

Pacific Whiting 冷凍すり身のゲル化に伴って起こる 筋原繊維タンパク質の変化と牛血漿粉末添加の効果

加藤 登*1・及川 寛*2・安永廣作*2・矢野 豊*2・北上誠一*3・新井健一*3

Changes in Myofibrillar Proteins during Gel Formation of Pacific Whiting Frozen Surimi and The Effects of Bovine Plasma Powder

Noboru KATO, Hiroshi OIKAWA, Kosaku YASUNAGA, Yutaka YANO, Seiichi KITAKAMI and Kenichi ARAI

Abstract

A study was made to clarify the polymerization and degradation profile of myofibrillar proteins in the salt-ground meats during heat-induced gelation process of Pacific whiting frozen surimi and the effects of bovine plasma protein on it.

Frozen surimi was thawed and ground with 2.5% NaCl in the presence and absence of bovine plasma powder (0.5~10.0%). The salt-ground meats preheated at a fixed temperature in the range of 20 to 60°C for 2~34 hours were subjected to subsequent heating at 90°C for 20 minutes. The subunit composition of myofibrillar proteins in the gels was analyzed using SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. When the salt-ground meats were preheated at 30~40°C, myosin heavy chain (HC) in the gels slightly decreased with the production of its polymer, while at 50°C and over, HC was degraded to the unidentified components with lower molecular weight, namely X₁ and X₂, which were postulated to be limited degradation products of HC. The subsequent heating at 90°C markedly increased the production of X₁ and X₂ with the decrease in HC and its polymer in the preheated gel. Bovine plasma powder suppressed the polymerization and degradation of HC during the heating process of salt-ground meats, and the suppressive effects was concentration dependent of the plasma powder added.

Considering the gelation profile of the Pacific whiting frozen surimi introduced in our previous paper (Kato *et al.*, 2003), bovine plasma protein was presumed to reinforce the gelation of myofibrillar proteins in the salt-ground meat through the inhibition of the production of the X₁ and X₂ from HC as well as the heat-induced gelation of bovine plasma protein itself at higher temperature.

緒 言

著者らは、先にパシフィック ホワイティング (Pacific whiting, *Merluccius productus*) の冷凍すり身の20°C~90°Cでのゲル形成能と、牛血漿粉末の添加によるゲル物性の向上効果について検討した結果について報じた(加藤ら2003)。その研究においては、特に寄生虫に汚染されていない魚肉から調製した冷凍すり身製品を選んで供試したが、それにもかかわらず塩すり肉のゲル化能は依然として劣っており、特に二段加熱ゲルの物性値は一様に低いレベルに減少した。そこで0.5~10.0%の牛血漿プラズマ粉末を添加したところ、調製される加熱ゲルの物性値は、添加量の増加に伴って増強され

るが、二段加熱ゲルの物性値を、その破断強度とゲル剛性の関係から見ると、いずれも変形に対して脆い状態のゲルであることが知られた。

パシフィック ホワイティング筋肉のソフトな感触は、内在のプロテアーゼ活性と関連しており、またすり身中の筋原繊維タンパク質の分解はリソゾーム起源のシステインプロテアーゼによると報じられている (An *et al.*, 1996, 正木ら, 1993, Seymour *et al.*, 1994)。さらに水さらしの過程においてカテプシンBとHが除去されるためすり身中にはカテプシンL活性が優勢になること、また合成基質に対する活性から55°Cに高い活性が示されるので、これらの条件下における上記魚肉フィーレの自己消化性、筋原繊維及びミオシンの加水分解性について SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動

2003年10月1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 全国すり身協会技術研究所

(PAGE) 法による分析が行われている (An et al., 1994)

本研究では、20~90°Cにわたる広い温度域でのパシフィック ホワイトニング冷凍すり身のゲル形成の際に起こるすり身中のタンパク質の変化とさらに牛血漿粉末を添加したときの影響をも併せて、SDS-PAGE 法によって解析し、先に報じた同じ条件下におけるゲル物性値の変化との関わりを明らかにすることを目的とした。

実験方法

試料：パシフィック ホワイトニングの冷凍すり身は、前報 (加藤ら, 2003) で用いたすり身と同一の製品 ((株)紀文食品提供) で、タンパク質含量は144mg/g 湿重量であった。供試した牛血漿粉末 (以下プラズマ粉末とする) 標品は太陽化学(株)製で、主要成分としてタンパク質 (75.6%)、水分 (10.8%) およびクエン酸ナトリウム (10.1%) を含んでいた。

