マイワシ線状凝固物の製造^{*1}

中山 照雄・水野 修・丹羽 栄二

(1985 年 3 月 18 日受理)

Manufacturing of Sardine Fibers

Teruo NAKAYAMA,^{*2} Osamu MIZUNO,^{*2} and Eiji NIWA^{*2}

Sardine fibers were produced from round sardine including skin, bone, and guts. Essential points of manufacturing process are Polytron grinding and extrusion. Heat coagulated fiber, acid coagulated fiber, and acid-heat coagulated fiber were manufactured. Heat coagulated fibers could be produced only from NaCl added materials. These fibers were thick (2.6 mm or more in diameter), exhibited unsuitable appearance, and their shear values were small. On the manufacture of acid coagulated fiber and acid-heat coagulated fiber, fibers produced from NaCl-free material exhibited larger shear values than fibers produced from NaCl added material. Both of them were thin (approx. 2 mm in diameter) and exhibited suitable appearance. Among acid coagulated fibers and acid-heat coagulated fibers, sodium arginate added fibers (5 to 10% concentration) possessed most suitable texture (slimy but crunchy). These fibers were thin (approx. 2 mm in diameter) and exhibited beautiful smooth appearance. Suitable texture brought about by sodium arginate was due to large shear value and high moisture.

多獲魚マイワシ、マサバ等は骨、皮、内臓等にも種々の栄養成分を含むが、^{1,2)} ねり製品製造においては骨、皮、内臓はもちろん、水晒しにより水溶性タンパク質までも除いている。すなわち全魚体を加工した例は見られない。したがって、全魚体からつくったエマルジョンからゲル状繊維を製造することができれば、その意義は大きい。

近年のねり製品加工技術の進歩により、かに風味かまぼこや帆立貝柱風かまぼこ等が開発され、ねり製品に繊維性を与えて独特のテクチャーを作り出しているが、³⁻⁵⁾ 本研究室でもノズルから魚肉すり身を押出してテクチャーに繊維性をもたせることに成功している。⁶⁾ 本研究では多獲魚マイワシの全魚体を加工し、種々の栄養成分をできるだけ失わないでゲル状繊維を作るための基礎的条件の検討を行なった。

実験方法

マイワシ線状凝固物製造の要点 マイワシの全魚体から均一なエマルジョンを作るためには皮および骨を粉砕することが必要である。この操作はミート・チョッパーやらいかい機では不可能であり、ポリトロン (PT 45/2 "OD" スイス キネマチカ社製) を使用して、はじめて可能であった。マイワシの全魚体より作ったエマルジョン

からゲル状繊維を作るための基礎的条件を検討するたぐに、1本の線状凝固物を作って、その剪断力を測定した。

マイワシ線状凝固物の製造法 製造工程を Fig. 1 に示す。マイワシをまるごとミート・チョッパーにかける。ミート・チョッパーから出てくるものをポリトロンにかけて粉砕する (目盛 6.3, 5 分, 4 回)。これに添加物 (アルギン酸ナトリウム, カゼインナトリウム, NaCl) の一定量を幾度にも分けて添加しながら 20 分間らいかいする。

以後の工程は3通りに分かれ、熱処理のみを行なったものを製品A、酸処理のみを行なったものを製品B、酸処理プラス熱処理を行なったものを製品Cとする。

製品Aの場合は注射器 (先の内径 1.6 mm) より沸騰水中に押し出し、5 分浸漬後製品とする。製品Bの場合は注射器 (先の内径 1.6 mm) より 5% 酢酸 (45°C) 中に押し出し、1 時間浸漬後、水洗して製品とする。製品Cの場合は製品Bの場合と同様に注射器 (先の内径 1.6 mm) より 5% 酢酸 (45°C) 中に押し出し、1 時間浸漬後、水洗し、さらにこれを沸騰水中に 5 分浸漬後製品とする。

剪断力の測定 マイワシ線状凝固物の剪断力は島津オートグラフ S-500⁷⁾ に自作のギロチン式剪断試験用アダプター (Fig. 2) を取付けて測定した。マイワシ線状凝

^{*1} 水産庁魚介類有効栄養成分利用技術開発委託事業第1報

^{*2} 三重大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Mie University, Tsu 514, Japan).

