

ホッケとスケトウダラおよび混合肉糊から調製した 加熱ゲルの品質に対する乾燥卵白の添加効果

鈴木 潤*1・藤井陽介*2・北上誠一*3・新井健一*3・小関聡美*4・加藤 登*4

Effect of albumen powder on quality of heated gels formed from salt ground meats of arabesque greenling, walleye pollack frozen surimis and their mixture

Jun SUZUKI, Yohsuke FUJII, Seiichi KITAKAMI, Ken-ichi ARAI,
Satomi KOSEKI, and Noboru KATO

Abstract

The salt-ground meats of arabesque greenling (AG), walleye pollack (WP), and their mixture (AG+WP) were preheated at 25 or 40°C for up to 9 hours with premixing 0~3% albumen powder, and subsequently heated at 90°C for 30 minutes to prepare two-step heated gels. Breaking strength (BS:g) and breaking strain (bs:cm) of the heated gels were measured by a rheometer and gel stiffness (Gs=BS/b) was evaluated.

Preheated at 25°C, the BS and bs of two-step heated gel from AG decreased with the preheating time, whereas the BS and bs of the heated gels from WP and (AG+WP) were obviously increased with the preheating time, indicating the setting gel was formed. The maximum values of BS, bs, and Gs of the heated gel rose with increasing the albumen powder, and also with increasing the weight ratio of WP in the mixture.

Preheated at 40°C, all the BS and bs of the two-step heated gels from AG, WP, and (AG+BS) reduced with the preheating time, indicating the setting gel was not formed. The maximum values of BS, bs, and Gs rose with the addition of albumen powder, and also with increasing the weight ratio of AG in the mixture.

These result indicate that the effect of addition of albumen powder in the salt-ground meat are evidently different between the two heated gels prepared with and without through setting process.

Keywords: arabesque greenling, walleye pollack, surimi, salt-ground meats, albumen powder, heated gel formation

冷凍すり身は種々なねり製品の原料として使われている。冷凍すり身の主要原料はこれまでスケトウダラであったが、最近では世界中の海域で漁獲される多種類の魚種から冷凍すり身を製造する動きが高まっている。その理由としては、近年、すり身生産量が最も多いアメリカにおいて、スケトウダラ冷凍すり身よりも付加価値の高いフィレ加工品の生産量が増加していること、そのため冷凍すり身向けの原料が不足し、スケトウダラ冷凍すり身の価格が高騰していることにある。国内においても、スケトウダラ冷凍すり身の生産量は年々減少傾向にあるが、その一方

で、ホッケ冷凍すり身の生産量は増加傾向にある。ちなみに、ホッケの冷凍すり身はスケトウダラと異なり、ゲル形成能が著しく劣るために、ゲル化特性を期待した用途に利用されるよりも、ホッケ特有の旨味を付与し、味の向上をはかるという目的で利用されることが多い。

こうした冷凍すり身原料が多魚種化している動きに併せて、スケトウダラの冷凍すり身と他魚種のすり身、あるいは複数の魚種のすり身を混合してねり製品を生産する試みが行われている。しかし、混合すり身のゲル化特性に関する知見はまだ不十分であるため、ねり製品を開発する場

2008年6月9日受理

*1 (株)紀文フードケミファ (KIBUN FOOD CHEMIFA CO., LTD.)

*2 はごろもフーズ(株) (HAGOROMO FOODS CORPORATION)

*3 社団法人全国すり身協会 (National Surimi Manufactures Association)

*4 東海大学海洋学部水産学科 (Department of Fisheries, The School of Marine Science and Technology, Tokai University)

合には熟練した経験に頼って行われているのが現状である。

先に西本ら (1988) は、スケトウダラとシロザケの冷凍すり身を混合し、加熱に伴うゲル形成について調べ、加熱ゲルの物性は混合する二種の肉糊が単独で示す破断強度の平均に近い値となることを明らかにした。また著者らは、ゲル形成能が極めて劣るといわれるパシフィック・ホワイティングの冷凍すり身にスケトウダラの冷凍すり身を種々の割合で混合した肉糊のゲル形成能について調べ、二種のすり身を混合しただけでは、ゲル物性の劣化を抑制することはできなかったが、この混合肉糊に少量の牛プラズマ粉末を添加すると、30°Cの予備加熱において強いゲル化が起こり、続く高温加熱によってさらに物性が増大し、いわゆる坐り加熱ゲルが形成されることを見出した(加藤ら, 2004; 加藤ら, 2005; 小関ら, 2006)。なお、パシフィック・ホワイティングの肉糊から調製した予備加熱ゲルを高温で加熱すると、ゲル物性が著しく減少することが知られているが、この原因は混入する粘液胞子虫由来のプロテアーゼによりすり身タンパク質が分解されるためといわれている (Anら, 1994; Benjakulら, 1996; Chang-Leeら, 1989; Chang-Leeら, 1990)。しかし、すり身タンパク質の分解がゲル物性の劣化に寄与しているかどうかは、未だ確定的ではない (加藤ら, 2003)。また、ゲル形成能が非常に劣るパシフィック・ホワイティングの冷凍すり身にスケトウダラのすり身と少量の牛プラズマ粉末を混合すると、坐りを伴った加熱ゲルを形成するという事実は、プロテオリシスの阻害作用だけでは単純に説明できない (加藤ら, 2004)。

これまで著者らは、ゲル形成能が極めて劣る魚種のすり身に坐り加熱ゲル形成能を付与する目的で、異魚種との混合肉糊に牛プラズマ粉末を添加したときのゲル物性の変化について調べてきたが、パシフィック・ホワイティング以外に、ホッケのすり身についても、スケトウダラのすり身を混合した肉糊に牛プラズマ粉末を添加することで加熱ゲルの物性改良に成功した (鈴木ら, 2005)。しかし、牛プラズマ粉末は BSE (牛海綿状脳症) の問題に関連して、その輸入販売が現在中止されており、牛プラズマ粉末に替わる他の食品タンパク質の添加効果について検討する必要性がでてきた。そこで本研究では、ホッケとスケトウダラの混合肉糊に、かまぼこのゲル物性改良剤として既に広く利用されている乾燥卵白 (石原ら, 1985; 若松ら, 1985; 田中, 2005) を添加し、加熱ゲルの物性を改良する試みを行った。

