

鮮肉活性魚肉粉末(AFPP)の鮮肉性におよぼす製造上の諸 因子

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	仁木, 弘 五十嵐, 清一郎
巻/号	48巻8号
掲載ページ	p. 1133-1137
発行年月	1982年8月

鮮肉活性魚肉粉末 (AFPP) の鮮肉性におよぼす製造上の諸因子*1

仁 木 弘・五十嵐清一郎

(1981年12月14日受理)

Some Factors in the Production of Active Fish Protein Powder

Hiroshi NIKI*2 and Seiichiro IGARASHI*2

Active Fish Protein Powder (AFPP) is the spray-dried fish meat powder that retains the functionality of fresh fish meat.

In order to research the various factors that affect the activity of AFPP, the effects of additives, pH, ionic strength, the duration of washing of the raw fish meat, and the temperature of spray-drying were studied.

A fresh fish meat of Alaska pollack was washed several times, milled with saccharide and other additives, and spray-dried. The activity of AFPP was measured by ATPase-activity and its Kamaboko-forming ability.

Saccharide prevented the denaturation of fish meat protein during spray-drying. In order to produce the highly active AFPP, about 25% of saccharide must be added to fish meat, calculated by dry weight.

The pH of fish meat was one of the most important factors in the producing of AFPP. The highly active AFPP was made from the fish meat of neutral pH and the less active AFPP was made from the fish meat of acidic and alkaline pH.

The high ionic strength of fish meat decreased the activity of AFPP. The washing time of raw fish meat affected the quality of AFPP. The well-washed fish meat increased the activity and whiteness of AFPP.

The inlet and outlet air temperature of spray-drying affected the activity of AFPP very much.

前報¹⁾の方法に従って噴霧乾燥法により鮮肉活性魚肉粉末、Active Fish Protein Powder (AFPP) を製造する場合、その製造条件によって得られる AFPP の鮮肉性は大きく左右される。

その製造条件とは、例えば、魚肉タンパクの変性防止剤の添加、魚肉ゾルの pH やイオン強度、原料魚肉の前処理条件、噴霧乾燥温度など種々の要因が考えられる。

これら製造上の諸因子が噴霧乾燥時の魚肉タンパクの変性、即ち、AFPP の鮮肉性におよぼす影響について明らかにしたので報告する。

実 験 方 法

供試魚肉 原料魚は、前報¹⁾と同様に、北海道紋別沖で捕獲されたスケトウタラ *Theragra chalcogramma* を用いた。漁獲後、直ちに氷蔵した原料魚は、24 時間以内に、常法により採肉し、水晒しを行い、脱水して、生すり身を調製した。この生すり身を 5°C に冷蔵し、実験に供した。

なお、水晒しは採肉した落身に対して 4 倍量の水を加え、約 10 分間ゆっくりと攪拌し、静置し、その上澄液を除くという方法を繰り返して、4 回行った。また、水晒し回数の異なるすり身を調製する場合は、それぞれ上記水晒しを 0~4 回行った後、脱水して生すり身を得た。

AFPP の製造 前報の方法¹⁾に従って、AFPP を製造した。

生すり身に、糖類、ピロリン酸ナトリウム、食塩などをそれぞれ添加し、水を加えて魚肉固形濃度が 4% となるようにした後、その混合物をコロイドミルで磨砕し、魚肉ゾルを調製した。

魚肉ゾルはフィルタープレスでろ過した後、熱風温度 150~190°C、排風温度 60~80°C で噴霧乾燥し、AFPP を得た。

なお、噴霧ノズルおよびその他の噴霧乾燥条件は、前報¹⁾と同様に行った。

AFPP の鮮肉性の測定 AFPP の鮮肉活性は、ATPase 活性とカマボコ形成能を測定することで比較した。

*1 噴霧乾燥法による鮮肉活性魚肉粉末 (AFPP) の開発に関する研究—II.

*2 雪印乳業 (株) 技術研究所札幌研究室 (Sapporo Research Division, Technical Research Institute, Snow Brand Milk Products Co., 6-36, Naebo, Higashi, Sapporo, Japan).