ゲルの調製：本研究に供試した加熱ゲルは、全て前報 (加藤ら, 2003) において物性値の測定に供したものである。すなわち、塩ずり身をプラスチック製容器に入れて20~60°Cで2~38時間にわたり予備加熱した後、90°Cで本加熱して得た予備加熱、及び二段加熱ゲルである。またプラズマ粉末は0.5~10.0%を添加して1分間混合させた。

ゲルの物性測定：直径 5 mm の円柱状プランジャーを使用してレオメーターにより測定した。破断強度 (g) と破断凹み (cm) の値を前報 (加藤ら, 2003) から引用した。

SDS-PAGE 法による加熱ゲル中のタンパク質成分組成の分析:それぞれの加熱ゲル0.4g をとり、2 % SDS-8M 尿素-0.2% β -メルカプトエタノール混液7.5ml を加えて常法 (沼倉ら, 1987) に従って加熱攪拌して可溶化させ、タンパク質含量を測定した。続いて可溶化させたタンパク質 (各10 μ g) を、Weber と Osborn (1962) の方法に準じて5 % ポリアクリルアミドゲルを支持体として電気泳動に供した。またタンパク質成分の染色は Coomassie Brilliant Blue R250 により行い、泳動図型を撮影した。

SDS-PAGE に供したタンパク質のサブユニット成分組成は、沼倉の方法 (沼倉ら, 1989) に準じて泳動ゲル上で移動度の小さい成分 (分子サイズが大きいと推定される成分) から順に、ミオシン HC 多量体 (HCn), ミオシン HC, 未同定の X₁, アクチンとトロポミオシンの混合 (A+TM), 未同定の X₂ の5成分に分画した。また、これらの成分量は、2波長クロマトスキャナー (CS910 型(株)島津製作所) を用いて、640nm と700nm の吸光度の差で染色強度を測定して求めた。各サブユニット成分の含量は、予備加熱前の肉糊を対照とし、泳動ゲル上の全染色強度を基にしてその成分の染色強度の相対値 (%) で表した。なお、対照試料中にも HCn に相当する成分が存在するが、この成分はコネクチンその他の高分子成分に由来する可能性があるが、ここでは便宜上 HCn 成分として表した。また、対照とする試料に比べて、ゲル上の全染色強度が減少する場合、およびかまぼこの SDS-尿素混液に対する可溶化率が低下する場合は、それら

の値を補正して各成分の含量を求めた。すなわち、前者の場合は泳動ゲル中に侵入できないほどに多量化したミオシン HC 多量体 (HCn') が、また後者の場合には可溶化液に溶解しえないほど巨大化したミオシン HC 多量体 (HCn'') が生成したためとみなし、その量を加算して総含量とした。

結果と考察

塩ずり身のゲル化に伴うタンパク質の変化と加熱温度の影響：塩ずり身を20~60°Cの間の一定温度で予備加熱し、経時的に一部をとり、90°Cで20分本加熱して、予備加熱ゲルと二段加熱ゲルを調製した。

両加熱ゲル中のタンパク質の SDS-PAGE 図型を、予備加熱時間との関わりで、Fig. 1 に示した。なお、これらの泳動ゲル上の各成分をデンストメトリーで定量分析した結果は、図示しないが、以下の説明文中に補足して述べる。

これによると、塩ずり身中のミオシン重鎖相当成分 (その含有量は30~33%である) は予備加熱に伴って減少するが、これは予備加熱温度が高いほど速やかになった。反応生成物は20~40°Cではミオシン重鎖多量体に相当する成分 (含量は HCn が20~25%に達するが、HCn' と HCn'' はほとんど生成しない) であるが、50°C以上ではミオシン重鎖の部分分解成分 (X₁ および X₂ に相当する成分含有量はそれぞれ40~50%及び25~35%に達する) になった。なお X₁ はミオシン重鎖とアクチンとの間に、また X₂ はアクチンよりも大きく泳動する複数成分である。アクチンに相当する成分はいずれの場合も変化しなかった。続いて90°Cで20分間加熱した二段加熱ゲルについて見ると予備加熱温度に全く関わりなく、いずれの場合もミオシン重鎖は大きく減少して X₁ と X₂ 相当成分 (含量はそれぞれ45~55%及び25~35%に達した) に変化した。なお予備加熱温度が60°Cの場合は僅かながらアクチン相当成分が増加し、また後期には全成分が減少、消失する事実を認めた。また当初から90°Cで加熱した場合は、ミオシン重鎖の急激な減少に伴う X₁ 及び X₂ 相当成分 (含量はそれぞれ45及び25%) に加え、ミオシン重鎖多量体相当成分 (5%前後) の増加も起こることを認めた。