実験方法

1. 試料

試験には市販のホッケ *arabesque greenling*, *Pleurogrammus azonus* およびスケトウダラ *walleye pollack*,

Theragra chalcogramma の陸上 2 級品の冷凍すり身を使用した。タンパク質含量はそれぞれ 143,134mg/g 湿重量であった。乾燥卵白は、キューピー株式会社製、Kタイプを用い、タンパク質含量は 867mg/g であった。

2. 加熱ゲルの調製

ホッケおよびスケトウダラの冷凍すり身はそれぞれ解凍した後、単独または異なる量比 (それぞれ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100) で混合して、3% NaCl (W/W) を加えて小型サイレントカッターにより約15分間塩ずりを行い、肉糊を調製した。すり上がりの肉糊の温度は約 10°C 以下とした。なお乾燥卵白粉末を添加するときは、塩ずりを行った後、1または3% 添加し播潰混合した。卵白粉末の添加量は著者らが先に報告した牛血漿粉末の添加効果 (加藤ら, 2005) と比べるため 1~3% にした。加熱ゲルの調製は、この肉糊を折径 48mm ポリ塩化ビニリデン製チューブに充填し、25 あるいは 40°C の恒温水槽中で予備加熱し、予備加熱 2, 4, 6, 8, 9 時間後にそれぞれその一部を取り出して、90°C で30分間加熱する二段加熱ゲルと、予備加熱を行わずに直接 90°C で30分間加熱した直加熱ゲルとした。

3. 加熱ゲルの物性測定

調製した加熱ゲルは流水で冷却後、25°C で一夜保管した後、直径 30mm×高さ 25mm の円柱状試験片として、レオメーター (不動工業(株)製 NRM 2002J) を使用し、直径 5 mm の球形プランジャー (進入速度 6 cm/min) で破断強度 (BS;g) と破断凹み (bs;cm) を測定した。またゲル剛性 (Gs=BS/bs;g/cm) を算出した。

実験結果と考察

1. 混合肉糊の坐りを伴う加熱ゲル化に及ぼす乾燥卵白添加の影響

ホッケとスケトウダラの単独冷凍すり身および両者の混合すり身 (等量) を塩ずりし、乾燥卵白を混合した肉糊を加熱温度 25°C で 2~9 時間まで予備加熱した後、90°C で30分間加熱した。二段加熱ゲルの予備加熱に伴う破断強度と破断凹みの経時的変化を Fig. 1 に示した。先ずホッケ単独の肉糊 (A) では、予備加熱に伴って徐々に破断強度が減少し、予備加熱4時間で最低値となり、それ以降、一定値になった。そのため乾燥卵白粉末の添加量の違いに関わらず直加熱ゲルの破断強度が最も高値であった。破断凹みも、破断強度と同様に直加熱ゲルが最大値を示し、予備加熱時間の増加に伴い経時的に減少した。すなわち、ホッケの肉糊単独では予備加熱に伴う坐り加熱ゲルの形成は起こらなかった。しかし、乾燥卵白の添加量に応じて二段加熱ゲルの破断強度は全体的に大きく増加し、破断凹みも全体的に増加する傾向を示したが、その度合いは非常に小さ