ATPase 活性の測定は前報¹⁾と同様に行った。AFPP 1g を 0.1 M-KCl に懸濁し、その懸濁液 1 ml を取り、ATPase 活性を測定した。ATPase 活性は AFPP がタンパク 1g 当たり、1 分間に、ATP より遊離させた無機リン酸の μ モル数、即ち、 $\mu\text{mol Pi}/\text{min}/\text{g-protein}$ で表わした。

カマボコ形成能の測定は、前報¹⁾と同様に、陸上 2 級すり身の品質判定法に従って行った。AFPP 200 g に 4 倍量の水を加えて水分を 80% に調整した後、0.026 部の食塩と 0.07 部の澱粉を加えてらいかいし、90°C で 30 分加熱してカマボコを調製した。そのカマボコのゼリー強度を岡田式ゼリー強度計を用いて測定した。また、カマボコのハンター白度は日本電色製の色差計により測定した。

結果および考察

糖の効果 冷凍すり身を製造する際、魚肉タンパク（アクトミオンタンパク）の冷凍変性を防止する目的から、蔗糖やソルビトールを添加することが、一般的に行なわれている。

糖添加による魚肉タンパクの変性防止効果については、冷凍変性²⁻⁵⁾のみならず、加熱による変性⁶⁻⁸⁾に対しても顕著な保護効果のあることが知られている。さらに、魚肉タンパクの脱水変性においても、糖が保護的に働くことが凍結乾燥による研究^{9,10)}から明らかにされている。

このように、糖が魚肉タンパクの変性防止に有効であることは各方面で認められている。しかし、噴霧乾燥のように、加熱と脱水という 2 つの変性要因が同時に作用するような系における糖の効果については、いまだ報告されていない。1942 年に平野¹¹⁾が報告している噴霧乾燥法による鮮肉活性魚粉の製造および 1974 年に、LEE¹²⁾らが開発したイカ肉の噴霧乾燥粉末など従来の噴霧乾燥法による魚肉粉末の製造においては、糖の添加はなされていなかった。

Fig. 1 は、十分に水晒しを行った生すり身に、蔗糖、ソルビトール、グルコースをそれぞれ全固形に対して 0~24% となるように添加し、それを熱風 150°C、排風 60°C で噴霧乾燥した時に得られた AFPP の糖含量（全固形に対する %）とその ATPase 活性の関係を表わしたものである。

糖の種類を問わず、糖の添加量が増すに従い、AFPP の鮮肉性は確実に向上し、糖が噴霧乾燥時の魚肉タンパクの変性防止に効果のあることが示された。なお、AFPP（水分 5%）の糖含量 24% が冷凍すり身（水分 80%）の糖含量 5% に相当する。

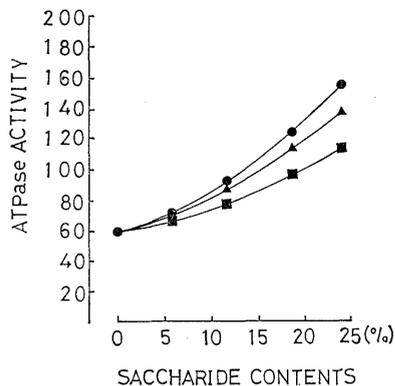


Fig. 1. ATPase activity of AFPP spray-dried with various content of saccharide.

●: Sucrose ▲: Sarbitol ■: Glucose

また、AFPP の鮮肉性を比較するのに ATPase 活性を用いたのは、糖含量が変わると AFPP の魚肉含量に大きな違いが生じ、同一レベルでカマボコ形成能を比較することが難しいためである。このように、糖の添加は AFPP の鮮肉性を保持する上で必須の条件といえる。また、その添加量は、AFPP の全固形に対し、25% が適当と考えられる。