これらの加熱ゲルの物性値については先に報じた (加藤ら, 2003) が、これらを併せると、20~40°Cで予備加熱するときは、ミオシン重鎖多量体相当成分の生成と、同ゲルの破断強度と破断凹みの増加は良く対応しており、両者は相関しているように見える。さらに50°Cにおける予備加熱ゲルの急激な物性値の減少、及び60°Cと90°Cにおける加熱ゲルの加熱当初からの極めて低い物性値は、ミオシン重鎖の急激な減少と、それに伴う部分分解産物の生成とまた良く対応しており、これらも相互に関与しているように思える。

以上のように、パシフィック ホワイトニングの塩ずり身の加熱に伴うゲル物性とミオシン重鎖の減少に伴う X₁ 及び X₂ 成分の生成との間には強い因果関係があるのでこれに関与するプロテアーゼの起源が問われるのは自然の理と言える。しかしこの両者の関係をよりはっきりさせるためには、タンパク質化学的な視点からさらに詳細な検討をする必要が

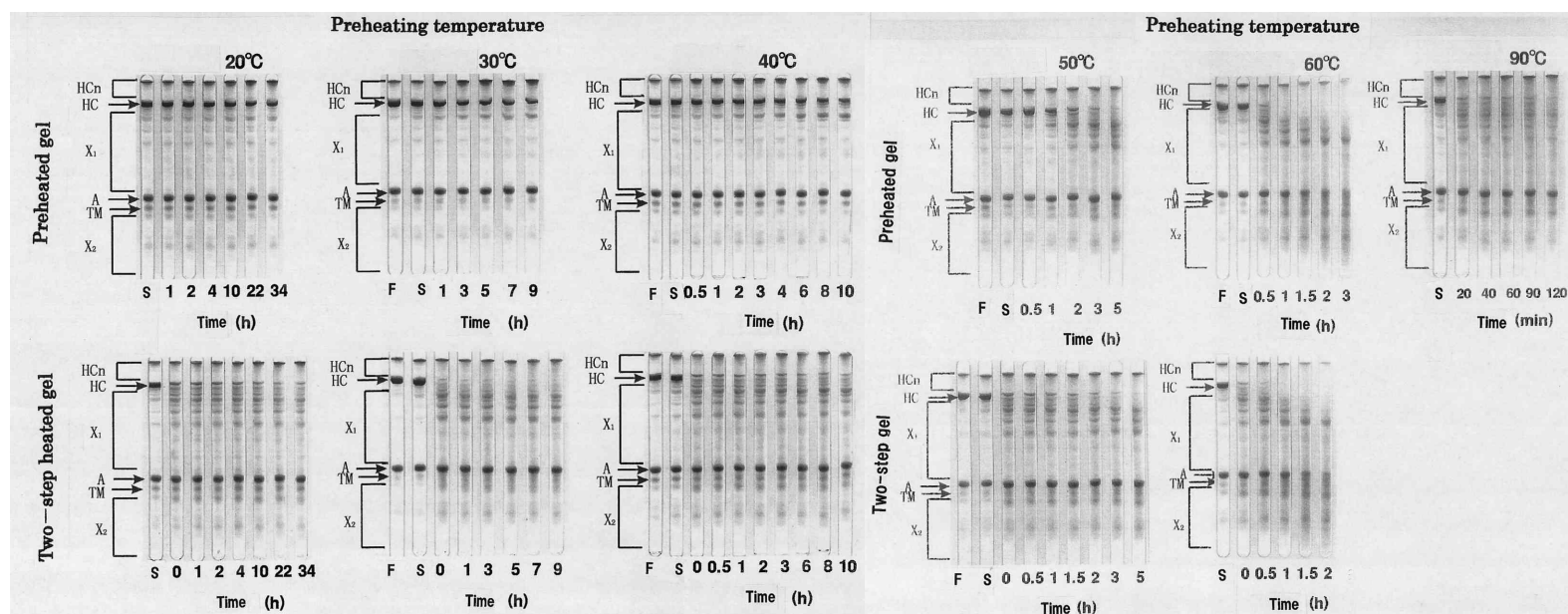


Fig 1. Changes in SDS-PAGE patterns of solubilized proteins from salt-ground meats of Pacific whiting frozen surimi during preheating at 20–60°C and following heating at 90°C.

