

Pacific whiting 冷凍すり身のゲル化特性と 牛血漿粉末添加の影響

加藤 登*1・及川 寛*2・安永廣作*2
矢野 豊*2・阿部洋一*3・新井健一*4

Characteristic Gel Forming Ability of Frozen Surimi from Pacific whiting and Effect of Bovine Plasma Powder Added

Noboru KATO, Hiroshi OIKAWA, Kosaku YASUNAGA,
Yutaka YANO, Yoichi ABE and Kenichi ARAI

Abstract

Frozen surimi from Pacific whiting was thawed, ground with NaCl, and subjected to gel formation by heating at 90°C for 20 min., after the preheating at a temperature between 20 and 60°C for 2~34 hours.

The breaking strength (BS) and breaking strain (bs) of the heated gels were measured with a rheometer using a cylindrical plunger (ϕ 5mm) as a function of preheating time.

The breaking strength and the breaking strain of preheated gels were found to be the highest during preheating at 30~40°C, but declined to very low with a subsequent heating at 90°C for 20 min. With the increase in the amount of bovine plasma powder (0.5~10.0%) add into surimi, the BS and the bs of preheated gels formed rather decreased at 30°C but slightly increased at 50°C, whereas those of the two-step heated gel formed from all of the each preheated gels were reinforced.

Judging from the correlation between the breaking strength and the gel stiffness ($GS=BS/bs$), the quality of the two-step heated gels formed with plasma powder after preheating at either 30°C or 50°C was very similar each other, and becomes inferior similarly with the increase of plasma powder added.

These results suggested that plasma powder added into Pacific whiting

東海大学海洋学部業績A第672号, 2002年10月9日受理

- *1 東海大学海洋学部水産学科
- *2 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所
- *3 阿部十良商店
- *4 全国すり身協会技術研究所

surimi contributed largely to the increase in both BS and Gs of heated surimi gels, indicating that this increasing effect was derived from the gel forming ability of plasma protein itself on that of myofibrillar proteins conjugated with plasma protein.

緒 言

パシフィック・ホワイトニングPacific whiting (*Merluccius productus*) は北米大陸の太平洋岸に生息し、100万トンの漁獲が可能とされている。多獲性の白身魚であるため、スケトウダラの代替に冷凍すり身への利用開発が試みられてきた。しかし、スケトウダラを原料とした冷凍すり身に匹敵するほどの製品はなかなか得られず、この魚肉に寄生する粘液胞子虫が原因の一つとして指摘されている。この寄生虫が分泌する強いプロテアーゼが筋肉を消化し、軟化させるため、すり身のゲル形成能を劣化するとされており、その対策として牛血漿粉末を添加するのが常道になっている。

牛血漿粉末（プラズマ粉末）は、卵白や乳清などのタンパク質素材と同様に、食肉加工品の品質改良剤として利用されてきた（戸田，1987；斎藤，1993；野口，1990）。水産ねり製品においては、通常0.5%のプラズマ粉末の添加が、その弾力補強のため十分な効果があると報じられ、またPacific whitingでは、1.0%前後のプラズマ粉末を添加することによって初めて高品質の冷凍すり身の生産が可能となることが知られた。これは寄生する粘液胞子虫が分泌するタンパク質分解酵素を阻害するため、血漿タンパク質が特異的に有効であることによるとされている（Chang-Lee *et al.*, 1989；Chang-Lee *et al.*, 1990；Morrissey *et al.*, 1993）。また、同魚類の筋肉からカテプシン様タンパク質分解酵素が分離されており、その性状に関する検討も既に報じられた（正木ほか，1993；Toyohara *et al.*, 1993；An *et al.*, 1994；Benjakul *et al.*, 1996）。しかしながら、これまでに報じられたPacific whitingの冷凍すり身のゲル形成能に関わる研究は、塩ずり後、肉糊を極めて限定した条件（加熱の温度と時間）でゲル化させ、その物性を比べた結果がほとんどであり、ゲル形成能に関する情報としては未だ不十分な現況である（Chang-Lee *et al.*, 1990；Park *et al.*, 1994；Yongsawatdigul *et al.*, 1995）。

本研究においては、Pacific whiting冷凍すり身を用いて、先ず肉糊のゲル化に対する加熱温度の影響を調べ、好ましい加熱条件下でのゲル形成に対するプラズマ粉末の増強効果を詳細に検討して、プラズマ粉末の使用適量と形成されるゲルの品質との関係などを実用的な見地で明らかにすることを目的とした。

実験方法

試料：Pacific whiting (*Merluccius productus*) の冷凍すり身は、寄生虫を含まない（変色していない）魚肉を選別して使用し、プラズマ粉末を加えずに8%スクロースと0.3%重合リン酸塩を含む製品であるが、これは（株）紀文食品から提供を受けた。タンパク質含量は

144mg/g湿重量である。プラズマ粉末は太陽化学（株）から市販されている製品（商品名：フィッシュアップB）で、タンパク質75.6%、水分10.8%、クエン酸ナトリウムその他を含むものである。

