

鮮肉活性魚肉粉末(AFPP)の製造における魚肉ゾルの粘度低下方法と鮮肉活性

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	仁木,弘 土肥,達 五十嵐,清一郎
発行元	日本水産學會
巻/号	50巻9号
掲載ページ	p. 1545-1550
発行年月	1984年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



鮮肉活性魚肉粉末 (AFPP) の製造における魚肉ゾルの 粘度低下方法と鮮肉活性*1

仁木 弘・土肥 達・五十嵐清一郎

(1984年1月20日受理)

Methods of Reducing the Viscosity of Fish Meat Sol and Kamaboko-Forming Property of Active Fish Protein Powder

Hiroshi NIKI,*2 Tôru DOI,*2 and Seiichiro IGARASHI

The high viscosity of fish meat sol is one of the most difficult barriers on the development of the active fish protein powder (AFPP). The method which reduce the viscosity of fish meat sol and retain the kamaboko-forming property of fish meat should be developed.

The effects of adding Ca^{2+} , Ca^{2+} and poly anion, water soluble protein and carbonic acid to fish meat sol were examined.

These four methods reduced the viscosity of fish meat sol sufficiently. But only the fourth method which added carbonic acid to fish meat sol, lowered the pH of sol and reduced the viscosity of sol could make the AFPP that has the highest kamaboko-forming property. It is the feature of this method that carbonic acid added to fish meat sol was removed from fish meat quickly through spray-drying and was not retained in the AFPP. Therefore, pH of the AFPP became neutral and the denaturation of fish meat protein (actomyosin) was little.

噴霧乾燥による鮮肉活性魚肉粉末 (AFPP) の製造において、魚肉ゾルの高粘性は最も大きな技術上の問題の1つである。¹⁾ 魚肉ゾルの高粘性は、噴霧乾燥時の液滴の微粒化を妨げ、得られる AFPP の品質・歩留りを低下させることが明らかとなっている。²⁾ そこで前報^{3,4)}においては、スケトウダラの筋原繊維ゾルをモデルとして、魚肉ゾルの粘性発現について基礎的検討を加え、³⁾ さらに各種イオンの添加および pH の変化が魚肉ゾルの粘度に大きな影響をおよぼすことを明らかにした。⁴⁾ そして、これらの知見をもとに、AFPP 製造における魚肉ゾルの粘度低下方法を検討し、それに基づく各種の AFPP 製造法を開発した。⁴⁾

今回は、粘度低下法として、カルシウムイオン、カルシウムイオンと多価アニオン、水溶性タンパク質などの添加、および炭酸による pH 調整の4種類の方法で AFPP を製造し、その鮮肉活性 (カマボコ形成能) を比較検討した。

実験方法

供試魚肉 原料魚は北海道紋別沖で漁獲されたスケトウダラ *Theragra chalcogramma* を用い、前報¹⁾と同様

に、魚体を水洗し、頭・内臓を除いた後、採肉し、それを4倍量の水で4回水晒しを行い、脱水して、生すり身を得た。この生すり身 (水分 84%) に、蔗糖 0.05 部を添加し、十分に混合した後 (水分 80%, pH 7), 5°C に冷蔵し、実験に供した。

AFPP の製造 前報¹⁾の製造工程に従って、生すり身をミートチョッパーでひき肉とし、冷却した粘度低下剤溶液を適量加え、コロイドミルで摩砕して魚肉ゾルを調製した。粘度低下剤のうち、塩化カルシウム (CaCl_2), グエン酸ナトリウム ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), 炭酸ナトリウム (Na_2CO_3), ピロリン酸ナトリウム ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) などの塩類は、冷水に溶解し、0.1 N HCl および 0.1 N NaOH で pH を調整した。このほか、卵白アルブミン、卵白、ホエータンパク質などは、冷水に溶解し、pH を調整した。卵白アルブミン (egg albumin) は市販のアルブミン粉末を使用し、卵白 (egg white) は冷凍卵白を用いた。なお、ホエータンパク質は、レンネットホエーを限外ろ過処理して、脱水・脱乳糖し、得られたホエータンパク濃縮物を噴霧乾燥したものを用いた。

炭酸の添加は、冷水中に炭酸ガスを吹き込むことによって炭酸水を調製し、使用した。

*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—VII (Studies on the Development of Active Fish Protein Powder by Spray Drying—VII).

*2 雪印乳業 (株) 札幌研究所 (Sapporo Research Laboratory, Snow Brand Milk Products Co., 6-1 Naebo, Higashi, Sapporo, Japan).