ピロリン酸塩の効果 冷凍すり身においては、魚肉タンパクの冷凍変性防止を目的として、糖と共に、ピロリン酸ナトリウムやポリリン酸ナトリウムなどの重合リン酸塩が添加されている。重合リン酸塩の冷凍変性防止効果については種々の論議¹³⁻¹⁵⁾がなされているが、今だ不明確な点が多いようである。最近、魚肉タンパクの加熱変性に対するピロリン酸塩の効果について報告*がなされたが、主に pH とイオン強度の影響が大きいように考えられる。

Fig. 2 は、生すり身に蔗糖を全固形中 25% となるように加え、さらに、ピロリン酸ナトリウムを 0~1.4% となるように添加して魚肉ゾルを調製し、それを熱風 150°C、排風 60°C で噴霧乾燥した時に得られた AFPP のピロリン酸ナトリウム含量と ATPase 活性の関係を示したものである。なお、ATPase 活性の測定に当っては、ピロリン酸ナトリウムが拮抗阻害的に働く¹⁶⁾ことを防ぐために、Fig. 2 のデータをとるに当って、AFPP を予めよく水洗し、ピロリン酸塩を除いた後、ATPase 活性を測定した。

Fig. 2 から明らかなように、ピロリン酸ナトリウム添加による噴霧乾燥時の魚肉タンパクの変性防止効果は特に顕著なものではなく、また、その添加量が 1% を越えると、噴霧乾燥時の魚肉タンパクの変性を促進すること

* 阪本正博・新井健一：昭和 56 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 p. 146.

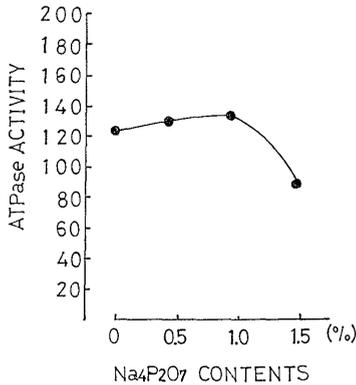


Fig. 2. ATPase activity of AFPP spray-dried with various content of sodium pyrophosphate.

が示された。過剰なピロリン酸ナトリウムの添加は魚肉ゾルの pH をアルカリ側にシフトさせ、さらに、イオン強度を増加させることにより、噴霧乾燥による魚肉タンパクの変性をうながしたものと推測される。

なお、AFPP (水分 5%) のピロリン酸ナトリウム含量が 0.95% の時、冷凍すり身 (水分 80%) では 0.2% に相当する。

この結果から、AFPP の製造においては、特に、重合リン酸塩を添加する必要はないと考えられる。

pH の影響 Fig. 2 の結果から、噴霧乾燥による魚肉タンパクの変性に、魚肉ゾルの pH とイオン強度が影響するのではないかと推測された。そこで、まず pH の影響をみるために、生すり身に蔗糖を全固形中 25% となるように添加し、魚肉ゾルとした後、1N-HCl または 1N-NaOH を添加してその pH を 6.0~8.8 まで変化させて、熱風150°C、排風 60°C で噴霧乾燥した。

Fig. 3 は各 pH の魚肉ゾルを噴霧乾燥して得られた

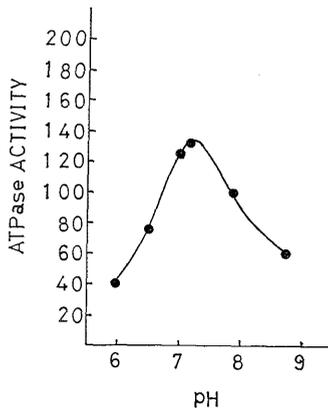


Fig. 3. ATPase activity of AFPP spray-dried at various pH of fish meat sol.

