

# 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

小関聡美\*1・藤井陽介\*1・加藤 登\*1・安永廣作\*2・北上誠一\*3・新井健一\*3

Functional effect of bovine plasma powder on quality of heat-induced gels with and without setting of mixed salt-ground meats from walleye pollack and Pacific whiting.

Satomi KOSEKI, Yousuke FUJII, Noboru KATO, Kosaku YASUNAGA,  
Seiichi KITAKAMI, and Ken-ichi ARAI

## Abstract

The functional effect of bovine plasma on heat-induced gel formation of the mixture of salt-ground meats from walleye pollack and Pacific whiting surimi was investigated in connection with preheating temperature.

The mixture of salt-ground meats was preheated at 30 or 50 °C for several hours in the presence of 3 % bovine plasma powder, and subsequently heated at 90 °C for 20 minutes to prepare two-step heated gel.

Preheating of the mixture of salt-ground meats with bovine plasma at 30 °C increased the breaking strength and the gel stiffness of two-step heated gel. The maximum values of breaking strength were proportionally increased with rising of the ratio of walleye pollack surimi in the mixture, but those of gel stiffness were not increased. On the other hand, the preheating of the mixture with bovine plasma at 50 °C did not promote gel formation and consequently the breaking strength as well as the gel stiffness of all of two-step heating gels remained lower values.

These results indicated that a functional effect of bovine plasma powder on the heat-induced gel formation of salt-ground meats with and without setting was evidently different.

## 緒 言

牛血漿粉末は、水産ねり製品の品質改良または補強剤として従来利用されてきた(戸田, 1987; 山下, 2003)。特に粘液胞子虫の影響を避けるためにアメリカ産のパシフィック・ホワイティングの冷凍すり身には多用されてきた経緯がある。品質の向上に関わる牛血漿粉末の主成分は多種にわたるタンパク質成分であるが、その機能は肉糊の坐りの促進、戻りの抑制、また粘液胞子虫の分泌するプロテアーゼの活性抑制などがあげられている(岡田, 1999; 山下, 2003; 須山ら, 1993)。しかし、多岐にわたる機能性に関わる分子レベルでの研究はまだ充分に行われていないと思われない。

著者らは、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に少量の牛血漿粉末を加えることによって、強い坐りゲル形成能を誘導することに成功したが(加藤ら, 2004)、一方で二種の魚肉の混合物やパシフィック・ホワイティング単独の魚肉に牛血漿粉末を混合した場合には、全く誘導することができなかった。また著者らは先に、スケトウダラの肉糊について、35°C以下の低温で予備加熱すると予備加熱時間に依存して形成される加熱ゲルの物性値(特に二段加熱ゲルの破断強度(BS)とゲル剛性(Gs))が著しく増強され、直加熱ゲルのほぼ2倍に達する事実を見出し、これは従来から言われている坐りの現象に相当する物性変化であることを報じた。ただし、破断凹み(bs)の増強は大きくない(北上ら, 2003; 北上ら, 2004)。そこで本論文では、加熱により肉糊に上記のよう

2006年10月7日受理

\*1 東海大学海洋学部水産学科 (Department of Fisheries, The School of Marine Science and Technology, Tokai University)

\*2 独立行政法人総合水産研究センター中央研究所 (National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency)

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

な物性変化が起こることを認めるときには、坐りを伴った加熱ゲルが形成された、あるいは強い坐りゲル形成能を示すとし、またこのような物性変化が起こらないときは坐りゲルが形成されない、あるいは坐りを伴わない加熱ゲルが形成されたと表現した。

この実験に供したスケトウダラの肉糊は、既に報じたように(加藤ら, 2004), 単独では予備加熱に伴って二段加熱ゲルの物性が増加したが、牛血漿粉末の添加によってさらに著しく増強された。またスケトウダラとパシフィック・ホワイティングの等量混合肉糊に牛血漿粉末を添加することによって、極めて強い坐りゲルを形成した。しかし、これらは肉糊の予備加熱が低温、つまり30°Cで行われたときに限ってみられる現象であって、より高温、つまり50°Cで混合肉糊を予備加熱したときには坐りゲルは形成されず、二段加熱ゲルの物性値は一方的に減少すること、また、たとえ牛血漿粉末を添加しても、物性値はやや高くなるものの、坐りゲルを形成しないことを示した(加藤ら, 2004)。この現象は相対的に低温で起こるが、物性値が減少するという点では、いわゆる戻りの現象(志水, 1981; 岡田, 1999; 関ら, 2003)に類似している。

そこで本研究では、スケトウダラ、パシフィック・ホワイティングの魚肉及びそれらの混合肉を30°Cまたは50°Cで予備加熱して得られる二段加熱ゲルの物性に及ぼす牛血漿粉末の効能をさらに詳細に調べた。

## 実験方法

**試料:** パシフィック・ホワイティング, Pacific whiting (*Merluccius productus*) の冷凍すり身は、(株)紀文食品から提供されたもので、すり身の原料として寄生虫を含まない魚肉を使用し、添加物として8%スクロースと0.3%重合リン酸塩を含む製品である。水分量は75.3%、タンパク質含量は144mg/g湿重量であった。スケトウダラ, Walleye pollack (*Theragra chalcogramma*) の冷凍すり身は、市販の陸上二級品で5%スクロースと0.2%重合リン酸塩を含む製品である。水分量は80.0%でタンパク質含量は134mg/g湿重量であった。

牛血漿粉末は、太陽化学(株)から市販されている製品(フィッシュ・アップB)で、タンパク質含量が75.6%、水分量が10.8%、ほかにクエン酸ナトリウムなどを含んでいる。

**加熱ゲルの調製:** 冷凍すり身はそれぞれ解凍した後、単独、または異なる量比で混合した後、2.5% 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。すり上がり後の温度は約7°Cであった。この肉糊をプラスチック製円筒容器(直径37mm、高さ20mm)に充填し、30°Cまたは50°Cの恒温水槽中にて、7-9時間後まで予備加熱した。経時的にその一部をとり出してさらに90°Cで20分間加熱

