

【原著論文(一般論文)】

ブタロースおよびヒレ肉ソーセージの結着性に及ぼすリン酸塩と マグネシウムの影響

前田 尚之, 伊藤 留々奈, 吉田 めぐみ, 長谷川 靖洋, 岩崎 智仁, 船津 保浩

酪農学園大学食と健康学類, 北海道江別市, 069-8501

(2025.4.28 受付 2025.5.22 受理)

要 約

リン酸塩は食肉製品の結着性を高める効果があり, 本研究ではブタロースとヒレ肉を用いてその作用を調べた。ロース肉から調製したソーセージは各種リン酸塩添加により破断荷重が上昇し, 乾燥工程でさらに増加したが, ヒレ肉では顕著な効果は見られなかった。水溶性画分を除去した筋原線維で調製したソーセージでは, リン酸塩の効果や乾燥の影響は低下または消失した。アクトミオシン (AM) の加熱凝集体は, ロース肉ではリン酸塩の添加により不均一化し, ヒレ肉では均一であった。さらに, リン酸塩は遊離ミオシンの溶解性を高めたが, ヒレ肉では時間とともに AM 再形成が進んでいた。ヒレ水溶性画分 Mg 添加区ではピロフォスファターゼ (PPase), トリフォスファターゼ (TPase) 活性も高く, AM 再形成に関与すると考えられた。これらから, ロースとヒレ肉でのリン酸塩の異なる効果は, 凝集体の不均一性と PPase または TPase 活性の違いによる AM 再形成速度に起因すると示唆された。

食肉の科学 66 (1), 35-43, 2025

キーワード: ブタロース肉, ブタヒレ肉, アクトミオシン, リン酸塩, マグネシウム

1. 緒 言

肉製品は本来, 食肉を保存するために考案された豚肉の加工食品である。とくにソーセージは, ハム・ベーコンの製造時に出る切れ端の肉を用い, 食塩を添加して加工して, 食肉を無駄なく利用できるように工夫された。ソーセージの製造工程であるカッティングまたは混合時には, 筋原線維の塩溶性タンパク質であるミオシンが塩せきで加えられた食塩の効果により溶解し, 肉の粘性が著しく上昇する。溶解したミオシンは加熱によって凝集して, ゲルを形成することによりソーセージ独特の食感を生み出される。このようなソーセージの製造において, 弾力性のある肉塊を形成する食肉の加工特性は結着性と呼ばれる。結着性はソーセージの品質を左右する重要な特性の一つであり, ミオシンの加熱ゲル形成能に由来し, これまでもウサギ¹⁾, ニワトリ²⁾, ウシ³⁾, ブタ⁴⁾に関する研究が報告されている。

リン酸塩は, イオン強度や pH, 塩溶性タンパク

質の溶解性を高める作用によって製品の結着性を改善する効果を示す。また, リン酸塩はアクトミオシン (AM) をアクチンとミオシンに解離させる効果をもっている。その効果によってミオシンの溶解性を促進させ, 結着性を向上させると考えられる⁵⁾。しかし, リン酸塩を多量に使用することは風味を損なうだけでなく, 健康への問題も生じる。とくに, カルシウムとリン酸の摂取量が増加すると, 腸管内で不溶性のカルシウム - マグネシウム - リン酸複合体が形成され, マグネシウムの溶解度および吸収が低下する⁶⁾。そのため, 現在ではリン酸塩の添加量をできる限り, 低くすることが望まれている。ソーセージ製造工程で添加されるリン酸塩は, ピロリン酸 (PP), トリポリリン酸 (TP), テトラポリリン酸などの混合物がポリリン酸塩として 0.2 ~ 0.4 % 使用されている。ポリリン酸の効果は AM とリン酸塩の特異的な作用に基づくものであり, ポリリン酸の中でも PP と TP の 2 種が大きな影響を与えて

連絡者: 前田 尚之 (Fax: 011-388-4773, E-mail: n-maeda@rakuno.ac.jp)

いることが明らかとなっている^{7,8)}。しかし、この2種類のリン酸の筋肉タンパク質に及ぼす影響は不明な点が多い。肉製品へのリン酸塩の添加量を減らすにはPPとTPの作用を十分に理解し、より効果的な使用方法を採用する必要がある。

筋肉は、白色筋と赤色筋に大別できる。白色筋は激しい短時間の運動に関与する筋肉に多く含まれ、赤色筋は持続的運動に関与する筋肉に多く含まれている。ソーセージの結着性という観点からこれらの筋肉を比較すると、筋肉の種類によってAMの溶解性や加熱凝集性が異なる。鶏のモモ肉（赤色筋）はムネ肉（白色筋）よりもミオシンの塩溶液に対する溶解性は低く、弱いゲルを形成する²⁾。鶏肉の筋原線維では、PPよりもTPの方が低塩濃度においてAMをアクチンとミオシンに解離させる作用が大きい⁹⁾。ミオシンには異性体が存在しアミノ酸の組成や配列が異なっており、ブタ筋肉においても同様の結果が報告されている¹⁰⁾。筋肉中にはこれら構成ミオシンの異なる筋線維型が混在しているが、部位によってその割合が異なっている^{11,12)}。また、ブタロースミオシンとブタヒレミオシンの加熱ゲル形成能は異なっている⁴⁾。よって、これらの筋肉の割合の違いによって結着性に影響することが予想される。

