

通電加熱による魚肉接着技術の開発

Development of Fish Meat Adhesion Processing Technology using Ohmic Heating

松本通夫・小谷幸敏・加藤 愛・中野 陽・矢野原泰士

Michio Matsumoto, Yukitoshi Kodani, Ai Kato, Hiroshi Nakano and Taishi Yanohara

食品開発研究所 食品技術科

可食性接着剤を塗布した接着面の温度を通電加熱により選択的に上昇させることによる魚肉接着方法について検討した。その結果、魚肉の品温の上昇を抑えながら、短時間で魚肉を接着させることが出来ることを確認し、中でも魚肉品温を 0℃以下の凍結状態を保ちながら、短時間で魚肉を接着されることが出来るという革新的な技術を開発した。このことにより、ドリップを生じることなく、鮮度を保ったままで接着が可能になった。

Fish meat adhesion was studied, applying ohmic heating to selective temperature rise at the adhesion surface of the edible adhesive spread. A processing technology for rapid fish meat adhesion was developed in which the temperature increase of fish meat was suppressed: fish meat temperature was maintained at subzero temperatures, allowing the meat to remain fresh without dripping.

1. はじめに

通電加熱とは、食品を電極で挟み、交流電圧をかけることにより食品中に電流を流して、抵抗にみたてた食品の温度を上昇させて加熱することであり、食品加工への利用については、解凍への利用も検討されているが、加熱が中心であり、主にかまぼこやパン粉の製造等に利用されており、広く食品加工に利用されている^{1),2),3)}。

一方、魚肉接着技術についてはかまぼこの座りの際に働く、架橋重合酵素(トランスグルタミナーゼ)を活用したり^{4),5)}、動・植物蛋白質を主体とした食品用接着剤⁶⁾及び焼成カルシウムを添加して改良されたもの⁷⁾などがある。使用方法としては、いずれも 0℃以上で 1~2 時間あるいは一晩かけて接着させている^{8),9)}。

2. 実験方法

2.1 原材料

2.1.1 試験用魚肉スライス片の調製

冷凍シルバー(ニュージーランド産)を半解凍状

態にし、3枚におろした後、可食性接着剤溶液を塗布し、10cm×10cm×10cm、あるいは10cm×10cm×30cmの型枠に詰め、蓋をし、適度な重石をして冷蔵庫にて接着させ魚肉ブロックを調製し、凍結させた。これをバンドソウにより、10cm×10cm×0.5cm厚の魚肉スライスを調製し、これを半分に切断して10cm×5cm×0.5cmの魚肉スライス一対を調製した。この魚肉スライス一対はフィルム包装した後、凍結保管しておき、必要に応じて取り出して用いた。

魚肉品温が0℃以上での魚肉接着の場合には、一晩、-3℃の室に置いて品温を上げた後、目標とする品温に設定した恒温水槽(電子冷熱)中にて30分間浸漬して品温を一定温度にした。

目標とする品温が0℃以下の場合には、一晩、目標とする品温に設定した恒温器に保管して、品温を一定温度にした。

2.1.2 可食性接着剤の調製

味の素(株)製アクティブ TG-B 強着タイプを用い、3倍量の水に分散させて調製した。

2.2 接着試験方法

2.2.1 魚肉接着及び引っ張り試験用試料の調製

魚肉スライス片 (10 cm×5 cm×0.5 cm) の一對について、5 cm×0.5 cm の接着面に可食性接着剤溶液を塗布して、設定した品温の恒温器において 10 分間接着した。なお、スライス片はフィルム上において、接着面が接着しやすいように接着面を挟んで両側から接着面が盛り上がらない程度に適度に押し込むとともに、フィルムで覆い接着面の上から軽く重石をして抑えた状態で接着させた。接着後、直ちにフィルム包装した後、0℃の氷水中に入れて3分間冷却した。この接着魚肉スライスを接着面が中央にくるように、(株)レオテック製アダプターNo.23にて、接着面が中央になるように打ち抜いて引っ張り試験用試料とした。