上記のように、粘度低下剤を添加して調製した魚肉ゾルは、フィルタープレスでろ過した後、高粘度用高压ポンプを備えた縦型圧力式噴霧乾燥機を用いて、熱風温度 150°C、排風温度 60°C で噴霧乾燥した。

魚肉ゾルの粘度測定 前報²⁾と同様に、回転円筒式 B 型粘度計を用いて、魚肉ゾル (10°C) の粘度 (Poise) を測定した。

カマボコ形成能の測定 AFPP の鮮肉活性の判定にはカマボコ形成能を測定した。全国すり身協会の陸上 2 級冷凍すり身の品質判定法に準じて、前報¹⁾と同様に測定した。

AFPP に約 4 倍量の冷水を加え、その水分を 80% に調製し、生すり身に戻した上で、5 分間空ずりを行い、0.026 部の食塩を加えて 15 分間、0.07 部の澱粉を添加して 15 分間、それぞれらいかいした後、直径 30 mm のサランチューブに充填し、90°C、30 分間加熱してカマボコを調製した。なお、AFPP に加水して生すり身に戻す際、 $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、EDTA などの Ca^{2+} 封鎖剤や NaOH などの pH 調整剤を冷水中に溶解して添加した。

上記のように調製したカマボコは、一夜放置後、そのゼリー強度 (g) を岡田式ゼリー強度計を用いて測定し、折曲げテストは、カマボコを厚さ 3 mm の輪切りとし、折曲げた時の亀裂の程度から AA, A, B, C, D の 5 段階評価を行った。

結果および考察

カルシウム添加 AFPP の製造法 噴霧乾燥による AFPP の製造に当って、魚肉ゾルの調製は最も重要な工程の 1 つである。それは、ノズルから魚肉ゾルを乾燥チャンパー内に噴霧する際、魚肉ゾルが微粒子として分散し、乾燥用の熱風と均一に混合されねばならない。この魚肉ゾルの微粒子化の程度が、AFPP の品質および歩留りに大きな影響を与える。²⁾ この微粒子化を妨げる最大の要因は魚肉をゾル化した時に生じる高い粘度である。

魚肉は筋肉組織であるため、それをノズルから熱風気流中へ噴霧するためには、機械的摩擦によって、100 μm 以下の微粒子として均一な肉糊状のゾルを調製する必要がある。¹⁾ しかし、この時、魚肉ゾルは著しく高粘性となり、それが以後の噴霧乾燥を困難にする。この魚肉ゾルの高粘性の原因が魚肉タンパク質 (アクチン・ミオシン) の保水能によるものであることは、前報²⁾ で詳細に報告した。そして、この魚肉ゾルの高粘性が各種塩類の添加によって低下し、⁴⁾ 特に、魚肉ゾルに Ca^{2+} を添加することにより、その粘度が著しく低減されることを明らかにした。⁴⁾

そこで、AFPP の製造に当って、魚肉に冷水を加え、コロイドミルで摩擦する際に、その冷水中に CaCl_2 を

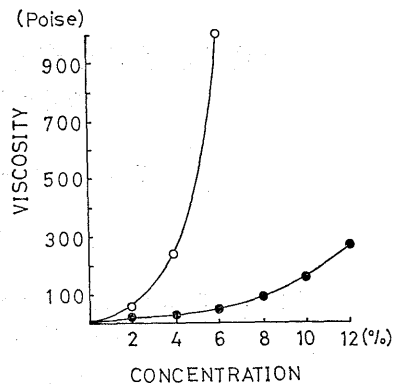


Fig. 1. Viscosity of fish meat sol and fish meat sol added 10 mM Ca^{2+} at various concentrations of fish meat.

○: Fish meat sol, ●: Fish meat sol added 10 mM Ca^{2+} , pH 7.0, 5°C, concentration (%) = fish meat solid content in fish meat sol.