本研究では、PPおよびTPの作用ならびにマグネシウムの効果を調べ、種類の異なる筋肉でのタンパク質に対するリン酸塩の作用とマグネシウム効果を明らかにすることにより、効果的なリン酸塩およびマグネシウムの使用方法を見出すことを目的とした。さらに、異なる加熱ゲル形成能を示すブタロースおよびヒレ肉を試料としてモデルソーセージの破断荷重およびミオシンの溶解性に及ぼす各種リン酸塩とマグネシウムの影響についても検討を行った。

2. 実験材料および方法

実験材料

実験材料には、市販のブタロースおよびヒレ肉（北海道産）を使用し冷蔵保管したものを使用した。

試 薬

リン酸塩としてピロリン酸ナトリウム（10水和物）（和光純薬工業株式会社）、トリポリリン酸ナトリウム（無水）（和光純薬工業株式会社）を使用した。他の試薬は国産特級品を使用した。

試料の調製

筋原線維およびアクトミオシンの調製

ブタロースおよびヒレ肉をそれぞれミートチョッ

パー（孔径2 mm）で挽き肉にした。肉重量に対して10倍量の0.1 M NaCl溶液を加え、1分間ホモジナイズし、3,000 rpmで10分間遠心分離した。沈澱に10倍量の0.1 M NaCl溶液を加え、1分間ホモジナイズし、3,000 rpmで10分間遠心分離した。この操作を5回繰り返した。2回目と3回目のホモジナイズの後にガーゼでろ過を行い、結合組織を取り除いた。5回目の遠心分離後の沈澱を同容量の0.1 M NaCl溶液、0.01 M アジ化ナトリウムに懸濁させて筋原線維とした。AMは常法によって調製した¹³⁾。

モデルソーセージおよび筋原線維モデルソーセージの調製

ブタロースおよびヒレ肉をそれぞれミートチョッパー（孔径2 mm）で挽き肉にし、肉重量に対して2% NaClを添加した。また、筋原線維は重量を測定し、元の挽き肉重量と同じになるように0.1 M NaCl溶液を加えて、全重量に対して2%のNaClを添加した。カッティングを1分間（20秒×3回）行った後、直径1.8 cmのセロハンケーシングに充填した。これを70℃、30分間加熱して対照のモデルソーセージとした。カッティング時にNaClと共に肉重量に対して0.2%のリン酸塩をそれぞれ添加して、その効果を比較した。また燻煙工程を想定し、乾燥工程モデルソーセージとして充填後に60℃、120分間乾燥し、70℃、30分間加熱したものを調製した。

実験方法

モデルソーセージの破断荷重の測定

モデルソーセージの破断荷重はレオメーター（山電MODEL TPU-1）を用いて測定した。セロハンケーシングをはがし、モデルソーセージを長さ1.5 cmに切断した。直径5 mmの円柱型プランジャーにより、速度5 mm/secで試料が破断するまで荷重を加え、破断した時の応力を破断荷重（gf）とした。1試料につき4回以上測定した。

可溶性画分（ミオシン）の測定

ブタロースおよびヒレ肉をミートチョッパー（孔径2 mm）で挽き肉にし、肉重量に対して2% NaCl、0.2% 各種リン酸塩を添加し、カッティングを1分間（20秒×3回）行った。これを25℃のインキュベーターにて0～120分間保持した後、肉重量に対して5倍量の0.5 M NaClを加えて、ホモジナイズし8,000 rpmで10分間遠心分離を行った上清を試料とした。また、ブタロースおよびヒレ肉から調製したAMはタンパク質濃度2 mg/mL、0.5 M NaCl、20 mM MES（pH 6.0）、2 mM 各種リン酸塩に調製し、30℃から70℃まで昇温速度2℃/minで

加熱した後、4,000 rpm または 8,000 rpm で 10 分間遠心分離した上清を試料とした。ロースおよびヒレ肉から調製した筋原線維 (2 mg/mL) に 2 mM 各種リン酸塩および 2 mM MgCl_2 を添加し、カッティングを 1 分間 (20 秒 $\times$ 3 回) 行った。これを 25 °C のインキュベーターにて 0 ~ 120 分間保持した後、肉重量に対して 5 倍量の 0.5 M NaCl を加え、ホモジナイズし 8,000 rpm で 10 分間遠心分離を行った上清をさらに 40,000 rpm で 60 分間遠心分離した上清を試料とした。いずれの試料も 7.5% アクリルアミドの SDS-PAGE で分析した。

