



食品物性改良能と生理活性機能を合わせ持つタンパク質ポリマーの開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2012-12-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 六車, 三治男 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10458/4230

食品物性改良能と生理活性機能を合わせ持つ タンパク質ポリマーの開発

(研究課題番号 14560224)

平成14年度～16年度科学研究費補助金
基盤研究(C)(2)
研究成果報告書

平成17年3月

研究代表者 六車 三治男
(宮崎大学農学部 教授)

【研究成果報告書】

研究課題：食品物性改良能と生理活性機能を合わせ持つ
タンパク質ポリマーの開発

【目次】

科学研究費補助金の内容・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3

研究発表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4

研究結果の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7

報告書に掲載した論文・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9

Y.Erwanto, S.Kawahara, K.Katayama, S.Takenoyama, H.Fujino, K.Yamauchi,
T.Morishita, Y.Kai S.Watanabe and M.Muguruma. Microbial Transglutaminase
Modifies Gel Properties of Porcine Collagen. *Asian-Australasian Journal of
Animal Sciences* Vol. 16, No.2, 269-276 (2003) 1 1

M.Muguruma, K.Tsuruoka, K.Katayama, Y.Erwanto, S.Kawahara, K.Yamauchi,
S.K.Sathe and T.Soeda. Transglutaminase. Improves Chicken Sausage Texture
even at Reduced Levels of Phosphate. *Meat Science*, Vol. 63, No.2, 191-192
(2003) 1 9

K.Katayama, M.Tomatsu, S.Kawahara, K.Yamauchi, H.Fuchu, M.Sugiyama,
Y.Kawamura and M.Muguruma. Peptide Inhibitor of Angiotensin
I-Converting Enzyme Derived from Porcine Troponin C. *Proceedings of 48th
International Congress of Meat Science and Technology*, Vol. 2, 994-995
(2002) 2 6

K.Katayama, H.Fuchu, A.Sakata, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and
M.Muguruma. Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activities of
Porcine Skeletal Muscle Proteins Following Enzyme Digestion.
Asian-Australasian Journal of Animal Sciences Vol. 16, No.3, 417-424

(2003) 2 8

K.Katayama, H.Fuchu, M.Sugiyama, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and M.Muguruma. Peptic hydrolysate of Porcine Crude Myosin Has Many Active Fractions Inhibiting Angiotensin I-Converting Enzyme. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* Vol. 16, No.9, 1384-1389 (2003) 3 6

K.Katayama, M.Tomatsu, H.Fuchu, M.Sugiyama, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and M.Muguruma. Purification and Characterization of An Angiotensin I-converting Enzyme Inhibitory Peptides Derived from Porcine Troponin C. *Animal Science Journal*, Vol. 74, No.1 53- 58 (2003) . . . 4 3

K.Katayama, M.Tomatsu, S.Kawahara, K.Yamuchi, H.Fuchu, Y.Kodama, Y.Kawamura and M.Muguruma. Inhibitory Profile of Nonapeptide Derived from Porcine Troponin C against Angiotensin I-Converting Enzyme. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52, No.4, 771-775 (2004) 4 9

科学研究費補助金（基盤研究（C）（2））

【研究課題】 食品物性改良能と生理活性機能を合わせ持つ タンパク質ポリマーの開発

【課題番号】 14560224

はしがき

近年、急速な高齢化社会の到来をうけて高齢者の身体機能、特に咀嚼機能の減退に無理なく適合できる食品の咀嚼・嚥下性改善機能と、生体の生理機能の減衰抑制に貢献する生体調節機能を合わせ持つ食品の研究・開発が強く要望されている。食品をかむことが困難な方や飲み込むことが困難な方には、トロミをつけた食事の工夫は非常に効果的である。古くからコラーゲンは食品のゲル化剤として利用されているが、加熱によりゲルが溶解してしまうために用途が限定されている。そのために、コラーゲンの融点を改変することで問題点の解決を図る。次に、本来高い栄養価を有している乳タンパク質、食肉タンパク質やそれらの酵素分解物ならびに、その他の食品由来の生理活性機能の明らかな標品も会合させて、機能性タンパク質ポリマーを調製する。そして、物性を改変したコラーゲンと機能性タンパク質ポリマーを組み合わせ、食品の物性をコントロールし咀嚼・嚥下性改善効果を持ち生体調節機能をも有する、新規な食品タンパク質ポリマーの研究・開発を試みるのが本研究の目的である。