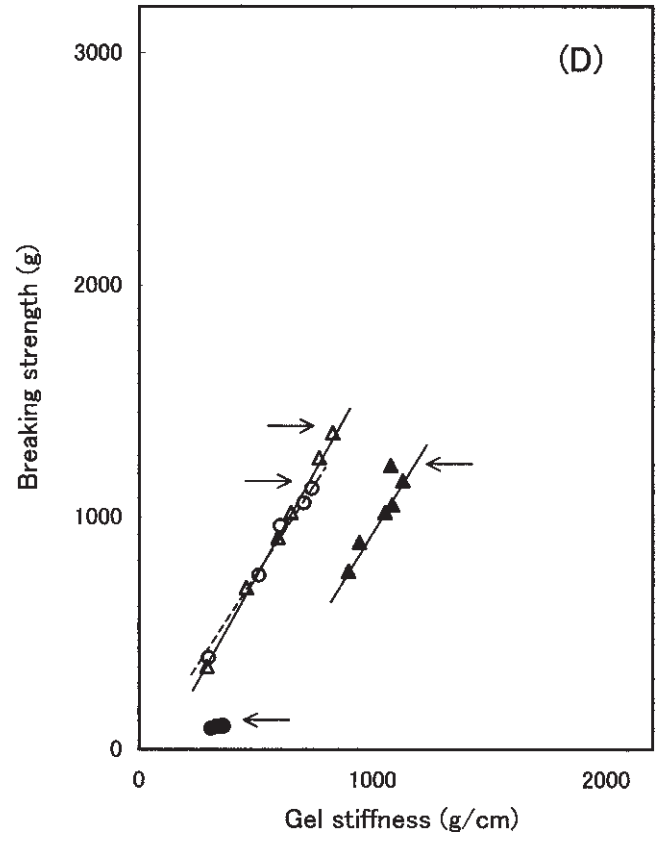
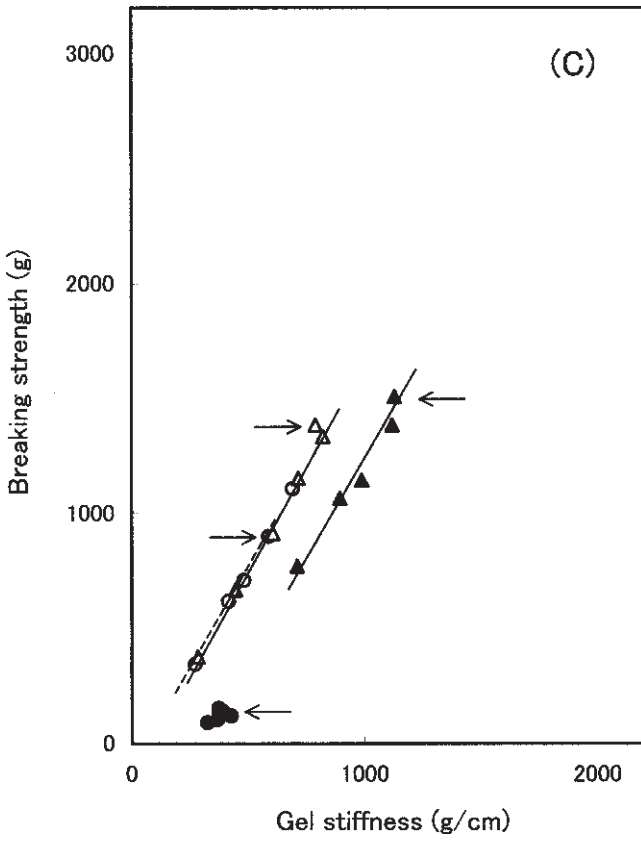
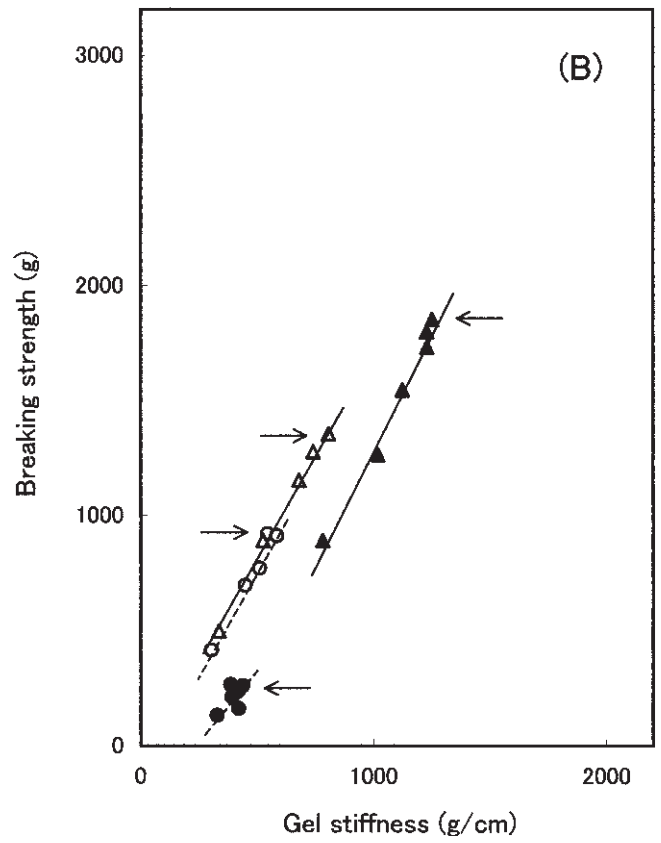
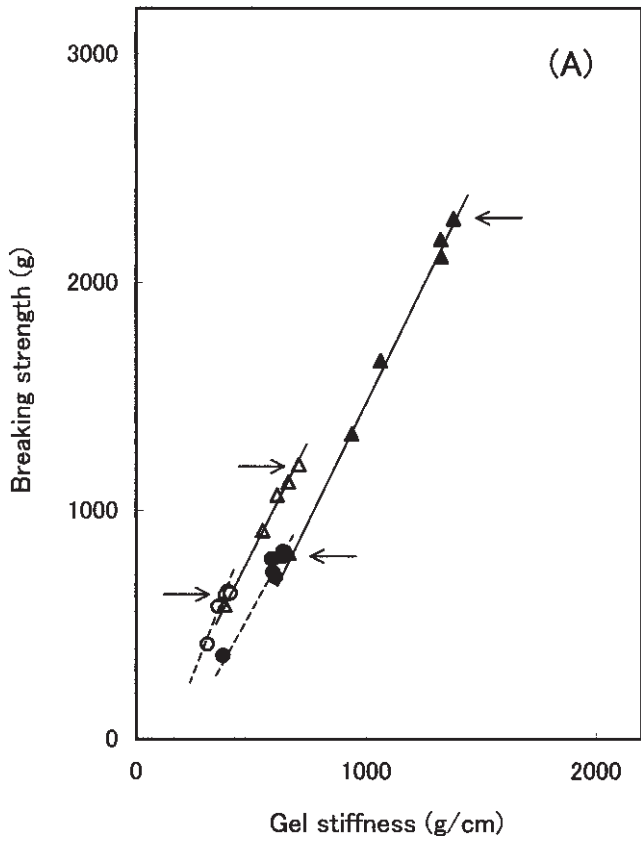
した。調製された加熱ゲルはそれぞれ予備加熱ゲルおよび二段加熱ゲルと呼ぶ。なお牛血漿粉末を添加するときには、解凍したすり身を塩ずりする前に、3.0%添加して1分間播潰し混合させた。

