

魚加工品の魚骨軟化技術の検討

武山 進一^{*}、大澤 純也^{*}、遠山 良^{**}

冷凍した魚を電子レンジ調理により煮魚とする魚加工品について、その魚骨を軟化させる技術の検討を行った。その結果、超高压処理や茶煎汁浸漬による方法では、魚骨の軟化効果はわずかであった。官能試験の結果、弱いレトルト調理による前処理が有効で、懸念されたレトルト加熱臭については問題がなかった。

キーワード：魚骨の軟化、超高压処理、茶煎汁、レトルト調理

Investigation of Softening Technique for Fishbone on the Processed Foods of the Fish

TAKEYAMA Shinichi, OHSAWA Junya and TOYAMA Ryo

We investigated the technique of softening the fishbone on the processed foods which were cooked by microwave after the process of freezing or boiling. As the result, both of the process under ultrahigh pressures and the method of soaking in green tea infusions had weak effect on softening the fishbone. In the sensory test, retort-cooking (115°C, 5min.) had effect for softening of fishbone, and had no problem about the anxious retort-smell.

key words : softening of the fishbone, ultrahigh pressures, green tee infusions, retort-cooking

1 緒 言

近年「骨なし魚」が脚光を浴びている。魚が敬遠される一番の理由「骨をとるのが面倒」という消費者のニーズに応え、売り上げを伸ばしている。しかし、これには賛否両論があり、栄養学的にはCaの摂取不足が指摘されている。また、このブームの反動が必ず起こると指摘する業界関係者もあり、それを見越し「魚を骨付きでも食べ易くする方法の検討」が要望されている。

県内沿岸地方の水産物加工会社に、電子レンジ調理用の煮魚の冷凍食品を開発し、販売している企業がある。この製品¹⁾は、電子レンジ調理時の加熱（このとき密閉された容器内は圧力が上昇）を、魚の解凍とその加熱調理に利用している。電子レンジ調理により煮魚となるのだが、この状態で魚を骨ごと食べられるようにしたい、との技術相談を受けた。但し、一般的なレトルトによる方

法ではレトルト臭が出て消費者に嫌られるとの理由から、超高压処理等による方法で魚骨の軟化技術の検討を行うこととした。

魚の骨を軟らかくする方法としては、骨を微細にする方法²⁾、加熱調理法(高温加熱法)³⁾、酢漬けによる酸処理法が知られている³⁻⁵⁾。しかし、電子レンジ調理で煮魚とする魚加工品の前処理方法としては、煮魚料理としての制約の都合から実際には加熱調理法に限られる。さけ・ますの水煮缶詰³⁾では、殺菌工程での高温加熱により、骨が軟らかくなっているが、近年では缶詰やレトルト製品は、そのレトルト臭が敬遠されつつある。魚骨が加熱により軟化するのは、硬タンパク質が可溶性のゼラチンになり無機質を沈着させている支持体がゆるむため^{3,6)}、とされている。このことは、骨の硬タンパク質を変性し得れば、軟化が可能となることを意味している。

* 食品技術部

**企画情報部（現 食品技術部）

我々は、超高压処理でのタンパク質変性⁷⁻⁸⁾に注目し、この処理法により魚骨を軟らかく出来ないかと考えた。超高压処理であれば、魚の外見を崩すことなく常温で処理可能であること、また他の処理法との組合せも容易であることにも着目し、魚骨の軟化を検討することとした。

2 実験方法

2-1 試料

原料の魚は、冷凍アメリカ産イワシ(体長約20cm、重さ約65g)を用いた。半解凍したイワシを1尾ずつ、(株)メイワックス製R6(160×250mm三方袋、NY25/ドライ/レトルトCP70)フィルムに入れ、真空包装し、-30℃で凍結保存した。

今回の試験で対象とする魚加工品は、電子レンジ調理により煮魚とするものであることから、1尾の魚をまるごと処理する必要があった。また、超高压処理装置の容器サイズの都合から、体長20cm程度の小ぶりの魚で試験することにした。