本研究は上記の問題点の解決を目指して、平成14年度から平成16年度までの3年間、文部科学省科学研究費の交付を受けて実施したものである。

【研究組織】

研究代表者 六車 三治男 （宮崎大学農学部教授）

研究分担者 河原 聡 （宮崎大学農学部講師）

【研究経費】

平成14年度	2,200	千円
平成15年度	800	千円
平成16年度	600	千円
総計	3,600	千円

【研究発表】

(1) 学会誌等

1. Y.Erwanto, S.Kawahara, K.Katayama, S.Takenoyama, H.Fujino, K.Yamauchi, T.Morishita, Y.Kai S.Watanabe and M.Muguruma. Microbial Transglutaminase Modifies Gel Properties of Porcine Collagen. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 16, No.2, 269-276 (2003)
2. M.Muguruma, K.Tsuruoka, K.Katayama, Y.Erwanto, S.Kawahara, K.Yamauchi, S.K.Sathe and T.Soeda. Transglutaminase Improves Chicken Sausage Texture even at Reduced Levels of Phosphate. *Meat Science*, Vol. 63, No.2, 191-192 (2003)
3. K.Katayama, M.Tomatsu, S.Kawahara, K.Yamauchi, H.Fuchu, M.Sugiyama, Y.Kawamura and M.Muguruma. Peptide Inhibitor of Angiotensin I-converting Enzyme Derived from Porcine Troponin C. *Proceedings of 48th International Congress of Meat Science and Technology*, Vol. 2, 994-995 (2002)
4. K.Katayama, H.Fuchu, A.Sakata, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and M.Muguruma. Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activities of Porcine Skeletal Muscle Proteins Following Enzyme Digestion. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 16, No.3, 417-424 (2003)
5. K.Katayama, H.Fuchu, M.Sugiyama, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and M.Muguruma. Peptic hydrolysate of Porcine Crude Myosin Has Many Active Fractions Inhibiting Angiotensin I-converting Enzyme. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 16, No.9, 1384-1389 (2003)
6. K.Katayama, M.Tomatsu, H.Fuchu, M.Sugiyama, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and M.Muguruma. Purification and Characterization of An Angiotensin I-converting Enzyme Inhibitory Peptides Derived from Porcine Troponin C. *Animal Science Journal*, Vol. 74, No.1 53- 58 (2003)

7. K.Katayama, M.Tomatsu, S.Kawahara, K.Yamuchi, H.Fuchu, Y.Kodama, Y.Kawamura and M.Muguruma. Inhibitory Profile of Nonapeptide Derived from Porcine Troponin C against Angiotensin I-Converting Enzyme. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52, No.4, 771-775 (2004)

(2) 口頭発表

1. ユニ エルワント、堤 孝彦、甲斐靖子、渡辺昌平、森下敏朗、河原 聡、山内 清、六車 三治男：トランスグルタミナーゼによるコラーゲンの融点および物性の改変
第 100 回日本畜産学会大会（日本獣医畜産大学、2002, 3. 28)
2. 堤 孝彦、ユニ エルワント、甲斐靖子、渡辺昌平、森下敏朗、河原 聡、山内 清、六車 三治男：トランスグルタミナーゼを用いたゼラチンバイオポリマーの調製とその物性の
第 100 回日本畜産学会大会（日本獣医畜産大学、2002, 3. 28)
3. K.Katayama, M.Tomatsu, S.Kawahara, K.Yamauchi, H.Fuchu, M.Sugiyama, Y.Kawamura and M.Muguruma. Peptide Inhibitor of Angiotensin I-Converting Enzyme Derived from Porcine Troponin C.
48th International Congress of Meat Science and Technology, August 25-30, 2002, Rome, Italy
4. 片山員典、戸松 誠、府中英孝、小玉芳郎、河原 聡、山内 清、河村幸雄、六車 三治男：豚トロポニン C 由来ペプチドのアンギオテンシン変換酵素阻害特性
日本畜産学会第 101 回大会（つくば国際会議場、2003, 3. 29)
5. 吉原慎二郎、上島良介、河原 聡、山内 清、中出浩二、沼田正寛、中村豊郎、六車 三治男：動物骨コラーゲン由来ペプチドのアンギオテンシン変換酵素阻害ペプチド
平成 15 年度日本農芸化学会西日本支部、中国・四国支部、日本食品科学工学会西日本支部鹿児島合同大会（鹿児島大学、2003, 9. 19)

