ファブリケートねり製品の製造

中山照雄・竹村 浩・丹羽栄二・浜田 巖

(1983 年 6 月 8 日受理)

Manufacturing of Fabricated Minced Fish Products

Teruo NAKAYAMA, Hiroshi TAKEMURA, Eiji NIWA, and Iwao HAMADA*

Minced fish (pollock) was mashed by a mechanical mortar and pestle with NaCl and dried egg white. It was packed in the paste container, extruded through the nozzle, and wound round a roll. The paste container was reciprocated by means of the crank mechanism during the extrusion. The specific combination of the reciprocation speed of the paste container and the revolution speed of the roll was adopted, where the extrusion rate was similar to the winding rate. Then the wound minced fish paste was set at 4°C for 20 hr and steamed for 5 min. Two types of fabricated minced fish product were manufactured, and their patterns were simulated making use of the graphic computer; where, very good agreements were accomplished. This computer simulation is applicable to the development of new product. One type of fabricated minced fish product showed vertical traverse of the strands, and another showed horizontal traverse. The texture of the latter product was similar to that of "Sea Legs" (imitation crab legs) packed by Sugiyo Co., Nanao, Japan.

素材からの工程について設計を行ない、工学的に加工して作る食品をファブリケート食品と呼ぶ。ファブリケート食品については INGLETT¹⁾ が総括的に解説を行なっている。GIDDEY²⁾ は植物性タンパク質を繊維状に加工し、それを肉様の塊にまとめた。HORROCKS ら³⁾ は調理した畜肉に外観やテクスチャーが似ているタンパク食品を市販繊維状タンパク質より調製した。TUOHY^{4,5)} は組織状乳清タンパク質を製造した。最近ねり製品として、タラバガニの脚に似せて作ったかに風味かまぼこ⁶⁾ また帆立貝の貝柱のように成形した帆立貝柱風かまぼこ⁶⁾ が製造されている。これらはねり製品に繊維性を与えて、本物に近いテクスチャーを出したものである。一方すり身を糸状にする例としては、魚のすり身を穴のあいた筒に詰めて熱湯中につき出してそうめん状に作る魚そうめん⁷⁾ が古くから賞味されており、また魚や鶏肉のすり身を袋に入れ、料理の上に細い糸状にしばらく出して装飾する糸掛け⁸⁾ という調理技術も古くから用いられている。

そこで本研究では、魚肉ペースト（実験方法の項に記載）をノズルから押出しロールに巻取って、特定の模様を持つファブリケートねり製品を製造し、その条件をコンピューターに入れて製品の模様をシミュレーションし、コンピューターを利用して希望する模様を持つ製品を開発する基礎的知見を得る目的で実験を行なった。魚

肉ペーストの押出し機構には、著者が報告した魚肉すり身のパイプ輸送の方式⁹⁾を応用した。

実験方法

押出し用魚肉ペーストの調製 スケトウダラ冷凍すり身（水分 76.5%）を板状（18.0 cm×5.5 cm×1.5 cm）に切り、サランラップに包んで電子レンジで 20 秒間加熱し、さらに賽の目（1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm）に切り、低温室（4°C）に 2 時間放置して解凍した。それをミート・チョッパーにかけ、その 300 g を擂潰機で 5 分間空すりした。それに 0.6 M NaCl を 20 ml 加えて 1 分間擂潰し、この操作を 6 回繰り返した。次に NaCl 結晶を 2.68 g 加えて 5 分間擂潰し、この操作を 3 回繰り返した。最後に乾燥卵白（キュービー・K タイプ）を 15 g 加えて 10 分間擂潰した。気泡を除くためにこれを 12000×g で 15 分間遠心分離し、押出し用魚肉ペーストとした。

押出しおよび巻取りによるファブリケートねり製品の製造 魚肉ペーストの押出しおよび巻取りを行なった装置を Fig. 1 に示す。魚肉ペーストをペースト入れに詰め、窒素ガスの圧力により押出し、ロールに巻取った。その際ペースト入れはクランクにより左右に往復運動させた。ペースト入れの先には内径 1.3 mm、長さ 8 mm のノズルを付けた。粘稠な魚肉ペーストをペースト入れ

* 三重大大学産学部 (Faculty of Fisheries, Mie University, Tsu 514, Japan).

Fig. 1. Apparatus used for extrusion and winding of minced fish paste.

Fig. 2. Stuffer used to stuff minced fish paste into paste container.