Fig. 1. Manufacturing process of sardine fiber.

Fig. 2. Warner-Bratzler type shear device remodelled for shear value measurement of sardine fiber.

固物を刃に対して直角方向の溝に入れてつかみ、マイワシ線状凝固物をつかんだ部分を 0.61 mm/s で下に動かし、マイワシ線状凝固物を刃で剪断し、その際に要した最大圧力をストレインゲージで測定して剪断力とした。特別に記述しない限りはマイワシ線状凝固物の直径は、製品B（酸処理）でも製品C（酸処理プラス熱処理）でも、約 2.0 mm であった。

官能検査 マイワシ線状凝固物を7人のパネル員が試食し、そのテクスチャーについて、「硬すぎる」、「適当

ある」、「軟かすぎる」のいずれかを判定した。5人以上が「適当である」と判定したものを「適当である」とし、そうでないものを「硬すぎる」または「軟かすぎる」とした。

結果と考察

マイワシ線状凝固物の剪断力に及ぼす凝固工程の違いの影響 3種類の凝固工程により製造された製品A（熱処理）、製品B（酸処理）、製品C（酸処理プラス熱処理）の剪断力の比較を行なった。製品A、B、Cはそれぞれ Fig. 3 に示すような添加物配合割合で製造し、剪断力が測定可能な製品についてのみ Fig. 3 に剪断力を示した。

製品Aは NaCl 3% 添加のもの、これにアルギン酸ナトリウム5% またはカゼインナトリウム 10% が加わったものが凝固し、剪断力はそれぞれ 22 g, 12 g, 30 g 程度であった。NaCl 3% 添加で、アルギン酸ナトリウム5% とカゼインナトリウム 10% の両方が加わったものは凝固しなかった。

製品Bはアルギン酸ナトリウム 5%, カゼインナトリウム 10% 添加のもの（—○—, —▲—）およびアルギン酸ナトリウム 5% 添加のもの（—□—, —◆—）が NaCl の有無にかかわらず凝固し、剪断力は NaCl 無添加のもの（—○—, —□—）の方が NaCl 添加のもの（—▲—, —◆—）よりそれぞれ大きく、剪断力は NaCl 無添加のものが 114 g と 69 g, NaCl 添加のものが 69 g と 47 g であった。

製品Cも同様にアルギン酸ナトリウム 5%, カゼイン

Fig. 3. Effect of ingredient composition on shear value of sardine fibers (Product A, Product B, and Product C). Average shear values are shown with standard deviation.

- sodium arginate 5%, sodium caseinate 10%, NaCl 0%
- ▲— sodium arginate 5%, sodium caseinate 10%, NaCl 3%
- sodium arginate 5%, sodium caseinate 0%, NaCl 0%
- ◆— sodium arginate 5%, sodium caseinate 0%, NaCl 3%
- ×— sodium arginate 0%, sodium caseinate 10%, NaCl 3%
- |— sodium arginate 0%, sodium caseinate 0%, NaCl 3%

ナトリウム 10% 添加のものおよびアルギン酸ナトリウム 5% 添加のものが NaCl の有無にかかわらず凝固し、剪断力も NaCl 無添加のものの方が NaCl 添加のものよりそれぞれ大きく、剪断力は NaCl 無添加のものが 134 g と 85 g, NaCl 添加のものが 105 g と 57 g であった。

すなわち、製品 A では NaCl 添加のものが凝固したが、製品 B と C では NaCl 無添加のものの方が高い剪断力を示した。加熱によるマイワシタンパク質のゲル形成には NaCl によるタンパク質の溶解が必要であるし、酸によりマイワシタンパク質を等電点より低い pH にした場合は NaCl の存在した方が網目構造ができにくいものと思われる。

また、製品 B および C は、製品 A よりも剪断力が大きく、特徴的なテクスチャーを有すると判定された。製品

Product B Product C
sodium arginate 5 % sodium arginate 5 %
sodium caseinate 10 % sodium caseinate 10 %

Fig. 4. Sardine fibers (Product B and Product C) produced by two kinds of manufacturing process.

