

## サバの味噌煮を対象とした調理品質の把握

柴田(石渡)奈緒美<sup>1</sup>・広瀬 純子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学教育学部 家政教育講座

<sup>2</sup>岐阜大学大学院教育学研究科

### Assessment of the Cooking Quality of Mackerel Boiled in Miso Base

Shibata-Ishiwatari Naomi<sup>1</sup> and Hirose Junko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Education, Gifu University

<sup>2</sup>Graduate School of Education, Gifu University

#### 要 旨

教科書に記載されている調理方法に従いサバの味噌煮を調理した。定義した火加減に基づき調理を行うと同時に、温度履歴、重量・体積変化そして、調味料に多く含まれる塩化ナトリウムとグルタミン酸の定量を行った。その結果、加熱調理に伴い、試料は13%重量減少すること、体積は幅と長さが収縮するが、高さ方向に膨潤することが明らかとなった。また呈味成分は、塩化ナトリウムは魚肉の中心と端の両方において増加した。これに対してグルタミン酸は、煮汁が接している面積が大きい端は増加したが、中心は減少することが明らかとなった。すなわち、グルタミン酸は魚肉の中心部では煮汁からの浸透以上に、重量減少に伴う溶出が著しいことが示唆された。さらには、同じ呈味成分であっても、塩化ナトリウムとグルタミン酸で試料に存在する濃度分布が異なることが明らかとなった。

**キーワード:** 調理, サバの味噌煮, 塩化ナトリウム, グルタミン酸, 品質

#### 1. 緒 言

食品の加熱調理は、煮る、蒸す、焼く、炒める、揚げる等の数多くの操作が挙げられる。このうち煮る調理は、調味料の入った煮汁中で、食品の加熱と調味を目的とする操作であり<sup>1)</sup>、日本の料理文化における代表的な調理法のひとつである<sup>2)</sup>。また、2013年に和食がユネスコ無形文化遺産に登録されたことから<sup>3)</sup>、和食の代表的な料理として挙げられる煮物は、世界的に注目されているといえる。

家庭でよく作る・買う煮物の種類として、肉じゃが、かぼちゃの煮物、大根の煮物等の野菜を中心としたメニューの他に、煮魚が挙げられる<sup>4)</sup>。魚の主成分はタンパク質と脂肪であり、必須アミノ酸や必須脂肪酸を多く含むことから<sup>5)</sup>、健康志向が高まる現代において重要な食材といえる。しかし一方で、「魚の調理方法がわからない」、「生臭さが気になる」等の理由により、家庭での下ごしらえが必要な煮魚調理を苦手とす

る人が多いことから<sup>6)</sup>、近年、食品産業では煮魚の調理済加工品の生産・販売が盛んに行なわれている。

煮魚の品質を左右する因子として、主成分であるタンパク質の変性に伴うテクスチャーの変化と、調味料による呈味の変化が挙げられる<sup>7)</sup>。前者については、下村ら<sup>8)</sup>は30~100℃で10分間、煮汁中で加熱したマアジは収縮およびタンパク質の凝集が始まる50℃加熱が最も軟らかいこと、畑江ら<sup>9)</sup>は沸騰浴中で加熱処理した養殖魚は、天然魚より軟らかいことを明らかにした。煮魚に関する呈味性については、煮汁中に溶出したアミノ酸の分析<sup>10)</sup>について報告されているが、魚肉中に存在する呈味成分の定量に関する報告はない。さらに、煮魚は切り身もしくは一尾を調理する為、魚内に不均一な呈味成分の濃度分布が生じると予想されるが、これらを考慮し、煮魚調理における呈味成分の消長を示した研究はない。特に、生活習慣病につながる塩分量は、今後健康を留意した高品質な加工品の製造ならば

に、家庭での調理において必要不可欠な定量項目といえる。

そこで本研究は、中学校・高等学校の教科書に記載されているメニューのひとつであるサバの味噌煮を対象とし、調理過程における温度変化や、調理前後の重量・体積変化などの基本的な品質項目を定量することを目的とした。