無機リン酸の定量

筋原線維および水溶性画分の PP および TP 分解活性を測定するために無機リン酸の定量を行った。ブタロースおよびヒレ肉の透析済み水溶性画分を 10 倍希釈し、その終濃度が 0.5 M NaCl, 20 mM MES (pH 6.0), 2 mM 各種リン酸塩となるように調製し、筋原線維はタンパク質濃度 5 mg/mL, 0.5 M NaCl, 20 mM MES (pH 6.0), 2 mM 各種リン酸塩に調製したものを反応液とした。この反応液を 25 °C の水浴中にて 0 ~ 30 分間保持した後、直ちに氷水中で冷却し、2 倍量の 7.5 % トリクロロ酢酸を加え反応を停止し、ろ紙(No.3)を用いてろ過を行った。

ろ液 1mL に対して 2.5mL 蒸留水, 1 mL 硫酸モリブデン酸アンモニウム溶液 (5 N H_2SO_4 , 2.5 % モリブデン酸アンモニウム 4 水和物), 0.5 mL Elon 試薬 (3% 亜硫酸水素ナトリウム, 1 % 硫酸 p -メチルアミノフェノール) を添加し攪拌した。室温で 45 分間放置し、640 nm で吸光度を測定して $\mu\text{mol Pi/min/mL}$ を算出し活性とした¹⁴⁾。

統計解析

破断荷重は 4 検体について測定した。得られたデータは平均値 $\pm$ 標準偏差で表示した。また、対照群に対するリン酸塩添加試料群との有意差を Dunnett-test で解析した。

3. 結果および考察

本研究ではブタロースおよびヒレ肉におけるリン酸塩の作用とマグネシウム効果を明らかにするため検討した。まず、リン酸塩無添加のソーセージにおける破断荷重を比較したところ、ブタロース肉のソーセージはヒレ肉に比べて明らかに高い値を示した (Fig. 1A,B)。ロース肉にリン酸塩を添加したソーセージでは、破断荷重が約 800 gf から約 1600 gf と約 2 倍量増加したのに対し、ヒレ肉では明確な増加は認められなかった (Fig. 1A,B)。同様に、乾燥工

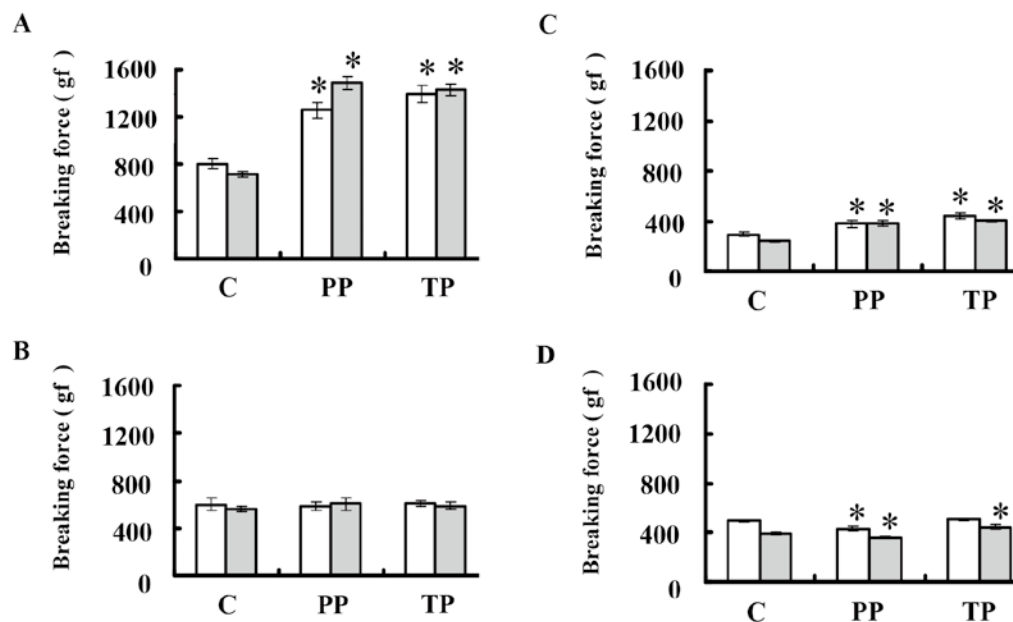


Fig. 1 Effects of various phosphates on the breaking force of model sausage prepared from *longissimus dorsi* (A), *psoas major* (B), *longissimus dorsi* myofibril (C), and *psoas major* myofibril (D).

C : 2 % NaCl, PP : 2 % NaCl and 0.2 % PP, TP : 2 % NaCl and 0.2 % TP.

□ : Heating at 70 °C for 30 min.

■ : Heating at 70 °C for 30 min after drying at 60 °C for 120 min.

Significant differences between the control and the other samples were determined using Dunnett's test: * $p < 0.05$.