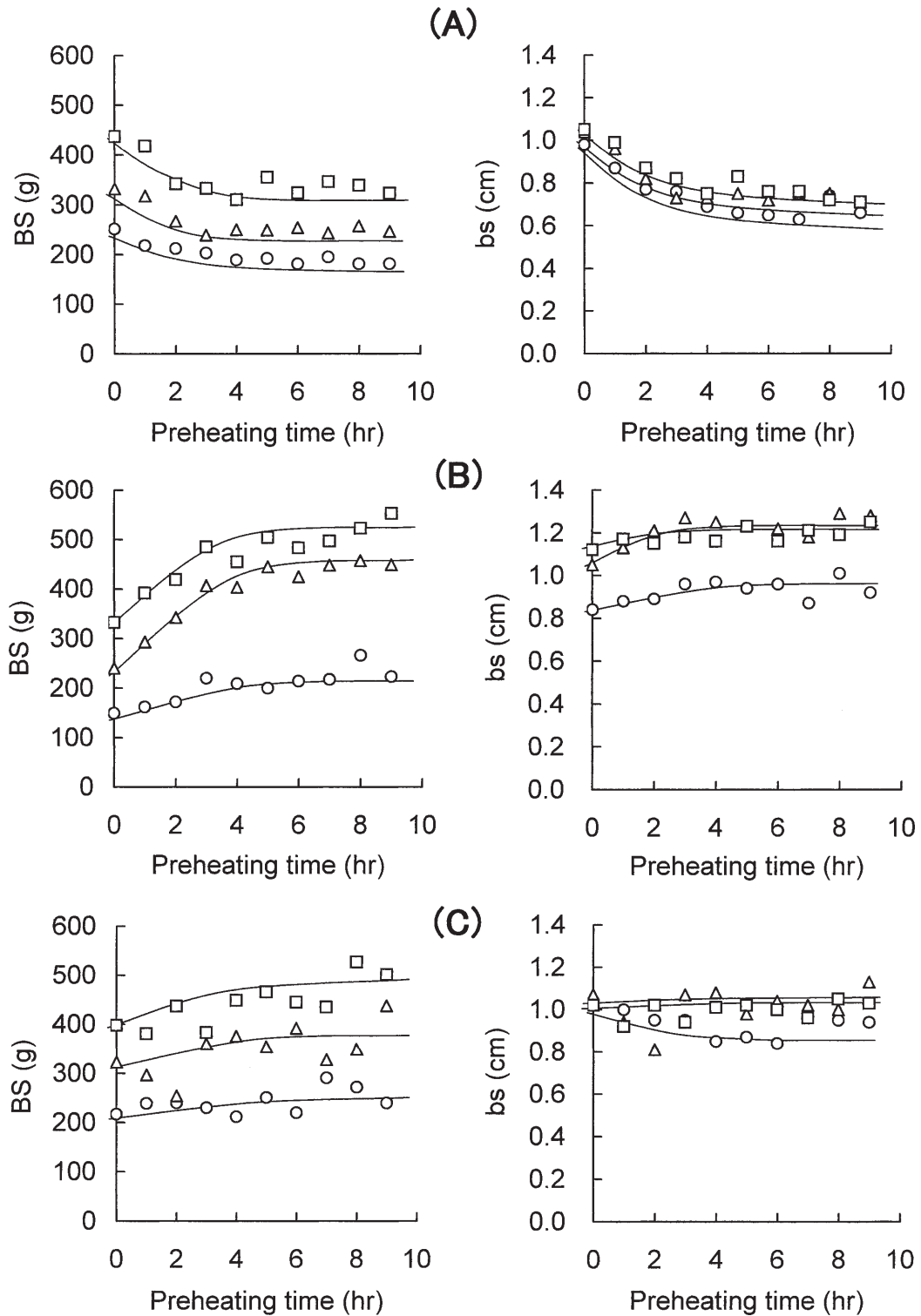


Fig. 1 Changes in breaking strength and breaking strain of two-step heated gels formed through the preheating at 25°C with and without albumen powder, from the salt-ground meats of two frozen surimis of arabesque greenling, and walleye pollack and their mixture, as a function of preheating time.

Frozen surimi was thawed, ground with 3.0% NaCl, and preheated at 25°C for up to 9 hours with premixing 0(○), 1(△), and 3(□) albumen powder. At a definite interval, a portion of the preheating gel was subsequently heated at 90°C for 30 minutes. The breaking strength (BS; g) and breaking strain (bs; cm) of the two step-heated gel were measured with a rheometer by using a ϕ 5mm cylindrical plunger.

- (A) Arabesque greenling (AG)
- (B) Walleye pollack (WP)
- (C) AG mixed with WP in an equal weight (AG+WP)

かった。また予備加熱に伴い、依然として物性値は経時的に減少し、坐り加熱ゲルは形成されなかった。

スケトウダラ単独の肉糊 (B) についても、同じく二段加熱ゲルの物性値の変化を調べた。本実験に用いたスケトウダラ冷凍すり身では、予備加熱を行うと、二段加熱ゲルの破断強度と破断凹みは僅かではあるが経時的に増加し、4時間後にはほぼ最大値になって、弱い坐り加熱ゲルを形成した。また、これに乾燥卵白を添加すると、その添加量に応じて破断強度および破断凹みは増加し、また予備加熱時間に伴う物性値の増加の度合いも大きくなった。すなわち、予備加熱時間および卵白粉末添加量の増加によって坐り加熱ゲル形成能が増強され、より高い物性の加熱ゲルが形成された (Fig. 1(B))。

ホッケのすり身にスケトウダラのすり身を等量 (重量比) 混合した肉糊、およびこれに乾燥卵白を添加した肉糊の二段加熱ゲルの物性変化を Fig. 1(C) に示した。等量混合した肉糊では、予備加熱に伴い、わずかではあるが経時的に二段加熱ゲルの破断強度が増加した。一方、破断凹みはわずかに減少する傾向を示し、混合肉糊からは強い坐り加熱ゲルは形成されなかった。しかし、この等量混合肉糊に乾燥卵白を添加すると、その添加量に応じて破断強度が増加し、さらに予備加熱に伴う破断強度の増加の度合いも、スケトウダラの肉糊ほどではないが、大きくなった。また、破断凹みの減少は抑制され、ほぼ一定の値にとどまった。この事実は、ホッケにスケトウダラを等量混合しただけでは坐り加熱ゲルを形成させることはできないが、さらに乾燥卵白を添加することで坐り加熱ゲル形成能を付与することができることを示している。

魚肉タンパク質のゲル形成の向上における卵白粉末の添加効果は、内在プロテアーゼの阻害によるものであるという仮説がある (An ら, 1994; Benjakul ら, 1996; Chang-Lee ら, 1989; Chang-Lee ら, 1990)。しかし、ホッケの肉糊に乾燥卵白を添加しても、物性値はわずかに増強されるものの予備加熱に伴う減少を抑制できなかったため、スケトウダラの肉糊や混合肉糊の場合も含めて、そのときに起こるゲル物性の増加は、乾燥卵白が内在プロテアーゼを阻害したためと結論づけることはできない。また、ホッケのように予備加熱を行うと物性値が減少するような場合には、乾燥卵白を添加することにより物性値は全体的に増加するだけであるが、スケトウダラや両魚種を等量混合した肉糊のように予備加熱に伴い物性値が増加する場合は、全体的な物性値が増加するだけでなく、予備加熱に伴う坐り加熱ゲル形成能も大きく増強される。この原因の一つとして、卵白タンパク質自体のゲル化がすり身タンパク質の加熱ゲル化に大きな影響を与えているのではないかと考えられる。また、乾燥卵白の添加による加熱ゲルの総タンパク濃度の上昇も、物性値の増強に影響を与えているものと考えられる。従って、乾燥卵白の添加による総タンパク濃度の上昇とゲル物性の変化についても詳細に検討する必要

がある。乾燥卵白を添加したスケトウダラの肉糊や混合肉糊に認められた坐り加熱ゲル形成能の増強の度合い (北上ら, 2005) は総タンパク質濃度の上昇だけでは説明できないほど大きいものと考えられる。