に詰めるのに Fig. 2 のようなスタッパーを用いた。魚肉ペーストをコップ (Fig. 2 左) に詰め、ペースト入れ (注射筒) をさし込んだスタッパー (Fig. 2 右) を押しあてて、魚肉ペーストをペースト入れに詰めた。押出しの過程ではペースト入れにアイスノンを巻きつけて魚肉ペーストの温度を一定 ($4.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$) に保った。魚肉ペーストの pH は 6.75 ± 0.05 であった。

押出した魚肉ペーストが巻きついたロールを装置からはずし、低温室 (4°C) で 20 時間坐らせてから、蒸し器に入れ 5 分間蒸煮した。最後にロールを抜いて製品とした。

ペースト入れの往復運動数およびロールの回転数の測定 ペースト入れの往復運動数はクランク円板 (Fig. 1)

の回転数を電気式回転計で測定することにより求めた。ロールの回転数も電気式回転計で測定した。電気式回転計はクランク円板あるいはロールと同じ速度で回転する直流モーターの発生電圧により回転数を測定するものである。

ファブリケートねり製品の模様のコンピューターによるシミュレーション 押出した魚肉ペーストの巻取りに際しては、クランク円板の回転運動をピストン棒の往復運動に変え、ピストン棒の上に固定したペースト入れを左右に動かした (Fig. 1)。クランク円板の半径が 5 cm 連接棒の長さが 15 cm であったので、ペースト入れの動き $X(A)$ は

$$X(A) = \sqrt{15^2 - 5^2 \sin^2 A} - 5 \cos A \quad \dots\dots (1)$$

で表わされた。ただし

$$A = 2\pi TB \quad \dots\dots (2)$$

で、 T は経過時間 (sec), B はクランク円板の回転数 (cycle/sec) である。

ロールの回転によるペースト入れの相対位置の動き $Y(T)$ は

$$Y(T) = \{CT - \text{INT}(CT)\} \cdot 2\pi \cdot \left(0.75 + \frac{T}{S} \cdot E\right) - \frac{T}{S} \cdot E \cdot 0.5 \cdot 2\pi \quad \dots\dots (3)$$

で表わされた。ただし、ロールの半径は 0.75 cm であった。 C はロールの回転数 (cycle/sec), S はロールの半径の補正を行なう単位時間間隔, E はロールの半径のみかけの増分である。INT (CT) は CT の整数部分である。

Fig. 3 に示してあるフロー・チャートにより X と Y を計算し、逐次点 (X, Y) を線で結んで、コンピューター (ソニーテクトロニクス 4051) に製品の模様を描かせた。押出した魚肉ペーストの糸がロールをひとまわりす

Fig. 3. Flow chart of pattern simulation for minced fish product.

Fig. 4. Warner-Bratzler type shear device used for shear value measurement of minced fish products.

ると、コンピューター・パターン (Fig. 6) では点 (X, Y) が次の starting point (Fig. 3) に移動するようになっている。式 (3) の第2項はロールの半径の補正に伴ない、次の starting point を決める項である。

剪断力の測定 ファブリケートねり製品の剪断力は島津オートグラフ S-500 に自作のギロチン式剪断試験用アダプターを取付けて (Fig. 4) 測定した。製品を三角形に穴をあけた板にさし込み、その板を両側から挟んでいる刃を 4.5 mm/sec で下に動かして製品を剪断し、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。¹⁰⁾

結果と考察

窒素ガスの圧力を $2.2 \pm 0.1 \text{ kg/cm}^2$ にして押出した場合には、押し出し速度 (ノズルを魚肉ペーストが通過する速度) は $4.4 \pm 0.3 \text{ cm/sec}$ であった。この押し出し速度は早川ら¹¹⁾が報告した単細胞タンパク質糸液の押し出し速度の遅いものに似ている。彼等は巻取り速度が押し出し速

Table 1. Winding conditions for extruded minced fish paste

Type of minced fish product	Reciprocation speed of paste container* ¹ (cycle/sec)	Revolution speed of roll* ¹ (cycle/sec)	Winding rate* ² (cm/sec)		
			Average	Maximum	Minimum
P1	0.08±0.00	0.95±0.01	4.9	5.5	4.5
P2	0.21±0.01	0.26±0.01	4.4	7.0	1.2

*¹ Standard deviation was calculated for six experiments.

*² Winding rate changed during reciprocation cycle of paste container. It was pursued making use of computer (SONY TEKTRONIX 4051).

P 1

P 2

Fig. 5. Two types of minced fish product.

度の 10 倍以下であれば巻取りが可能であったと述べている。本実験では押し出し速度が 4.4 ± 0.3 cm/sec の条件で、巻取速度（押し出された魚肉ペーストがロールの上に巻付く速度）が押し出し速度にほぼ一致する場合のみ巻取りが可能であった (Table 1)。すなわち、ペースト入れの往復運動数とロールの回転数の組み合わせが特定の場合のみ巻取りが可能であった。Table 1 にはその組み合わせの 2 つの例が示してある。ファブリケートねり製品として特徴的な 2 つの例である。ただし製品 P2 の製造の場合は、巻取りに際して巻取り速度が速くなったり遅くなったりすることを繰り返していた (Table 1 脚註)。この程度の巻取り速度の変化に対しては糸は容易に切れることはなかった。しかし、ペースト入れの往復運動数やロールの回転数の少しの変化にも敏感であったので、製品 P1 の場合よりは巻取りに際して注意を要した。