ゲルの調製：冷凍すり身を解凍後、2.5%のNaClを加えてスピードカッター（ナショナル製MK-K74）により約12分間塩ずりを行い、肉糊を調製した。すり上がり後の肉糊の温度は約7℃であった。この肉糊を蓋付プラスチック製円筒容器（直径37mm、高さ20mm）に充填し、20～90℃の恒温水槽中にて、2～34時間にわたって加熱した（この加熱処理を予備加熱、調製したゲルを予備加熱ゲルとする）。次に、その一部をさらに90℃で20分間加熱（本加熱）して二段加熱ゲルを調製した。なお、プラズマ粉末を添加する場合は、0.5%から10.0%を添加後1分間播潰した。

ゲルの物性測定及びゲル剛性の計算：予備加熱ゲルは測定に至るまでに経時的に変化する可能性があるため、加熱後は全て氷水中で30分以上冷却した後、また二段加熱ゲルは調製後、室温に戻して、速やかにレオメーター（不動工業(株)製、NRM-2005J）により、直径5mmの円柱状プランジャーを使用して物性を測定した。なお、物性としては、破断強度と破断凹みの測定をし、その結果から破断強度と破断凹みの比としてゲル剛性を算出した。

結 果

冷凍すり身のゲル形成能の温度依存性：冷凍すり身のゲル形成能を検討する従来の研究では、ある特定の加熱条件下で形成されるゲルの物性値が比較されることが多かった（Chang-Lee *et al.*, 1990；Park *et al.*, 1994；Yongsawatdigul *et al.*, 1995）。本研究では、20～60℃の間の所定温度で2～34時間にわたって予備加熱し、経時的に一部を90℃で本加熱に供した。予備加熱ゲルと二段加熱ゲルの破断強度と破断凹みの変化を、予備加熱時間に対してプロットした結果をFig. 1に示した。

これによると、30℃及び40℃での予備加熱において破断強度と破断凹みはいずれも増加し、2～4時間後には約800g及び1.3cmの高値に達したが、50℃では加熱初期の30分後に高値に達するものの、以後は一方的に減少するようになった。また、20℃では34時間後でも、なお低値にとどまり、60℃及び90℃では全く増加することなく低値（100g及び0.2cmのレベル）にとどまっていた。次に予備加熱ゲルを90℃で加熱すると、得られた二段加熱ゲルの物性値は、予備加熱温度に関わりなく、全て減少して破断強度は200～300g、破断凹みは0.3～0.4cmのレベルの値になった。したがって、スケトウダラ冷凍すり身の場合とほぼ同じ方法によって調製したPacific whitingの冷凍すり身からは、予備加熱温度を20～60℃とした二段加熱法、及び90℃での直加熱法によって、高い物性値を示すゲル化製品を得ることは出来ないことが明らかである。そこで予備加熱ゲルの物性値が最も高い値に達した30℃、また、予備加熱の初期の間は高い物性値となるが、以後は減少傾向を示す50℃を選んで加熱することとし、さらに肉糊に対して0.5～10.0%のプラズマ粉末を添加して、加熱に伴う物性値の変化を検討した。予備加熱ゲルと二段加熱ゲルについて破断強度および破断凹みと予備加熱時間との関係を、まず30℃での予備

