

# 魚肉練り製品の物性に及ぼす塩の粒径および塩ずり時間の影響

眞壁優美

## 要旨

塩の溶解速度と塩溶性タンパク質の溶出速度との関係、および塩の粒径、塩ずり時間とかまぼこゲルの物性との関係について検討することにより、塩の粒径および塩ずり時間がかまぼこゲルの物性に与える影響を検討した。すり身溶液に塩を添加した初期においては、塩の粒径が小さい方が塩分濃度および塩溶性タンパク質の溶出濃度が高くなったが、かまぼこゲル物性への塩の粒径の影響は小さかった。一方、塩ずり操作に伴い、塩溶性タンパク質は溶出するため、塩ずり時間のかまぼこゲルの物性への影響は大きかった。

## 1. 緒言

かまぼこ製造の塩ずり工程では、すり身中に塩を添加し、数分程度から1時間程度（らい潰機の種類により異なる）、塩ずりを行う<sup>1)</sup>。この塩ずり工程は、魚肉中の塩溶性タンパク質を十分に溶出させ、かまぼこゲルの硬さ（足）を決める重要な工程である。これまで、塩ずり時の塩分濃度、塩ずりに使用する塩の粒径、塩類および市販塩の種類が魚肉練り製品の食感に及ぼす影響について検討してきた。前報<sup>2)</sup>においては、塩分濃度が高くなるにつれて、かまぼこゲルは柔らかくなり、また、200 μm以下の小粒径の塩を用いるとかまぼこゲルは柔らかくなる傾向が見られた。

塩の粒径の影響については、塩の粒径が小さいほど、塩ずり時のすり身溶液における塩の溶解速度は速くなることから、早期に塩分濃度が高くなり、塩溶性タンパク質が多く溶出するため、かまぼこゲルの物性が異なると考えられた。また、塩の溶解量および塩溶性タンパク質の溶出量は塩ずり時間とともに変化することから、塩ずり時間によってもかまぼこゲルの物性が異なると考えられた。

そこで、本報では、塩の溶解速度と塩溶性タンパク質の溶出速度との関係、および塩の粒径および塩ずり時間とかまぼこゲルの物性との関係について検討することにより、塩の粒径、塩ずり時間がかまぼこゲルの物性に与える影響を検討した。

## 2. 試験材料および方法

### 2.1 試験材料

冷凍すり身はSA級のスケトウダラを用いた。塩は、高純度塩および高純度塩をふるい分けした分級塩（150～250（200）、710～850（780）μm、カッコ内の数値は中央値）を用いた。

### 2.2 試験方法

#### 2.2.1 塩溶性タンパク質の溶出量の検討

塩の溶解による塩溶性タンパク質の溶出量について検討

した。500 ml ビーカーに水分が80%になるように調製した生すり身 50 g および水 460 g を入れ、十分攪拌した後、分級塩 18.9 g（塩分濃度 3.75%）を添加し、攪拌した。塩の添加後から7秒～10分ごとに、溶液を0.5 ml ずつ採取し、遠心分離（5,600 × g, 10分間）した。遠心分離後の上澄みの粗タンパク質量および塩化ナトリウム量は2.3.1項に従い測定した。

#### 2.2.2 分級塩を用いた塩ずり身の調製

Fig. 1 に調製フローを示す。試料は、前報<sup>2)</sup>と同様に、冷凍すり身品質検査基準<sup>3)</sup>に従い調製した。生すり身中の水分が80%、塩分濃度が生すり身の重量に対して3%になるように超純水および分級塩を添加した。

まず、冷凍すり身 500 g に対し、超純水を 125.72 g 添加し、フードプロセッサー（ブラウン社製マルチクイックプロフェッショナル MR5550CA）を用いて、容器周囲を氷水で冷却しながら約 2,825 回転/分で2分間攪拌することによ