2-2 試作および調理条件

2-2-1 レトルト処理条件

高温高压調理殺菌試験器(株)日阪製作所製 RCS-40RTGNを用い、下記条件でレトルト処理した。

処理条件：回収式

サブ方式：二段冷却=有、回転式=有、予備加熱=有

レトルト調理条件：115℃(1.5kg/cm²)5分加熱、

120℃(1.8kg/cm²)10分、20分、30分加熱

2-2-2 超高压処理

高压処理装置、(株)神戸製鋼製Dr.CHEFで、超高压処理した。20℃に設定した装置の容器(内径60mm、最大圧縮時の深さ200mm)に、包装した試料をいれ、最大7000kgf/cm²(686MPa)で30分間加圧した。加圧開始～設定圧力、また設定圧力～加圧終了迄の時間はどれも1分間に設定した。

2-2-3 物性測定

魚骨の物性測定に関しては決められた方法はなく、用途に応じて様々な方法が採られている。本研究では、脊椎骨までも食べさせることを想定したことから、脊椎骨を取り出しその切断時の物性を測定することとした。対照品として無処理の生魚の脊椎骨を測定した。その予備試験では、測定部位やプランジャー(治具)の形状により、極端に大きな応力が生じた。この様なことを踏まえ、20kg迄のロードセルを備えている、(株)山電クリープメーターRE-33005を用いて、魚骨の破断強度を測定した。クリープメーターでの測定条件を、表1に示す。

表1 破断強度測定条件

ロードセル	20kgf	測定速度	0.5mm/sec
アンプ倍率	1倍	プランジャーNo.	21
格納ピッチ	0.02～0.05sec	接触面積	試料幅×0.5mm
測定歪率	99%	サンプル厚さ	(実測値)

プランジャーNo.21は、剪断用(ナイフ型)とされるもので、市販のカッター刃(背側、厚さ0.5mm)を取り付けて使用した。

骨は、尾ビレから4cm～6cm近辺の脊椎骨を取り出し、両側に出ている骨を切り落とし、カッター刃の背面側で切断する方法をとった。測定部位については、節の部分を避け関節と関節の間のくぼんだ部分にプランジャーの刃を当て、一尾につき5～7箇所の測定を行った。

2-2-4 茶煎汁浸漬条件

茶煎汁は、畑江ら⁹⁾の方法に従い、市販下級煎茶2%相当量を熱水で5分間煮出し布巾で濾して調整した。茶煎汁での浸漬は、試料のイワシあるいはそのイワシから取り出した脊椎骨を、茶煎汁約50mlと一緒に三方フィルムに入れてシールした。

2-2-5 官能試験

下記の試験区に応じて前処理したイワシを凍結し、メーカーで電子レンジ調理用魚冷凍食品(以下、魚加工品)に加工した。これを、冷凍状態のまま容器ごと600W・5分間の電子レンジ加熱調理し、官能試験に供した。

(1)超高压処理区=700MPa30分加圧

(2)レトルト処理区=120℃10分(F値=7.6)加熱

(3)茶煎汁添加レトルト処理区=頭、尾、内臓を除き、茶煎汁50mlを添加し、120℃10分(F値=7.6)加熱

官能試験は、評価項目を味、におい、魚肉についてののかたさ強弱、骨についてののかたさ強弱、魚肉のかたさについての好き嫌い、骨のかたさについての好き嫌い、総合評価の7項目とし、7段階(0～6点)評価で実施した。パネラーは熟練したセンター職員10名とした。

3 実験結果及び考察

3-1 レトルト処理による魚骨の軟化

イワシの生魚の脊椎骨を取り出し、その物性を測定した場合のプロファイルチャート(6測定箇所の重ね書き)を図1に示す。バラツキが大きいものの、歪率50%～80%で破断点が現れるのが特徴であった。