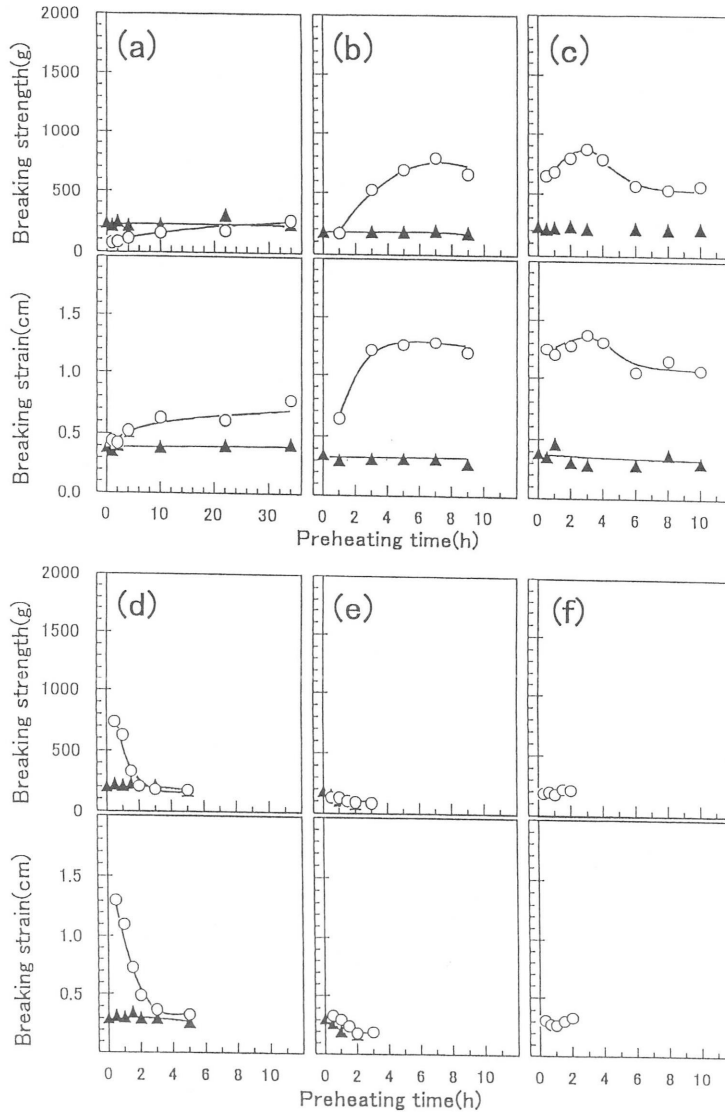


Fig.1. Changes in breaking strength and breaking strain of preheated gels and two-step heated gels from salt-ground meat as a function of preheating time at a definite temperature between 20 and 90°C.

Preheated gels (○) and two-step heated gels (▲) were prepared from frozen surimi having protein concentration of 144 mg/g of wet weight. The surimi was thawed and ground with 2.5% NaCl. The temperature of the salt-ground meat was maintained at 7°C and below, stuffed into a plastic case (ϕ 37mm, height 20mm), and preheated at a temperature between 20°C and 90°C for varied times to obtain the preheated gels, followed by heating at 90°C for 20 min to produce the two-step heated gels. The gels prepared were assessed for breaking strength and breaking strain with a rheometer (Fudoh NRM2005J) using a cylindrical plunger (ϕ 5mm).

(a) 20°C ; (b) 30°C ; (c) 40°C ; (d) 50°C ; (e) 60°C ; and (f) 90°C

加熱はFig. 2 (a) ~ (d) に、また、50℃の場合の結果をFig. 3 (a~d) に示した。

Fig. 2 によると、30℃では予備加熱ゲルの破断強度と破断凹みが経時的にいずれも増加するが、増加の度合いはプラズマ粉末の添加量が0.5%で最も大きく、それ以上ではむしろ小さくなる傾向が見られた。一方、二段加熱ゲルの破断強度と破断凹みは経時的に僅かに増加するだけであるが、その値はプラズマ粉末の添加量が多いほど高くなる傾向があった。これは予備加熱ゲルに対する場合とは全く逆の傾向であり、そのため添加量が3.0%以上では破断強度は予備加熱ゲルよりも高いレベルに達した。なお、肉糊を直接（予備加熱をせずに）90℃で加熱して得たいわゆる直加熱ゲルの破断強度と破断凹みの値もまたプラズマ粉末の添加量が多いほど高い値となることが示された。

Fig. 3 によると、50℃では予備加熱ゲルのゲル物性はプラズマ粉末の添加量が少なきときは加熱に伴って僅かに増加してから減少するか、または単に減少する。また、プラズマ粉末の添加量が多くなるほど、減少の度合いは小さくなり、破断強度はやや増加するようにさえた。この予備加熱ゲルの物性値に対するプラズマ粉末の添加の影響は見かけ上30℃の場合と明らかに異なっている。一方、二段加熱のゲル物性は予備加熱に伴って僅かに増加するだけであり、また、プラズマ粉末の量が多いほど高い値となる傾向を示した。しかも、予備加熱温度が30℃の場合の二段加熱ゲルの値とほとんど合致する値となった。さらに、直加熱ゲルのゲル物性値もプラズマ粉末の添加量が多いほど高くなり、30℃の場合とほとんど同じになった。この事実は、加熱による肉糊のゲル化に対するプラズマ粉末の効果は30℃と50℃での加熱では異なるが、続く90℃20分間加熱の影響が非常に大きいため、結果として両二段加熱ゲルの物性値が同じになったことを推定させるものである。

肉糊の熱ゲル化に伴う物性値の特徴的变化：二段加熱法で作られる予備加熱ゲルと二段加熱ゲルのそれぞれについて、経時的に変化する破断強度とゲル剛性の間には良い正の相関関係が成立することは既に知られている（阿部ほか、1996）。これは、そのゲル化の過程において、破断強度が増加するとき、破断凹みは破断強度との間にある特定の比率を維持しながら動的に増加してゆくことを示すものである。この比率は、冷凍すり身の品質はもとより、添加される添加物などをも含めて、ゲル化の進行に関与する全ての要因の影響を受けて定まる、その条件下での特定の値であると思われる。