AFPP の ATPase 活性を示したものである。

魚肉ゾルの pH が噴霧乾燥時の魚肉タンパクの変性におよぼす影響は大変著しいものであった。即ち、中性付近の pH で魚肉を噴霧乾燥するならば、その変性は比較的小さく、高い鮮肉性を有する AFPP が得られた。しかし、魚肉ゾルの pH が酸性側またはアルカリ側では魚肉タンパクの変性が著しく、得られた AFPP の鮮肉性はかなり低いものであった。

このような魚肉タンパクの変性に対する pH の影響については、魚肉の筋原繊維やアクトミオシンの熱変性に関する研究⁹⁾によって、よく知られているが、加熱と脱水という 2 種類の変性を同時に受ける AFPP においては、その影響が特に顕著に表われたものと考えられる。

そこで、AFPP の製造に当っては、魚肉ゾルの pH を中性付近に調整することが、最も重要な条件の 1 つであるといえる。

イオン強度の影響 イオン強度の増加が魚肉タンパクの変性に関与していることは、加塩した冷凍すり身が無塩の冷凍すり身に比べて冷凍変性を受けやすいこと⁴⁾からも容易に推定される。また、凍結乾燥による脱水変性においても、加塩した魚肉タンパクは無塩のものに比べ、変性を受けやすいことが報告¹⁰⁾されている。そして、魚肉タンパクの加熱による変性も、高イオン強度下で促進されることが知られている。⁹⁾

Fig. 4 は、生すり身に蔗糖を全固形中 25% となるように加え、さらに食塩を 0~20% となるように添加して、魚肉ゾルを調製し、その pH を 7.0 にあわせたものを熱風 150°C、排風 60°C で噴霧乾燥し、得られた AFPP の ATPase 活性を測定し、各食塩濃度に対してプロットしたものである。

なお、AFPP (水分 5%) の食塩含量 13% が冷凍すり身 (水分 80%) の 2.6% に相当し、カマボコ調製時

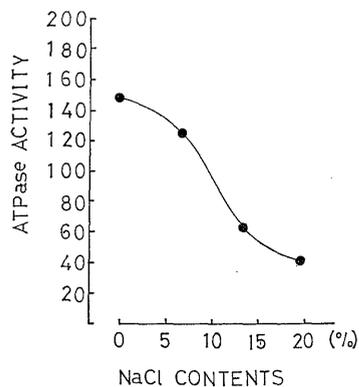


Fig. 4. ATPase activity of AFPP spray-dried with various content of sodium chloride.

のイオン強度 0.6 にあたる。

Fig. 4 の結果から、魚肉ゾル中の食塩濃度の増加、即ち、イオン強度の上昇に伴い、噴霧乾燥により得られた AFPP の鮮肉性は著しく低下した。

そこで、AFPP の製造に当って、塩類を添加することは極力さげなければならない。重合リン酸塩なども、魚肉ゾルの pH を中性付近に調整する程度に添加するとどめ、過剰に加えることは魚肉タンパクの変性を促進することになる。

水晒しの効果 魚肉を十分に「水晒し」することが、従来、品質のよいすり身を製造するための必要条件となっている。

それは、魚肉を水晒しすることによって、魚肉のカマボコ形成能を阻害するといわれる水溶性タンパク（筋形

質タンパク)¹⁷⁾ や塩類を除き、カマボコの足形成の基礎となるアクトミオンタンパクの濃縮を図ると共に、その白度を高めることにより、すり身の品質を向上させるものである。

AFPP の製造においても、原料魚肉の水晒し処理は AFPP の品質に大きな影響をおよぼすものと考えられる。Fig. 5 は魚肉の水晒し回数を 0~4 回と変えた時に、得られた AFPP の ATPase 活性を測定した結果である。Fig. 6 は、同じ AFPP から調製したカマボコのゼリー強度とハンター白度を示したものである。なお、AFPP の製造条件は生すり身に全固形の比率で 25% 量の蔗糖を添加し、魚肉ゾルの pH を 7.0 に調整した後、熱風 150°C、排風 60°C で噴霧乾燥した。

Fig. 5 および 6 に示したように、水晒し回数が増すにつれて、得られる AFPP の鮮肉性は著しく高くなり、その白度も向上した。高品質の AFPP を製造するためには、原料魚肉を十分に水晒しすることが必須の条件である。