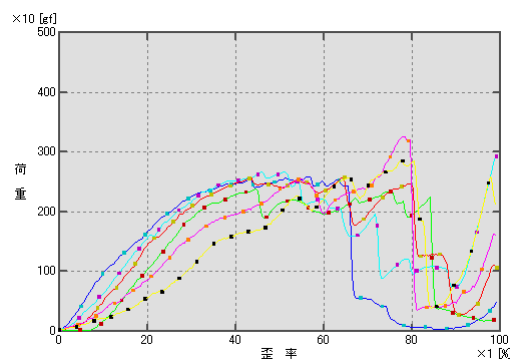


図1 生魚魚骨の破断強度測定プロファイルチャート

イワシ生魚を、115°C5分間、120°C10,20,30分間のレトルト処理した、魚骨の物性測定結果を図2に示す。また、そのプロファイルチャートを図3に示す。なお、最大荷重は測定波形の最大荷重値、破断荷重は破断点の荷重を示す⁹⁾。

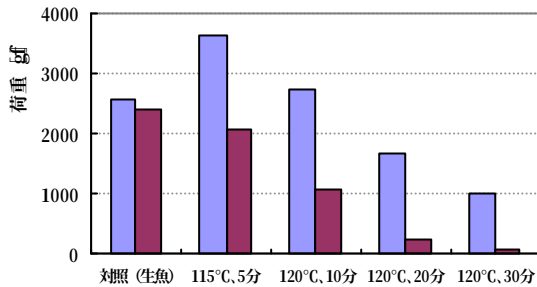


図2 レトルト処理した魚骨の物性測定結果

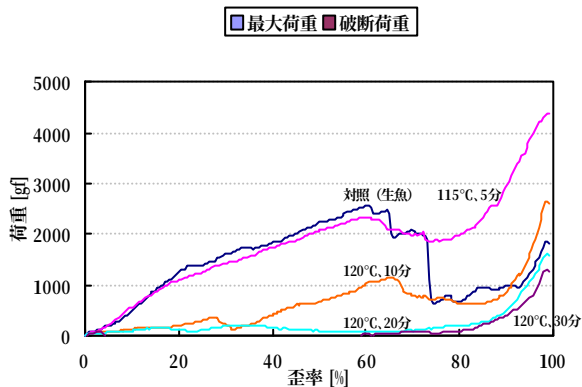


図3 レトルト処理した魚骨のプロファイルチャート

魚骨の破断荷重は、レトルト処理の加熱条件を厳しくすることにより減少し、このことは実際に食べたときの感覚と一致するものであった。

最大荷重については、115°C5分間程度の弱い加熱条件では生魚の値よりも高値となり、さらに加熱条件を厳しくすると最大荷重の値は減少に転じた。これは、加熱によって一時的に破断しにくくなり、その分最大荷重が増加したことによるものであるが、食べた際の骨の硬さとして感じとられる指標ではなかった。

プロファイルチャートでは、レトルト処理による効果として、破断後の荷重の落ち込みが小さくなり、破断点が不明瞭となる傾向と、最大荷重が低下する傾向が確認出来る。

以上のことから、レトルト処理による魚骨の軟化程度は、破断荷重の低下として捉えられ、イワシを対照とした今回の試験では、概ね120°C・10分以上の加熱条件で魚骨の軟化が確認された。

3-2 超高压処理による魚骨の軟化

3-2-1 生魚に対する効果

イワシの生魚を超高压処理した物性測定結果を図4に、またその際のプロファイルチャートを図5に示す。

最大荷重に関しては、400MPa処理では対照の非加熱品よりも高くなったものの、700MPa処理では対照品とほぼ同じであった。これに対し破断荷重は、400MPa処理では対照と変化なかったものの、700MPa処理では低くなった。700MPaの加圧処理により、生魚の脊椎骨がわずかながら軟化したといえる。プロファイルチャートからも、対照品では破断点が明確に現れていたものが、700MPa処理ではそのピークが低下していることが認められた。