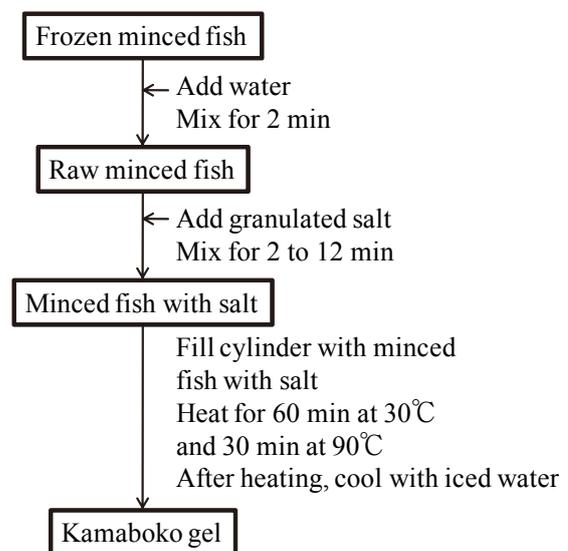


Fig. 1 Sample preparation

り、生すり身を調製した。次に、生すり身に分級塩を添加し、さらに2～12分間攪拌（塩ずり）することにより、塩ずり身を調製した。

調製した塩ずり身は、前報<sup>2)</sup>と同様に、内径30 mmφ×25 mmの円筒につめ成形し、30℃で60分間加温した（坐り）後、90℃で30分間ゆで、氷冷水で冷却し、かまぼこゲルとした。かまぼこゲルは、室温で静置し、分析に供した。

### 2.3 分析および物性評価方法

#### 2.3.1 粗タンパク質量および塩化ナトリウム量の分析

2.1.1項の上澄み中の粗タンパク質量は、大容量窒素・炭素測定装置（(株)住化分析センター社製SUMIGRAPH NC-220F）を用いて燃焼法<sup>4)</sup>により測定した窒素量から、窒素-タンパク質換算係数6.25として算出した。また、燃焼後の残渣量を塩化ナトリウム量とした。

#### 2.3.2 かまぼこゲルの物性評価

2.2.2項において調製したかまぼこゲルは、テクスチャーアナライザー（英弘精機社製TA-XTplus）により、直径5 mmφ球状プランジャーを用いて、圧縮速度1 mm/secで試料の厚さの90%まで圧縮した時の破断強度と歪を測定した。測定には、1水準あたり10点の試料を用い、平均値と標準偏差を求めた。また、弾性率は破断強度を歪で除することにより求めた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 塩溶性タンパク質の溶出量

Fig. 2に2.2.1項において調製した溶液の上澄みの塩分濃度および塩溶性タンパク質濃度の経時変化を示す。塩分濃度は、塩を添加した初期において、200 μmの塩を用いた場合の方が高くなり、200 μmにおいては3分程度、780 μmにおいては7分程度でほぼ一定となった。一方、塩溶性タンパク質濃度は、塩を添加した初期において200 μmの塩を用

いた場合の方が若干高くなった。また、いずれの粒径の塩を用いた場合においても、時間の経過とともに塩溶性タンパク質濃度は徐々に高くなった。

以上の結果より、塩の溶解は、塩溶性タンパク質の溶出よりもかなり早く終了することが分かった。塩溶性タンパク質量は、かまぼこゲルの物性に影響することが知られている<sup>2)</sup>。塩を添加した初期において、粒径が200 μmの塩を用いた場合、塩溶性タンパク質は早く溶出し、時間の経過とともに粒径による塩溶性タンパク質の溶出量の違いはなくなった。このことから、塩ずり時間が短い場合は、塩の粒径がかまぼこゲルの物性へ影響する可能性があり、塩ずり時間が長くなると物性への影響は小さくなると考えられた。

### 3.2 塩ずり時間の影響

Fig. 3にかまぼこゲルの破断強度および歪の変化、破断強度と弾性率との関係を示す。いずれの粒径の塩を用いた場合においても、塩ずり時間が長くなると破断強度、歪は増加した。破断強度と弾性率との関係より、塩ずり時間が2分のかまぼこゲルは、弾性率に対する破断強度は低くなったが、塩ずり時間が4分以上のかまぼこゲルは、時間の経過とともに弾性率に対する破断強度は一定比率で増加した。したがって、塩ずり時間が短い場合のかまぼこゲルは、

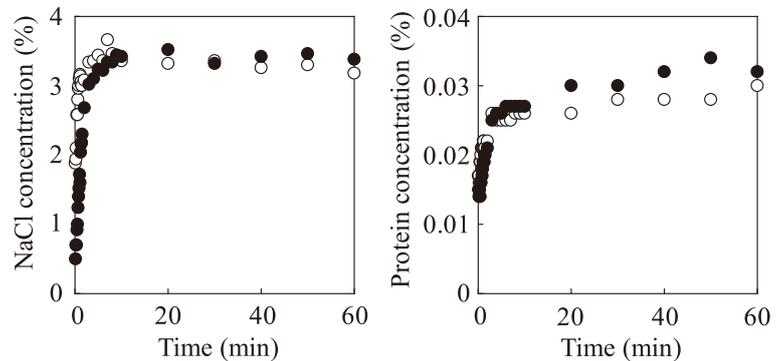


Fig. 2 Change in NaCl and protein concentrations in minced fish solution. ○: 200 μm, ●: 780 μm