2. 混合肉糊から調製される坐りを伴った加熱ゲルの物性上の特徴

Fig. 1 に示したそれぞれの肉糊から調製した加熱ゲルの物性上の特徴を比較するために、二段加熱ゲルの破断強度とゲル剛性との関係を Fig. 2 に示した。まず乾燥卵白を添加しない場合、ホッケの肉糊単独では、予備加熱に伴い二段加熱ゲルの物性値は減少し、両物性値の間に強い相関関係は認められなかったが、スケトウダラの肉糊単独では二段加熱ゲルの物性値は増加し、また破断強度とゲル剛性との間には強い正の相関が示された。また、等量混合肉糊では物性値はスケトウダラとホッケの中間にあり、予備加熱に伴い物性値は微増したが、両値の相関は明らかではなく、いずれの加熱ゲルも物性値は低い値にとどまった (Fig. 2A)。これに乾燥卵白を1%添加すると、いずれの二段加熱ゲルも物性値は増強され、スケトウダラ > 両者の混合 > ホッケの肉糊の順に高くなった。また、特にスケトウダラの二段加熱ゲルでは、両物性値の間により強い正の相関を示すようになり、関係直線の傾きは無添加のものに比べ僅かではあるが大きくなった (Fig. 2B)。これは、乾燥卵白を添加することによって、より強い坐り加熱ゲルを形成するようになったことを意味している。しかし、ホッケでは予備加熱を行っても依然として物性値は増加せず、両値の関係プロットは全体的に同図中の右方に移動した。これはより硬くて脆いゲルを形成していることを意味する。混合肉糊では、スケトウダラ単独の肉糊に比べれば、物性値の増加はやや少なく、両物性値の間に正の相関関係はあるものの、関係直線の図中の位置は、スケトウダラに乾燥卵白を添加したものよりもやや右側に位置し、これは、僅かながら変形に際してより壊れやすい加熱ゲルを形成したことを示している。乾燥卵白を3%添加すると、いずれの加熱ゲルの物性値もより高値になるが、破断強度とゲル剛性の関係直線は乾燥卵白を1%添加した場合よりも、さらに同図中で右上方に位置するようになった。これは乾燥卵白の添加量を増やしたことで、さらに硬くて脆い二段加熱ゲルを形成する傾向にあることを示している (Fig. 2C)。

ホッケと同様に、ゲル形成能が極めて劣るといわれるパシフィック・ホワイティングの場合も、肉糊にスケトウダラを混合し、さらにこれに少量の牛プラズマ粉末を添加すると、ゲル形成能が増強される。パシフィック・ホワイティングでは、肉糊を予備加熱後、90°C で本加熱を行うことにより物性値の急激な減少が起こる。パシフィック・ホワイティングにスケトウダラを混合した肉糊でも、それだけでは物性値の増加は起こらないが、さらに牛プラズマ粉

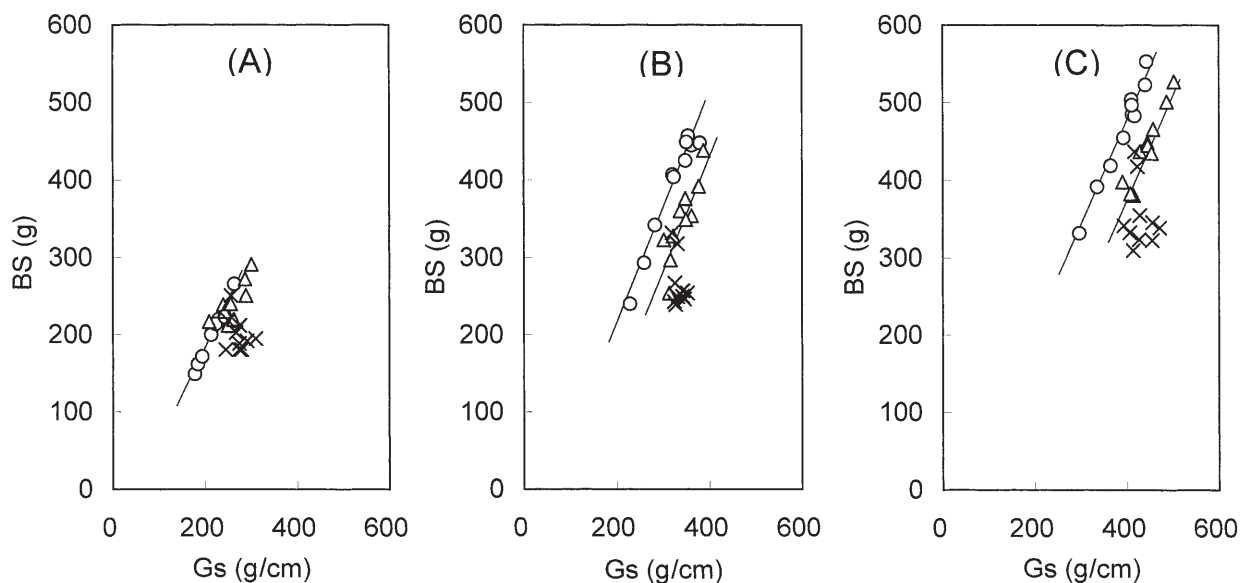


Fig. 2 Comparison of relations between breaking strength and gel stiffness of two-step heated gels formed through preheating at 25°C with and without albumen powder, from the salt-ground meats of frozen surimis of arabesque greenling, walleye pollack and their mixture.

Using the same data shown in Fig. 1 (A~C), the values of BS and Gs (=BS/bs) of two-step heated gels from arabesque greenling (AG), walleye pollack (WP) frozen surimis and their mixture (AG + WP) were plotted.