## 2. 実験方法

### (1) 火加減の定義

加熱調理過程において、魚の主成分であるタンパク質は熱変性し、変性の程度は硬さおよび体積などの品質に影響を及ぼす。すなわち、同等の品質を担保した調理を行うには、再現性のある温度履歴の取得が求められる。そこでまず、実験に用いる鍋を用いて、強火、中火および弱火を決定し、水を加熱した際の温度履歴を測定することで、火加減の定義を行った。

火加減は、高校の家庭科教科書<sup>10)</sup>に記載されている強火、中火、弱火を参考とし、強火は炎が鍋の両端をなめる状態、中火は炎の先端と鍋の底が少し開く状態、弱火は炎の高さが中火の半分程度の状態とした。水500ml(初期温度7.12±0.37°C)を底面180mmの雪平鍋(北陸アルミニウム株式会社)に入れ、ガスコンロ(Rinnai, RBG-30J3R)を用いて加熱を行った。鍋底中央から高さ12mmの位置にシース型K型熱電対(φ1.0mm)を固定し、水の温度を測定した。水の温度が100°C近くで沸騰し、30秒間温度上昇しないことを確認後、消火し、火を止めてから10分後まで温度を測定した。

### (2) 実験試料

試料には、二枚おろしで市販されている生ゴマサバ(養殖)を用いた。二枚おろしから、魚の骨を取り除いた三枚おろしの切り身にし、さらに半身を頭側から70mmのところまで切り、頭側と尾側に分けた。三枚おろしの切り身にした際の重量は146.3±5.6gであり、定量する試料とした頭側重量は59.9±3.4g、大きさは幅71.1±4.3mm、厚み20.5±1.00mmであった。

定量項目のうち、含水率、塩分量およびグル

タミン酸量は、魚肉の中心と端で経験する温度履歴が異なるため、タンパク質変性に伴う離水や呈味成分の量に差が生じることが予想される。そこで、試料の背側のうち、血合いと皮を取り除き、外側から5.0mmの部分の端、それ以外を中心と分けて測定を行った。

### (3) サバの味噌煮調理方法

調理方法は、最も基本的な調理方法が記載されていると考えられる、教科書の調理方法に基づいて行った。その中でも、フローチャートによる調理実習<sup>11)</sup>に掲載されているサバの味噌煮を採用した。しかし、時間、火加減については詳しく記載されていないため、高校家庭科フードデザインの教科書<sup>12)</sup>を参考にした。

調味料は、水、酒(料理酒醸造調味料、キング醸造株式会社、塩分濃度1.2%)、醤油(本醸造しょうゆ、イチビキ株式会社)、砂糖(クルルマーク上白糖、伊藤忠製糖株式会社)、味噌(純正無添加あわせ、イチビキ株式会社)および生姜(厚さ1.0mm)を用いた。分量は、フローチャートによる調理実習に従い、調理を行う魚の重量に対して、水は40%、酒は40%、醤油は5%、砂糖は3%、味噌は10%、生姜は10%とした。

調理方法は、底面180mmの雪平鍋(北陸アルミニウム株式会社)に水、酒、醤油および砂糖を入れ、2分30秒中火で煮立てた。次に魚を入れて、落とし蓋(直径160mmのアルミホイル)をし、中火で3分間煮た後、味噌重量の50%の水で合わせて溶いた味噌と、生姜を加えた。その後、再度落とし蓋をし、弱火で10分間煮た。

### (4) 温度履歴

調理過程における温度履歴は、魚の中心、魚の表面および煮汁の3点とした。また、鍋の中心断面からみた3点の測定箇所をFig.1に示した。魚の頭側を左に置き、試料の横の長さを幅、たての長さを長さとして定義し、幅の中央と長さ中央の交点において、上皮から10mmを中心、幅の中央と長さ中央の交点から背側に10mm移動した点において、上皮から3.0mmを表面、鍋中央かつ水面より10mmを煮汁の測定位置とし、シース型K型熱電対(φ1.0mm)を固定し、それぞれ温度測定を行った。