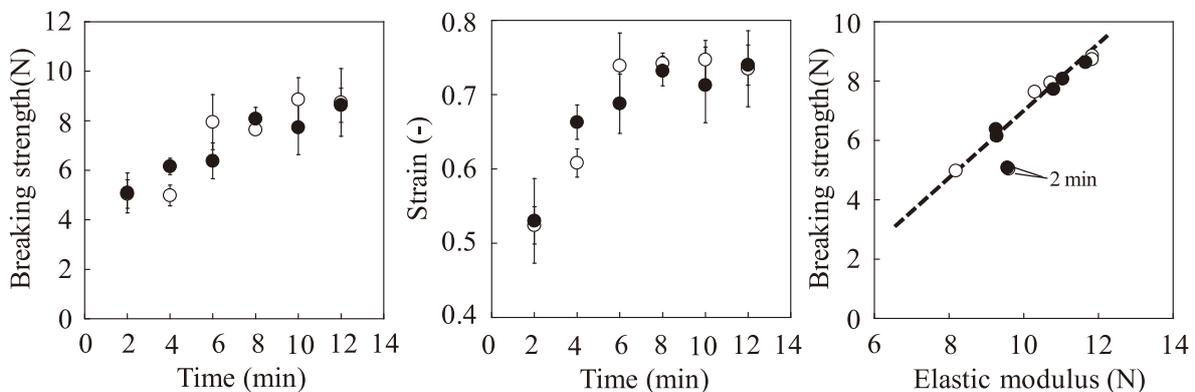


Fig. 3 Changes in breaking strength of, and strain in kamaboko gel as a result of varying the NaCl concentration, and relationship between the elastic modulus and breaking strength. ○: graded salt (200 μm), ●: graded salt (780 μm)

塩溶性タンパク質が十分に溶出していないため、もろいことが分かった。

3.1, 3.2 項の結果を併せて考えると、塩の粒径によって溶解初期の塩溶性タンパク質の溶出量に違いが見られたが、かまぼこゲルの物性への粒径の影響は小さかった。一方、塩すり時間のかまぼこゲルの物性への影響は大きいことが分かった。

#### 4. まとめ

塩の溶解速度と塩溶性タンパク質の溶出速度との関係および塩すり時間の影響について検討した。塩を添加した初期において、塩の粒径によって塩溶性タンパク質の溶出量は異なったが、かまぼこゲルの物性へ影響は小さかった。一方、塩すり操作に伴い、塩溶性タンパク質は溶出するた

め、塩すり時間のかまぼこゲルの物性への影響は大きかった。

#### 引用文献

- 1) M. Okada, "Kamaboko no Kagaku", Naruyamado Shoten, Tokyo (2000) (Japanese)
- 2) Y. Makabe, "Influence of Salt Concentration, Salt Particle Size, Types of Inorganic Salts, and Types of Edible Salts on the Texture of Kamaboko Gel", *Bull. Soc. Sea Water Sci. Jpn.*, **66**, pp.288-294 (2012) (Japanese)
- 3) Fisheries Agency, "Reitou Surimi Hinshitsu Kensa Kijun", 6 Suigyo Dai 1065 Gou, (1994) (Japanese)
- 4) The Japanese Society for Food Science and Technology (Ed.), "Shin·Shokuhin Bunsekihou", pp.44-45, Korin Publishing Co., Ltd., Tokyo (1996) (Japanese)

## Abstract

### The Influence of Salt Particle Size and Mixing Time When Producing Minced Fish with Salt on the Texture of Kamaboko Gel

Yumi MAKABE

Through a study of the relationship between the rate of dissolution of salt and the rate of dissolution of salt-soluble protein, as well as the relationship of salt particle size and mixing time when producing minced fish with salt to the texture of kamaboko gel, the influence of the salt particle size and mixing time on the texture of kamaboko gel was examined. In the early phase of the addition of the salt to the minced fish solution, the concentration of the salt and the dissolved concentration of the salt-soluble protein were high when small particles of salt were used, while the influence of the particle size on the firmness of the kamaboko gel was found to be small. However, because the salt-soluble protein was dissolved as the salt was mixed with the minced fish, the length of mixing time had a major influence on the firmness of the kamaboko gel.