The frozen surimi from Pacific whiting was ground with 2.5% NaCl and preheated at a constant temperature among 20 and 90°C. At appropriate time intervals, a portion of the salt-ground meats was subjected to a subsequent heating at 90°C for 20 min.

The heated gels were solubilized into SDS-urea-mercaptoethanol mixture according to the method of Numakura et al., 1989. The soluble proteins (each 10 μ g) were analyzed by SDS-PAGE using 5% polyacrylamide gel. The protein bands were stained with Coomassie Brilliant Blue-R250.

(HC)n: Cross-link myosin heavy chain (myosin heavy chain polymer)

HC: Myosin heavy chain

X₁: Unidentified components migrating between HC and A.

A: Actin

X₂: Unidentified components migrating faster than A.

F: Frozen surimi

S: Salt-ground meat (just after mixing with NaCl)

あると考える。すなわち SDS-PAGE 法による加熱ゲル中のタンパク質の分析法は、ジスルフィド結合及び疎水性相互作用、水素結合などの非共有結合を切断することによって、変性し、凝集したタンパク質を解離し、同時に解鎖させて泳動するのが、原理である (ジャン-クラウド シェフテル, 1988)。それゆえ塩ざり身や加熱ゲルの実体である、いわゆる網状構造に関する直接の情報ではなく、それを形成するタンパク質の成分組成に関わる情報より得られない。因みに、ミオシン重鎖の多量体に相当する成分は、これまで SDS-尿素-メルカプトエタノール混液に不溶化した画分、5%ポリアクリルアミドゲル中に泳動できない画分、及び同ゲルの上端に滞留する画分に分けて測定し、それぞれ HCn^{''}, HCn['], 及び HCn と表示されてきた (沼倉ら, 1989) が、この一部にはミオシン重鎖の部分分解生成物である 150Kda 成分の多量体 (架橋重合体) が含まれている可能性も指摘された (今野ら, 2000)。また、塩ざり身中の塩溶性たんぱく質画分を SDS 非存在下でゲルろ過法で分析すると、巨大な分子サイズ (粒子量) のアクトミオシン凝集体に相当する成分が主成分であること、そして同じ画分中には、SDS-PAGE による HCn['], 及び HCn の他に X₁ 及び X₂ などの成分が全て含まれていることが示された (船津ら, 1996)。それゆえ、おそ

らくこれら全ての成分が複合した凝集体を生成している可能性が極めて強いと考えられる。また、この事実は、上記した X₁ や X₂ に相当する成分は、アクトミオシン凝集体がカテプシンなどによって限定分解され、生じた分子 (おそらくミオシン分子) 内開裂の産物である可能性もありうる (小玉ら, 1987; 北上ら, 2003)。

加熱ゲル中のタンパク質の変化に対する牛血漿粉末添加の影響: パシフィック ホワイトニングの塩ざり身は 30~40°C においてはゲル物性が経時的に増加するが、50°C では加熱初期 (1 時間位) の間だけ高値となるものの、その後急速に減少するのが特徴であった。そこで、30°C と 50°C を選んで 0.5~10.0% の牛血漿粉末を添加してゲル形成能を検討した (加藤ら, 2003)。ここでは同じ加熱ゲル中のタンパク質の変化を SDS-PAGE 図型で調べ、その結果を Fig. 2 (A と B) として示した。

これによると、先ず予備加熱温度が 30°C の場合 (A), 予備加熱ゲル中のミオシン重鎖は経時的に減少してその多量体に相当する成分 (HCn の含量が 30%) になったが、牛血漿粉末を添加するとこれらの変化は小さくなり、特に 10% の添加ではミオシン重鎖やアクチンなど全ての成分がほとんど変化しなくなった。一方二段加熱ゲルでは、本加熱により予備