添加することによって、低粘度魚肉ゾルを調製し、それを噴霧乾燥し、得られた AFPP の品質 (鮮肉活性) をカマボコ形成能により判定した。

Fig. 1 は、各々の魚肉濃度における、無添加魚肉ゾルと水分中の濃度で 10 mM となるように Ca^{2+} (CaCl_2) を添加した魚肉ゾル (pH 7.0) の粘度 (Poise) を示したものである。なお、ゾルの魚肉濃度はゾル調製時に配合した生すり身重量からゾル中の魚肉固形含量を求め、重量 % で示した。

魚肉濃度の増加と共に、無添加魚肉ゾルの粘度は急激に上昇し、良好な噴霧乾燥を行うためには、魚肉濃度 3% が限界であった。一方、10 mM Ca^{2+} 添加魚肉ゾルはその粘度が著しく低下されており、魚肉濃度 9% まで良好な噴霧乾燥を行うことが可能であった。即ち、10 mM Ca^{2+} の添加によって、噴霧乾燥時の単位魚肉固形重量当りの水分蒸発量が約 1/3 に低減されたことになり、噴霧乾燥効率が著しく高められた。

そして、 Ca^{2+} を添加した魚肉ゾルから製造した AFPP のカマボコ形成能を測定したところ、カマボコのゼリー強度は 220 g、折曲げテストは C という結果であった (Table 1)。この結果から次のようなことが考えられる。 Ca^{2+} を添加した魚肉ゾルはその保水能が低下し、それによって魚肉ゾルの粘度も低減した。⁴⁾ そして、 Ca^{2+} 添加魚肉ゾルから製造した AFPP も保水能が低下しており、それを復水させて調製したカマボコの保水能は、当然低いため、その品質は C ランクと判定された。

そこで、 Ca^{2+} 添加 AFPP よりカマボコなどのねり製品を調製する時には、魚肉ゾルの粘度低下に用いた Ca^{2+} を何らかの方法で封鎖する必要がある。ねり製品の結着力増強剤として、最も一般的に利用されている重合リン

Table 1. Improvement of kamaboko-forming properties of AFPP containing Ca^{2+} by adding $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

Amount of $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ added (mol/kg of kamaboko)	Degree of binding Ca^{2+} (%)	Kamaboko-forming properties	
		Jelly strength (g)	Bending test
0	0	220	C
0.005	50	280	B
0.011	100	340	A
0.022	200	380	AA

(Kamaboko contains 0.022 mol of Ca^{2+} per kg)

酸塩、例えば、ピロリン酸ナトリウム ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) などは、 Ca^{2+} 封鎖剤として最適と考えられる。

そこで、 Ca^{2+} 添加 AFPP からカマボコを調製する際、復水のために加える冷水中に $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ を添加溶解し、 Ca^{2+} の封鎖を試み、その結果を Table 1 に示した。AFPP 中に存在する Ca^{2+} 量に対し、50, 100, 200% の封鎖率となるように、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ を添加し、得られたカマボコの品質を測定したところ、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ の添加によってカマボコの品質は、確実に改良された。このことから、 Ca^{2+} 添加 AFPP より、ねり製品を製造する場合は、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ などの重合リン酸塩の添加が必須であるといえる。

次に、上記のような $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 添加による Ca^{2+} 添加 AFPP の品質改良効果が、単に Ca^{2+} の封鎖作用だけによるものかどうか、例えば、イオン強度の増加、pH の上昇などの影響も考えられるので、これらの点についてさらに検討を加えた。最も一般的な Ca^{2+} 封鎖試薬としてのエチレンジアミン 4 酢酸 (EDTA)、イオン強度の影響をみる目的で KCl、pH 上昇の影響をみるために NaOH を、それぞれ、 Ca^{2+} 添加 AFPP の復水時に加えて、上記 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 添加の場合と同様にカマボコを調製して比較した。結果を Table 2 に示した。

$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ と同程度の Ca^{2+} 封鎖率 (100%) となるように EDTA を添加した場合、そのカマボコの品質は封鎖剤を全く用いない場合と同様であった。イオン強度を

KCl で $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 添加と同程度 ($I=0.140$) に高めた場合、また、その pH を NaOH を用いて $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ と同程度 (pH 7.5) に調製した場合のいずれも、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 添加効果におよばなかった。

これらの結果から、 Ca^{2+} 添加 AFPP に対する $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 添加効果は、 Ca^{2+} が不溶性のピロリン酸カルシウムとして封鎖されるお共に、それがカマボコの組織を改良する上で何らかのプラス的作用をもたらしたものと推測される。⁵⁾ なお、EDTA に Ca^{2+} 封鎖効果が認められなかったのは、EDTA-Ca がピロリン酸カルシウム ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$) と異なり、水溶性の塩であることに起因しているのではないかと考えられる。一方、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 添加によるイオン強度の増加および pH の上昇もカマボコ組織の向上に多少なりとも寄与しているものと思われる。