6. 吉原慎二郎、片山員典、河原 聡、山内 清、中山建男、丸山眞杉、
六車 三治男：豚骨格筋由来アンギオテンシン変換酵素阻害ペプチドの
検索
日本畜産学会第 103 回大会（東京農工大学、2004, 3. 31）
7. 六車 三治男、森 栄裕、河原 聡、山内 清、工藤真豪、久寿米木 一
裕、中出浩二、中村豊郎：脱脂粉乳を利用したニュータイプの機能性み
そについて
日本畜産学会第 103 回大会（東京農工大学、2004, 3. 30）
8. 中出浩二、六車 三治男、井上祐介、河原 聡、山内 清、中山建男、
丸山眞杉、沼田正寛：鶏骨エキストリップシン分解物の ACE 阻害作用
日本畜産学会第 103 回大会（東京農工大学、2004, 3. 31）
9. K.Nakade, M.Muguruma, Y.Inoue, S.Kawahara, K.Yamauchi, T.Nakayama,
M.Maruyama, T.Okayama and M.Numata. Isolation and Purification of ACE
Inhibitory Peptide Derived from Chicken Bone Extract.
50th International Congress of Meat Science and Technology, August 8-13,
2004, Helsinki, Finland,
10. 六車 三治男、森 栄裕、河原 聡、丸山眞杉、工藤真豪、久寿米木 一
裕、大谷啓一、脇 能広、菱沼 毅、中村豊郎：スキムミルクを利用し
たニュータイプの機能性みその動物試験について
日本畜産学会第 104 回大会（東京大学、2005, 3. 27）
11. 六車 三治男、森 栄裕、勝田ひとみ、河原 聡、丸山眞杉、工藤真豪、
久寿米木 一裕、菱沼 毅、中村豊郎：各種乳成分を利用したみその機
能性について
日本畜産学会第 104 回大会（東京大学、2005, 3. 27）
12. 六車 三治男、松本 直、河原 聡、川口 寛、福永和彦、岡崎富明、
黒田留美子、中村豊郎：クイーンビーフの軟化処理について

日本畜産学会第 104 回大会（東京大学、2005、3、27）

（3）出版物

1. 六車三治男 他， 編者；細野昭義ら：畜産食品の辞典， 朝倉書店， pp. 1-500, (2002)（分担執筆）

【研究成果】

研究の目的：

近年、急速な高齢化社会の到来をうけて高齢者の身体機能、特に咀嚼機能の減退に無理なく適合できる食品の咀嚼・嚥下性改善機能と、生体の生理機能の減衰抑制に貢献する生体調節機能を合わせ持つ食品の研究・開発が強く要望されている。食品をかむことが困難な方や飲み込むことが困難な方には、トロミをつけた食事の工夫は非常に効果的である。古くからコラーゲンは食品のゲル化剤として利用されているが、加熱によりゲルが溶解してしまうために用途が限定されている。そこでまず、豚コラーゲンの融点を改変することで問題点の解決を図る。次に、本来高い栄養価を有している乳タンパク質、食肉タンパク質やそれらの酵素分解物ならびに、その他の食品由来の生理活性機能の明らかな標品も会合させて、機能性タンパク質ポリマーを調製する。そして、物性を改変したコラーゲンと機能性タンパク質ポリマーを組み合わせ、食品の物性をコントロールし咀嚼・嚥下性改善効果を持ち生体調節機能をも有する、新規な食品タンパク質ポリマーの研究・開発を試みるのが本研究の目的である。

コラーゲンの物性の改変や食品タンパク質ポリマーの調製法としては、酵素による方法がより自然な方法で効果的と考えられる。微生物起源のトランスグルタミナーゼ (MTG) はタンパク質のグルタミン残基 (Gln) とリシン残基 (Lys) 間を共有結合により架橋する反応を触媒する酵素である。そこで本研究では微生物起源の本酵素を用いて下記の項目を具体的に検討する。

- 1) MTG によるコラーゲンの融点改変、2) 大豆タンパク質、乳タンパク質、食肉タンパク質を用いた新規な食品タンパク質ポリマーの調製、3) 上記各種タンパク質の酵素処理標品を用いた新規タンパク質ポリマーの調製、4) 調製したタンパク質ポリマー製品の加熱安定性、乳化性、起泡性や食品物性調節効果の検討、5) 生理活性物質の検索とタンパク質ポリマーへの組み込み、6) 新規食品タンパク質ポリマーの生体調節機能の解析、7) 高融点コラーゲンと機能性タンパク質ポリマーとの融合。

本研究の学術的な特色：

畜産物由来の食品タンパク質やその他の異種タンパク質を用いてそれらを架橋結合させることにより、両者の良い性質を持ち合わせ、かつ食品の咀嚼・嚥下性改善作用や生理活性機能を獲得した食品素材を提供するための基礎的知見を得ることが本研究の最大の特色である。

実用化後の社会的貢献度：

本研究で得られた新規タンパク質ポリマーは、高齢化社会の食事システムにあい、しかも、本研究で発見された新規機能性ペプチド等を取り込むことにより、生体調節機能を有する食品開発を開発できる。

さらに、本研究で得られた結果は、健常者の健康維持のみならず、咀嚼・嚥下困難な高齢者にやさしい、在宅介護食の開発技術の一つとして社会に大きく貢献することが期待される。