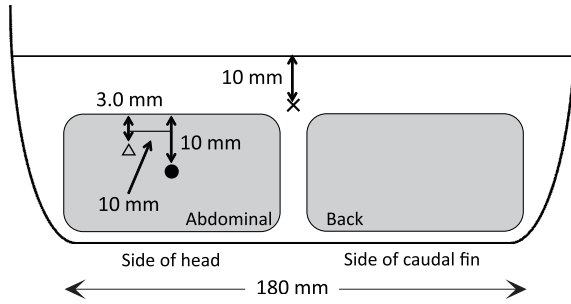


Fig.1 Experimental setup and thermocouple locations (●: core, △: surface, ×: broth).

#### (5) 重量および体積変化率

重量は、測定前にキッチンペーパーで表面の水分をふきとった後、測定を行った。調理前（未加熱）と調理終了後の重量より、重量変化率を算出した。

体積は、魚の頭側を左に置き、試料の横の長さを幅、たての長さを長さ、中心温度を測定した位置を通る長さを高さとして定義した。ノギス（シルバー普及型、VC-15）を用いて調理前（未加熱）と調理終了後の体積を測定し、体積変化率を算出した。

#### (6) 水分含量

試料2.5gを105℃、18時間恒温槽（AS ONE, DO-600FA）を用いて乾燥させた。乾燥前後の重量より、乾物基準含水率を算出した。

#### (7) 塩分量

塩分量は、魚肉（中心および端）と調理終了時に鍋に残っている煮汁を定量した。魚肉は、試料約2.0gを採取し、蒸留水8mlを加えホモジナイズした。ホモジナイズした試料を遠心分離機（KUBOTA, ユニバーサル冷却遠心機）で10,000×g、4℃において5分間遠心分離を行った。遠心分離後、上清液を採取し、残渣に蒸留水5mlを加えホモジナイズした。さらに同様の条件において遠心分離を行い、上清液を1回目の上清液と合一し、蒸留水を用いて15mlにメスアップし、これを検体液とした。煮汁は約10gを採取し、蒸留水で20mlまでメスアップしたものを検体液とした。各々の検体液を、ろ紙（AVDANTEC, No.2）でろ過し、塩分計（AS ONE, APAL-ES1）を用いて塩分濃度を測定した。

#### (8) グルタミン酸量

グルタミン酸量は、魚肉（中心および端）と調理終了時に鍋に残っている煮汁を定量した。魚肉は試料約4.0gを採取し、蒸留水4mlを加えホモジナイズした。ホモジナイズした試料を10mlまで蒸留水でメスアップし、10%濃度のトリクロロ酢酸（和光純薬）を10ml加えた。その後、遠心分離機（KUBOTA, ユニバーサル冷却遠心機）で10,000×g、5℃において5分間遠心分離を行った。遠心分離後、上清液を採取し、ろ紙（AVDANTEC, No.2）でろ過したものを検体液とした。煮汁は約10g採取し、蒸留水で20mlまでメスアップし、十分に溶解させたのち、5ml採取した。採取したものに、10%濃度のトリクロロ酢酸5mlを加え、魚肉と同様に遠心分離機（KUBOTA, ユニバーサル冷却遠心機）で10,000×g、5℃において5分間遠心分離を行った。遠心分離を行った上清液を採取し、ろ紙（AVDANTEC, No.2）でろ過したものを検体液とした。検体液は、ヤマサL-グルタミン酸測定キットII（ヤマサ醤油株式会社）を用い、分光光度計（HITACHI, U-2001）、波長600nmで測定した吸光度より、グルタミン酸量を算出した。