カルシウムと多価アニオンを併用した AFPP の製造法 Ca^{2+} を添加して、魚肉ゾルの粘度を低下させ、それを噴霧して製造した AFPP は、それからねり製品を製造する際、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ などの Ca^{2+} 封鎖剤を用いねばならず、AFPP をカマボコ原料として使用する上で不便である。

そこで、これらの Ca^{2+} 封鎖剤をあらかじめ魚肉ゾル中に添加しておき、噴霧乾燥前はそれらの封鎖剤が Ca^{2+} の低粘度化作用を妨げず、噴霧乾燥後には AFPP 中の Ca^{2+} が完全に封鎖される製造方法の開発を試みた。

種々の Ca^{2+} 封鎖剤を検討した結果、低温の水溶液中では、 Ca^{2+} と不溶性の塩を形成せず、噴霧乾燥後には不溶性のカルシウム塩に変化するクエン酸や炭酸などの弱酸の多価アニオンの利用が考えられた。ピロリン酸ナトリウム ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) と Ca^{2+} が水溶液中で共存すると、直ちに、不溶性のピロリン酸カルシウム ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$) を形成し、沈澱する。しかし、クエン酸ナトリウム ($\text{Na}_3\text{-C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) や炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) と Ca^{2+} を同様に共存させると、その溶液の温度が低い場合、不溶性の塩を生じない。

魚肉ゾルを調製する際、水分中の濃度が 0~10 mm となるように Ca^{2+} (CaCl_2) を添加し、併せて、その Ca^{2+} を封鎖するのに必要な量の $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ 、 Na_2CO_3 、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

Table 2. Effects of binding Ca^{2+} , ionic strength and pH on the kamaboko-forming properties of AFPP containing Ca^{2+}

Additive	Amount of additive (mol/kg of kamaboko)	Binding Ca^{2+} (%)	Ionic strength of kamaboko	pH of kamaboko	Kamaboko-forming properties	
					Jelly strength (g)	Bending test
$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	0.011	100	0.137	7.5	340	A
EDTA	0.011	100	0.137	7.3	200	C
KCl	0.112	—	0.140	7.3	280	B
NaOH	—	—	—	7.5	270	B

(Kamaboko contains 0.022 mol of Ca^{2+} per k)

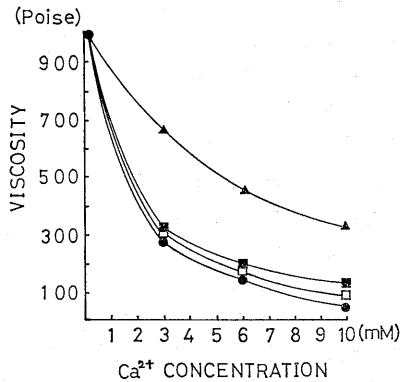


Fig. 2. Change in viscosity of fish meat sol added Ca^{2+} and various poly anions.

●: CaCl_2 , ■: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$, □: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$, ▲: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, 6% of fish meat sol, pH 7.0.

をそれぞれ加えた。これらの魚肉ゾル（魚肉濃度 6%）の pH を 7.0 に調整した後、 10°C でその粘度 (Poise) を測定し、その結果を Fig. 2 に示した。なお、 Ca^{2+} 濃度が 10 mM の時、 $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ は 7 mM、 Na_2CO_3 は 10 mM、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ は 5 mM となるような割合で、それぞれの多価アニオンを添加した。

Ca^{2+} と $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ または Na_2CO_3 を併用した場合は、 Ca^{2+} 単独の場合とほぼ同程度の粘度低下効果が認められた。しかし、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ と Ca^{2+} の併用の場合は、明らかに $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ が Ca^{2+} の粘度低下効果を妨げていることが示された。

次に、10 mM CaCl_2 、10 mM $\text{CaCl}_2 + 7$ mM $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ 、そして 10 mM $\text{CaCl}_2 + 10$ mM Na_2CO_3 の 3 種類の組合せで魚肉ゾル（魚肉濃度 9%）を調製し、その粘度、pH を測定し、直ちに噴霧乾燥を行い、得られた AFPP からカマボコを調製した。品質判定結果を Table 3 に示した。

$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ および Na_2CO_3 の添加によって、魚肉ゾルの pH はやや高めとなり、その粘度も Ca^{2+} 単独に比べわずかに上昇したが、 Ca^{2+} の粘度低下効果は充分に