程後のリン酸塩を添加したロース肉ソーセージは破断荷重が有意 ($p < 0.05$) に増加したが、ヒレ肉ソーセージでは変化は見られなかった (Fig. 1A,B)。また、水溶性画分を除去した筋原線維で調製したソーセージでは、いずれも約 400 gf であり、リン酸塩の効果や乾燥の影響は低下または消失していた (Fig. 1C, D)。これは筋肉部位によってミオシンの加熱ゲル形成能が異なることに起因すると考えられる。ニワトリの白色筋 (ムネ肉) は赤色筋 (モモ肉) に比べてゲル形成能が高く²⁾、ブタロースミオシンはブタヒレミオシンよりもゲル形成能が高いことが報告されている⁴⁾。とくに、ロース肉に多く存在する速筋型ミオシンは、ヒレ肉よりも高い破断荷重を示す要因と考えられる¹⁵⁾。これらの結果から、リン酸塩には添加直後に発現する即時的な効果と、時間経過 (乾燥工程) を通じて発現する効果の 2 種類があることが示唆された。

リン酸塩によるソーセージの結着性向上の主な要因として、ミオシンの溶解性の増加が挙げられている¹⁶⁾。ロースおよびヒレ肉の筋原線維において、リン酸塩の添加によるミオシン溶解性を測定した結果、いずれも無添加条件では溶解性は極めて低く、添加により 200 kDa 付近のバンドは顕著に増加した (Fig. 2A,B)。ミオシンの溶解性と結着性には一定の関係があると考えられるが、ヒレ肉においては結着

性の向上 (破断荷重の増加) が認められなかったため、他の要因の関与が推測される。そこで、各筋肉由来の AM を用い、ミオシンの加熱凝集挙動を検討したところ、いずれの AM においてもリン酸塩無添加では 50 ~ 52 °C であったが、リン酸塩を添加することで 54 ~ 60 °C と凝集温度が高温側に移行した。ロース肉ではリン酸塩の添加により 52 °C 付近でのミオシン量は遠心回転数が 4,000 rpm では上清に残存しているが、8,000 rpm では減少していた (Fig. 3A)。一方、ヒレ肉ではほとんど差が見られなかった (Fig. 3B)。このことから、ロースミオシンはリン酸塩により凝集体の大きさが不均一となり、これがソーセージの結着性向上の要因と考えられ、ヒレ AM はリン酸塩添加によっても影響を受けず結着性の向上に寄与しないと考えられる。

一般に、食肉は死後硬直および熟成を経た筋肉であり、ミオシンはアクチンと結合し AM を形成している。リン酸塩 (とくに PP) はマグネシウム (Mg) 存在下で AM をミオシンとアクチンに解離させる作用を持つことが知られている¹⁷⁾。Yasui¹⁸⁾ および Ishioroshi¹⁹⁾ らは、ミオシンに少量のアクチンが含まれる系で加熱ゲル形成能が著しく高められることを報告している。したがって、リン酸塩によって遊離ミオシンが増加することが、結着性の向上に寄与すると考えられる。ロース筋原線維においては Mg

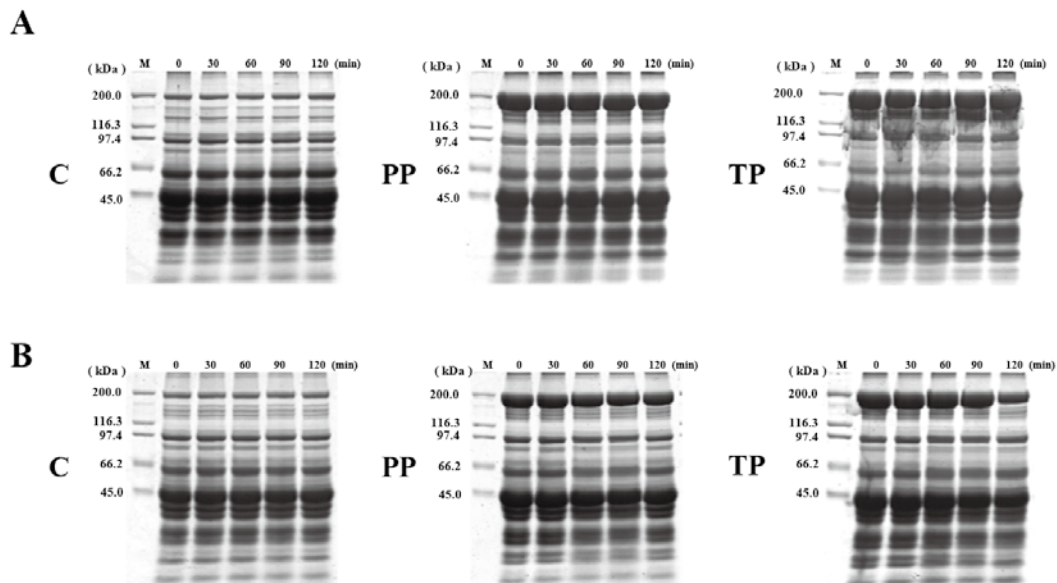


Fig. 2 Effects of various phosphates on solubilization of myosin from *longissimus dorsi* (A) and *psoas major* (B).