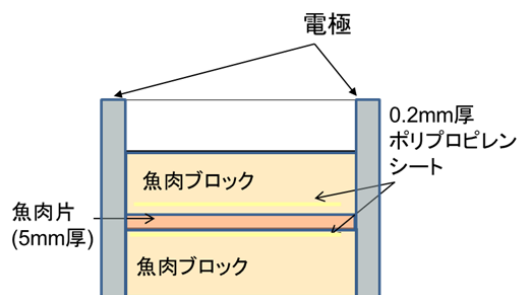
2.2.2 通電加熱による魚肉接着と引っ張り試験用試料の調製

通電加熱を行う場合には、可食性接着剤溶液を塗布して接着させる魚肉スライスを図1のように通電加熱槽にセットし、通電加熱処理を行った。接着面には密着しやすいように側壁面と試料との間にスポンジ、ないしは発泡スチロールの薄片を挟み込んで両側から適度に押した。また、電極と試料との間は、隙間を生じないように可食性接着剤溶液と同濃度の食塩水を含ませた脱脂綿を必要に応じて挟み込んだ。なお、試料に無理な力が加わらないように、フィルムを敷いたところに試料等をセットして測定した後、フィルムごと持ち上げて、通電加熱槽から取り出した。また、試料の上下には 0.2 mm 厚のポリプロピレンシートを敷いて試料を素早く取り出しやすいようにした。これらをセットし、上蓋をした上から、適度な重石をした。この通電加熱槽は、電極、側板、底板及び上蓋の内部を一定温度のブラインが循環しており、魚肉品温に設定されている。通電加熱は周波数 60 Hz、実効電圧 140 V、電極間距離 10 cm で行った。

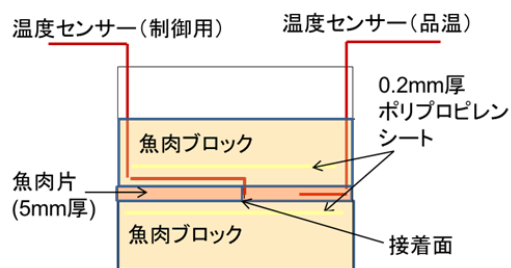
2.2.3 接着強度の測定方法

引っ張り試験用治具 No.15 を装着したクリープメ

ーター (株) 山電製) を用いて引っ張り試験を行い、測定した破断荷重を接着強度とした。なお、引っ張り試験を行うための治具は、引っ張り試験用シート状引っ張りチャックの試料を挟む部分におろし金の一部を貼り付けて試料が抜けないように当センターにて改良したものを使用した。



正面から見たところ



左側の真横から見たところ

図1 通電加熱中の状態

2.3 接着温度の設定

通電加熱を行わない魚肉接着においては、品温と接着面の温度は同じであり、0℃、10℃、30℃で行った。通電加熱においては、鮮度保持の観点から、品温は低く、接着面は高くして短時間に接着させようとしたが、後述する従来法による魚肉接着の結果も踏まえ、魚肉品温は0℃あるいは-5℃に、接着面の温度は温度制御に変動があったため、0℃と15℃に設定した。

3. 結果と考察

3.1 従来法による魚肉接着について

魚肉接着時の品温が上昇するとともに、接着強度

は強くなった。しかしながら、0℃でも若干ながら接着していることがみられた（表1）。ここでは接着強度について、破断荷重を示すとともに、破断の状況も合わせて示しているように、破断荷重はあくまでも目安の一つとして示している。

なお、ここには示していないが接着温度が50℃になると、魚肉が白っぽくなり変性したようなところも散見されたため、接着温度はこのような状況がみられなかった30℃までが妥当であり、さらに、鮮度保持の観点からすると、10℃以下での接着が望ましいと思われた。

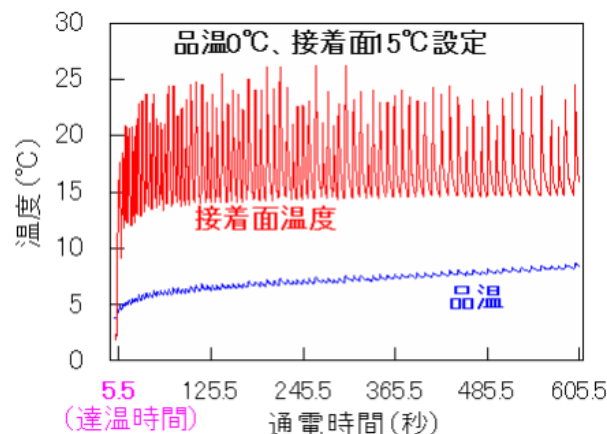


図2 通电加熱中の品温と接着面温度

表1 魚肉接着における接着温度の影響について

	0℃	10℃	30℃
破断荷重 (N)	0.231	0.334	0.420
破断の状況			
接着面で切れた。	26	25	21
切れなかった。	1	1	1
接着面以外で切れた。	5	22	22
合計	32	48	44

注、使用接着剤 アクティバ TG-B強着タイプ
分散方法 3倍量の水に分散
接着時間 10分間

表2 魚肉接着における通电加熱による接着面の選択的溫度上昇による影響

魚肉品温	-5℃		0℃
	0℃	15℃	15℃
設定接着面温度			
破断荷重 (N)	0.101	0.301	0.296
断の状況			
接着面で切れた。	8	13	24
切れなかった。	0	3	6
接着面以外で切れた。	1	5	19
合計	9	21	49