A は見た目にも線状凝固物の太さが太く直径 2.6 mm 以上で、不適当な外観を示した。製品 B および C は線状凝固物の太さが直径 2 mm 程度で適当な外観を示した (Fig. 4)。

マイワシ線状凝固物の剪断力に及ぼす低濃度アルギン酸ナトリウムの影響 そこで、NaCl は添加せずにアルギン酸ナトリウムとカゼインナトリウムの添加により製品 B および C を製造し、剪断力を測定し、アルギン酸ナトリウムの適当な添加量を推定することを試みた。結果を Fig. 5 に示す。

カゼインナトリウム 10% 添加とカゼインナトリウム 20% 添加の間にはアルギン酸ナトリウム添加量の影響に変化は見られず、いずれの場合もアルギン酸ナトリウム添加量の増加とともに剪断力が増加した。製品 B と C を同じアルギン酸ナトリウム添加量で比較すると、剪断力に有意差は認められなかった。製品 B と C の剪断力に有意差がないことは、酸処理により形成されたマイワシタンパク質の凝集とアルギン酸ナトリウムとカゼインナトリウムによる構造が、熱処理により壊れることはないという結果であると考えられる。

カゼインナトリウムの濃厚液（ドープ）を酸の中に押出し製造した線状凝固物は熱処理（湯煮）により線状形態が全く失われた。マイワシ全魚体粉砕物を酸の中に押し出し製造した線状凝固物は前述 (Fig. 5) のように熱処理（湯煮）を行なっても線状形態が保持され、同程度の剪断力を示した。この相違は次のように解釈される。すなわち、カゼインナトリウムのように規則構造を持っていないタンパク質が酸処理により変性し鎖が絡まりゲル化する場合は、ゼラチンゲルと同様に熱処理によってゲル構造が容易に壊れるが、マイワシミオシンのように規則構造を持っているタンパク質が酸処理により変性し構造がほどけてから絡み合いゲル化する場合は、熱処理によってゲル構造が壊れることはないと解釈することができる。

Fig. 5. Effect of sodium arginate addition on shear value of sodium caseinate added sardine fibers (Product B and Product C). Average shear values are shown with standard deviation.

—○— sodium caseinate 10%
—●— sodium caseinate 20%

The dotted lines in the figure show the region for sensory texture assessment. Each region was assessed as too tough, suitable, or too soft. The non-descriptive region was the boundary region.

製品 B、C とともに剪断力が 50 g を越えると、官能検査ではテクスチャーが「適当である」と判定された。また、官能検査ではアルギン酸ナトリウム 5% 添加の製品 C の一部は「硬すぎる」と判定された (Fig. 5)。

カゼインナトリウム添加の系でアルギン酸ナトリウム添加量を 5% までにとどめたのは (Fig. 5)、これ以上アルギン酸ナトリウムを添加すると添加物の濃度が高すぎて、添加物が十分に溶解せず、均一に混合することが不可能なことによる。

マイワシ線状凝固物の剪断力に及ぼす高濃度アルギン酸ナトリウムの影響 アルギン酸ナトリウム添加量が 5% 程度まではアルギン酸ナトリウムとともにカゼインナトリウムを添加しないと剪断力が 50 g 以上の線状凝固物を形成しなかったが、さらにアルギン酸ナトリウム添加量を増すとカゼインナトリウム無添加でも剪断力が 50 g 以上の線状凝固物が形成されたので、この場合のアルギン酸ナトリウム添加量の影響を調べた。結果を Fig.

Fig. 6. Effect of sodium arginate addition on shear value of sardine fibers (Product B and Product C). Average shear values are shown with standard deviation. The dotted lines in the figure show the region for sensory texture assessment.