#### (9) 統計処理

各定量結果についての統計処理は、F検定ならびにt検定をエクセル統計2010 for Windowsで行った。

### 3. 結果および考察

#### (1) 火加減の定義

それぞれの火加減における温度履歴をFig.2に示した。強火および中火は沸騰までほぼ一定の速度で温度上昇した。これに対して弱火は約80℃を境に温度上昇が緩やかとなり、100℃まで到達しなかった。また、火加減が弱いほど、沸騰までに要する時間が長くなるため、水の蒸発量が多くなることが明らかとなった。

このように、それぞれの火加減の特徴を把握でき、再現性のある温度履歴を取得できたことから、以後、定量した火加減を用いて煮魚調理を行うことにした。

(2) サバの味噌煮調理実験

1) 温度履歴

サバの中心、表面および煮汁の調理過程における温度履歴をFig.3に示した。中心および表面の温度は、サバを鍋に入れた時（調理開始から2分30秒後）から測定を開始した。中心温度は測定開始から緩やかに温度が上昇し、調理終了時に約90°C前後に到達した。表面温度は、落とし蓋を開けるまで（調理開始から5分30秒）は中心温度より高く、著しく温度が上昇したが、落とし蓋を開けたことによる環境温度の低下に伴い、表面温度は約15°C低下した。しかし、再び落とし蓋をして煮込む過程において緩やかに温度が上昇した。煮汁は、水、酒、醤油および砂糖を入れて中火で煮立てる工程において、約85°Cまで上昇したが、冷蔵保存していたサバを鍋に入れた際、温度は低下した。落とし蓋を開けた際も若干の温度低下がみられたが、温度は約100°Cに安定していた。

2) 重量および体積変化率

重量および体積変化率についてFig.4に示した。重量は初期重量に対して約13%減少した。金田<sup>13)</sup>は、キハダを80°Cから20分で95°Cに到達するよう設定した水中で加熱を行った際の重量損失は20.8%であると報告している。本研究では、サバの加熱時間が13分であることから、重量損失が抑制されたと推測できる。

体積変化率は幅が約18%減少、長さが約5%減少、高さが約8%増加した。つまり、幅と長

さは収縮し、高さ方向に膨潤することが明らかとなった。これは、筋肉の繊維方向が関係していることが原因として挙げられる。魚の筋肉は骨格筋であり、筋原繊維が集まってできた筋繊維の束、すなわち筋節で構成されている<sup>10)</sup>。筋肉の主成分であるタンパク質は、調理過程において熱変性し、収縮が生じる。この収縮により、魚肉の外側の筋節が中心部分の筋節に引き寄せられるため、幅と長さが収縮した一方で、高さ方向に膨潤したと考えられる。

3) 含水率

調理前後における乾物基準含水率の結果を、Fig.5に示す。調理前（未加熱）では、中心より端の含水率が低くなった。これは、端には皮下脂肪などが多く含まれることが原因として挙げられる。中心と端で調理前後における乾物基準含水率を比較すると、中心と端ともに、調理後は有意に低下していることが見て取れる ( $p < 0.05$ )。これは、加熱に伴いタンパク質が熱変性し、魚が保持していた水分が流出したためだと考えられる。また、調理前の初期水分量に対する減少率を算出すると、中心は12%、端は19%となり、端の方が著しく減少していた。Fig.3に示したサバの中心と表面の温度履歴より、表面のほうが高い温度で加熱されている時間が長いことが見て取れることから、表面位置の方が中心よりタンパク質変性が進行し、その結果、水分の流出量が多くなったと示唆された。

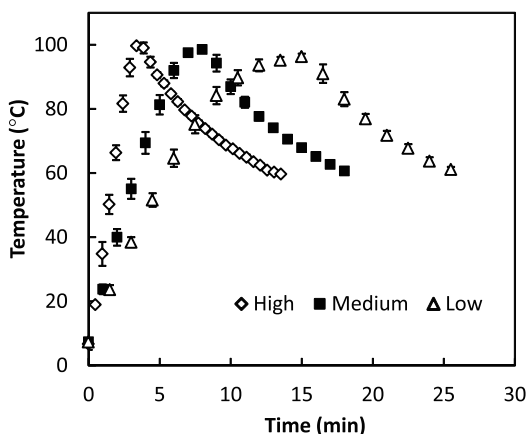


Fig.2 Changes in water temperature with heating power.