注、使用接着材 アクティバ TG-B 強着タイプ
分散方法 3倍量の水に分散
接着時間 10分間

3.1 通电加熱による魚肉接着

可食性接着剤溶液を塗布した接着面の温度を通电により選択的に上昇させて酵素あるいは化学反応を促進させて魚肉の接着を試みた。

3.1.1 魚肉品温が0℃以上の場合

接着面温度は数秒で設定温度に達し、概ね、15～25℃の温度範囲を保持した。一方、品温は、徐々に上昇し、10℃近くにまで達したが、接着面温度まで上昇することはなかった（図2）。このことから、通电加熱によって、可食性接着剤溶液を塗布した接着面の温度を選択的に上昇させ、魚肉品温の上昇を抑制することが可能であることがわかった。

この接着強度は従来法によって接着した時の10～30℃の接着強度（表1）に比べて、やや低いものの10℃での接着強度に近い値を示しており接着したことが推測された（表2）。

3.1.2 魚肉品温が凍結状態の魚肉接着

これらの条件で通电加熱した時の接着温度と品温を図3と図4に示した。いずれも当初の品温を良く保持しており、接着面温度を15℃に設定した場合でも品温の上昇は1℃程度であった。このように、魚肉品温が0℃の場合に比べて、品温を極めて良好に保持し、接着面の温度のみが選択的に上昇することが認められた。なお、設定した接着面温度に達するまでの時間は魚肉品温が0℃以下の場合には長くなる傾向がみられた。

このときの接着強度は接着面温度が0℃の場合には、従来法による接着強度と比較して、その半分程度であり、一方、接着温度を15℃に設定した場合には、従来法による魚肉接着の10℃のときの値を若干下回るものの近い値であった。また、通电加

熱を行ったときの魚肉品温が 0℃で接着面温度を 15℃に設定したときの接着強度と同じであった。このように、魚肉品温が 0℃以下の凍結状態のまま、通電加熱により接着面温度を選択的に上昇させて魚肉接着を行う方法では、接着温度が同等であっても従来法による魚肉接着したときに比べて、接着強度はやや低いものの、接着可能であることが確認された。

これらの試験において、魚肉品温が 0℃以上の場合には、従来法による魚肉接着や通電加熱による魚肉接着のいずれでも、試料にドリップが生じており、可食性接着剤を塗布する前に拭き取ったり、接着後に氷水中で 3 分間魚肉の身を締めた後に引っ張り試験用試料として型抜きする前に拭き取ったりした。一方、魚肉品温が 0℃以下の凍結状態の場合には、接着後に氷水中で 3 分間魚肉の身を締めた後に引っ張り試験用試料として型抜きする前に若干のドリップを拭き取るだけであり、接着強度を測定しない実際の魚肉接着ではドリップは全く生じることがないので、品質保持の観点から非常に優れた方法であると思われる、多方面への応用が可能になると思われる。

3.1.3 魚肉品温が 0℃より低い場合の限界について

凍っていると電気は通ることができず、凍っていないこと、さらには電解質であることにより電気を通しやすいとされる。

可食性接着剤「アクティバ TG-B 強着タイプ」の製品には食塩他として 89.4%含まれていることから、硝酸銀溶液による滴定法で可食性接着剤の食塩濃度を測定したところ、食塩として 45.1%が含まれていることがわかった。このことから、3 倍量の水に分散させるとき、この可食性接着剤溶液の食塩含量は 11.3%となる。

食塩水濃度と氷結点の関係によると、この食塩濃度での氷結点は約-7.7℃である。ここで氷結点を-20℃まで下げようとするならば、食塩濃度として 22.5%が必要である。そこで、TG-B 強着タイプを 3 倍量の 15%食塩水に分散させることにより、上記の