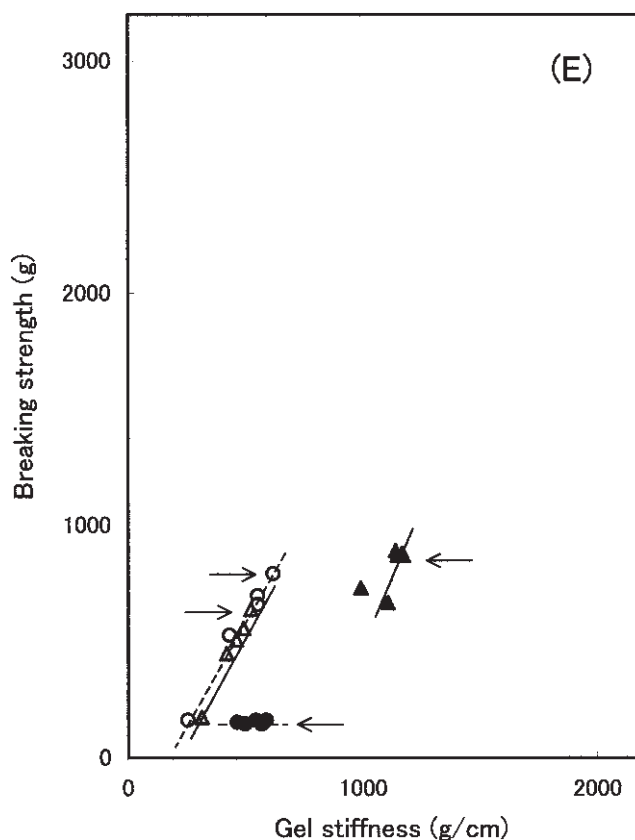
**加熱ゲルの物性測定とゲル剛性の計算:** 予備加熱ゲルは測定に至るまでに経時的に変化する可能性があるため、加熱後は全て氷水中で30分以上冷却した後、また二段加熱ゲルは調製後、室温に戻して、速やかにレオメーター(不動工業(株)製, NRM-2005J)により、直径5mmの円柱状プランジャーを使用して物性を測定した。なお、物性としては破断強度と破断凹みを測定し、その結果から破断強度と破断凹みの比としてゲル剛性( $(GS) = (BS)/(bs)$ )を算出した。

## 結果

**混合肉糊の坐りを伴った加熱ゲル形成能に及ぼす牛血漿粉末の影響:** 初めに、スケトウダラ単独の肉糊を30°Cで予備加熱して得られた予備加熱ゲルと二段加熱ゲルの破断強度とゲル剛性との関係をFig. 1(A)に示す。本実験に供した冷凍すり身は陸上二級品であったが、30°Cで予備加熱すると、予備加熱時間に依存して予備加熱ゲルと二段加熱ゲルの物性値(破断強度とゲル剛性)は増強され、弱い坐りゲルを形成した。またこのとき破断強度とゲル剛性の間には強い正の相関が成立した(加藤ら, 2005)。ここで、肉糊に対して牛血漿粉末(以下プラズマと呼ぶ)を加えると、予備加熱ゲルおよび二段加熱ゲルの物性値はさらに増加し、強い坐りゲルを形成するようになった。特に二段加熱ゲルの物性値の増加割合は著しく大きかった。従って陸上二級品のスケトウダラ冷凍すり身は、その坐りゲル形成能の一部が発揮され難い状態になっている(潜在化している)が、プラズマの添加によってそれが初めて発揮される(顕在化される)ように見える。また最近になり、著者らは卵白粉末もプラズマと全く同様な効果を及ぼすことを明らかにした(藤井ら, 2006)。なお、破断強度とゲル剛性の関係直線を比べると二段加熱ゲルのそれは予備加熱ゲルのそれよりもプラズマ添加の有無に関わらず、同図中でより右側に位置しているが、これは坐りゲル形成に伴って破断強度は増加するものの、破断凹みは減少する事実を反映しており、二段加熱ゲルは予備加熱ゲルに比べて変形に際して壊れ易い性状に変わることを意味している(北上ら, 2003; 北上ら, 2004)。

次にスケトウダラとパシフィック・ホワイティングの混合割合が3:1の肉糊から調製した予備加熱ゲルと二段加熱ゲルの破断強度とゲル剛性との関係をFig. 1(B)に示す。混合肉糊の物性値は、予備加熱に伴って増加するが、続く高温加熱によって激減し、二段加熱ゲルの物性値は非常に低い値になった。これは既に前報で述べた(加藤ら, 2004; 加藤ら, 2005)。しかし、3%プラズマを加えると、





**Fig. 1** Relation between breaking strength and gel stiffness of preheating and two-step heated gels of mixed salt-ground meats from walleye pollack and Pacific whiting frozen surimis in the presence and absence of bovine plasma powder.