得られた結果：

食品をかむことが困難な人にはトロミをつけた食事の工夫は非常に効果的である。古くからコラーゲンは食品のゲル化剤として利用されているが、加熱によりゲルが溶解するため用途が限定されている。そこでまず、コラーゲンの融点を改変し、加熱しても適度なトロミを有するゼラチンゲルを調製する。次に、本来高い栄養価を有している乳タンパク質、食肉タンパク質やそれら由来の生理活性機能を有する成分も会合させ、機能性タンパク質ポリマーを調製する。さらに、融点を高めたゼラチンゲルと機能性タンパク質ポリマーを組み合わせることにより、加熱しても適度なトロミがついて、高齢者の方でも咀嚼嚥下が容易で、生体調節機能をも有する、食品タンパク質ポリマーの研究・開発を試みるのが本研究の目的である。

コラーゲンの物性の改変や食品タンパク質ポリマーの調製には、タンパク質のグルタミン残基とリジン残基間を共有結合により架橋する反応を触媒する酵素、微生物起源のトランスグルタミナーゼ(MTG)を使用した。コラーゲンの融点の改変を試みた結果、様々な融点を有するコラーゲンゲルが調製できた。さらに、MTGにより大豆タンパク質や乳タンパク質を処理することにより乳化性の向上した食品素材も調製できた。一方、豚肉の骨格筋を構成する筋肉タンパク質や骨由来成分を酵素処理し、血圧降下作用を有するペプチドが出現することを明らかにした。さらに、それらのペプチドを単離・精製したところ、筋肉タンパク質のミオシン重鎖由来の 6mer、ミオシン軽鎖由来の 8mer、

トロポニン C 由来の 9mer およびトロポニン T 由来の 7mer のペプチドを同定し、強い
血圧降下作用を有することを明らかにした。さらに骨のコラーゲン由来の 7mer や
11mer、IgG 由来の 4mer などいずれも新規な ACE 阻害ペプチドを同定した。

以上の結果、食品の物性をコントロールし、咀嚼嚥下性改善効果も持ち、上記の機
能性ペプチドを取り込んだ、生体調節機能も有する食品タンパク質ポリマー開発の可
能性が示唆された。

以下に得られたこれらの成果を7報にわけて報告する。

【本報告書に掲載した論文】

1. Y.Erwanto, S.Kawahara, K.Katayama, S.Takenoyama, H.Fujino, K.Yamauchi,
T.Morishita, Y.Kai S.Watanabe and M.Muguruma. Microbial
Transglutaminase Modifies Gel Properties of Porcine Collagen.
Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, Vol. 16, No.2, 269-276 (2003)
2. M.Muguruma, K.Tsuruoka, K.Katayama, Y.Erwanto, S.Kawahara, K.Yamauchi,
S.K.Sathe and T.Soeda. Transglutaminase. Improves Chicken Sausage
Texture even at Reduced Levels of Phosphate. *Meat Science*, Vol. 63, No.2,
191-192 (2003)
3. K.Katayama, M.Tomatsu, S.Kawahara, K.Yamauchi, H.Fuchu, M.Sugiyama,
Y.Kawamura and M.Muguruma. Peptide Inhibitor of Angiotensin
I-Converting Enzyme Derived from Porcine Troponin C. *Proceedings of 48th
International Congress of Meat Science and Technology*, Vol. 2, 994-995
(2002)
4. K.Katayama, H.Fuchu, A.Sakata, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and
M.Muguruma. Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activities of
Porcine Skeletal Muscle Proteins Following Enzyme Digestion.
Asian-Australasian Journal of Animal Sciences Vol. 16, No.3, 417-424 (2003)

5. K.Katayama, H.Fuchu, M.Sugiyama, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and M.Muguruma. Peptic hydrolysate of Porcine Crude Myosin Has Many Active Fractions Inhibiting Angiotensin I-Converting Enzyme. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 16, No.9, 1384-1389 (2003)
6. K.Katayama, M.Tomatsu, H.Fuchu, M.Sugiyama, S.Kawahara, K.Yamuchi, Y.Kawamura and M.Muguruma. Purification and Characterization of An Angiotensin I-converting Enzyme Inhibitory Peptides Derived from Porcine Troponin C. *Animal Science Journal*, Vol. 74, No.1 53- 58 (2003)
7. K.Katayama, M.Tomatsu, S.Kawahara, K.Yamuchi, H.Fuchu, Y.Kodama, Y.Kawamura and M.Muguruma. Inhibitory Profile of Nonapeptide Derived from Porcine Troponin C against Angiotensin I-Converting Enzyme. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52, No.4, 771-775 (2004)