Meat in 2 % NaCl was incubated at 25 °C in the absence (C) and presence of pyrophosphate (PP) and triphosphate (TP) for 0–120 min. Five volumes of 0.5 M NaCl solution were added to the samples, followed by centrifugation at 8,000 rpm for 10 min. The supernatants were applied to SDS-PAGE gels.

M; Molecular maker.

の存在により遊離ミオシン量が大きく増加したが、時間的な変化は見られなかった (Fig. 4)。一方、ヒレ筋原線維では、Mg 添加直後には増加するものの、時間とともに減少した (Fig. 4)。このことは、遊離ミオシンが再びアクチンと結合して AM を再形成している可能性を示している。筋肉中にはピロフォスファターゼ (PPase) やトリフォスファターゼ (TPase) などの酵素が存在しており²⁰⁾、リン酸塩を分解することによって AM の再形成を促進していることが一因であると考えられる。また、内因性 TPase またはミオシンによる PP と無機リン酸への変換により TP は AM を解離し、それによって筋原線維構造を緩める作用を有している¹⁶⁾。よって、TP もまた TPase により分解され、無機リン酸および PP を生成するため、最終的には PP と同様の作用を示す²⁰⁾。Morita²⁾ および Ishioroshi²¹⁾ らは、PPase 活性は水溶性画分に高く、Mg によりさらに増強されることを報告している。また、水溶性画分であるグリセルアルデヒド 3-リン酸デヒドロゲナーゼを添加するとゲル強度が増加する報告がある²²⁾。本研究でも各肉の水溶性画分を調製し、PPase および TPase

活性を測定した結果、いずれも Mg 非存在下では低活性であったが、Mg の添加により活性が著しく上昇した (Fig. 5)。とくにヒレ肉の水溶性画分では Mg による活性上昇が顕著であった (Fig. 5B)。ヒレ肉およびその筋原線維で遊離ミオシン量の減少が速いことは、PPase や TPase 活性の強さと関係しており、AM の再形成も速やかに起こると考えられる。ブタロース肉中には 23 mg/100g の Mg が含まれており、このレベルは 8.6 mM に相当する²³⁾。そのため、この濃度は PPase および TPase の活性発現に十分であると考えられる。Mg²⁺ は、タンパク質と相互作用する際に Na⁺ や K⁺ よりもアミノ酸に対する結合親和性と選択性が高く、Mg²⁺ はタンパク質中で主にアスパラギン酸とグルタミン酸 (Glu) に結合している²⁴⁾。さらに、一価金属イオンとは異なり、2 つ以上のアミノ酸がリガンドとして作用し、二価金属イオンの結合効率が最大化する²⁴⁾。Glu はミオシン中に最も豊富なアミノ酸であり、 β シートよりも α ヘリックス構造中に約 2 倍豊富に存在する²⁵⁾。そのため Mg²⁺ がミオシンに結合すると、とくに α ヘリックス構造において、より多くの立体配座変化