Mixed frozen surimi was ground with 2.5 % NaCl and preheated at 30 °C for up to nine hours in the presence (triangles) and the absence (circles) of 3 % bovine plasma powder. The preheated gel (○, △) was subsequently heated at 90 °C for 20 minutes.

The breaking strength (BS) and breaking strain (bs) of two step-heated gel (●, ▲) were measured with a rheometer by using a  $\phi$  0.5 cm cylindrical plunger, and gel stiffness (Gs) was calculated as (BS/bs).

The mixing weight ratio of walleye pollack (WP) Pacific whiting (PW) are; (A) 100 : 0, (B) 75 : 25, (C) 50 : 50, (D) 25 : 75, (E) 0 : 100.

Sideways arrows in the figure indicate the maximum value of rheological parameter of the respective heated gel.

予備加熱ゲルおよび二段加熱ゲルの物性値はいずれも大きく増加し、坐りゲルを形成するようになった。ただし、形成される二段加熱ゲルの物性の最大値は、スケトウダラ単独の加熱ゲルに比べれば、やや低値であり、また破断強度とゲル剛性の関係直線の同じ図中での位置はやや右側に位置し、変形に際してより壊れ易いものになった。

続いて、スケトウダラとパシフィック・ホワイティングの混合割合が1 : 1, 1 : 3, およびパシフィック・ホワイティング単独の肉糊の加熱ゲル形成を予備加熱ゲルと二段加熱ゲルの物性値から検討した結果を、それぞれ Fig. 1(C), (D), および (E) に示す。これによると、混合肉糊中のパシフィック・ホワイティングの割合が増加すると、プラズマと共に形成する予備加熱ゲルと二段加熱ゲルの物性の最大値は低くなり、かつ破断強度とゲル剛性の関係直線の図中での位置はより右側に移動する傾向が見られ

る。これはパシフィック・ホワイティングの混合割合が増加すると坐りゲル形成能が少しずつ弱くなり、二段加熱ゲルは変形に際してより壊れ易いものになることを意味している。実際にパシフィック・ホワイティング単独の肉糊にプラズマを加え二段加熱すると、僅かにゲル化するものの予備加熱に伴うゲル物性の増加は見られなかった。それゆえパシフィック・ホワイティングの肉糊は、坐りゲル形成能を本来全く保有していないので、プラズマを添加しても、加熱ゲル形成能が増強されず、混合肉糊においてはパシフィック・ホワイティングがスケトウダラのゲル形成能を阻害するように働いたものと考えられる。

Fig. 1 の中からプラズマを加えた予備加熱ゲルのみを Fig. 2(A), 二段加熱ゲルのみを Fig. 2(B) に示した。それぞれの肉糊から調製した予備加熱ゲルの破断強度とゲル剛性との間には良い正の相関が認められたが、二種の魚肉