しかし、この水晒し工程で大量のタンパクが原料魚肉から溶出し、それが AFPP の歩留低下と排水処理の負荷を増大させることになった。そこで、この水溶性タンパクを回収し、有効に活用することが、AFPP の製造に当って新たな課題となった。この水溶性タンパクの回収と利用に関しては、後報で、詳細に報告する。

熱風-排風温度の影響 AFPP の鮮肉性におよぼす製造上の諸因子の中で、最も大きな影響を示すのは、噴霧乾燥時の熱風温度と排風温度である。

魚肉ゾルは乾燥チャンパー上部の噴霧ノズルから霧状に噴霧されると同時に、熱風と混合され、瞬間的に乾燥される。¹⁾ この時、150~190°C の熱風はその熱量を奪われ 60~80°C の排風となる。魚肉粉末は、その後、排風によって 10 数秒間チャンパー内を落下し、2 次乾燥を受け、最後にサイクロンセパレーターで排風と分離される。

一般に、噴霧乾燥においては、試料の品温は排風温度以上には上昇しないと考えられる。それは試料が熱風と混合されると乾燥のための気化熱を奪われ、瞬時に、その品温は排風温度まで低下すると考えられている。そこで、AFPP の鮮肉性に対しては、排風温度の方が熱風温度より大きく影響するであろうと予想された。

Figs. 7 と 8 は、生すり身に固形率で 25% となるように蔗糖を加え、魚肉ゾルとし、その pH を 7.0 に調整した後、熱風温度を 150, 160, 170, 180, 190°C の 5 段階、排風温度を 60°C, 70°C, 80°C の 3 段階にそれぞれ変化させて噴霧乾燥した時に得られた AFPP の鮮肉性を示したものである。Fig. 7 は ATPase 活性を、また、Fig. 8 は AFPP から調製したカマボコのゼリー強度を

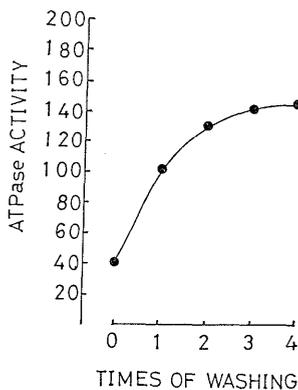


Fig. 5. Relation between the washing times of raw fish meat and the ATPase activity of AFPP.

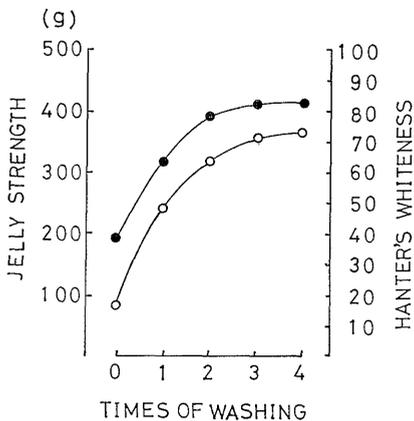


Fig. 6. Effect of the washing time of raw fish meat to the kamaboko jelly strength and Hunter's whiteness of AFPP.

●: kamaboko jelly strength ○: Hunter's whiteness

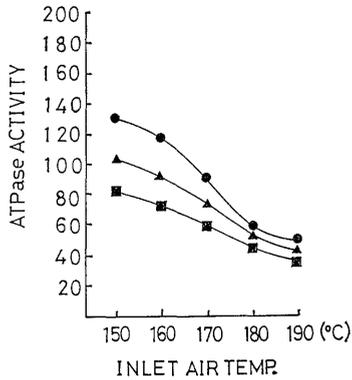


Fig. 7. Effect of the inlet and outlet air temperature to the ATPase activity of AFPP.

●: 60°C of outlet air temp. ▲: 70°C of outlet air temp. ■: 80°C of outlet air temp.

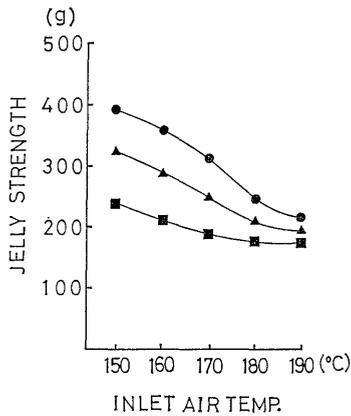


Fig. 8. Effect of the inlet and outlet air temperature to the kamaboko jelly strength of AFPP.

