

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 14 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580387

研究課題名(和文) 筋肉内デコリン構造安定性に及ぼす高圧処理の影響

研究課題名(英文) Effect of high hydrostatic pressure on structural stability of intramuscular decorin

研究代表者

西海 理之(NISHIUMI, Tadayuki)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：60228153

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)： 以前の研究から、高圧処理による筋肉内コラーゲン並びに結合組織の脆弱化には筋肉内デコリンの分解もしくはコラーゲン線維からの解離が関することを予想し、ウシ骨格筋から実際に単離・精製したデコリン分子の高圧下での立体構造を解析し、高圧処理に伴う筋肉内結合組織の脆弱化との関連性を検討し、以下のような結果を得た。

(1)高圧処理はデコリンコアタンパク質の分解、GAG鎖の解離及びGAG鎖の分解を引き起こさなかった。(2)高圧下蛍光スペクトル測定及び表面疎水性測定により、400 MPaまでの高圧処理で可逆的にデコリン分子の立体構造が変化した。(3)デコリン分子表面のSH基量は高圧処理に影響されなかった。

研究成果の概要(英文)： High hydrostatic pressure induces a weakening of intramuscular connective tissue, which is mainly composed of collagen. Decorin, a small proteoglycan, binds to and stabilizes collagen fibrils. It has been suggested that the weakening of intramuscular connective tissue may result from alteration of the decorin-collagen interaction due to structural changes of the decorin molecule. In the present study, decorin was isolated and purified from bovine skeletal muscle, and then the molecular structure of the isolated decorin under high pressure was investigated. The results were following: (1) Degradation of core protein and GAG chain of the isolated decorin was not revealed by high pressure. (2) Measurements of fluorescence spectra and surface hydrophobicity indicated that the tertiary structure of decorin was altered reversibly under high pressure up to 400 MPa. (3) High pressure did not affect surface SH-group content of decorin molecules.

研究分野：農学(畜産物利用学、食品科学)

キーワード：高圧処理 デコリン 食肉科学 筋肉内結合組織 プロテオグリカン 軟化メカニズム

1. 研究開始当初の背景

高圧処理は、新たな非熱的食品加工技術として、近年、世界中で最も注目されている技術である。高圧処理は、別名、高静水圧処理ともいい、水などの液体を介して 1,000 気圧 (100 MPa) 以上の圧力を生物材料 (食品を含む) にかける技術で、日本において提唱された新技術である。高圧処理には、以下のような特徴があるため、生物科学分野のみならず、食品加工分野や医療分野での利用が検討されている。(a)省エネ：圧力保持にはエネルギーを必要とせず、加熱処理の約 1/16 のエネルギーしかからない。(b)均一性：材料の中心にまで瞬時に圧力が伝播するため、均質処理ができる。食品においては、調理むらがおこらない。(c)微生物制御：微生物の生育抑制および殺菌が可能。微生物の種類による圧力耐性の違いを利用し、発酵などを制御できる可能性がある。(d)化学変化を伴わない：加熱に伴う化学反応生成物による変色・異臭・異常物質の生成がない。ビタミンなどの栄養素が破壊されない。(e)物理反応である：細胞膜や細胞壁などの構造物に対する物理的破壊を引き起こす。このことによって、物性の変化や膜破壊で流出した酵素による反応促進が誘発される。(f)タンパク質や炭水化物の立体構造変化を引き起こす：高圧処理は、生体成分に水分子を物理的に押し込む処理であるので、それに伴い、物質の水和・相互作用・高次構造などの変化を引き起こす。その結果、物性の変化、食品の加工特性の変化、アレルギーの低減、消化性の改善などが誘発される可能性がある。

一方、食肉科学分野において、高圧処理は食肉の熟成軟化を速めることが知られている。またその軟化促進は、筋原線維タンパク質の変化に伴う軟化効果であり、もう一つの硬さの決定因子である結合組織は高圧処理でも変化しないとされてきた。しかしながら、我々は、高圧処理で筋肉内結合組織は脆弱化・軟化するはずだという認識のもとに研究を始め、平成 21~23 年度科学研究助成事業の補助を受けてその軟化メカニズム解明の研究に着手し、筋肉内コラーゲンの分解などは起こらないが、筋肉内コラーゲン線維同士の間がほぐれ、その結果、コラーゲン線維ネットワークから構成される筋肉内結合組織構造が脆弱化することで食肉の軟化に繋がることを提起した。

2. 研究の目的

プロテオグリカンの一種であるデコリンはコラーゲン分子と結合し、コラーゲン線維形成の制御やコラーゲン線維の物性に影響を及ぼすことが、腱や皮膚組織で報告されている。高圧処理による筋肉内コラーゲン線維ならびに結合組織の脆弱化には、コラーゲン線維同士を接着しているデコリン分子の分

解もしくはデコリン分子のコラーゲンからの解離が関与することを予想し、本研究では、筋肉内デコリン分子の構造ならびにその安定性に及ぼす高圧処理の影響を明らかにすることを目的とし、まずは実際にウシ骨格筋からデコリンを単離・精製したのち、高圧処理がウシ骨格筋デコリンの立体構造に及ぼす影響について検討した。