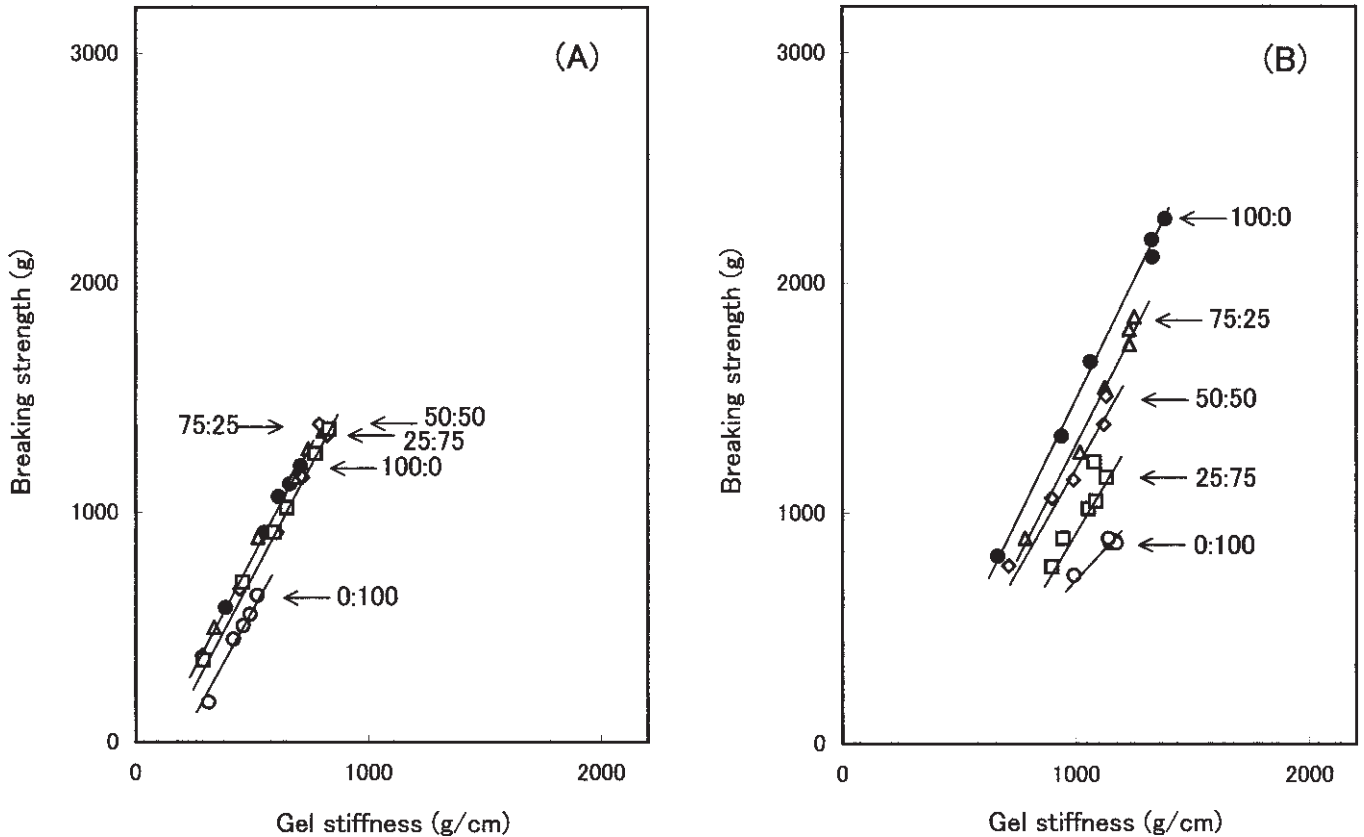


Fig. 2 Relation between breaking strength and gel stiffness of preheated and two-step heated gels of mixed salt-ground meat from walleye pollack and Pacific whiting frozen surimis through preheating at 30 °C in the presence of bovine plasma powder.

The heat-induced gelation of mixed salt-ground meats from walleye pollack and Pacific whiting frozen surimis, and the measurements of BS, bs and Gs were the same as in the legend of Fig. 1.

(A) preheated gel

(B) two-step heated gel

The mixing weight ratio of WP PW are; (●) 100 : 0, (△) 75 : 25, (◇) 50 : 50, (□) 25 : 75, (○) 0 : 100.

の混合割合に関わりなく、関係直線は類似しており、ゲル物性の最大値もパシフィック・ホワイティングのみの場合を除いて、ほぼ近似した値になることが示された。一方、二段加熱ゲル (Fig. 2(B)) の場合は破断強度とゲル剛性との関係直線は混合肉糊中のパシフィック・ホワイティングの割合が多いほど、同図中で右方に位置するようになり、ゲル物性の最大値は減少する傾向が見られた。なお、ゲル物性の最大値が混合肉糊中のスケトウダラの混合割合に比例して大きくなることは前報で述べたとおりである (加藤ら, 2004)。以上の事実は、予備加熱ゲルと二段加熱ゲルではゲル形成時におけるプラズマの効力が異なること、特に坐りゲルの形成に当たっては坐りが強く起こるほど強く働き、加熱ゲルの物性への増強効果が大きいことを示している。

**坐りを伴わない加熱ゲル形成能に及ぼす牛血漿粉末の影響：** パシフィック・ホワイティングの肉糊は単独では 30–40°C でゲル化し、50°C ではゲル化しなくなるが、こ

れにプラズマを添加するとゲル化するようになり、しかも続く高温加熱によって劣化しなくなる (加藤ら, 2003)。しかし、予備加熱に伴う物性値の増加は顕著ではないので、強い坐りゲルを形成するようになったとは言い難い。これはパシフィック・ホワイティングの割合が多い混合肉糊の場合により顕著であった。そこで、50°C における加熱ゲル形成に及ぼすプラズマの影響を、30°C の場合と比較することによって、坐りを伴わない加熱ゲルに対するプラズマの添加効果の特徴を明らかにしようとした。ここでは、スケトウダラおよびパシフィック・ホワイティング単独、および両者の混合肉糊の 50°C における予備加熱ゲル (A) と二段加熱ゲル (B) の破断強度とゲル剛性との関係を整理し、Fig. 3 とした。

50°C においては、予備加熱に伴って両加熱ゲルの物性は僅かながら増加し、弱い坐りゲルを形成したが、スケトウダラに対するパシフィック・ホワイティングの混合割合を変えても、物性の最大値はほとんど変化せず、極めて近