- | | |
|----------------------------|-----------|
| (A) None added | (○) WP |
| (B) With 1% albumen powder | (△) AG+WP |
| (C) With 3% albumen powder | (×) AG |

末を添加すると、物性値の増加が起こり、強い坐り加熱ゲルが形成される。(加藤ら, 2004; 加藤ら, 2005; 小関ら, 2006). パシフィック・ホワイトニングと同様にゲル形成能が極めて劣るといわれるホッケに関しても、これにスケトウダラを混合し、さらに牛プラズマ粉末を添加するとゲル形成能は増強された(鈴木ら, 2005). 卵白はオボアルブミン, コンアルブミン, オボムコイドなど多くの球状タンパク質を含み、特にそのゲル化に寄与しているのはオボアルブミンであるといわれる。含まれるタンパク質の種類により熱変性温度はやや異なるが、卵白タンパク質は60~66°Cの間でゲル化が起こる(シェフテルら, 1988). 一方、血漿タンパク質は50~60°Cで加熱されると、その中に含まれるフィブリンの酵素的凝固によりゲル化が起こり、より高い温度で加熱すると熱変性を起こし弾力性を増すといわれている(シェフテルら, 1988). 卵白タンパク質や血漿タンパク質に含まれるタンパク質の成分や組成は異なるが、いずれもそれ自体がゲル化特性を有するタンパク質である。このことから、混合肉糊に強いゲル形成能を付与する機能が、タンパク質中の特定な成分であるかどうかについて検討中である。

3. 混合肉糊から調製される坐りを伴わない加熱ゲルの物性上の特徴

スケトウダラの肉糊は、30°C以下では坐りを伴った加熱ゲルを形成するが、予備加熱温度がそれ以上になると、

ゲル物性は経時的に減少し、坐りを伴わない加熱ゲルを形成するようになる(北上ら, 2004). そこで、Fig. 1とFig. 2に示したそれぞれの肉糊を40°Cで予備加熱し、二段加熱ゲルの物性に対する乾燥卵白の添加効果について調べた(Fig. 3). ここには図示しないが、ホッケとスケトウダラ、および両者の混合肉糊が形成する二段加熱ゲルの物性値はいずれも一方的に減少した。それゆえ二段加熱ゲルの物性値は予備加熱時間がゼロのとき(直加熱ゲル)に最も高い。ここには、予備加熱時間が2時間から9時間にわたる二段加熱ゲルのBSとGsの関係をFig. 3に示したが、両物性値の間には予備加熱時間に関して負の相関が見られる。卵白粉末を添加しない場合の両物性値は、ホッケ、両者の混合、スケトウダラの肉糊の順に図中の右上方から左下方に位置することを示した。これはホッケの加熱ゲルが最も硬く、かつ変形に際して壊れ易いものとなるが、スケトウダラの加熱ゲルは全くその逆で混合肉糊からはその中間のゲル物性となることを示している(Fig. 3 A). 卵白粉末を加えた場合は、形成される二段加熱ゲルの物性値は全体的に高い値を示すようになった(Fig. 3 B, C). しかし、予備加熱に伴って二段加熱ゲルの物性値が一方的に減少する傾向は変わらず、坐り加熱ゲルを形成することはなかった。すなわち、乾燥卵白を増加しても両物性値が全体的に高値になるものの、ホッケ>両者の混合>スケトウダラの肉糊の順に高い値を示す傾向は全く変わらなかった。なお、予備加熱温度が40°Cのときに二段

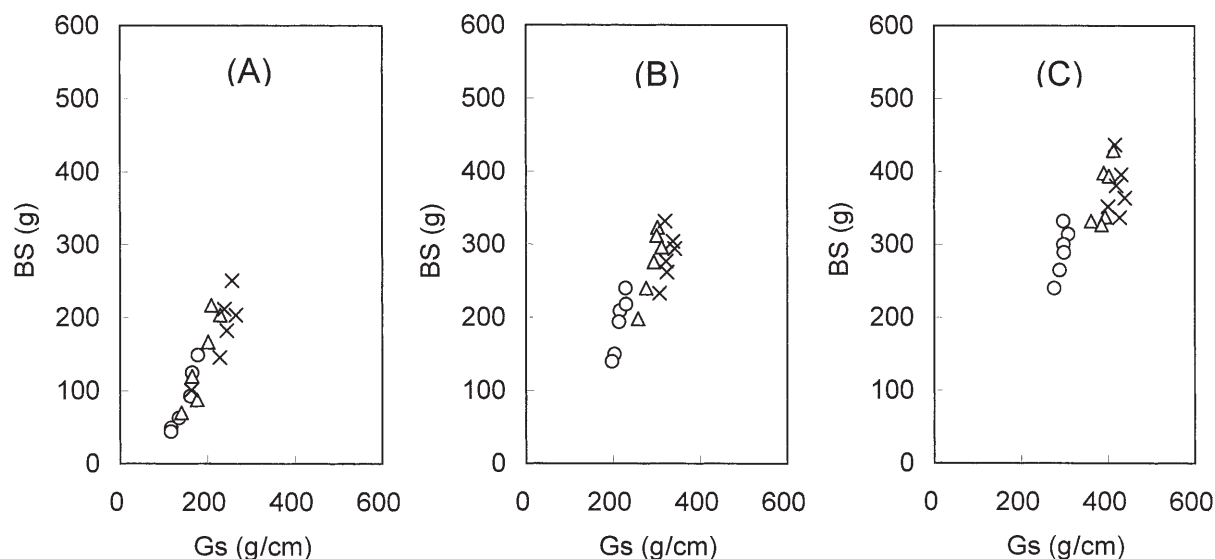


Fig. 3 Comparison of relations between breaking strength and gel stiffness of two-step heated gels formed through preheating at 40°C with and without albumen powder, from salt-ground meats of two fish species frozen surimis of arabesque greenling (AG), walleye pollack (WP), and their mixture.

The preparation of two-step heated gels, and the measurement of breaking strength and breaking strain of the heated gels were conducted in the same manner as in Figs. 1 and 2, except the preheating was made at 40°C.

