石永正隆 (2011) 加熱後の鮭、鯖、鶏肉の保存が水分量、脂肪量、官能評価に及ぼす影響 日本家政学会誌 Vol.62 No.2 133-139
- 5) 門馬哲也・岸本卓士・田中源基・高見星司 (2006) 加熱水蒸気による健康調理技術の開発 日本家政学会誌 Vol.39 No.2 163-166
- 6) 山田昌子・杉山智美・渋川祥子 (2002) スチームコンベクションオーブンの加熱特性, 日本家政学会誌 Vol.53 No.4 331-337
- 7) 富田教代・鈴木祐子：スチームコンベクションオーブンで提供される料理の品質評価の研究：常盤短期大学研究紀要, 35, 1-6, 2006
- 8) 日本調理科学会近畿支部 焼く分科会：過熱水蒸気オーブンを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, 40, 420-426, 2007
- 9) 田村朝子・木下伊規子 (2011) 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 第2号 p113-120
- 10) 五島淑子・北村渚・中村恵実子・前田侑紀・浩永恭子：大学生における食の嗜好とジェンダーイメージ, 山口大学教育学附属教育実践総合センター研究紀要, 37, 77-82, 2014
- 11) 左巻健男・稲山ますみ (2001) 科学的に正しい料理のコツ p192-193
- 12) Food Qual. Prefer., 13, 237 (2002).
- 13) 高橋亮・西成勝好：おいしさのぶんせき：ぶんせき, 8, 388-394, 2010
- 14) 貝田さおり・玉川雅章・渋川洋子 (1999) 牛肉の熱板焼き調理における最適加熱条件 家政誌 Vol.50 p147-154
- 15) 左巻健男・稲山ますみ (2001) 科学的に正しい料理のコツ p 68
- 16) 柴田圭子・渡邊容子・早瀬明子・安原安代 (2012) 焼き魚の食味に及ぼす解凍方法の影響 日本調理科学会誌 Vol.45 No.2 141-147

生活コミュニケーション学科食物栄養学専攻 yoshiokau@suzuka-jc.ac.jp

# Effect of Heating Conditions with Steam Convection Ovens on the Taste of Fish

Yui YOSHIOKA, Yoriko UMEHARA, Hideki SAKURAI