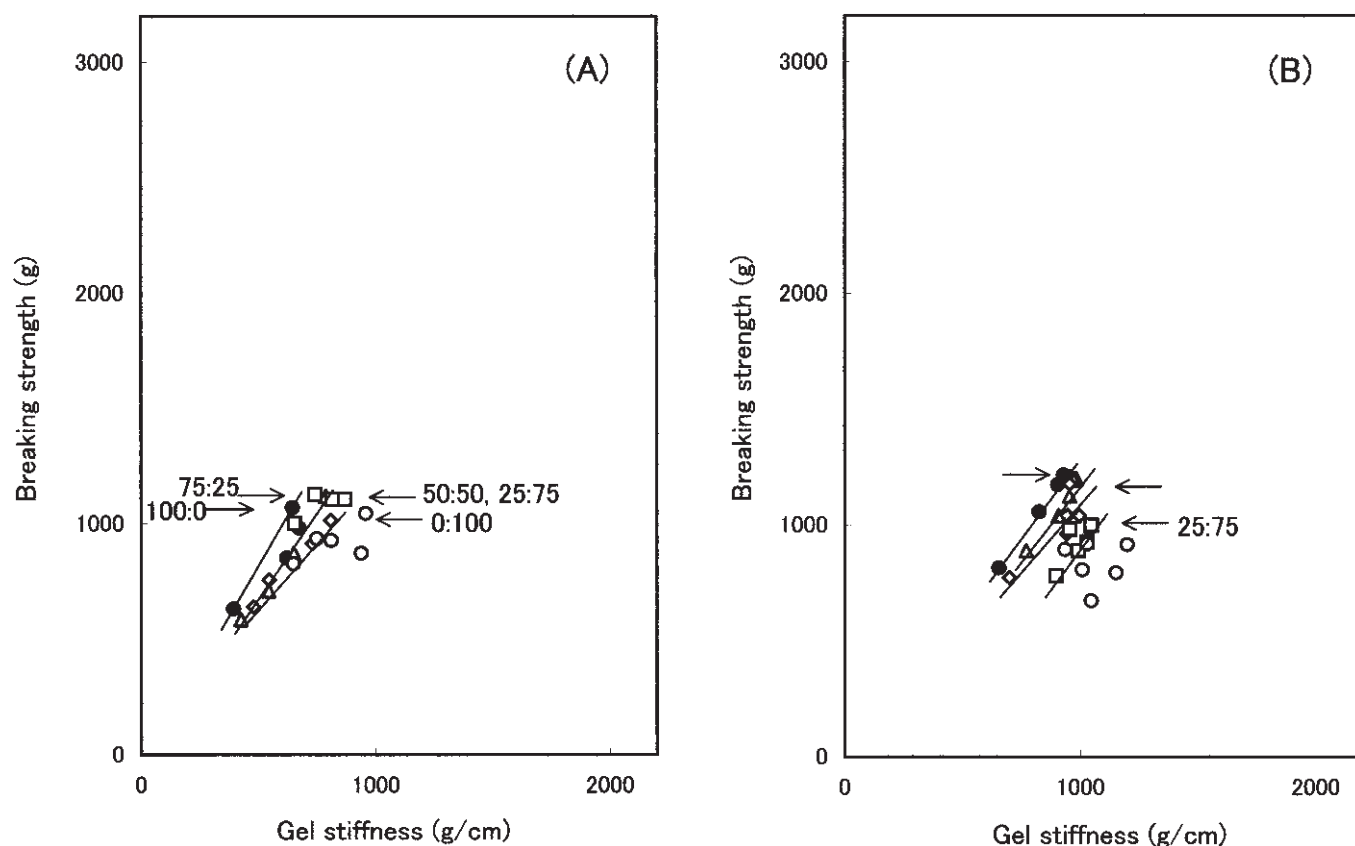


Fig. 3 Relation between breaking strength and gel stiffness of preheated and two-step heated gels of mixed salt-ground meats from walleye pollack and Pacific whiting frozen surimis through preheating at 50 °C in the presence of bovine plasma powder.

The heat-induced gelation of mixed salt-ground meats from walleye pollack and Pacific whiting frozen surimis, and the measurements of BS, bs and Gs were the same as in the legend of Fig. 1.

(A) preheated gel

(B) two-step heated gel

The mixing weight ratio of WP PW are; (●) 100 : 0, (△) 75 : 25, (◇) 50 : 50, (□) 25 : 75, (○) 0 : 100.

似した値となった。ただし、パシフィック・ホワイティンクの混合割合が多くなると、物性値のバラつきが大きくなる傾向が見られた。一方、二段加熱ゲルの物性は、予備加熱ゲルのそれに比べて全体的にやや高い値を示すものの、予備加熱に伴う増加が僅かであること、パシフィック・ホワイティンクの混合割合が多くなると、物性値のバラつきが大きくなるものの、両魚肉の混合割合を変えても物性の最大値があまり変わらず、近似していること、など予備加熱ゲルの場合とよく似ていた。すなわち、50°Cで予備加熱を行った場合、その物性の最大値に対するプラズマの効果はほぼ同じで、いずれも坐りを伴わない加熱ゲルとなり、違いがないように見える。これは30°Cで予備加熱したときに形成される坐りゲルに対するプラズマの効果とは全く異なっている。そこで、Fig. 2と3の結果の中から、混合肉糊の予備加熱ゲルおよび二段加熱ゲルの破断強度およびゲル剛性の最大値を読み取り、予備加熱温度が30°Cのとき (A)、あるいは50°Cのとき (B) に分けて、Fig.

4に示した。これによると、予備加熱が30°Cで形成する坐りゲルに対するプラズマ添加の効果と50°Cで形成される坐りを伴わないゲルに対するそれは明らかに異なることがわかる。坐りゲルにプラズマを添加した場合は、混合肉糊中のスケトウダラの占める割合が多いほど破断強度が高く、パシフィック・ホワイティンクの割合が多いほど同値が明らかに低くなる傾向が認められた。これらの加熱ゲルのゲル剛性はほとんど同値であるから、破断凹みはスケトウダラの割合が多いほど高値となり、パシフィック・ホワイティンクの割合が多いほど低値となり、かつ破断強度と混合割合の間には比例関係が成り立つので(加藤ら, 2004)、これらの関係を利用して消費者が好む物性の加熱ゲルを調製するための原料魚肉の構成比を予め設計することができる。一方、予備加熱温度が50°Cのときは二種類の魚肉原料の混合割合を変えてもほぼ同じ物性値の加熱ゲルしか調製できないことが示された。