- | | |
|----------------------------|-----------|
| (A) None | (○) WP |
| (B) With 1% albumen powder | (△) AG+WP |
| (C) With 3% albumen powder | (×) AG |

加熱ゲルの物性値が減少する原因についての検討は未だ実施していないが、ホッケの肉糊から形成される二段加熱ゲルの物性値が一方的に減少する場合と全く同じ理由から、その原因が内在プロテアーゼの作用に因るものだけとは考えにくい。

4. 混合肉糊から調製される加熱ゲルの物性の最大値

ホッケとスケトウダラ冷凍すり身の混合割合が0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0の肉糊をそれぞれ25°Cあるいは40°Cで予備加熱したときの二段加熱ゲルの破断強度および破断凹みの最大値をFig. 4に示した。25°Cで予備加熱した二段加熱ゲル (Fig. 4A, B, C) では、乾燥卵白を添加しないときは、ホッケあるいはスケトウダラ単独の加熱ゲルの破断強度および破断凹みの最大値が近似していたため、混合割合を変えても物性値はほとんど変わらなかったが (Fig. 4A), 乾燥卵白を添加すると、スケトウダラの混合割合が多いものほどより強い坐り加熱ゲルを形成するため、破断強度の最大値は明らかに高くなった。また破断凹みもわずかであるがスケトウダラの混合割合が多いものほど高くなる傾向を示した。この傾向は、乾燥卵白1% (Fig. 4B) よりも3% (Fig. 4C) 添加した二段加熱ゲルの方がより顕著であった。一方、40°Cで予備加熱した二段加熱ゲルでは、25°Cで予備加熱した場合とは逆に、破断強度の最大値は、ホッケの混合割合が多いものほ

ど高くなる傾向が見られた (Fig. 4D, E, F)。また、乾燥卵白を添加した方が、添加量に応じてより高値に達した (Fig. 4E, F)。なお、破断凹みは混合割合を変えても大きく変化しなかった。このように混合割合を変えた肉糊についてゲル物性の最大値を比較すると、予備加熱温度が25°Cと40°Cでは同じ混合割合の肉糊から調製される加熱ゲルでも、その物性値は全く異なり、乾燥卵白の添加効果に明らかな違いが生じていることが明らかになった。

25°Cあるいは40°Cで予備加熱した二段加熱ゲルの物性上の特徴を、破断強度とゲル剛性の最大値をプロットした関係図 (Fig. 5) から比較した。25°Cで予備加熱を行った二段加熱ゲルでは、スケトウダラの混合割合が多いものほど、乾燥卵白の添加により坐り加熱ゲル形成が増強されるため、ゲル物性は高値となり、スケトウダラ単独の加熱ゲルの物性に近似してくる (Fig. 5A)。一方、40°Cで予備加熱した二段加熱ゲルでは、坐りを伴ったゲルが形成されないため、混合肉糊に乾燥卵白を添加しても加熱ゲルの物性は25°Cの場合ほど高い値に達することはなく、また形成される加熱ゲルの物性上の特徴は、ホッケ単独の加熱ゲルに近似した (Fig. 5B)。坐りを伴った加熱ゲルは、坐りを伴わない加熱ゲルに比べて、より均一で密な網目構造が形成されることは既に報じられている (岡田, 1999; 牧之段ら, 1996)。このことから、すり身タンパク質が形成する加熱ゲルの網目構造の違いにより、卵白タンパク質の作