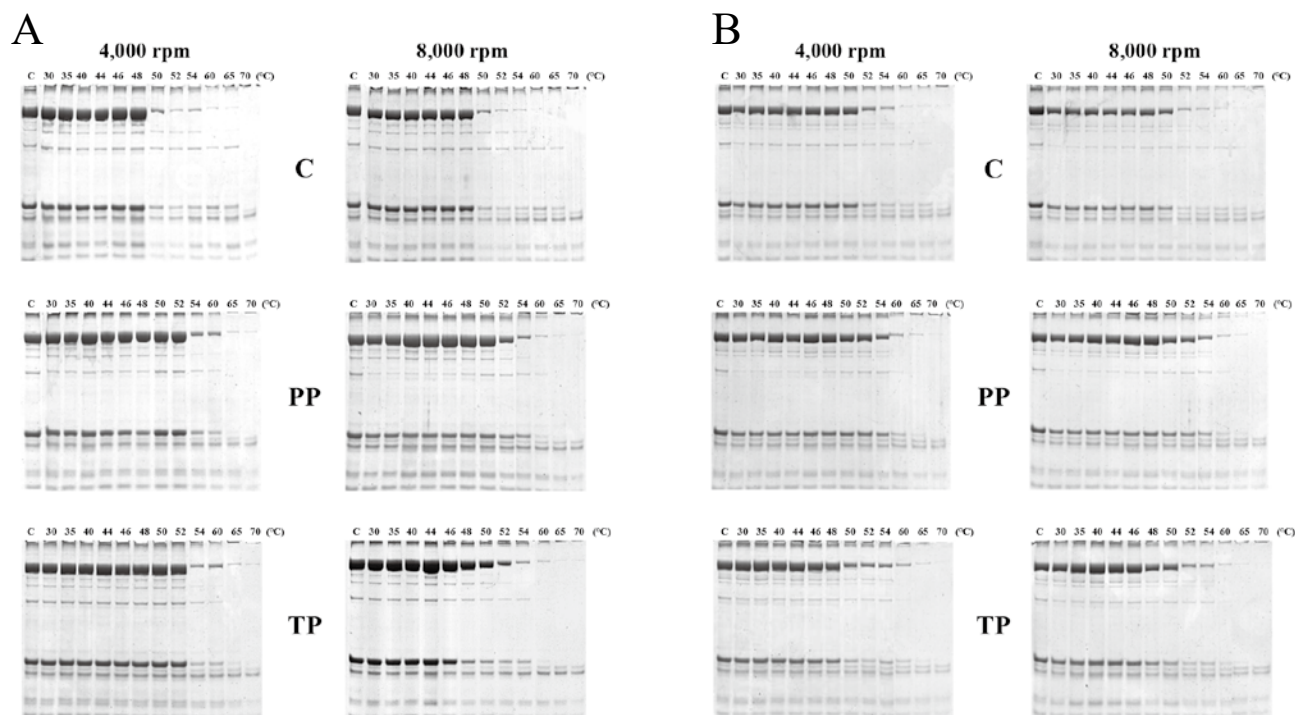
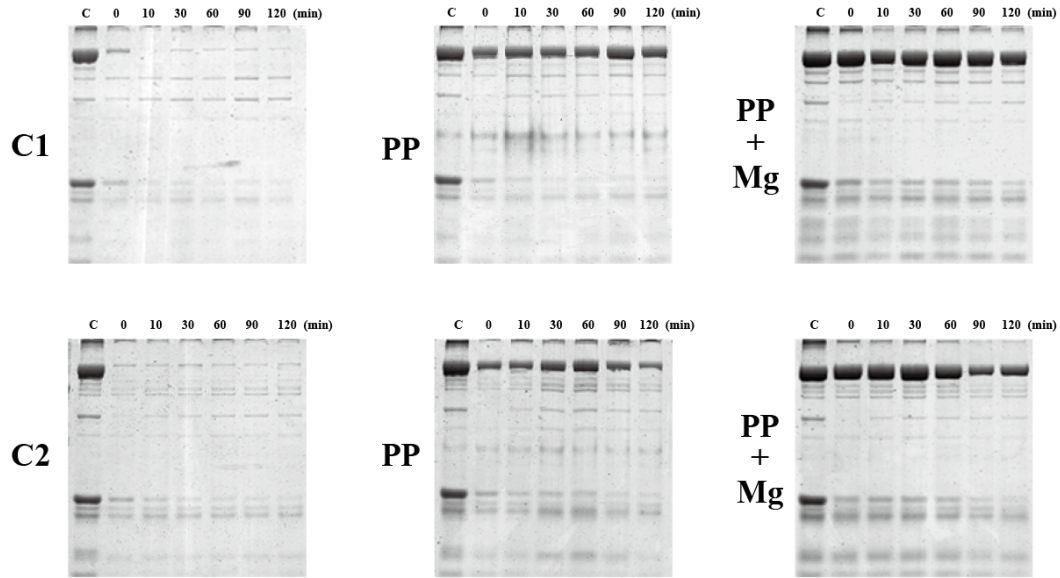


Fig. 3 Effects of various phosphates on solubilization of myosin from *longissimus dorsi* (A) and *psoas major* (B).

Meat in 2 % NaCl was incubated at 25 °C in the absence (C) and presence of pyrophosphate (PP) and triphosphate (TP) for 0–120 min. Five volumes of 0.5 M NaCl solution were added to the samples, followed by centrifugation at 8,000 rpm for 10 min. The supernatants were applied to SDS-PAGE gels.

M; Molecular maker.

A



B

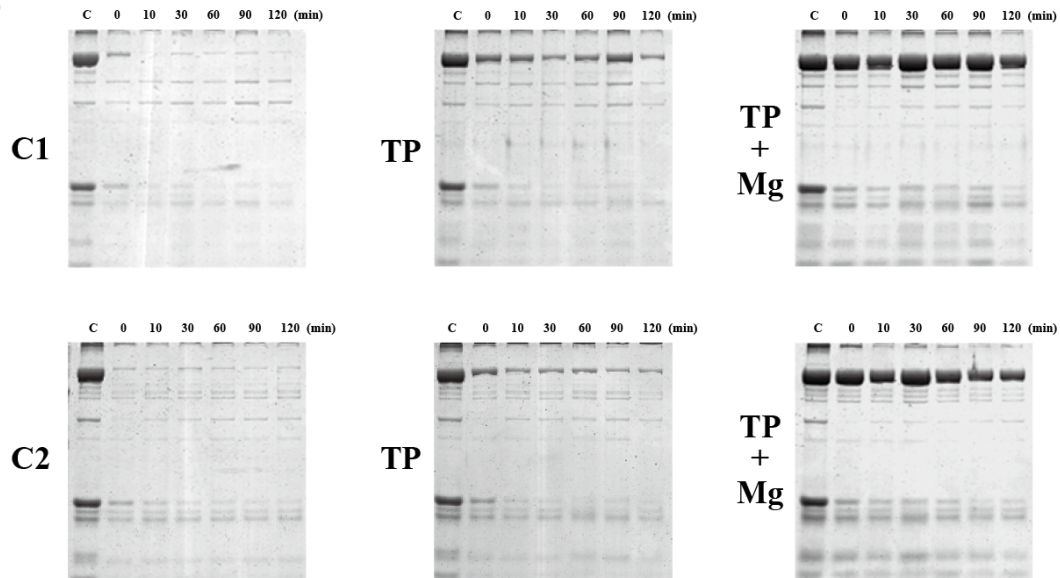
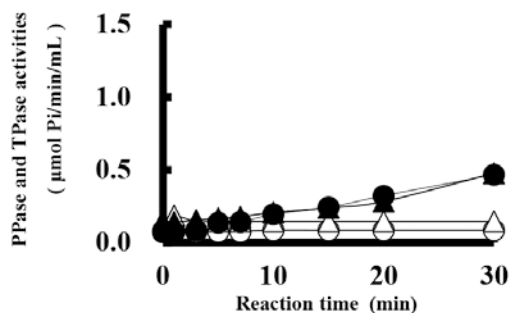