先ずFig. 1 の結果を基にして、破断強度とゲル剛性との関係をFig. 4 に作図した。これによると、20~40℃の間の一定温度での加熱により形成される予備加熱ゲルに関しては両値の間に良い正の相関関係が成り立つことが示された。しかし、50~90℃の間の一定温度で形成される予備加熱ゲルの両物性値はいずれも一方的に大きく低下し、また、上記した関係直線から外れ、同図中の右下方に集中して位置するようになっていた。続いて次に、Fig. 2 及び 3 の結果を基にして、プラズマ粉末を添加した加熱ゲルの破断強度とゲル剛性の関係をFig. 5 に示した。先ず、予備加熱ゲル（A）の場合、30℃で0.5~10%のプラズマ粉末を添加したゲルの破断強度とゲル剛性の間には良い正の相関関係が認められ、また、この関係はプラズマ粉末を添加する前の両値の関係直線（Fig. 4）とほとんど合致した。しかし、50℃で0.5~10%のプラズマ粉末を添加したゲルの両値の関係は、上記した30℃でのゲルを示す関係直線から外れ、同図中の右

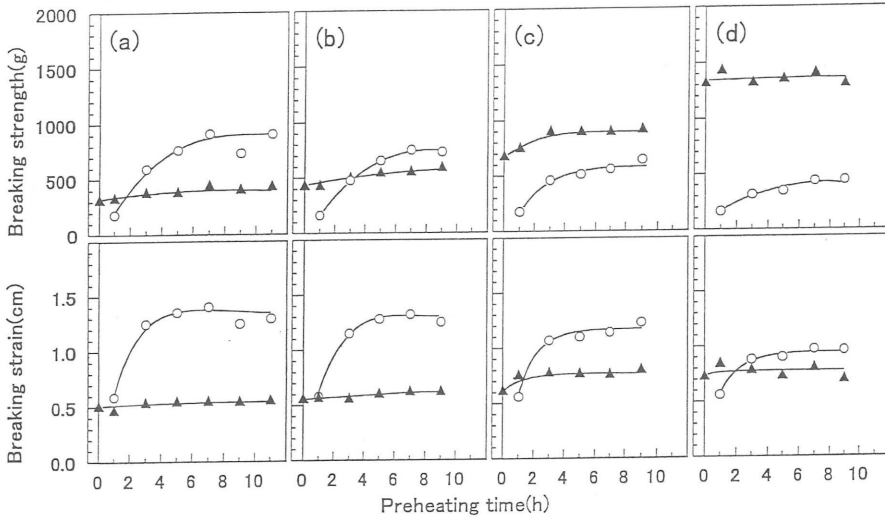


Fig.2. Changes in breaking strength and breaking strain of preheated gels and two-step heated gels from salt-ground meat with bovine plasma powder as a function of preheating time at 30°C.

The salt-ground meats were prepared from frozen surimi with 0.5%(a), 1.0%(b), 3.0%(c), and 10%(d) bovine plasma powder, and preheated gels (○) and two-step heated gels (▲) were obtained in the same manner as in Fig.1.

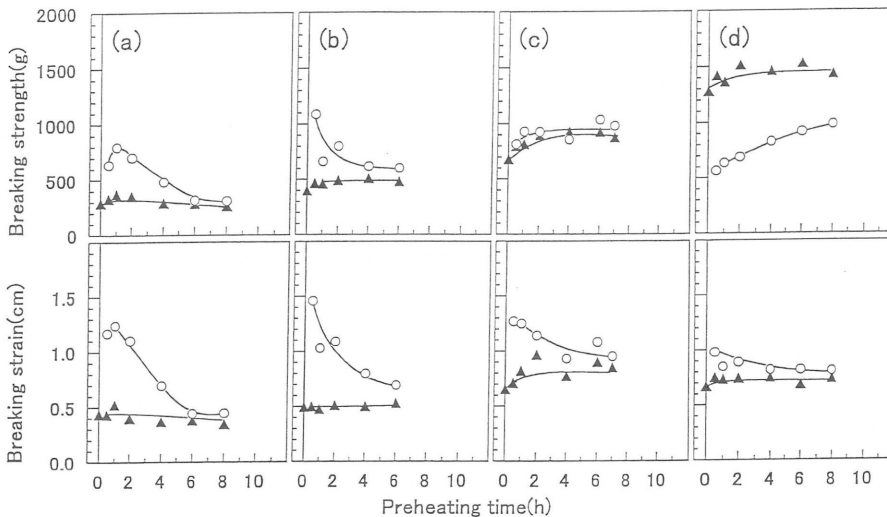


Fig.3. Changes in breaking strength and breaking strain of preheated gels and two-step heated gels from salt-ground meat with bovine plasma powder as a function of preheated time at 50°C.

The legend is the same as in that of Fig.3, except the preheating of the salt-ground meat was made at 50°C.

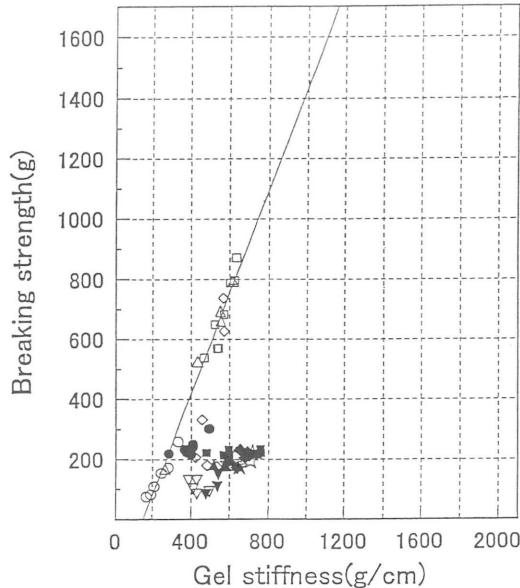


Fig.4. Relation between gel stiffness and breaking strength of preheated gels and two-step heated gels.