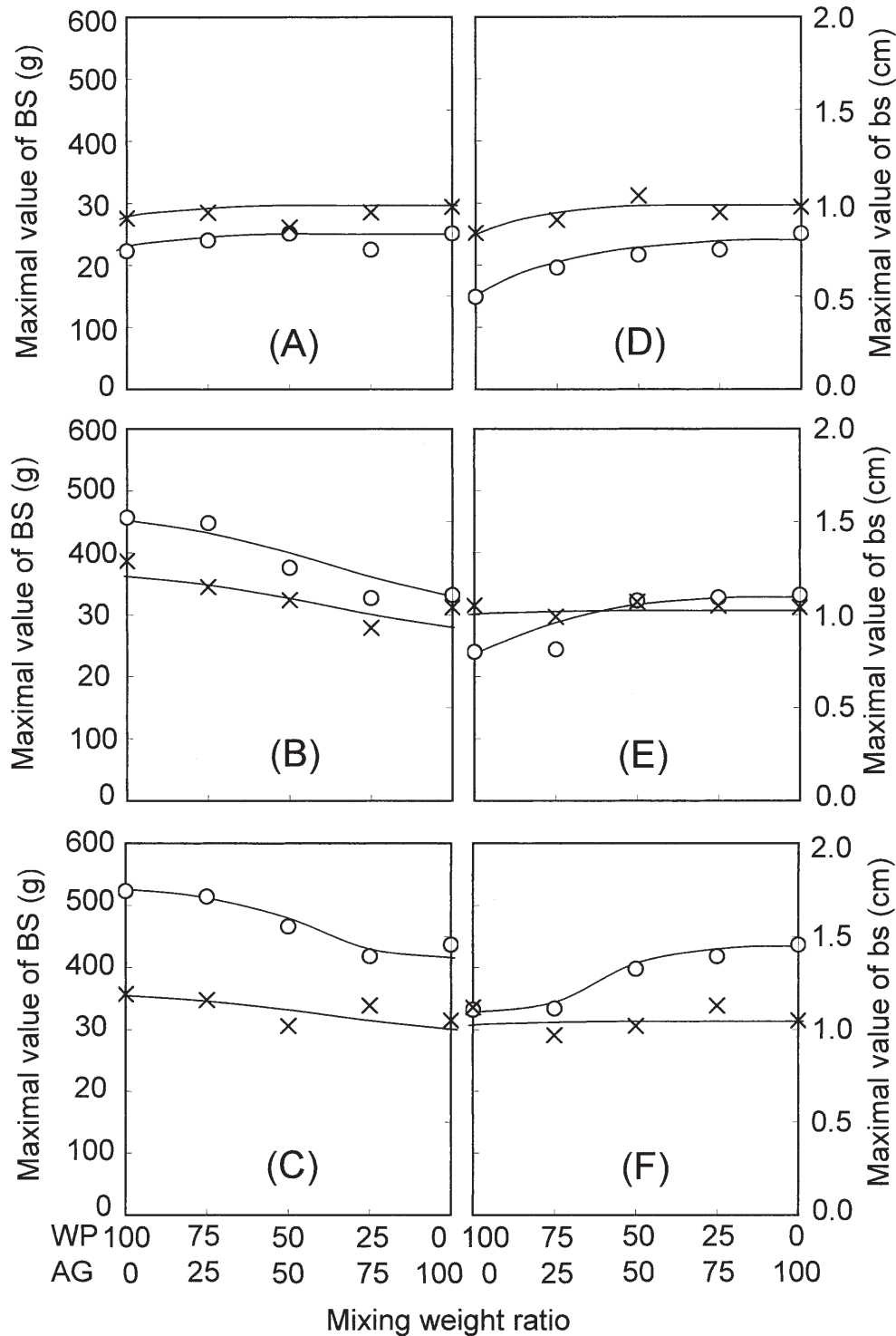


Fig. 4 Maximal values of breaking strength and breaking strain of two-step heated gels formed from two fish species frozen surimis of arbesque greenling, walleye pollack and their mixture with and without albumen powder.

The preparation of two-step heated gels and the measurement of maximal values of breaking strength (○) and breaking strain (×) of the heated gels were conducted in the same manner as in Figs. 2 and 3, except the mixing weight ratio of arbesque greenling and walleye pollack frozen surimis was varied.

(A, B, C) Gels through preheating at 25°C

(D, E, F) Gels through preheating at 40°C

(A, D) None

(B, E) With 1% albumen powder

(C, F) With 3% albumen powder

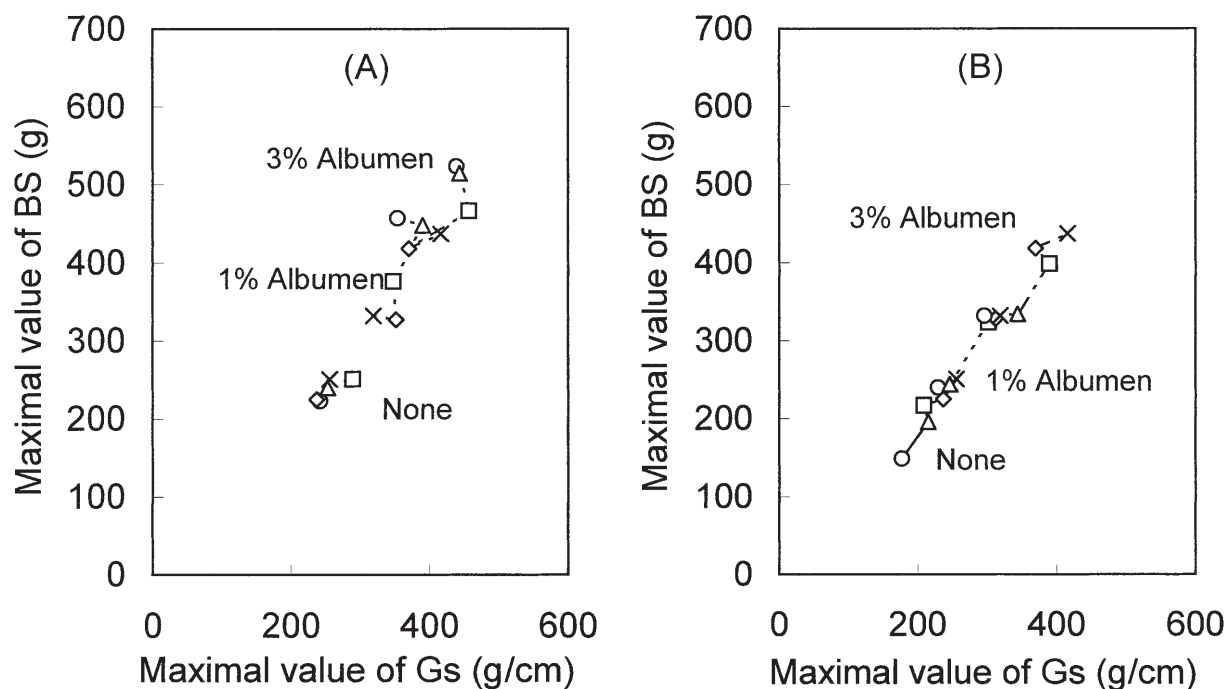


Fig. 5 Relation between maximal values of breaking strength and gel stiffness of two-step heated gels formed through preheating at 25°C or 40°C from arabesque greenling, walleye pollack frozen surimis and their mixture with and without albumen powder.

Using the same data shown in Figs. 2, 3 and 4 the maximal values of BS and Gs (=BS/bs) were plotted in this figure.

Mixing weight ratio of WP:AG are; (○) 100:0, (△) 75:25, (□) 50:50, (◇) 25:75, and (×) 0:100.

(A) Gels through preheating at 25°C

(B) Gels through preheating at 40°C

用の仕方が異なるものと考えられる。丹羽ら (1990) は、加熱ゲルの形成に際して、極めて積極的に増強効果を及ぼす添加物 (補強剤) を active filler, 一方、加熱ゲルの形成に際して、単に共存して機械的な強度を上げる添加物を filler と区別している。血漿タンパク質の場合と同様に (小関ら, 2006), すり身タンパク質のゲル化に際して、強い坐りを伴った加熱ゲルを形成する場合と、坐りを伴わない加熱ゲルを形成する場合とでは、卵白タンパク質の効能が異なる理由を明らかにする必要がある。

文 献

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**, 1165-1170.