Fig. 4 Effect of pyrophosphate (A), triphosphate (B), or MgCl₂ on dissociation of myosin from actomyosin in myofibrils prepared from *longissimus dorsi* (C1) and *psoas major* (C2).

Myofibrils (2 mg/ml protein) in 0.5 M NaCl (pH 6.0) were incubated at 25 °C in the absence (C1) of myosin from actomyosin in myofibrils prepared from *longissimus dorsi*, the absence (C2) from *psoas major*, and presence of pyrophosphate (PP) and MgCl₂ (PP + Mg) or presence of triphosphate (TP) and MgCl₂ (TP + Mg). After incubation for 0–120 min, the samples were centrifuged at 40,000 rpm for 60 min. The supernatants were applied to SDS-PAGE gels.

A



B

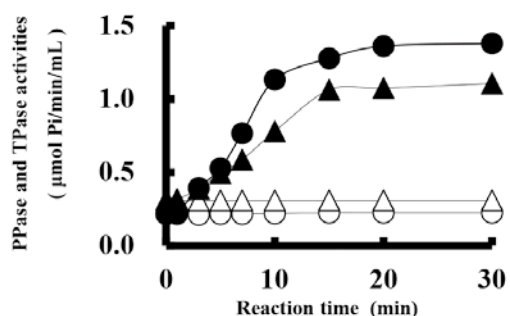


Fig. 5 PPase and TPase activities of a water-soluble fraction prepared from *longissimus dorsi* (A) and *psoas major* (B).

Reaction mixture containing 10 % water-soluble fraction and 0.5 M NaCl (pH 6.0). The sample solution was incubated at 25 °C for 0–30 min, and levels of liberated phosphate were measured.

○; 1 mM PP, ●; 1 mM PP and 2 mM MgCl₂,
△; 1 mM TP, ▲; 1 mM TP and 2 mM MgCl₂,

が生じている可能性がある²⁶⁾。しかしながら、タンパク質の立体構造の変化とミオシンの溶解性あるいはソーセージの物性との関係性については今後、さらに検討する必要がある。

以上の結果より、リン酸塩はロース肉ソーセージにおいて結着性を向上させるが、その効果には以下の二つの段階があると考えられる。第一の効果は加熱工程中におけるミオシン凝集挙動の変化を通じた即時的効果である。第二の効果は乾燥工程中における酵素反応を介したミオシンとアクチンの再結合による影響である。とくにヒレ肉では、リン酸塩の分解およびAM再形成が速く進行し、結果として結着性が向上しにくいことが示唆された。今後は結着性に対する水溶性画分の影響を明らかにすることで、リン酸塩添加によって乾燥工程中に起こる肉中の変化を理解する手がかりが得られると考えられ