保たれていた。これらの魚肉ゾルを噴霧乾燥した後は、 Ca^{2+} が $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ や Na_2CO_3 と不溶性の塩を形成し、封鎖されたために、 Ca^{2+} 単独の場合より、得られた AFPP のカマボコ形成能は向上した。しかし、 Ca^{2+} を全く添加しない場合に比べ、そのカマボコ形成能は低く、満足すべき品質とはいえない。

水溶性タンパク質添加 AFPP の製造法 前報⁴⁾において、水溶性タンパク質のような両性電解質も魚肉ゾルの粘度を低下させる作用があることが認められた。

魚肉濃度を 6% とし、これに 1~4% の卵白アルブミンを添加して魚肉ゾル (pH 7.0) を調製して、その粘度を測定した。結果を Table 4 に示した。

Table 4. Viscosity of fish meat sol added egg albumin

Egg albumin content (%)	Fish meat content (%)	Total protein content (%)	Viscosity (Poise)
0	6	6	990
1	6	7	340
2	6	8	135
3	6	9	90
4	6	10	50

(pH 7.0)

卵白アルブミン添加により、魚肉ゾルの全タンパク含量は増加するにもかかわらず、粘度は低下した。

そこで、水溶性タンパク質として、卵白およびホエータンパク質をそれぞれ添加した魚肉ゾルを調製し、噴霧乾燥して AFPP を得た。魚肉ゾル中の水溶性タンパク質の濃度、魚肉濃度、粘度、pH および噴霧乾燥後得られた AFPP のカマボコ形成能を Table 5 に示した。

魚肉ゾルの全タンパク含量が 12% の時、粘度は 170~180 Poise であり、良好な噴霧乾燥が可能であった。しかし、得られた AFPP のカマボコ形成能は満足すべきものではなかった。なお、卵白の場合、ホエータンパク質に比べ、カマボコ調製時の卵白の熱凝固によるゼリー強度の増加が認められたが、その弾力（折曲げテスト）は

Table 3. Kamaboko-forming properties of AFPP contained Ca^{2+} and various poly anions

Salt content	Fish meat sol			Kamaboko-forming properties of AFPP	
	Fish meat content (%)	Viscosity (Poise)	pH	Jelly strength (g)	Bending test
None	3	150	7.0	410	AA
10 mM CaCl_2	9	120	7.0	220	C
10 mM CaCl_2 +7 mM $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	9	180	7.2	330	A
10 mM CaCl_2 +10 mM Na_2CO_3	9	160	7.2	300	B

Table 5. Kamaboko-forming properties of AFPP added water-soluble proteins

Fish meat sol				Kamaboko-forming properties of AFPP	
Water-soluble protein content (%)	Fish meat content (%)	Viscosity (Poise)	pH	Jelly strength (g)	Bending test
None	3	150	7.0	410	AA
Egg white 2	6	130	7.1	320	A
Egg white 3	9	180	7.0	310	B
Whey protein 2	6	110	7.0	260	B
Whey protein 3	9	170	6.9	240	B

充分なものではなかった。このように、水溶性タンパク質の添加により魚肉ゾルの粘度は低下したが、得られたAFPP中には魚肉ゾルの粘度低下に使用した水溶性タンパク質が残存しているために、そのカマボコ形成能は無添加のものに比べかなり劣る結果となった。

炭酸を添加したAFPPの製造法 Ca^{2+} , Ca^{2+} と弱酸の多価アニオン、水溶性タンパク質などの添加法は、魚肉ゾルの粘度低下には有効であるが、AFPPのカマボコ形成能では満足すべき結果は得られなかった。その原因は、魚肉ゾルの低粘化に使用した物質がAFPP中に残存しているためと考えられる。

そこで、魚肉ゾルを調製する際に魚肉ゾルの低粘化に働いた物質が、噴霧乾燥後にAFPPから完全に除去されるような方法がみ出されるならば、これらの問題は一挙に解決されるはずである。

前報⁴⁾において、魚肉ゾルのpHを変化させることによって、魚肉ゾルの粘度は大きく変ることを示した。魚肉濃度5%の魚肉ゾルに0.1N HClおよび0.1N NaOHを滴下して、このpHを6.3-8.3に調整し、その粘度を測定した。結果はFig. 3に示すように、酸性側で魚肉ゾルの粘度は著しく低下した。

しかし、前報⁶⁾で明らかにしたように、噴霧乾燥時の

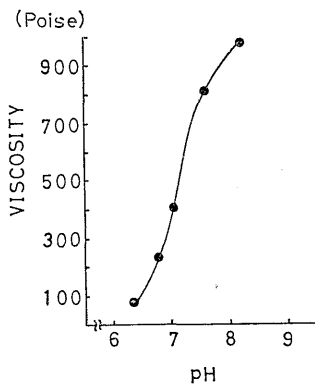


Fig. 3. Change in viscosity of fish meat sol at various pH. 5% of fish meat sol.