Preheated gels and two-step heated gels shown in Fig.1 were applied to calculate the gel stiffness of these gels as breaking strength / breaking strain.

Symbols used were as follows, (○, ●) preheated at 20°C ; (△, ▲) preheated at 30°C ; (□, ■) preheated at 40°C ; (◇, ◆) preheated at 50°C ; (▽, ▼) preheated at 60°C ; (☆) preheated at 90°C. Open symbols were for the preheated gels and closed symbols were those for the two-step heated gels.

A regression line was calculated from the data of the preheated gels formed at 20°C ~ 40°C using the least squares method.

方に位置するようになった。また、それぞれのプロットがかなり散らばり、物性値からみたゲルの品質がかなり不均一となることを示した。次に二段加熱ゲル (B) の場合、予備加熱温度が30°C、および50°Cのいずれのゲルの場合も、破断強度とゲル剛性はほぼ近値する値となり、関係プロットは同じ図中で重なって位置するようになった。すなわち、添加量の多い方が高い値となるが、両ゲルの値はほとんど重なり、ゲル物性上、類似の品質になることを示した。なお、図中での位置は、50°Cで予備加熱したときの二段加熱ゲルの両値の関係直線よりもさらに右方に位置した。

以上の結果から見ると、Pacific whiting の冷凍すり身は、本来、加塩、加熱によるゲル形成能力が著しく劣っているが、プラズマ粉末の添加は、そのゲル形成能力を効果的に増強する。なお、肉糊を加熱する前の塩ずりの際に添加しても増強効果が認められるので、プラズマ粉末は冷凍すり身に直接添加することが必要条件ではない。また、肉糊の熱ゲル形成能を効果的に増強させるのに必要な加熱条件は、プラズマ粉末の非存在下では30°C前後であるのに対して、プラズマ粉末の存在下では50°C以上の高温域に代わる。ただし、破断強度とゲル剛性の相関関

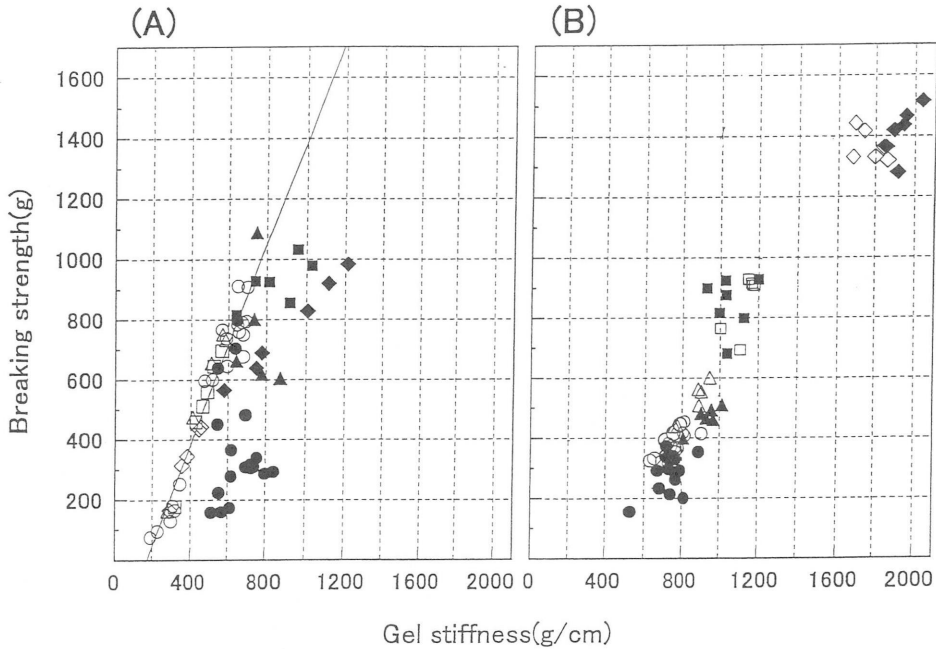


Fig.5. Relation between gel stiffness and breaking strength of preheated gels and two-step heated gels from salt-ground meat with bovine plasma powder.

- (A) preheated gels
- (B) two-step heated gels

The bovine plasma powder was added to the salt-ground meat at a weight of 0.5% (○, ●), 1.0% (△, ▲), 3.0% (□, ■), or 10% (◇, ◆). Open symbols (○, △, □, ◇) were those for the preheated gels formed at 30°C and for their two-step heated gels, and closed symbols (●, ▲, ■, ◆) were those for the preheated gels formed at 50°C and for their two-step heated gels.