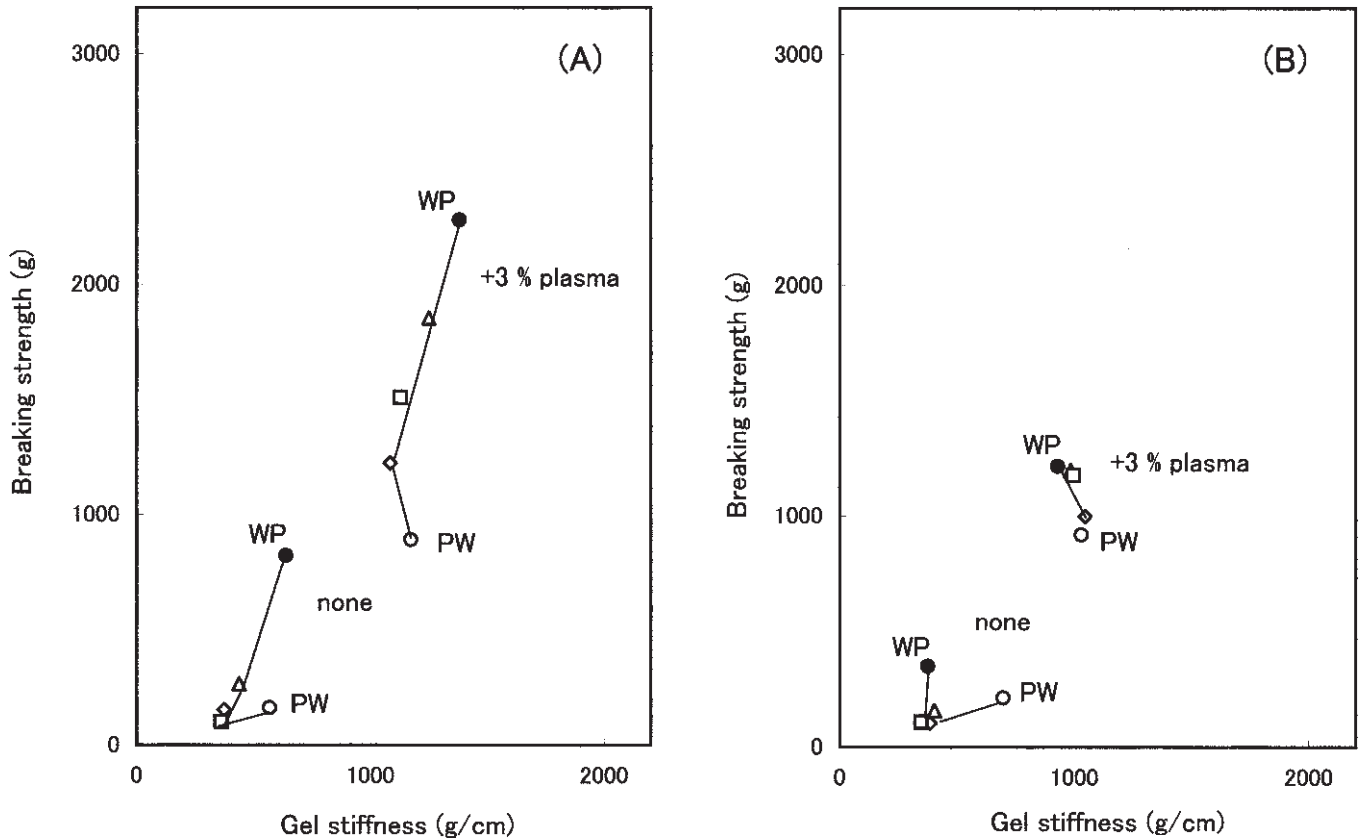


Fig. 4 Relation between maximum values of breaking strength and gel stiffness of two-step heated gels of mixed salt-ground meats from walleye pollack and Pacific whiting frozen surimis in the presence of 3 % bovine plasma powder.

From the data shown in Figs. 2 and 3, the maximum values of BS and Gs were referred in this figure.

(A) preheated gels at 30°C

(B) preheated gels at 50°C

The mixing weight ratio of WP:PW are; (●) 100:0, (△) 75:25, (◇) 50:50, (□) 25:75, (○) 0:100.

## 考 察

陸上二級のスケトウダラ冷凍すり身は、洋上 SA 級などに比べれば、著しく加熱ゲル形成能が劣っているが、プラズマの添加により加熱ゲルの物性値が増強されることは、既によく知られている事実である (戸田, 1987; 岡田, 1999; 山下, 2003)。しかし、これまでプラズマの添加だけでは、パシフィック・ホワイティングの冷凍すり身に坐りゲル形成能力を付与することはできなかった (加藤ら, 2003)。つまり、プラズマの冷凍すり身に対する坐りゲル形成能を付与する効果は、全ての魚肉に一樣に発揮されるものではない。しかし、パシフィック・ホワイティングの場合は、スケトウダラの冷凍すり身と混合することによって、初めてプラズマ添加の影響を受けるようになり、高いゲル物性値を示すようになった。肉糊のゲル形成能のタンパク質濃度依存性を調べた研究 (北上ら, 2005) から、上記した混合肉糊に強い坐りゲル形成能が付与されること

が計算上、支持される。この事実は、スケトウダラのような本来単独で、その肉糊に坐り形成能を保有している魚種については、単にプラズマを添加するだけで良いが、パシフィック・ホワイティングのような坐り形成能を本来保有していない魚種の場合は、プラズマに加え、さらに坐り形成能を保有している魚種の肉糊を混合することが、坐りゲル形成能を導入する一つの要件であることが分かった。現在のところ、スケトウダラに類する坐り形成能を保有する魚種にはチリ産マアジ、太平洋産マサバ (山内ら, 1981) などがあり、いわゆる坐り易い魚種 (志水, 1981) がそれに相当すると思われる。一方、パシフィック・ホワイティングのように、スケトウダラが保有する坐り形成能とプラズマの作用を得て、初めて強い坐り形成能を導入するのに成功した魚種には、坐りにくい魚種といわれてきたホッケを挙げることができる (鈴木ら, 2005; 藤井ら, 2006)。

坐りゲル形成能が潜在していると思われる魚種の肉糊に坐り形成能を付与するのにプラズマが利用されてきたが、卵白粉末もまた同様な効果を持つことが分かり (鈴木ら,

2005; 藤井ら, 2006), これら二種のタンパク質は, 肉糊に混合した場合のゲル形成に対する機能が極めてよく似ている。従って, プラズマあるいは卵白粉末中の特定なタンパク質成分が, その機能を誘導するのに働いているとは想像しにくい。

BSE (狂牛病) の問題に関連して, アメリカ産の牛肉の輸入規制が続けられており, その血液製剤 (プラズマ) の輸入も中止されている。しかし, 牛以外の動物起源のプラズマや, 他の食品タンパク質が同様の効果を示す可能性があるため, その開発も今後の課題になっている。