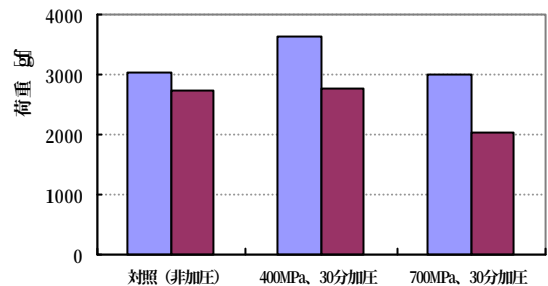


図4 超高压処理した魚骨の物性測定結果

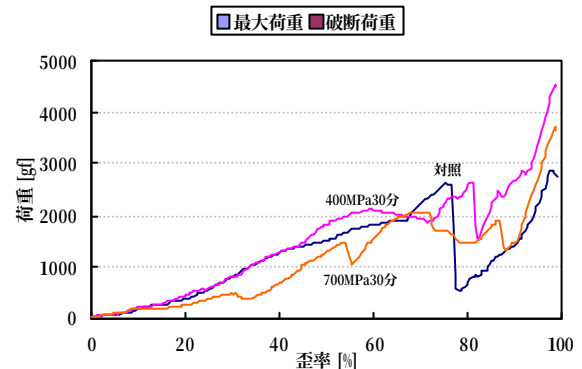


図5 超高压処理した魚骨のプロファイルチャート

3-2-2 超高压処理と加熱調理の併用効果

魚加工品は、調理として電子レンジによる加熱が行われる。超高压処理品に、この加熱調理を適用するべく115°C5分のレトルト加熱を行った。この処理の結果を図6に、プロファイルチャートを図7に示す。

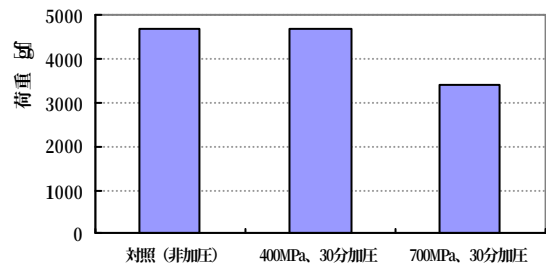


図6 超高压処理後レトルト処理した魚骨の物性結果

■最大荷重

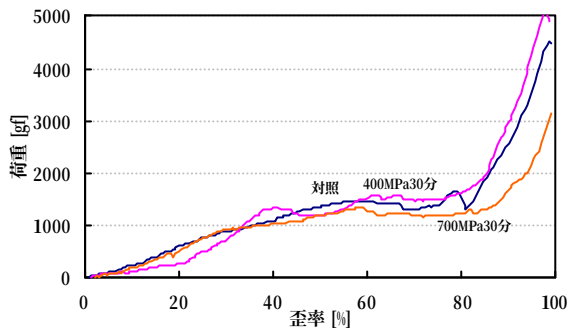
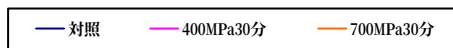


図7 超高压処理後レトルト処理した魚骨のプロファイルチャート



加熱処理によって、最大荷重は3試験区ともに増加し(図4の最大荷重との比較)、加熱処理区内での比較では、対照(非加圧品)や400MPa処理に比べ、700MPa処理の最大荷重は低値となった。しかし、実際に食べた際にはその差は僅かなものであった。

プロファイルチャートからは、加熱処理により全般に破断点が不明瞭化するとともに、右肩上がりのグラフとなり、歪率80%付近までは3試験区間での差が少なくなったことが認められる。

これらのことから、生魚で認められた超高压処理の効果も、加熱調理してしまうとその差は僅かなものとなった、といえる。

3-3 茶煎汁浸漬処理

畑江ら¹⁰⁾は、煮魚の骨の軟化におよぼす茶煎汁の効果を検討し、茶煎汁で魚の骨を加熱すると、茶葉中の可溶性成分であるカテキンが魚の中骨に作用を及ぼし加熱中に骨を軟らかい感じにしている、と報告している。このことから、茶煎汁の効果について試験した。