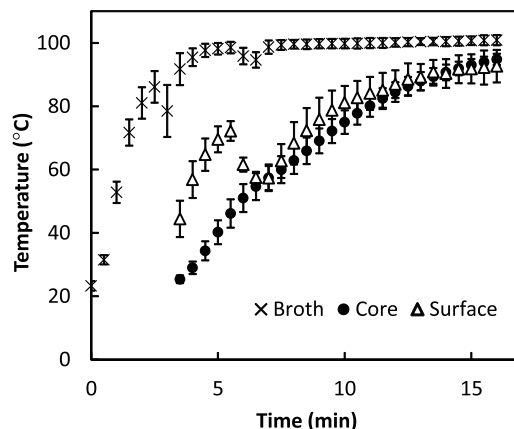


Fig.3 Temperature changes of mackerel boiled in miso base during cooking.



4) 塩分量

調理前後における試料1.0gあたりの塩分量の結果をFig.6 (A) に示す。未加熱では中心と端ともに、約9.0mg/gであり、調理前の魚は、部位による塩分量の違いはないといえる。また臼井ら<sup>15)</sup>は、マダイと同じ海水魚であるクロカジキに含まれる塩化ナトリウム濃度は6.5mg/gであると報告しており、今回の測定結果と大きな相違がないことを確認した。調理終了後では、中心が10.8mg/g、端が17.3mg/gとなり、中心と端、ともに塩分量が有意に増加した ( $p < 0.05$ )。調理後の煮汁の塩分量は $45.7 \pm 7.96$ mg/gであったことから、醤油や味噌などの塩分を含む調味料を用いて調理を行うことで、煮汁が魚に浸透し、塩分量が増えることが明らかになった。ま

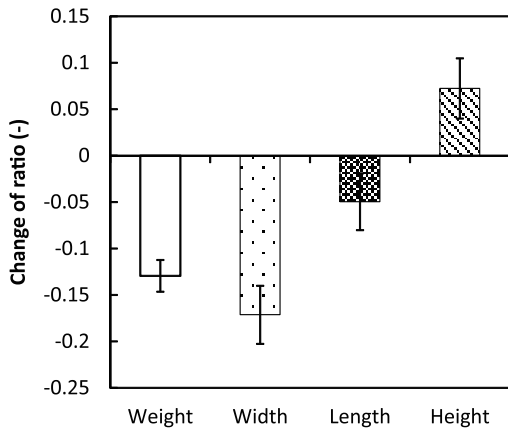


Fig.4 Changes in the weight and volume of fish samples before and after cooking.

た、調理終了後の中心と端の塩分量を比較すると、端の塩分量の方が有意に多くなった ( $p < 0.05$ )。調理によって中心も端も塩分量が増加するが、特に端は中心と比較し、直接煮汁に接する面積が大きいため、煮汁の塩分に大きく影響されて塩分濃度が高くなったと考えられる。これに対して、中心は煮汁の塩分による影響が少なく、煮汁の浸透量が少ないことが明らかとなった。

5) グルタミン酸量

調理前後における試料1.0gあたりのグルタミン酸量の結果をFig.6 (B) に示す。未加熱では、中心と端ともに約0.06mg/gとなり差がなかったことから、調理前の状態では部位によるグルタ

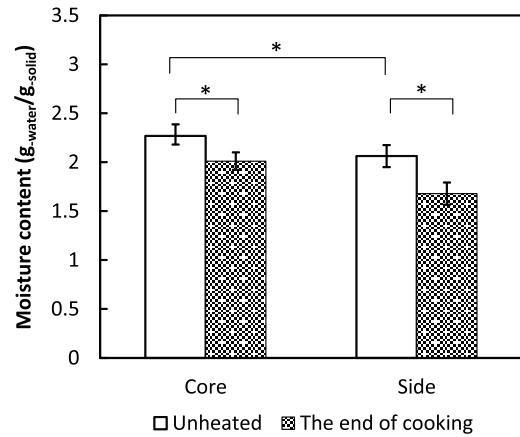


Fig.5 Comparison between moisture content in the unheated and heated samples.