係が示す評価を加えると、このとき形成される二段加熱ゲルは変形に対して脆い物性のゲルであり(北上ほか, 2002), プラズマ粉末の添加量が多いほど, その傾向が大きく現れることがわかった。しかし, 添加されたプラズマ粉末中のタンパク質がゲル化して肉糊のゲル形成能の増強に寄与するのか, または両タンパク質が相互作用してゲル形成能の増強に寄与するのかは未だ明らかでない。

考 察

Pacific whiting冷凍すり身のゲル形成能は生来著しく劣り, プラズマ粉末を添加することなく, 二段加熱ゲルの物性値を高くすることは事実上出来なかったが, その原因としては従来からプロテアーゼの関与が話題となってきた(正木ほか, 1993; Toyohara *et al.*, 1993; An *et al.*, 1994; Benjakul *et al.*, 1996). その機構については寄生する粘液胞子虫によるとするものと, 筋肉に内在する代謝関連酵素系によるとする二通りの説がある。両者は, カテプシンL様の酵

素で、すり身中においては50～60℃で強く働くとされている (An *et al.*, 1994). また、プラズマタンパク質はこれを良く阻害し、1.0%の添加ですり身中にある90%の活性が阻害されると報じられている (Morrissey *et al.*, 1993; Piyachomkwan and Penner, 1995). 本研究では、寄生虫が感染していない魚肉を選んで使用しているが、それにも関わらず冷凍すり身のゲル形成能は依然として弱かった。また、肉糊中の筋原繊維タンパク質の成分組成をSDS-電気泳動法で分析すると、50℃以上で加熱したときにはミオシン重鎖相当成分の減少に伴い、その分解生成物に相当する成分が出現するので、上記したプロテアーゼの関与が仮定できる (結果はここに図示しない)。畜肉に関しては早くから筋原繊維タンパク質に対するカテプシンLの作用と分解生成物に関する研究が行われており、筋原繊維からは95Kなど、ミオシンからは160, 83及び60Kダルトンなどの分子断片が見出されているが (一島, 1983), 一般に魚肉の場合も良く似ており、スケトウダラ肉糊中には150と70Kダルトンの成分、また150K成分の間、及びミオシン分子間での架橋体が同定されるに至っている (An *et al.*, 1994; 今野・今村, 2000)。Pacific whiting肉糊のゲル化に際しては、上記した分子断片と、他に分子サイズの大きい架橋体が生成するが、プラズマ粉末の添加との関わりで、現在それらの消長を解析する試みをしている。

一方、Pacific whiting肉糊の熱ゲル化に伴う物性値の変化とプラズマ粉末の添加量との関係について詳細に検討したところ、予備加熱ゲルの物性値に対するプラズマ粉末の添加による増強効果は、加熱温度が30℃の場合は0.5%で最高となり、50℃の場合は1.0%で最高となった。添加量がそれ以上になると、30℃での場合は増強の度合いはそれに伴って減少するが、50℃の場合はその値をほぼ保持した。一方、二段加熱ゲルの物性値に対しては、予備加熱温度に関わりなく、プラズマ粉末の添加量が多くなるほど増強の度合いが大きくなり、著しい物性値の増加が認められた。それゆえ、予備加熱ゲルの形成に際しては従来からの研究報告と同じく、すり身中のプロテアーゼ活性を阻害するためにプラズマタンパク質が利用されているように見なすことができるが (Piyachomkwan and Penner, 1995), 二段加熱ゲルに関してはその様な単純な説明では済まされない。一方、二段加熱ゲルの物性値はプラズマ粉末の添加量の増加に伴って著しく増加し、0.5から10.0%に至るまで一方的にその傾向を強めるのは、プラズマ粉末中のタンパク質成分自体がゲル化して、肉糊のゲル化に参加している可能性を強く示唆している。従来、このような事実が見出されなかったのは、加熱ゲルの調製条件がある特定の温度と時間に限られていたためであろうと推察している。プラズマ粉末中に含まれているタンパク質成分組成については、既に非常に良く知られている (斎藤, 1993)。この中、フィブリノーゲンは分子量34万の糖タンパク質で、分子量が4.7～6.5万の三種のサブユニットから成り、ミオシンやミオシンBと相互作用し、55～70℃でゲル化して強いゲルを形成することは既に報じられている (Foegeding *et al.*, 1986; 六車ほか, 1990)。また、市販プラズマ粉末はアルブミンやグロブリンなどのタンパク質成分も含むが、10%水溶液は、単独でも高温加熱によりゲル化し、卵白や乳清タンパク質よりも強いゲルを作ることも知られている (戸田, 1987)。それゆえ、Pacific whitingの肉糊の熱ゲル化に対するプラズマ粉末による増強効果は、主としてそれに含まれているフィブリノーゲンに由来しているものと推察される。実際にフィブリノーゲンを豊