はじめに、生魚から取り出した脊椎骨を、茶煎汁に2時間浸漬処理して試験した。その結果を図8に示す。なお、もろさ荷重は破断により低下した荷重(差)を示すものである。

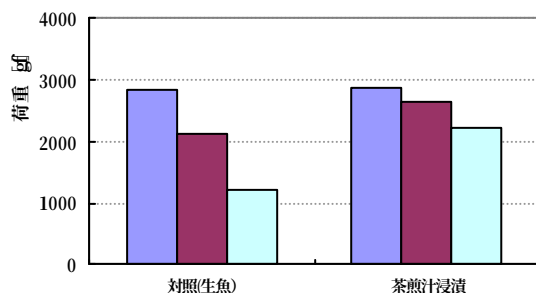
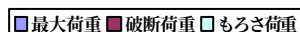


図8 茶煎汁浸漬処理した魚骨の物性測定結果



対照の生魚との比較では、最大荷重は同程度であるのに対し、破断荷重ともろさ荷重が上昇する傾向が認められた。特に、もろさ荷重は約2倍となり茶煎汁浸漬時の特徴となった。

茶煎汁に浸漬した骨は物性測定の際に、目視にてある程度の割合で明確な破断が起きていることを確認している。このような明確な破断が起きている場合のプロファイルチャートを図9に示した。破断後の荷重が急激に低下していることが読みとられ、茶煎汁が魚骨に作用して脆くしていることを認めた。

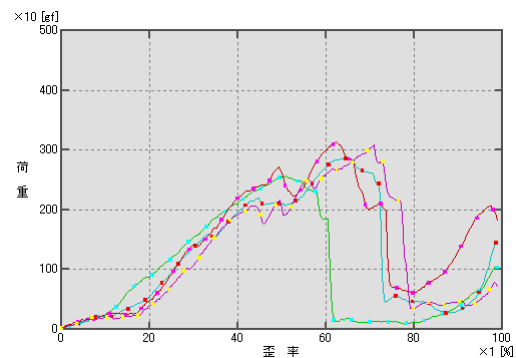


図9 茶煎汁浸漬処理した魚骨のプロファイルチャート(図1のプロファイルチャートが対照となる)

脊椎骨を浸漬して効果を確認したが、魚体の場合には単に浸漬するだけでは、内部の骨に接触することすらままならない。そこで、超高压処理との組み合わせで、試験することとした。魚骨および魚体で茶煎汁浸漬後、超高压処理(700MPa 30分)したものの物性測定試験結果を図10に示す。尚、魚体での浸漬時にはなるべく浸漬液が魚体中の骨に接触する様に、身に切れ目を入れて浸漬した。

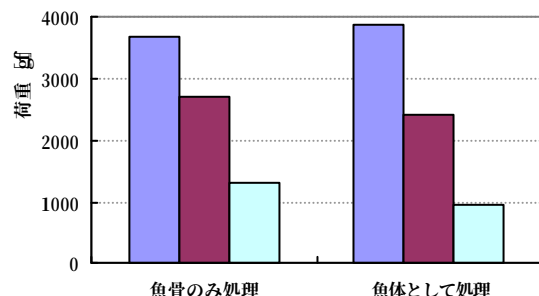


図10 茶煎汁浸漬処理後に超高压処理した魚骨の物性測定結果



茶煎汁浸漬後に超高压処理すると、破断荷重はあまり変わらなかったが、最大荷重が上昇し、もろさ荷重が減少する傾向があった。これは、破断後の荷重の落ち込みが少なくなりその後右肩上がりに上昇する様な傾向を示

したことになる。浸漬により一度脆くなった魚骨が、高圧処理により、骨組織が密になったことを示し、魚骨の軟化効果は期待出来なかった。

3-4 魚加工品の官能試験

超高压処理、レトルト処理、茶煎汁添加レトルト処理として前処理したものを、対照品（生魚）とともにメーカーにおいて魚加工品として調整し、これを600W・5分間の電子レンジ加熱調理後に官能試験した。その結果を図11に示す。