Fig. 5 に製品の写真を示す。P1 はねり製品の糸の走りがほぼ縦方向であるが、P2 はねり製品の糸の走りがほぼ横方向である。Fig. 6 にコンピューター・パターンを

示す。このコンピューター・パターンは竹輪状の製品を開いて平面的にしたものをシミュレーションしている。P1 についても P2 についても製品の写真 (Fig. 5) はコンピューター・パターン (Fig. 6) とよく一致している。従って、Fig. 6 のコンピューター・パターンの作製に際して入力したペースト入れの往復運動数とロールの回転数で押し出し巻取り装置を操作すれば、Fig. 6 に示したコンピューター・パターンのような製品が製造できるし、また異なったペースト入れの往復運動数とロールの回転数の組み合わせを入力して得られたコンピューター・パターンのような製品を製造したい場合には、その組み合わせで押し出し巻取り装置を操作すれば実現が可能である。

Table 2 にファブリケートねり製品の剪断力を示す。剪断力は製品を歯でかみ切る時に必要な力に相当する。製品の中央、左側、右側（製品のどの部分かは Table 2 の下に矢印で示す）の剪断力には有意な差は認められなかったが、いずれの部位でも製品 P1 と製品 P2 には明らかな剪断力の差が認められ、製品 P2 の方が剪断力が

L=89 K=20 S=0.08 C=0.95 S=30 E=0.02

L=23 K=20 S=0.21 C=0.25 S=30 E=0.02

Fig. 6. Two types of computer pattern for minced fish products.

大きかった。実際に試食してみた結果、製品 P1 と製品 P2 の歯ごたえの相違は明確で、製品 P2 の方が歯ごたえが大きく、また製品 P1 と製品 P2 で糸の走っている方向の違いも識別された。そして製品 P2 のテクスチャーはかに風味かまぼこ⁶⁾に似ていた。

さらに、製品の剪断力の測定に際して切断される部位の糸の本数をコンピューター・パターン (Fig. 6) で数えてみると、左側、中央、右側で製品 P1 ではそれぞれ 15 本、15 本、15 本、製品 P2 では 37 本、37 本、37 本で製品 P2 の方が多く、剪断力に関する Table 2 の結果を裏付けている。

本研究では魚肉ペーストに対して内径 1.3 mm のノズルを用いたが、早川¹¹⁾は単細胞タンパク質に対して内径 0.2 mm の穴が 10 個あいた口金を用いた。魚そうめん⁷⁾を製造している京都の工場では内径 1 mm の穴が約 150 個あいた口金を用いていた。ファブリケートねり製品として、かにや貝柱などの美味な水産食品に似たテクスチャーを持つ繊維状の製品を作り出す手法としては、かに風味かまぼこ⁶⁾や帆立貝柱風かまぼこ⁶⁾の製法のよ

Table 2. Shear values of minced fish products

Type of minced fish product* ¹	Left* ²	Center* ²	Right* ²
P1	368±102	377± 87	358± 42
P2	607±112	549±84	603±105

*¹ Weight of extruded and wound minced fish paste was 5.8±0.3 g for both P1 and P2.

*² Standard deviation was calculated for six experiments.

↑ ↑ ↑
Left Center Right

うに細かい切れ目を入れた薄い板状かまぼこをまとめて成形する方法の他に、本研究のようにノズルから押し出した魚肉ペーストを規則的にロールに巻取って繊維状にする方法も可能であり、また単細胞タンパク質や魚そうめんの例のように多数の穴を持つ口金から押し出したタンパク質を適当な処理によって束ねて成形する方法も今後考えられるものと思われる。そして、これらの製造工程をコンピューターによって制御することは、新しいねり製品の開発にとって極めて有意義である。

文 献

- 1) G. E. INGLET (Ed.): Fabricated Foods, AVI Publishing Co., Inc., Westport, 1975, pp. 1-55.
- 2) C. GIDDEY: *Cereal Sci. Today*, **10**, 56-59 (1965).
- 3) D. HORROCKS, K. BUCKLEY, and P. BOOTH: Ger. Offen. 2201160 (C.A. **77**, 138595).
- 4) J. J. TUOHY: *Ir. J. Food Sci. Technol.*, **4**, 35-44 (1980).
- 5) J. J. TUOHY: *Ir. J. Food Sci. Technol.*, **4**, 111-123 (1980).
- 6) 金田尚志: 調理科学, **15**, 193-195 (1982).
- 7) 志の島忠: 懐石弁当 第2版, 婦人画報社, 東京, 1976, pp. 160-161.
- 8) 河野友美 (編): 食品大事典, 真珠書院, 東京, 1970, p. 65.
- 9) T. NAKAYAMA, E. NIWA, and I. HAMADA: *J. Food Sci.*, **45**, 844-847 (1980).
- 10) 中山雄雄・佐藤 泰: 日食工誌, **21**, 461-465 (1974).
- 11) 早川 功・川崎聖司・野村男次: 農化, **49**, 641-646 (1975).