富に含むプラズマ粉末を添加した予備的試験によると、より少量の添加によってゲル化の増強効果が認められた。加熱温度が30℃の場合、より高い50℃での予備加熱ゲルの物性値がプラズマ粉末の添加量に依存して高い値に達するのは、プラズマタンパク質それ自体がゲル化する温度に到達するためと考えられる。高温（90℃）で加熱した二段加熱ゲルでは、予備加熱温度に関わりなく、プラズマ粉末の添加量に依存する高いゲル物性値を示すことも、上の推定を支持するものとする。なお、プラズマ製品中には、血液凝固に関わるトランスグルタミナーゼが含まれ、それがゲル化の増強に寄与する可能性もありうる。しかし、予備的な試験では、供試した標品は、肉糊の熱ゲル化に伴って起こるミオシン重鎖の多量化をむしろ抑制する作用を示した。それゆえ、プラズマ粉末製品によって肉糊の熱ゲル化能の増強効果はトランスグルタミナーゼによるミオシン重鎖の多量化（架橋体形成）に依存していないことが明らかである。この問題に関わる詳細は、なお検討中である。

Pacific whitingの肉糊から予備加熱ゲル、及び二段加熱ゲルを調製するとき、それぞれのゲルについて破断強度とゲル剛性の間にはそれぞれ別の正の相関が成立した。ただし、加熱ゲルの物性値が減少傾向にあるときはその相関から外れるようになり、この条件下で形成される加熱ゲルの構造が異なることを示唆している。破断強度とゲル剛性の間に正の相関が成り立つことは、肉糊が熱ゲル化する過程において破断強度に対して破断凹みがあり、そのゲル化条件（温度、時間など）によって定まる特定の比率を保持しながら、動的に増加してゆくことを示す（北上ほか、2002）。また、破断強度が0におけるゲル剛性値（破断強度が1のゲル剛性値に近似）が大きいこと、及び直線の勾配が小さい値となること、さらに破断強度の最高値が小さいことは、全て変形に対して脆い構造のゲルを形成していることを表す尺度となる。上記した予備加熱ゲルの本加熱により起こる物性上の変化は、0.5～10.0%にわたるプラズマ粉末の添加によって全く阻止出来なかった。それゆえ、高温加熱による物性の劣化は単にプロテアーゼの作用に帰結させることができない。タンパク質が加熱により凝集反応を起こすとき、ポリペプチド鎖間に形成される各種の結合の中、水素結合は高温において弱められることは既に周知の事実であるから、ゲル物性に影響を及ぼすことも充分にありうることである（丹羽、1990；ジャンークラウドほか、1988）。また、このような高温加熱に伴う予備加熱ゲルの物性の劣化はスケトウダラやシロザケの肉糊においても、同じように起こることも早くから知られており（安永ほか、1998；阿部、1994；阿部ほか、1996；北上ほか2002）、Pacific whiting肉糊に限った特異な現象ではない。さらに、50℃で予備加熱して調製した加熱ゲルの物性に対するプラズマ粉末による増強効果もまた、単にプロテアーゼの作用を抑制することに帰結出来ないことを既に述べたが、同じような加熱に伴う物性の変化とプラズマ粉末による増強効果は、スケトウダラとシロザケの肉糊では40℃以上でしばしば認められるので（安永ほか、1998；阿部、1994；阿部ほか、1996）、このような場合におけるゲル構造の形成、保持に関与するポリペプチド間の結合種のバランスと変動についても検討しなければならない（丹波、1990；ジャンークラウドほか、1988）。