る。また、塩濃度やMg濃度に対する各種リン酸塩の作用機序を解明していくことで、より効果的なリン酸塩の使用法を確立することが期待される。

4. 謝 辞

本研究の遂行に当たり、貴重なご助言をいただきました酪農学園大学名誉教授の石下真人氏に謝意を表します。

5. 利益相反自己申告

申告すべきものなし

6. 参考文献

- 1) Yasui, T., Ishioroshi, M., Nakano, H. and Samejima, K., *J. Food Sci.*, **44**, 1201-1204 (1979)
- 2) Morita J., Choe, I., Yamamoto, K., Samejima, K. and Yasui, T., *Agric. Biol. Chem.*, **51**, 2895-2900 (1987)
- 3) Egelanddal, B., Fretheim, K. and Samejima, K., *J Sci Food Agric.*, **37**, 915-926 (1986)
- 4) 前田尚之, 岩崎智仁, 石下真人, 北海道畜産草地学会報, **5**, 17-22 (2017)
- 5) Fukazawa, T., Hashimoto, Y. and Yasui, T., *J. Food Sci.*, **26**, 550-555 (1961)
- 6) Brink, E.J., Beynen, A. C., Dekker, P. R., van Beresteijn, E. C. and van der Meer, R., *J Nutr.*, **122**, 580-586 (1992)
- 7) Chen, J., Ren, Y., Zhang, K., Xiong, L.Y., Wang, Q., Shang, K. and Zhang, D., *Food Chem.*, **312**, 126113 (2020)
- 8) Chen, J., Ren, Y., Zhang, K., Qu, J., Hu, F. and Yan, Y., *Food Funct.*, **10**, 6568-6581 (2019)
- 9) Xiong L. X., Lou X., Wang, C., Moody, G. W. and Harmon, J. R., *J. Food Sci.*, **65**, 96-100 (2000)
- 10) Tanabe, R., Muroya, S. and Chikuni, K., *J. Food Sci.*, **64**, 222-225 (1999)
- 11) Bec, G., Solollon, M. B., Czerwinski, S. M., Long, C. and Pursel, V. G., *J. Anim. Sci.*, **77**, 2104-2111 (1999)
- 12) Chikuni, K., Tanabe, R., Muroya, S. and Nakajima, I., *Meat Sci.*, **57**, 311-317 (2001)
- 13) Okitani, A., Ichinose, N., Itoh, J., Tsuji, Y., Oneda, Y., Hatake, K., Migita, K. and Matsuishi, M., *Meat Sci.*, **81**, 446-450 (2009)
- 14) Gomori, G., *J. Lab. Clin. Med.*, **27**, 955-960 (1942)
- 15) Park, J., Moon, S. S., Song, S., Cheng, H., Im,

- C., Du, L. and Gap-Don Kim, G.D., *J. Anim. Sci. Technol.*, **66**, 251-265 (2024)
- 16) Jin, H. G., Xiong, Y. L., Peng, Z. Q., He, Y., Sun, Z. Z. and Zhou, G. H., *Meat Sci.*, **89**, 372-376 (2011)
- 17) Nakamura S., Yamaguchi, M., Morita, J. and Yasui, T., *Agric. Food Chem.*, **17**, 633-638 (1969)
- 18) Yasui, T. and Ishioroshi, M., *J. Food Biochem.*, **4**, 61-78 (1980)
- 19) Ishioroshi, M., Samejima, K., Arie, Y. and Yasui, T., *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 2185-2194 (1980)
- 20) Xu, M., Liu, W., Zhang, Y., Peng, Z., Guo, X., Wang, F. and Wang, F., *Journal of Food Processing and Preservation*, **41**, e12915 (2017)
- 21) Ishioroshi, M. and Samejima, K., *Anim. Sci. Technol.*, **65**, 716-719 (1994)
- 22) Sasaki, S., Ogawa, Y., Ichinoseki, S., Tanabe, M., Nakade, K. and Miyaguchi, Y., *Food Science and Technology Research*, **21**, 87-93 (2015)
- 23) Vicente, F. and Pereira, P. C., *Foods*, **13**, 3043 (2024)
- 24) Cao, X., Hu, X., Zhang, X., Gao, S., Ding, C., Feng, Y. and Bao, W., *PLoS One*, **12**, e0183756 (2017)
- 25) Fujiwara, K., Toda, H. and Ikeguchi, M., *BMC Struct Biol.*, **12**, 18 (2012)
- 26) Jeong, H. G., Kim, J., Lee, S., Jo, K., Yong, H. I., Choi, n-S. and Jung, S., *J Anim Sci Technol.*, **65**, 1065-1080 (2023)

Effects of Phosphates and Magnesium on the Binding Properties of Sausages Prepared from Porcine *Longissimus dorsi* and *Psoas major*

Naoyuki MAEDA*, Ruruna ITO, Megumi YOSHIDA, Yasuhiro HASEGAWA, Tomohito IWASAKI, Yasuhiro FUNATSU

Department of Food Science and Human Wellness, Rakuno Gakuen University

Abstract

Polyphosphates can enhance the binding properties of certain products. In this study, we determined the effects of various phosphates on the physicochemical properties of the myofibrillar protein of porcine *longissimus dorsi* (LD) and *psoas major* (PM) muscles. In sausages prepared from LD, phosphate addition significantly increased the breaking force, with further enhancement observed after drying. In contrast, PM showed no such improvement upon phosphate addition. In myofibrillar sausages prepared after removing the water-soluble fraction, the effects of phosphate addition and drying were markedly reduced or eliminated. Heat-induced gelation of actomyosin (AM) was heterogeneous in LD following phosphate addition, whereas it remained homogeneous in PM. Moreover, phosphates increased the solubility of free myosin, and time-dependent AM reformation was observed in PM. In the magnesium-added water-soluble fraction of the PM, higher pyrophosphatase (PPase) and triphosphatase (TPase) activities were detected, suggesting their involvement in AM reformation. The results indicate that the differential effects of phosphate addition in LD and PM may be attributed to differences in aggregate heterogeneity and PPase and TPase activity during AM reformation.

Japanese Journal of Meat Science and Technology 66(1), 35-43, 2025

Key words: *Longissimus dorsi*, *Psoas major*, Actomyosin, Phosphates, Magnesium

*Corresponding: Naoyuki MAEDA (fax: +81 11-388-4773, email: n-maeda@rakuno.ac.jp)