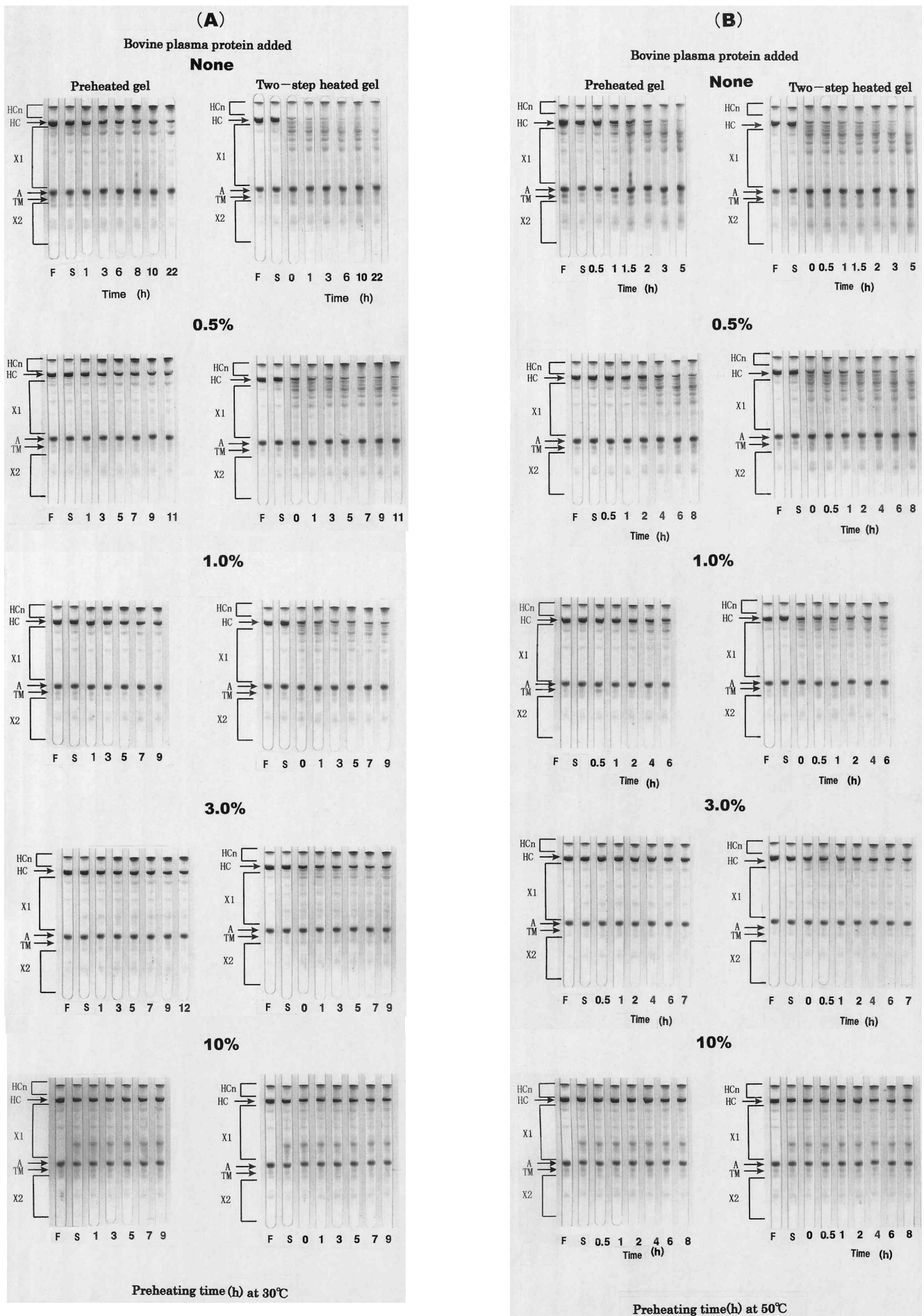


Fig. 2 Effects of addition of bovine plasma powder on changes in SDS-PAGE patterns of solubilized proteins from salt-ground meats.

The preheated gels and the two-step heated gels were prepared in the same manner as in Fig. 1, except that 0.5~10.0% bovine plasma powder was premixed with salt-ground meats. The gels preheated at 30°C (A) or 50°C (B) were subjected to subsequent heating at 90°C. The same abbreviations were used as in Fig. 1.