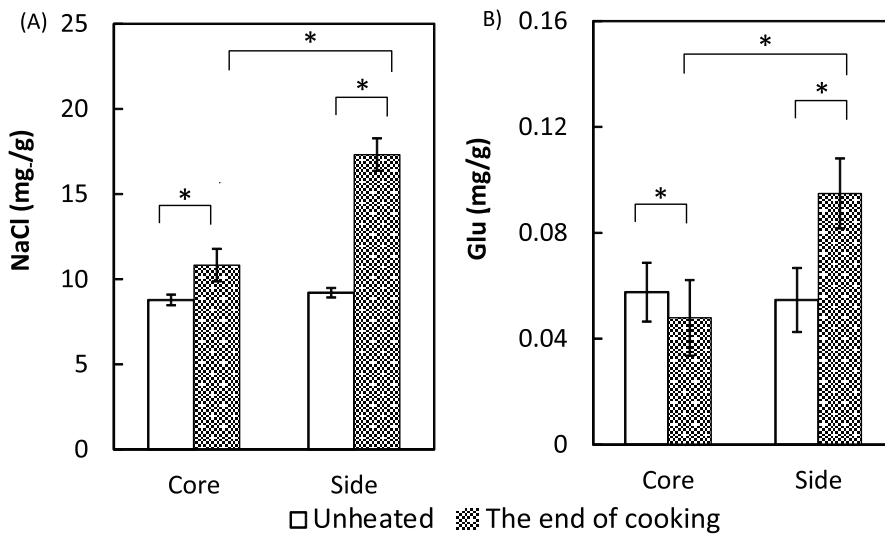


Fig.6 Comparison between the concentration of taste components in the unheated and heated samples. (A): sodium chloride, (B): glutamic acid.

ミン酸量の違いはないといえる。調理終了後では、中心が0.043mg/g、端が0.095mg/gとなり、中心より端のグルタミン酸量が有意に多い結果となった ( $p < 0.05$ )。調理前後の変化を比較すると、中心は有意に減少し、端は有意に増加したことが見て取れる ( $p < 0.05$ )。

端の塩分量が増加したことと同様に、調理後の煮汁にはグルタミン酸が0.40mg/g含まれていたことから、煮汁中に存在するグルタミン酸が端の部分により浸透したと考えられる。これに対して中心部分のグルタミン酸量は調理前より減少した。通常であれば、魚肉の塩分量の増加や端のグルタミン酸量の増加と同様に、中心部分においても煮汁に含まれるグルタミン酸が浸透し、グルタミン酸が増加すると予想される。今回、中心部のグルタミン酸が減少した原因として、加熱調理による魚の水分流出が挙げられる。魚肉は加熱によりタンパク質が熱変性し、収縮する。さらにこの際、魚肉内部に存在する水溶性タンパク質ならびに水溶性の成分が水分とともに系外に溶出することはよく知られている<sup>16)</sup>。塩化ナトリウムとグルタミン酸はともに水溶性であることから、加熱に伴う水分とともに、煮汁に流出される。しかし、グルタミン酸は塩化ナトリウムより分子量が大きい。そのため、塩化ナトリウムと比較し、中心部まで十分に浸透せず、煮汁からの調味料の浸透が表面部分に留まったことが予想される。したがってグルタミン酸は、魚肉の中心部では煮汁からの浸透以上に、重量減少に伴うグルタミン酸の溶出が著しいことが示唆された。さらには、同じ呈味成分であっても、塩化ナトリウムとグルタミン酸で試料に存在する濃度分布が異なることが明らかとなった。