Chang-Lee M. V., L. E. Lampila, and D. L. Crawford, (1990), Yield and Composition of Surimi from whiting (*Merluccius productus*) and the Effect of Various Protein Additives on Gel Strength, *J. Food Sci.*, **55**, 83-86.

Chang-Lee M. V., R. Pacheco-Aquilar, D. L. Crawford, and Lampila L. E., (1989), Proteolytic Activity of Surimi from Pacific whiting (*Merluccius productus*) and Heat-

set Gel Texture, *J. Food Sci.*, **54**, 1116-1125.

H. An, V. Weerasinghe, T. A. Seymour, and M. T. Morrissey, (1994), Cathepsin Degradation of Pacific whiting Surimi Proteins. *J. Food Sci.*, **59**, 1013-1018.

石原良三, 森下貞二, (1985), 水産練製品への利用, 「卵—その化学と加工技術—」, 太陽化学株式会社編, (光琳, 東京), pp.291-297.

ジャン-クラウド シェフテル, ジャン-ルイック, ドウニ-ロリアン, (1988), 血漿タンパク質とその主な特徴, 「食品タンパク質ハンドブック」, 北島直子訳, (N. T. N, 東京), pp.202-206.

ジャン-クラウド シェフテル, ジャン-ルイック, ドウニ-ロリアン, (1988), 卵白タンパク質, 「食品タンパク質ハンドブック」, 北島直子訳, (N. T. N, 東京), pp.158-161.

加藤 登, 北上誠一, 及川 寛, 安永廣作, 矢野 豊, 小関聡美, 新井健一, (2005), 二魚種混合肉糊のゲル化に伴う筋原繊維タンパク質の変化と牛血漿粉末の影響, 東海大紀要海洋学部「海—自然と文化」, **3**, 41-50.

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, 東海大紀要海洋学部, **56**, 49-61.

加藤 登, 及川 寛, 安永廣作, 矢野 豊, 北上誠一, 新井健一, (2004), Pacific whiting とスケトウダラの混合肉

- 糊のゲル化特性と牛血漿粉末の影響, 東海大紀要海洋学部「海—自然と文化」, **2**, 45-53.
- 北上誠一, 村上由里子, 小関聡美, 阿部洋一, 安永廣作, 新井健一, (2004), スケトウダラ塩ずり身のゲル形成能とその加熱温度依存性, 日水誌, **70**, 957-964.
- 北上誠一, 村上由里子, 安永廣作, 加藤 登, 新井健一, (2005), スケトウダラ冷凍すり身タンパク質のゲル形成能とその濃度依存性, 日水誌, **71**, 957-964.
- 小関聡美, 藤井陽介, 加藤 登, 安永廣作, 北上誠一, 新井健一, (2006), スケトウダラとパシフィック・ホワイティングの混合肉糊から調製した坐りを伴った加熱ゲルと坐りを伴わない加熱ゲルの品質に対する牛血漿粉末の効果, 東海大紀要海洋学部「海—自然と文化」, **4**, 21-29.
- 牧之段保夫, 中川孝之, 安藤正史, 松野 智, (1996), 坐りによる減塩かまぼこの足の補強とかまぼこ組織の電子顕微鏡観察, 日水誌, **62**, 654-658.
- 西本真一郎, 橋本昭彦, 関 伸夫, 新井健一, (1988), 二種の魚の混合肉糊の坐りとミオシン重鎖の交差結合, 日水誌, **54**, 1227-1235.
- 丹羽栄二, (1990), かまぼこの足とその補強, 食品加工技術, **10**, 88-94.
- 岡田 稔, (1999), かまぼこの微細構造, 「かまぼこの科学」, 岡田 稔編, (成山堂書店, 東京), pp.52-55.
- 鈴木 潤, 北上誠一, 村上由里子, 安永廣作, 加藤 登, (2005), ホッケとスケトウダラ混合肉のゲル形成能と牛血漿粉末による加熱ゲルの品質改良, 平成17年度日本水産学会大会要旨集, 東京, 157.
- 田中敏治, (2005), しなやかなゲルを形成する新しい乾燥卵白の機能と食品における効果, 食品と科学, **7**, 71-77.
- 若松利男, (1985), 鶏卵タンパク質のゲル化に及ぼす要因とその機構, *New Food Ind.*, **27**, 61-70.

要 約

ホッケ, スケトウダラおよび両者の混合肉糊を, 25°C または 40°C で 9 時間にわたって予備加熱して二段加熱ゲルを調製した。加熱ゲルの破断強度 (BS) と破断凹み (bs) をレオメーターで測定し, ゲル剛性 ($G_s = BS/bs$) を算出した。

25°C で予備加熱するとき, ホッケの二段加熱ゲルの BS と bs は予備加熱に伴って減少する。一方, スケトウダラと両者混合からの二段加熱の BS と bs は明らかに増加し, 坐り加熱ゲルの形成を示した。加熱ゲルの BS, bs, および G_s の最大値は卵白粉末が増加するとき, また混合肉糊中のスケトウダラの重量比が増加するほど高い値になった。

40°C で予備加熱するとき, ホッケ, スケトウダラ, および両者混合からの二段加熱ゲルの BS, bs, および G_s などの全てが予備加熱に伴って減少し, 坐り加熱ゲルが形成されないことを示した。加熱ゲルの BS, bs および G_s は卵白粉末の添加によって, また混合肉糊中のホッケも重量比が増加するほど高い値になった。

これらの結果は, 加熱ゲルの品質に対する卵白粉末の添加の効果は, 坐り加熱ゲルと坐りを伴わない加熱ゲルとの間で, 明らかに異なることを示している。

キーワード: すり身, 混合肉糊, 乾燥卵白, 加熱ゲル, ゲル形成能