6 に示す。

製品 B の場合、アルギン酸ナトリウム添加量が 5% から 12.5% までで剪断力が 50 g 以上の線状凝固物が形成され、官能検査でもテクスチャーが「適当である」と判定された。10% に剪断力のピークが見られ、12.5% になると線状凝固物の直径が太くなり (平均 2.6 mm)、剪断力の増加傾向はもはや認められなかった。

製品 C の場合は、アルギン酸ナトリウム添加量が 5% から 10% までで剪断力が 50 g 程度の線状凝固物が形成され、官能検査でもテクスチャーが「適当である」と判定された。12.5% になると線状凝固物の直径が太くなり (平均 2.6 mm)、官能検査ではテクスチャーが「軟かすぎる」と判定された。

剪断力の値 (Fig. 6) は前節の結果 (Fig. 5) よりやや小さめであったが、剪断力が 50 g 以下でも官能検査ではテクスチャーが「適当である」と判定された (Fig. 6)。これは水分含量が前節の製品より高かったことに帰因するものと思われる。すなわち、アルギン酸ナトリウム 10% 添加の製品 B と C (Fig. 6) の水分含量はそれぞれ 74.2% と 76.1% で、前節のアルギン酸ナトリウム 5%、カゼインナトリウム 10% 添加の製品 B と C (Fig. 5) の水分含量 54.5% と 54.3% よりかなり高かった。官能

Product B

Product C

sodium arginate 7.5 % sodium arginate 7.5 %

Fig. 7. Sardine fibers (Product B and Product C) produced by two kinds of manufacturing process.

検査ではパネル員に「硬すぎる」、「適当である」、「軟かすぎる」の判定と同時にコメントを書いてもらったが、Fig. 5 に示した製品（アルギン酸ナトリウム、カゼインナトリウム添加）より Fig. 6 に示した製品（アルギン酸ナトリウム添加）の方がテクスチャーが好ましいという感想が記述されていた。このことは後者の製品（Fig. 6）の高い水分含量からもうなずける。

官能検査でテクスチャーが「適当である」と判定されたアルギン酸ナトリウム 7.5% 添加の製品 B と C の写真を Fig. 7 に示す。ともに太さも直径 2 mm 程度で、こりこりした好ましいテクスチャーであった。アルギン酸ナトリウム 7.5% 添加の製品（Fig. 7）は既に述べたアルギン酸ナトリウム 5%，カゼインナトリウム 10% 添加の製品（Fig. 4）よりも表面がなめらかで美しい外観であった。

要 約

1) 熱処理によるマイワシ線状凝固物の製造では、NaCl 添加のものが凝固した。線状凝固物は太さが太く直径 2.6 mm 以上で、不適当な外観を示し、剪断力も小さかった。

2) 酸処理または酸処理プラス熱処理によるマイワシ線状凝固物の製造では、NaCl 無添加のものの方が NaCl 添加のものより剪断力が大きかった。線状凝固物はともに太さが直径 2 mm 程度で適当な外観を示し、剪断力も適当な値であった。

3) 酸処理または酸処理プラス熱処理により製造したマイワシ線状凝固物のうちで、アルギン酸ナトリウム添加量が 5% から 10% のものがこりこりした好ましいテクスチャーを示し、太さも直径 2 mm 程度で外観も表面がなめらかで美しかった。好ましいテクスチャーには剪断力とともに水分含量が高いことが必要であった。

本研究の一部は昭和 59 年度水産庁魚介類有効栄養成分利用技術開発委託事業による委託費によって行なった。

文 献

- 1) 太田 静行: 調理科学, **15**, 171-178 (1982).
- 2) 秦 和彦・三ヶ尻昭博・藤田孝夫: 調理科学, **16**, 155-160 (1983).
- 3) 柴 真: 調理科学, **15**, 153-158 (1982).
- 4) 岡田 稔: 調理科学, **16**, 168-172 (1983).
- 5) 浅賀 葉子: 調理科学, **16**, 200-206 (1983).
- 6) 中山照雄・竹村 浩・丹羽栄二・浜田 巖: 日水誌, **50**, 335-339 (1984).
- 7) J. R. WHITAKER and S. R. TANNENBAUM (ed.): Food Proteins, AVI Publishing Co., Inc., Westport, 1977, pp. 81-82.