#### 4. 結論

教科書に記載されている調理方法を参考とし、サバの味噌煮を調理し、温度履歴、重量・体積変化、そして調味料に多く含まれる塩化ナトリウムとグルタミン酸の定量を行った。その結果は次のようにまとめられる。

- 1) 加熱調理に伴い、試料は13%重量減少すること、体積は幅と長さが収縮するが、高さ方向に膨潤することが明らかとなった。
- 2) 塩分は魚肉の中心と端の両方において増加した。これに対してグルタミン酸は、煮汁が接している面積が大きい端は増加したが、中心は減少することが明らかとなった。
- 3) グルタミン酸は、魚肉の中心部では煮汁からの浸透以上に、重量減少に伴う溶出が著しいことが示唆された。
- 4) 同じ呈味成分であっても、塩化ナトリウムとグルタミン酸で試料に存在する濃度分布が異なることが明らかとなった。

今後は、調理開始時の煮汁に含まれる醤油と味噌の割合を変更する実験や、pHの変化を考慮した実験を行い、魚に浸透する塩化ナトリウムとグルタミン酸の相関を明らかにすることで、減塩かつグルタミン酸が多く存在する、美味しさと健康のバランスを考慮した煮魚調理法の具体的な提示を目指す。

#### 参考文献

- 1) 杉田浩一 (1998), 調理の科学5 煮る 人類の知恵の象徴, キッコーマン技術情報, 117, 10-13
- 2) 池内ますみ, 水野千恵, 升井洋至, 奥田展子, 澤田崇子, 永谷裕子, 山下英代, 山田克子, 横溝佐衣子, 四谷美和子, 富岡和子 (2005), 煮ものにおける醤油の調理特性, 日本調理科学会誌, 38, 163-169
- 3) 農林水産省 (2013/12), ユネスコ無形文化遺産に登録された「和食;日本人の伝統的な食文化」とは, <http://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/ich/>, (2015.1.24)
- 4) 日本調理科学会近畿支部・煮る研究分科会 (2008), 関西地区の家庭における煮物調理の実態調査, 日本調理科学会誌, 41, 383-389
- 5) 荒川幸香, 塩野緑子, 山口光子 (1972), 「調理の理論と手法」, 化学同人, 京都, pp.94-95
- 6) 成瀬宇平 (2000), 食生活と魚介類の位置, New Food Industry, 42, 71-76
- 7) 下村道子 (1997), 魚の調理に関する研究, 日本家政学会誌, 48, 758-762

- 8) 下村道子, 島田邦子, 鈴木多香枝 (1976), 魚の調理に関する研究 アジ肉の加熱による変化, 家政学雑誌, 27, 484-488
- 9) 畑江敬子, 李敬姫, 土屋隆英, 島田淳子 (1989), 養殖魚と天然魚のテクスチャー特性について, 日本水産学会誌, 55, 363-368
- 10) 宮本みち子 (2011), 「新家庭基礎 未来へつなぐパートナーシップ」, 実教出版, 東京, p.99
- 11) 曾根喜和子 (1996), 「フローチャートによる調理実習」, 地人書館, 東京, pp.54-55
- 12) 江原絢子 (2013), 「フードデザイン新訂版」, 実教出版, 東京, p.158
- 13) 金田尚志 (1962), 「基礎調理学Ⅱ」, 朝倉書店, 東京, p.75
- 14) 久保田紀久枝, 森光康次郎, 「食品学 食品成分と機能性 (第2版補訂)」, 東京化学同人, 東京, pp.234-235
- 15) 臼井一茂, 石崎松一郎, 渡辺悦生 (2004), クロカジキ筋肉の塩漬処理に伴う肉質の変化とスクロースの影響, 日本食品科学工学会誌, 51, 339-345
- 16) 千国幸一, 佐々木啓介, 中島郁世, 室井進, 三津本充, 江森格, 岩本史之, 谷史雄 (2002), 豚肉風味関連物質の含量に対する加熱処理の影響, 日本養豚学会誌, 39, 191-199