加熱ゲル中のミオシン重鎖はほとんど消失するが、ミオシンHC多量体の増加が起こらず多量のX₁及びX₂成分に変化した。牛血漿粉末の添加量の増加に伴ってこれらの変化は小さくなり、10.0%の添加によりミオシン重鎖の減少、その多量体生成、及びX₁成分の生成など、全ての変化が起こりにくくなった。すなわち、添加前に比べれば前二者の変化は1/2～1/3に、また、X₁成分の増加は約1/4、X₂は全く増加しなくなった。

このとき予備加熱ゲルの物性値は逆に牛血漿粉末の添加量が増えるに伴って低値となり、一方、二段加熱ゲルの物性値は高値になる(加藤ら, 2003)。それゆえ、牛血漿粉末の添加による予備加熱ゲルの物性の劣化は、ミオシン重鎖多量体に相当する成分の生成量の低下と良く対応しており、また二段加熱ゲルの物性値の増強はミオシン重鎖の部分分解産物の生成量の減少と対応している。それゆえ、いずれの場合も、見かけは、すり身中に在るプロテアーゼ活性が血漿タンパク質によって阻害された結果であると説明し易い。しかし、二段加熱ゲル中に生成するミオシン重鎖多量体の量は、牛血漿粉末を添加しても増加することなく、むしろ減少した。特に添加量が多い10.0%のときはそれが顕著であった。したがって、ミオシン重鎖多量体成分量の増加がゲル物性の直接的原因にはなっておらず、また、牛血漿粉末にトランスグルタミナーゼ活性が混在していないことが示された。

なお、このときX₁の画分に新しい成分が出現することがわかった。別途に検討した結果によると、牛血漿粉末中のタンパク質は分子量が7～8万の複数成分でこのX₁の画分に泳動されるので、おそらく同タンパク質に由来していると判断される。また、この牛血漿タンパク質に由来すると思われる成分は予備加熱及び二段加熱両ゲルの泳動図中にいずれも同様に認められる。先に六車らは、牛血漿タンパク質の中、フィブリノーゲンがミオシンB(牛のアクトミオシン)と最も強く相互作用し、グロブリン、アルブミンがそれに次ぐこと、また、血漿タンパク質とミオシンBを混合すると、単独の場合(70℃以上)よりも20～30℃低温で、沈殿、分別し易くなること、などを報じている(六車ら, 1990)。それゆえスケトウダラのみオシンBとの相互作用についても検討する必要がある。

調製した二段加熱ゲルの破断強度の最大値と牛血漿粉末の添加量との関係を、著者らが先に報じた実験結果(加藤ら, 2003)から引用し、Fig. 3に示した。これによると、破断強度の最大値は、牛血漿粉末の添加量が1.0%位までは、その量に比例するように増加し、それ以上ではその割合は小さくなるが、10.0%でもなおかつ増加の傾向を保つことが示された。このゲル物性値の添加量に対する依存性は、牛血漿粉末がもたらす加熱ゲルの物性への増強効果は単に内在するプロテアーゼ活性を阻害することに起因するだけではなく、血漿タンパク質が、筋原繊維タンパク質と凝集し、複合してゲル化するか、または単独でゲル化して、ゲル物性の向上に寄与している可能性を強く示唆している。

予備加熱温度が50℃の場合(B)は、予備加熱ゲル中のミオシン重鎖は経時的に減少してその部分分解産物に相当する

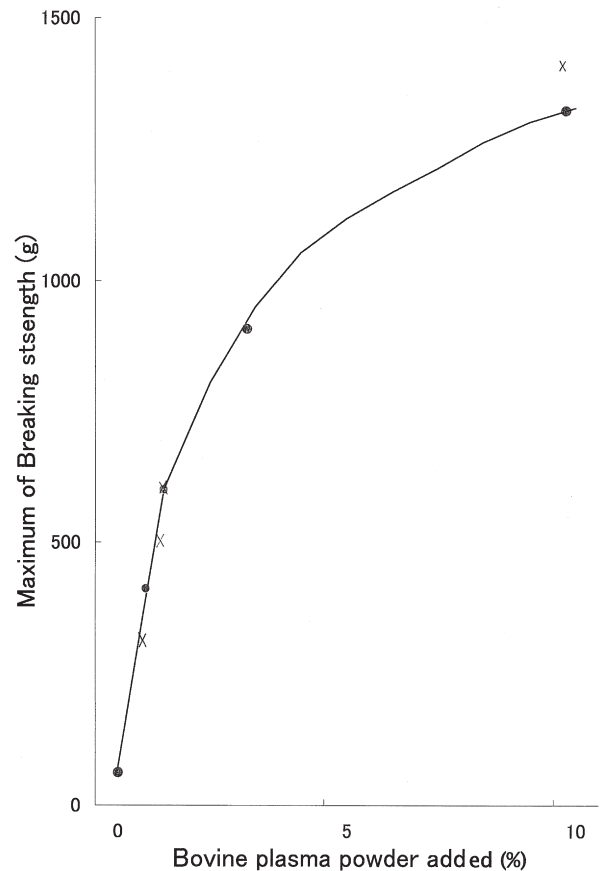


Fig. 3. Relationship between the maximum of breaking strength of two-step heated gel and the amount of bovine plasma powder added.