引用文献

- 阿部洋一 (1994) : 牛血漿粉末を添加したスケトウダラかまぼこの品質. 日水誌, **60**(6), 779-785.
- 阿部洋一, 安永広作, 北上誠一, 村上由里子, 太田陸男, 三堀友雄, 新井健一 (1996) : TGase製剤または牛血漿粉末を添加して調製したかまぼこゲルの品質. 日水誌, **62**(3), 446-452.
- An.H, V.Weerasinghe, T.A.Seymour, and M.T.Morrissey (1994) : Cathepsin Degradation of Pacific whiting Surimi Proteins. J.Food Sci., **59**(5), 1013-1018.
- Benjakul.S, T.A.Seymour, M.T.Morrissey, and H.An (1996) : Proteinase in Pacific whiting Surimi Wash Water : Identification and Characterization. J.Food Sci., **61**(6), 1165-1170.
- Chang-Lee.M.V, R.Pacheco-Aquilar, D.L.Crawford and L.E.Lampila (1989) : Proteolytic Activity of Surimi from Pacific whiting (*Merluccius productus*) and Heat-set Gel Texture. J. Food Sci., **54**(5), 1116-1125.
- Chang-Lee.M.V, L.E.Lampila and D.L.Crawford (1990) : Yield and Composition of Surimi from Pacific whiting (*Merluccius productus*) and the Effect of Various Protein Additives on Gel Strength. J. Food Sci., **55**(1), 83-86.
- Foegeding.E.A, W.R.Dayton, and C.E.Allen (1986) : Interaction of Myosin-Albumin and Myosin-Fibrinogen to Form Protein Gels. J.Food Sci., **51**(1), 109-112.
- 一島栄治 (1983) : 食肉の熟成. 「食品工業と酵素」(一島栄治編), 朝倉商店, 東京, 123-130.
- ジャンークラウド, シェフテル, ジャンールイクック, ドゥニーロリアン (1988) : 「食品タンパク質ハンドブック」(北島直子訳). N.T.S, 東京, 61-69.
- 北上誠一, 阿部洋一, 新井健一 (2002) : 冷凍すり身の品質を評価する新しいアプローチ. New Food Ind., **44**(5), 9-16.
- 今野久仁彦, 今村浩二 (2000) : スケトウダラ肉糊中に生成する150および70KD成分の同定とその存在状態. 日水誌, **60**, 869-875.
- 正木武治, 下向正志, 宮内芳朗, 小野修二, 土屋哲郎, 松田智明, 赤澤治夫, 副島正美 (1993) : タイヘイヨウヘイクのゼリー化原因プロテアーゼの単離とその特性. 日水誌, **59**(4), 683-690.
- Morrissey.M.T, J.W.Wu, D.Lin and H.An (1993) : Protease Inhibitor Effects on Torsion Measurements and Autolysis of Pacific whiting Surimi. J.Food Sci., **58**(5), 1050-1054.
- 六車三治男, 速水紀文, 杉本浩二, 中村貴郎, 沼田正寛, 吉原忠志 (1990) : 血液プラズマ分画成分とミオシンBの相互作用. 日本食工誌, **37**(8), 594-601.
- 野口 敏 (1990) : 魚肉すり身の新展開—原料事情. 食品加工技術, **10**(1), 55-63.

- Park, J.W, J.Yonfsawatdigul, and T.M.Hin (1994) : Rheological Behavior and Potential Cross-Linking of Pacific whiting Surimi Gel. *J.Food Sci.*, **59**(4), 773-776.
- Piyachomkwan.K, M.H.Penner (1995) : Inhibition of Pacific whiting Surimi-Associated Protease by Whey Protein Concentrate. *J.Food Sci.*, **18**, 341-353.
- 齋藤昌義 (1993) : 血液たん白の特性と利用分野. *ジャパンフードサイエンス*, **6**, 35-42.
- 丹羽栄二 (1990) : かまぼこの足とその補強－メカニズム研究の現状－. *食品加工技術*, **10**(1), 88-94.
- 戸田義郎 (1987) : 蛋白素材としてのプラズマパウダー. *New Food Ind.*, **29**(9), 15-19.
- Toyohara.H, M.Kinoshita, I.Kimura, M.Satake, and M.Sakaguchi (1993) : Cathepsin L-like Protease in Pacific hake Muscle Infected by Myxospordian Parasites. *日水誌*, **59**(6), 1101.
- 安永広作, 阿部洋一, 西岡不二男, 新井健一 (1998) : 牛血漿粉末を加えたスケトウダラとサケの予備加熱ゲルと二段加熱ゲルの品質. *日水誌*, **64**(4), 685-696.
- Yongsawatdigul.J, J.W.Park, E.Kolbe, Abu Dagga, and M.T.Morrissey (1995) ; Ohmic Heating Maximizes Gel Functionality of Pacific whiting Surimi. *J.Food Sci.*, **60**(1), 10-14.

[要 旨]

Pacific whiting 冷凍すり身のゲル化特性と牛血漿粉末添加の影響

加藤 登・及川 寛・安永廣作・矢野 豊・阿部洋一・新井健一

Pacific whitingの冷凍すり身を解凍し、2.5%NaClで塩すりし、肉糊をケーシングに詰め、20～60℃の間で一定温度で予備加熱（坐り加熱）した。経時的にその一部を取り出し、90℃で20分間本加熱した。予備加熱及び本加熱で得たゲルの破断速度（BS）と破断凹み（bs）を測定し、ゲル剛性（GS=BS/b_s）を算出した。その結果として、予備加熱ゲルの両物性値は30～40℃で加熱したときに最高値になるが、続く本加熱（90℃、20分）で劣化することを知った。牛血漿（プラズマ）粉末（P）を0.5～10.0%添加すると、その量の増加に伴って、30℃での予備加熱ゲルの物性値は低下し、50℃でのそれは僅かに増加するが、一方、本加熱（二段加熱）ゲルの物性値は著しく増加し、両者は添加するP量に依存するほとんど同じレベルの高値に達した。また、破断強度とゲル剛性の経時的变化の相関性から判断すると、添加するP量が増加するに伴って、熱ゲル化に際して起こる破断強度に対する破断凹みの増加割合が少なくなる傾向があることが示された。これらの結果は、Pacific whitingのすり身中に添加されたPは、その加熱ゲルのBSとGSの増加に大きく寄与するが、この増強効果はPの単独か、またはPと筋原繊維のタンパク質が共役したゲル形成能によってもたらされることを示唆している。