魚肉タンパク質 (アクトミオン) の変性は、酸性側で最も著しく、中性付近で最も少ないことが知られている。即ち、酸性側では魚肉ゾルの粘度は十分に低下するものの、得られるAFPPのカマボコ形成能も低下することが予想される。

そこで、魚肉ゾル中では酸として作用して魚肉ゾルの粘度を十分に低下させ、次いで、噴霧乾燥時にそれが完全に除去され、AFPP中に残留しないような酸の選択を行った。

上記のような条件を満たす酸として、種々検討の結果、炭酸を用いることにした。魚肉ゾルを調製する際、冷水 (0°C) 中に炭酸ガスを吹き込むことによって、炭酸水を作り、それを用いて魚肉ゾルを調製した。これにより、魚肉ゾルのpHは6.3程度にまで低下し、魚肉ゾルの粘度は魚肉濃度9%で140 Poiseにまで低下した。

この低粘化魚肉ゾルを噴霧乾燥すると、魚肉ゾルが噴霧ノズルから熱風気流中に噴霧された瞬間に、炭酸は CO_2 と H_2O に分解し、魚肉から取り除かれた。この炭酸の完全除去によって、魚肉のpHは瞬時に元の中性付近に戻るため、魚肉タンパク質 (アクトミオン) の変性は最少限におさえられるものと考えられる。Table 6は炭酸、塩酸、酢酸を用いて、魚肉ゾル (魚肉濃度9%) のpHを6.3に調整し、噴霧乾燥したAFPPのpHとカマボコ形成能を測定した結果である。

噴霧乾燥時に分解・消失する炭酸を用いた場合、魚肉ゾルの低粘化は充分であり、良好な噴霧乾燥が可能であった。そして、噴霧乾燥後に得られたAFPPのpHは酸を全く添加しなかった場合と一致し、そのカマボコ形成能も高い値を示し、ゼリー強度、折曲げテスト共に満足できる値であった。一方、塩酸、酢酸などの噴霧乾燥時に一部は揮散するが大部分はAFPP中に残留するような酸を用いた場合、得られたAFPPのpHは低く、噴霧乾燥による魚肉タンパク質の変性も著しく、カマボコ形成能の低下が激しかった。

このように、炭酸を添加して魚肉ゾルを調製することにより、その粘度を低下させて良好な噴霧乾燥を可能にし、さらに、噴霧乾燥時に炭酸は瞬時に分解・消失して

Table 6. Viscosity of fish meat sol and the kamaboko-forming properties of AFPP added various acids

Acid	Fish meat sol			AFPP		
	Fish meat content (%)	Viscosity (Poise)	pH	pH	Kamaboko-forming properties	
					Jelly strength (g)	Bending test
None	3	150	7.1	7.1	410	AA
Carbonic acid	9	140	6.3	7.1	390	AA
Hydrochloric acid	9	135	6.3	6.5	240	C
Acetic acid	9	140	6.3	6.4	230	C

AFPP 中には全く残留しない方法が見い出されたことにより、高品質の AFPP を効率よく生産するための基本的な方法が確立された。

以上、AFPP 製造に当って、魚肉ゾルの低粘度化方法として4つの方法を報告した。比較検討の結果、炭酸を用いる方法が AFPP の鮮肉活性を保持し、かつ、噴霧乾燥の効率を高めるために最も良い方法であることがわかった。

文 献

- 1) 仁木 弘・出家栄記・加藤恒夫・五十嵐清一郎：日水誌，**48**，999-1004 (1982).
- 2) 仁木 弘・和田恒雄・五十嵐清一郎：日水誌，**49**，85-89 (1983).
- 3) 仁木 弘・加藤恒夫・五十嵐清一郎：日水誌，**50**，681-687 (1984).
- 4) 仁木 弘・加藤恒夫・五十嵐清一郎：日水誌，**50**，689-694 (1984).
- 5) 三宅正人・林 孝市郎・野田宏行：三重大学水産学部紀要，**6**，39-47 (1963).
- 6) 仁木 弘・五十嵐清一郎：日水誌，**48**，1133-1137 (1982).