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にプラズマ粉末を混合し, 30°C で予備加熱すると, 坐りゲルが形成されるのに対して, 50°C で予備加熱すると坐りを伴わない加熱ゲルが形成されるのは, 形成された加熱ゲルの構造の違いによって, そのゲルに対するプラズマ (プラズマタンパク質と同意) の作用が著しく異なるためと考えられる。丹羽 (1990) は, プラズマタンパク質が坐りゲルの形成に際して, 極めて積極的に増強効果を及ぼす場合を active filler, 一方, 坐りを伴わない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場合を, filler として機能していると推測している。坐りゲル形成に対しては, プラズマの添加量が 0.5~1.0% で破断強度が最大に達し, それ以上添加すると, 添加量に伴って, ゲル剛性の増加が起こるという現象が見られる。active filler の事例は強い坐りゲルを形成するスケトウダラ冷凍すり身の場合に, 一方, 予備加熱温度に関わりなく, 常に坐りを伴わない加熱ゲルを形成するパシフィック・ホワイティング (加藤ら, 2003), シロザケ (安永ら, 1998), およびホッケ (藤井ら, 2006) の場合には filler としての事例を見ることが出来る。魚類の肉糊を加熱するとき起こる坐りゲル形成は, 魚肉以外の食品タンパク質には見られない特徴 (北上ら, 2005) であるが, 網目構造形成に関わるタンパク質の変性反応 (シェフテルら, 1998; 西成, 1978; 今野, 2003) については未だ不明な点が多い。しかし, 形成される網目構造は, 坐りゲルではフィラメントが太く, 分離状態が均一で密である (岡田ら, 1999; 牧之段ら, 1996) とも報じられている。それゆえこの網目構造の形成時に起こる反応の違いがプラズマタンパク質のゲル形成への寄与の仕方に関連しているものと推察される。

## 参考文献

藤井陽介, 鈴木 潤, 小関聡美, 北上誠一, 安永廣作, 加藤 登 (2006): スケトウダラとホッケ混合肉糊から形成される加熱ゲルの物性に対する卵白粉末添加の影響。平成16年度日本水産学会大会要旨集, 223。  
 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): タンパク質ゲル形成の概論「食品タンパク質ハンドブック」(北島直子訳), N.T.N, 東京, 61-63。

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, 3, 41-50。  
 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, 2, 45-53。  
 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。  
 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(3), 24-32。  
 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): スケトウダラ塩ざり身のゲル形成能とその加熱温度依存性。日水誌, 70(3), 354-364。  
 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(6), 957-964。  
 今野久仁彦 (2003): 魚肉タンパク質の熱変性とゲル形成。かまぼこの科学と技術 (山澤ら編), 恒星社厚生閣, 東京, 32-51。  
 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(4), 654-658。  
 西成勝好 (1978): ゲルのレオロジー。食品の物性 (松本幸雄編), 株式会社食品資材研究会, 東京, 41-61。  
 丹羽栄二 (1990): かまぼこの足とその補強。食品加工技術, 10(1), 88-94。  
 岡田 稔 (1999): 動物タンパク質素材。かまぼこの科学 (岡田 稔編), 成山堂書店, 東京, 204-207。  
 岡田 稔 (1999): 加熱の技術。かまぼこの科学 (岡田 稔編), 成山堂書店, 東京, 168-172。  
 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, 52-55。  
 関 伸夫, 原 研治 (2003): 坐り, 戻りおよび内在酵素のゲル化への関与。かまぼこの科学と技術 (山澤ら編), 恒星社厚生閣, 東京, 63-89。  
 志水 寛 (1984): ゲル形成能の種特異性。魚肉ねり製品 (岡田ら編), 恒星社厚生閣, 東京, 43-52。  
 志水 寛 (1993): ねり製品。水産食品学 (須山, 鴻巣編), 恒星社厚生閣, 東京, 259-268。  
 志水 寛, 町田 律, 竹並誠一 (1981): 魚肉肉糊のゲル形成特性に見られる魚種特異性。日水誌, 47(1), 95-104。  
 須山三千三, 鴻巣章二 (1993): 水産加工原料。水産食品学 (須山, 鴻巣編), 恒星社厚生閣, 東京, 157-167。  
 鈴木 潤, 北上誠一, 小関聡美, 安永廣作, 加藤 登 (2005): スケトウダラとチリマアジの混合肉糊のゲル化特性と卵白 (Albumen) 添加の影響。日本食品科学工学会第52回大会要旨集, 133。  
 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, 157。



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.  
山下民治 (2003): 各種副資材の添加効果. *かまぼこの科学と技術* (山澤ら編), 恒星社厚生閣, 東京, 273-295.  
安永廣作, 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.

山内寿一, 村井裕一, 福田 裕, 柳谷 智, 川村 満 (1981): サバすり身の加熱温度と時間によるゲル形成特性について. 昭和55年度青森県水産物加工研究所試験報告書, 13-30.

## 要 旨

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に3%牛血漿粉末を添加し, 30°Cまたは50°Cで数時間予備加熱し, さらに90°Cで20分加熱した. 30°Cで加熱すると, 続く90°Cの加熱によって肉糊は強い坐りゲルを形成するようになり, 二段加熱ゲルの破断強度とゲル剛性は高値に達する. 混合肉中のスケトウダラの割合を増やすと, 破断強度の最大値は比例的に増加するが, ゲル剛性はあまり増加しなかった. 一方, 50°Cで加熱すると肉糊は坐りゲルを形成せず, 全ての二段加熱ゲルの物性は低値に留まった.

これらの結果は, 二段加熱ゲルの物性を大きく増強させる牛血漿粉末の機能が, 坐りを伴うゲルと坐りを伴わないゲルに対してでは明らかに異なることを示している.