●: 60°C of outlet air temp. ▲: 70°C of outlet air temp. ■: 80°C of outlet air temp.

測定し、各熱風-排風温度に対してプロットしたものである。

Figs. 7, 8 から明らかのように、当初の予想に反し、熱風温度が AFPP の鮮肉性に大きく影響し、熱風温度が高い程、得られる AFPP の鮮肉性は低下した。また、同じ熱風温度では排風温度が高い程、AFPP の鮮肉性は低下した。

これらの結果は、噴霧乾燥時に AFPP の品温がその排風温度以上に上昇していることを示唆するものであるが、魚肉ゾルの微粒子と熱風が混合された瞬間の魚肉の品温を測定することはできなかった。なお、排風温度は乾燥機への魚肉ゾルの供給量を変えることにより調整した。

以上のように、熱風温度、排風温度共に、低い程、得られる AFPP の鮮肉性は高いことが示された。しかし、

熱風温度を下げ過ぎると噴霧乾燥機の生産性を低下させることになり、一方、排風温度の低下は製品の水分値を高め、乾燥チャンバーへの付着から回収率を低下させる。

そこで、良好な噴霧乾燥を行うためには、熱風温度で 150°C、排風温度で 60°C がそれぞれの下限であると考えられる。

以上の結果、噴霧乾燥法により鮮肉活性魚肉粉末を製造するには、i) 魚肉ゾルに糖を添加すること、ii) 魚肉ゾルの pH を中性付近に調整すること、iii) 塩類の添加をさけること、iv) 原料魚肉は充分に水晒しすること、v) 熱風排風温度はあまり高くしないこと、などの条件が必要であることがわかった。

また、糖の保護効果、pH やイオン強度の影響、水溶性タンパクの作用(水晒しの効果)など、従来、魚肉タンパクの冷凍変性や加熱変性に関する研究で明らかにされた諸要因が、全て、AFPP の製造においても重要な因子として働いていることがわかった。しかも、それら各因子の効果が、冷凍変性などに比べ、噴霧乾燥においてはより強く現われることが明らかとなった。そこで、AFPP の製造に当っては、これら製造上の諸因子を冷凍すり身の場合より厳密に調整することが必要であると考えられる。

文 献

- 仁木 弘・出家栄記・加藤恒夫・五十嵐清一郎: 日水誌, **48**, 999-1004 (1982).
- 西谷喬助: 特許出願公告, 昭 37-9257.
- 新井健一: *New Food Industry*, **13**, 48-55 (1971).
- 川島孝省・新井健一・斉藤恒行: 日水誌, **39**, 525-532 (1973).
- 新井健一・高士令二: 日水誌, **39**, 533-541 (1973).
- 新井健一・福田道代: 日水誌, **39**, 625-631 (1973).
- 新井健一・川村久美子・林千恵子: 日水誌, **39**, 1077-1085 (1973).
- 大泉 徹・橋本浩二・小倉潤子・新井健一: 日水誌, **47**, 901-908 (1981).
- 松田由美子: 日水誌, **37**, 130-134 (1971).
- 松田由美子: 日水誌, **37**, 135-139 (1971).
- 平野 弘: 水試報, **12**, 55-91 (1942).
- C.M. LEE, R.T. TOLEDO, T.O.M. NAKAYAMA, and C. O. CHICHESTER: *J. Food Sci.*, **39**, 735-738 (1974).
- 徳永俊夫・中村全良: 北海道区水研報, **23**, 61-64 (1961).
- 新井健一: 日水誌, **36**, 232-235 (1970).
- 野口 敏: *New Food Industry*, **13**, 56-60 (1971).
- 若狭智恵子: 札幌医誌, **10**, 111-117 (1956).
- 岡田 稔: 日水誌, **30**, 255-261 (1964).