The maximal values of breaking strength of two-step heated gels were quoted from our previous paper (Ref. Kato et al. 2003).

(●) : Gels preheated at 30°C.

(×) : Gels preheated at 50°C.

X₁及びX₂成分を生成するが、添加する牛血漿粉末の量が増加するに伴ってこれらの変化は小さくなった。しかし、30℃の場合のようなミオシン重鎖多量体の増加は全く起こらなかった。また続く本加熱でのミオシン重鎖の減少は極めて大きく、50℃の予備加熱における変化がさらに促進されたが、これに牛血漿粉末を加えると、その量の増加に伴って上記の変化が小さくなり、特に添加量が10.0%の場合は全ての成分の経時変化がほとんど起こらなかった。一方、既に報じたように予備加熱ゲルの物性値は初期にやや増加して減少に転ずるが、牛血漿粉末を添加するとその減少が起こりにくくなり、添加量が増えると、むしろやや増加するようになっていた。ただし、物性の最大値はあまり変らなかった。また、二段加熱ゲルの物性値は著しく低い、添加量が増えると、それに伴って高いレベルに達するようになり、またその値は、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一致した。50℃で予備加熱した場合は、内在するプロテアーゼ活性の適温に近いミオシン重鎖の分解消失が進み加熱ゲルの物性を劣化させる原因となるように思える。実際に、このような主張をした論文が既に出されている(Chang-Lee et al.,

1989; Morrissey et al., 1993; Chang-Lee et al., 1990). またこれに関わるカテプシン様酵素の諸性状 (Toyohara et al., 1993; An et al., 1994; Benjakul et al., 1996) についても報告がなされている。なお、予備加熱温度が60°Cの場合についても検討したが、結果は50°Cの場合とほとんど同じ物性変化に伴うタンパク質の成分変化が認められている。

50°C以上の加熱によって起こる加熱ゲルの物性の急激な劣化は言わゆる戻り (または火戻り) の現象に相当している。これには、現在二通りの説があり、未だ結着しているとは言えない状況である。その一は、タンパク質に起こる構造変化が網状構造の崩壊を導くとする説、またその二は、60°C近辺で良く働くタンパク質分解酵素が魚肉ないし、加熱ゲルの構造を破壊するという説である (岡田, 1999)。50°C及び続く90°Cにおける加熱ゲルの物性の劣化が、上記した二説のどちらであるにせよ、牛血漿粉末の添加によるゲル物性の増強効果は、ミオシン重鎖多量体の生成、増加を伴っていないので、水素結合、疎水性相互作用及びジスルフィド結合などによるタンパク質分子内及び間の結合力に大きく依存していると推定される。なお、牛血漿粉末を添加した二段加熱ゲルの物性は、予備加熱温度が30°Cと50°Cのいずれの場合でも、ほぼ同じ近似した値になるので、ゲルの物性値は添加した血漿タンパク質のゲル形成能により強く依存して定まると判断した。これらの事実は、この高温度域での条件下では添加する血漿タンパク質自体がゲル化して、塩ずり肉中の筋原繊維タンパク質と共にゲル形成に寄与していることを強く示唆している。