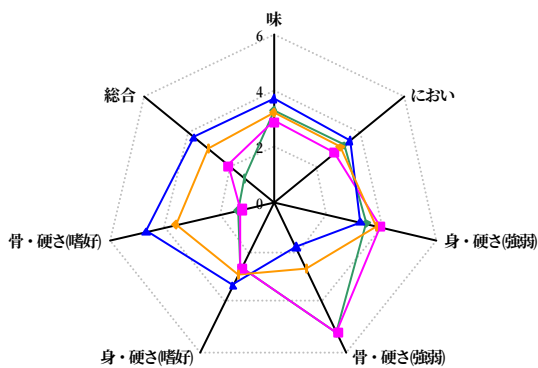
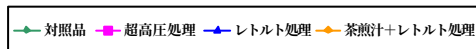


図11 魚加工品に調整し電子レンジ調理した場合の官能試験結果



7点評価法で調査。「普通」(3点)を基準とし、高い値ほど「強い」もしくは「好き」側評価。

官能試験結果から、骨の硬さの強弱については、対照品と超高压処理品が同程度に硬いという評価を受けたのに対し、レトルト処理品が軟らかいと評価され、大きな差が認められた。骨の硬さに関する嗜好については、強弱の評価がそのまま逆転した傾向となった。レトルト処理については、試験前にはレトルト臭が問題とされるという認識でいたが、実際には、においや味に関する評価においても良い側の評価を受けており、パネラーには問題とされていない。また、茶煎汁添加レトルト処理品については、茶煎汁が魚骨を軟化させる効果とともに生臭さを抑える働きがある⁴⁾とのことから試験区としたが、今回の試験結果からは茶煎汁の添加効果は見いだせなかった。

以上の官能試験結果を受けて、魚加工品においては、前処理としてレトルト臭が出ない程度にレトルト処理を施すことにより、魚骨の軟化が可能であるとした。

4 結 言

県内企業より、自社の魚加工品（電子レンジ調理用の煮魚の冷凍食品）について骨を軟らかくし、骨ごと食べられる様にしたいとの技術相談を受け、魚骨の軟化技術を検討した。その結果、以下のことが判明した。

- (1) レトルト処理による魚骨の軟化程度は、破断荷重の低下として捉えられ、イワシを対象とした今回の試験では、概ね120℃・10分以上の加熱条件で魚骨の軟化が確認された。
- (2) イワシの魚骨は、700MPa30分間の加圧により、魚骨の破断荷重はわずかに低下することが確認された。がしかし、調理加熱するとその差は僅かとなったことから、超高压処理は魚骨の軟化方法として有効とは言えなかった。
- (3) 魚骨を茶煎汁に浸漬することで、骨が脆くなる傾向を確認したが、魚体では超高压処理との併用を試みたものの、魚骨の軟化は期待出来なかった。
- (4) 官能試験結果から、今回対象とした魚加工品の魚骨の軟化方法として、レトルト臭が出ない程度のレトルト処理を前処理として実施することが、有効であるとした。

本研究を進めるにあたり、原料の入手と官能試験用試料の作成に協力して頂いた、(株)東興 山下秀雄氏に感謝致します。

文 献

- 1) 山下秀雄 外1名,電子レンジ用調理容器および調理方法,日特開平11-89715(1999.4.6)
- 2) 渡辺尚彦,武輪正彦,高井陸雄,酒井愿夫:日水誌,51,2047(1985)
- 3) 太田静行:ニューフードインダストリ,23,66(1980)
- 4) 畑江敬子,大沼葉子,島田淳子:家政誌,37,505(1990)
- 5) 下坂智恵,下村道子,寺井稔:家政誌,49,873(1998)
- 6) 野中順三九,橋本芳郎,高橋豊雄,須山三千三編:新版水産食品学,p.259,恒星社厚生閣(1976)
- 7) 林力丸編:食品への高圧利用,p.133,さんえい出版(1989)
- 8) 林力丸編:加圧食品—研究と開発—,p.69,さんえい出版(1990)
- 9) (株)山電「クリープメーター用自動解析装置ソフトウェア 破断強度解析Ver.2.0」取扱説明書
- 10) 畑江敬子,佐藤辰江,吉松藤子:家政誌,31,88(1980)