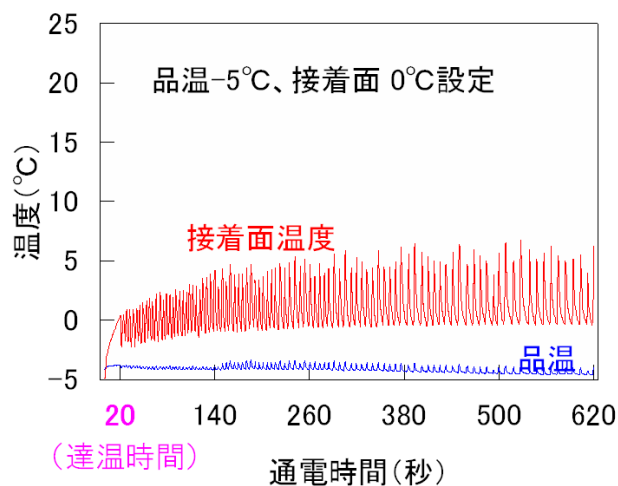


図3 通電加熱中の品温と接着面温度

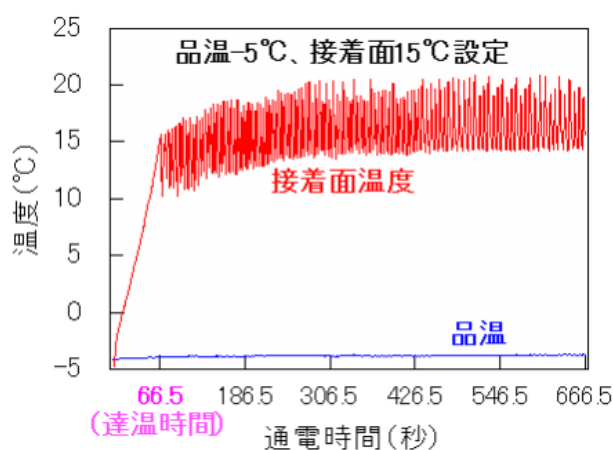


図4 通電加熱中の品温と接着面温度

食塩濃度の可食性接着剤溶液を調製した(表3)。

このときの従来法による魚肉接着強度は、3 倍量の水に溶解したとき(表1)に比べて、若干小さいようにみられるものの(表4)、かなり近い値を示しており、この食塩濃度でも十分接着できることが確認された。このことから、魚肉品温を-20℃に保ったまま、接着面温度のみを選択的に上昇させ、魚肉接着を行うことも可能であると推測され、今回は通電加熱槽の温度を設定するラインの温度を-20℃まで下げることが出来なかったため、接着を確認していないが、この魚肉品温で魚肉接着が可能となると、現在、魚加工工程で行われている解凍と凍

結を行う必要がなくなり、品質劣化を伴うことのない接着加工が可能になると期待される。

表3 可食性接着剤の食塩含量と溶かした時の氷結点

可食性接着剤名(食塩含量)	溶解水	食塩含量	氷結点*
アクティバ TG-B (45.1%) (強着タイプ)	3倍量の水	11.3%	-7.7℃
アクティバ TG-B (45.1%) (強着タイプ)	3倍量の 15%食塩水	22.5%	-20℃

* 氷結点は財団法人塩事業センター「海水と製塩データブック」¹⁰⁾の食塩水の氷点のデータからグラフを作成し読みとった値。

表4 魚肉接着における可食性接着剤を分散させる水溶液の食塩濃度の影響について

魚肉品温	10℃
破断荷重 (N)	0.289
破断の状況	
接着面で切れた。	3
切れなかった。	0
接着面以外で切れた。	4
合計	7

注、可食性接着剤、アクティバTG-B強着タイプ
分散方法、3倍量の15.0%食塩水に分散
接着時間、10分間

4. おわりに

この成果については特許出願した¹¹⁾。

謝 辞

この研究は、石川県立大学の野口明德教授のアイデアと基本的な条件設定を基に開発されたものであることをここに記して篤く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 植村邦彦；通電加熱加工の原理と応用，食品工業，36(20), p.57-63 (1993.10.30).
- 2) 野口明德；特集食品のための最新技術動向 通電加熱の基礎と応用，食品加工技術，14(1)，p.12-18 (1994).
- 3) 植村邦彦；食品加工における通電加熱の利用，食糧その科学と技術（農林水産省食品総合研究所），No.35, p.65-82 (1996).
- 4) 熊澤義之；水産食品におけるトランスグルタミナーゼの開発利用：日本水産学会誌，68(5)，p.633-636(2002).
- 5) 葛巻由江・志藤里美・吉村実；架橋重合酵素トランスグルタミナーゼを利用したタンパク質食品素材の接着に関する基礎的検討，宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告，Vol.35, p.19-29,31,33,35 (2003).
- 6) 沼山勝巳；食品の接着（成型）技術と新食品の開発，食品と開発，29(5)，p.42-43(1994).
- 7) 林 克彦；焼成カルシウムの品質改良材としての役割，フードケミカル，14(2)，p.39-43(1998).
- 8) 味の素(株)パンフレット；おいしさを取り持つ酵素 トランスグルタミナーゼ製剤 アクティバ 水産編
- 9) 千葉製粉(株)パンフレット；パールミートの基礎
- 10) 財団法人塩事業センター；海水と製塩データブック，p.304(2006).
- 11) 「魚肉接着方法」（特願 2012-047554）