引用文献

- 加藤登, 及川寛, 安永廣作, 矢野豊, 阿部洋一, 新井健一 (2003): Pacific Whiting 冷凍すり身のゲル化特性と牛血漿粉末添加の影響, 東海大紀要, 56, 49-61.
- An. H, Peters M. Y., and Seymour T. A (1996): Roles of Endogenous Enzymes on Surimi Gelation. Trends Food Sci. Technol., 7, 321-327.
- 正木武治, 下向正志, 宮内芳郎, 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.
- Seymour T. A, Morrissey M. T, Peters M. Y, and An H (1994): Purification and Characterization of Pacific Whiting Proteases. J. Agric. Food Chem., 42, 2421-2427.
- An. H, Weerasinghe V., Seymour T. A, and Morrissey M. T, (1994): Cathepsin Degradation of Pacific Whiting Surimi Proteins. J. Food Sci., 59 (5), 1013-1018.
- 沼倉忠弘, 関 伸夫, 木村郁夫, 豊田恭平, 藤田孝夫, 高間浩蔵, 新井健一 (1985): 坐りによる肉糊のゲル形成とミオシンの交差結合反応. 日水誌, 51, 1559-1565 (1985).
- Weber K. and Osborn M. (1962): The Reliability of Molecular Weight Determination by Dodecyl Sulfate - polyacrylamide Gel Electrophoresis. J. Biol. Chem., 244, 4406-4412.
- 沼倉忠弘, 溝口 竜, 木村郁夫, 豊田恭平, 藤田孝夫, 新井健一 (1989): 坐りにより変質したスケトウダラすり身の坐りゲル形成能とミオシン重鎖の交差結合. 日水誌, 55, 1083-1090.
- ジャン-クラウド シェフテル, ジャン-ルイクック, ドウニョロリアン (1988): 食品タンパク質ハンドブック (北畠直子訳) N.T.N, 東京, pp. 61-68.
- 今野久仁彦, 今村浩二 (2000): スケトウダラ肉糊の加熱中に生成する150および70kDa成分の同定とその存在状態, 日水誌, 66, 869-875.
- 船津保浩, 加藤 登, 新井健一 (1996): 坐りに伴うスケトウダラ肉糊中の塩溶性タンパク質の凝集体形成. 日水誌, 62, 112-122.
- 小玉修嗣, 今野久仁彦, 新井健一 (1987): スルメイカ外套膜筋ミオシン頭部を構成するペプチド断片とその性質, 日水誌, 53, 67-76.
- 北上誠一, 阿部洋一, 村上由里子, 安永廣作, 加藤 登, 新井健一 (2003): 水産ねり製品の製造における坐りと戻りの効用, New Food Ind., 45, 24-32.
- Chang-Lee M. V, Pacheco-Aquilar R., Crawford D. L., and Lampila L. E. (1989): Proteolytic Activity of Surimi from Pacific Whiting (Merluccius productus) and Heat-set Gel Texture. J. Food Sci., 54 (5), 1116-1125.
- Morrissey. M. T, Wu J. W., Lin D. and An H. (1993): Protease Inhibitor Effects on Torsion Measurements and Autolysis of Pacific Whiting Surimi. J. Food Sci., 58 (5), 1050-1054.
- Chang-Lee M. V, Lampila L. E. and Crawford D. L. (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.
- 六車三治男, 速水紀文, 杉本浩二, 中村貴郎, 沼田正寛, 吉原正志 (1990): 血液プラズマ成分とミオシンBの相互作用, 日本食工誌, 37 (8), 594-601.
- Toyohara. H, Kinoshita M., Kimura L., Sakaguchi M. (1993): Cathepsin L-like Protease in Pacific Hake Muscle Infected by Myxosporidian Parasites. 日水誌, 59 (6), 1101.
- Benjakul. S, Seymour T. A., Morrissey M. T., and An H. (1996): Proteinase in Pacific Whiting Surimi Wash Water: Identification and Characterization. J. Food Sci., 67 (6), 1165-1170.
- 岡田 稔 (1999): 坐りと戻り, かまぼこの科学 (岡田 稔著) 成山堂書店, 東京, pp. 66-72.

要 旨

Pacific whiting 冷凍すり身の熱ゲル化に際して、塩すり身中のタンパク質に起こる変化と、それに対する牛血漿タンパク質の添加の効果について検討を行った。

冷凍すり身を解凍後、2.5% NaCl または 2.5% NaCl と 0.5~10.0% 牛血漿粉末を加えて塩すりし、塩すり肉を 20~60°C の間の一定温で 2~34 時間予備加熱後、90°C で 20 分本加熱した。調製された加熱ゲル中の筋原繊維タンパク質組成を SDS-PAGE 法によって分析した。

30~40°C で加熱するときミオシン重鎖 (HC) は減少して僅かにその多量体を生成するが、50°C 以上では HC の部分分解産物に相当する X₁ と X₂ 成分を生成した。また 90°C、20 分の加熱では HC 及び HC 多量体が消失して多量の X₁ 及び X₂ 成分を生成した。牛血漿粉末を添加すると、このようなタンパク質組成の変化は添加量に依存して抑制された。

これらの結果と先に報じた塩すり身のゲル化特性の関係から、牛血漿タンパク質は、HC の X₁ と X₂ への分解抑制を介して、塩すり肉中の筋原繊維タンパク質のゲル化と、高温における牛血漿タンパク質自体の熱ゲル化とを併せて増強すると考えられた。