3. 研究の方法

(1)ウシ骨格筋デコリンの単離・精製と特徴付け：ウシ骨格筋から塩酸グアニジンでプロテオグリカンを抽出した後、塩化セシウム (CsCl) 密度勾配遠心分離法を用いてプロテオグリカンを単離、DEAE-セルロースイオン交換クロマトグラフィーおよび Sepharose CL-6B ゲルろ過クロマトグラフィーを用いてデコリンを単離・精製した。また、デコリンの特徴付けは SDS-PAGE、セルロースアセテート膜電気泳動などで行った。

(2)高圧処理によるウシ骨格筋デコリンの分解の評価：単離したウシ骨格筋デコリンに 0.1~700 MPa の高圧処理を施し、SDS-PAGE にてデコリンコアタンパク質の分解、GAG 鎖の分解および解離を評価した。

(3) 高圧処理によるウシ骨格筋デコリン分子の立体構造の解析：0.1~400 MPa までの昇圧および降圧下でのウシ骨格筋デコリンの起波長 295 nm および 280 nm における蛍光スペクトル測定、8-Anilino-1-naphthalene sulfonic acid (ANS) を用いた表面疎水性測定、ならびに高圧処理後のウシ骨格筋デコリンの表面 SH 基量を測定し、高圧処理に伴うウシ骨格筋デコリン分子の立体構造の変化を検討した。

4. 研究成果

(1)ウシ骨格筋デコリンの単離・精製と特徴付け

ウシ骨格筋から塩酸グアニジンでプロテオグリカンを抽出後、CsCl 密度勾配遠心分離した。遠心チューブの底部 (高密度) から上部 (低密度) にかけて 4 つに分画した D₁~D₄ (D₁ を底部とする) 画分を SDS-PAGE により分析した結果、D₂ 画分の 100 kDa 付近にデコリンのバンドを確認し、D₂ 画分を次の精製ステップに供した。

DEAE-セルロースイオン交換クロマトグラフィーに供した後、ピーク付近の画分 11~32 を SDS-PAGE で分析した結果、画分 28~32 において 100 kDa 付近にデコリンのバンドを確認することができた。さらにデコリンの精製度を高めるため、デコリンが含まれると考えられるフラクションを限外濾過膜により濃縮し、次の精製ステップに供した。

Sepharose CL-6B ゲルろ過クロマトグラフィーに供した後、ピーク付近の画分 12~32

を SDS-PAGE で分析した結果、画分 18~24 にかけて 100 kDa 付近にデコリンと思われるバンドを確認することができ、デコリン以外の共雑タンパク質の混入も認められなかった。以上の結果から、デコリンが含まれていると推定されるフラクションを混合、透析した後、凍結乾燥し、精製したデコリンをさらに特徴付けるためにセルロースアセテート膜電気泳動を用いて GAG 鎖の同定を行った。

1 M 酢酸-ピリジン緩衝液 (pH 3.5) もしくは 0.3 M 酢酸カルシウム溶液を用いてセルロースアセテート膜電気泳動を行った結果、単離・精製したプロテオグリカンの GAG 鎖はデルマタン硫酸であることが示された。なお、単離・精製の一連のステップを経て得られたウシ骨格筋デコリンの収量は 2.728 mg/100 g meat であった。

(2) 高圧処理によるウシ骨格筋デコリンの分解

高圧処理後のウシ骨格筋デコリンを SDS-PAGE に供した結果、高圧処理はデコリンコアタンパク質の分解、GAG 鎖の解離および GAG 鎖自身の分解を引き起こさないことが示された (図 1)。

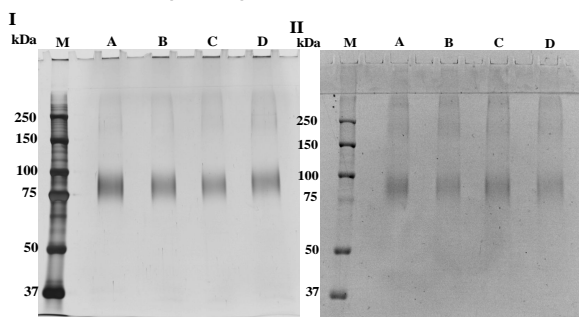


図 1 高圧処理後のウシ骨格筋デコリンの SDS-PAGE 像 (I: 銀染色, II: AB 染色) M: マーカー, A: 0.1 MPa, B: 100 MPa, C: 400 MPa, D: 500 MPa

(3) 高圧処理によるウシ骨格筋デコリン分子の立体構造の変化

高圧下において励起波長 295 nm ならびに 280 nm における蛍光スペクトルを測定した (図 2)。0.1~400 MPa まで昇圧していくにつれ、蛍光強度の低下と吸収極大の長波長側へのシフトが確認され、圧力解放後は蛍光強度と吸収極大が高圧処理前とほとんど変わらない値まで戻った。次に、蛍光スペクトルの値から質量中心を算出した結果、0.1~400 MPa まで昇圧させていくにつれて質量中心は徐々に低下し、圧力を解放した後の 0.1 MPa では高圧処理前の値とほぼ同じ値になった。これらの結果から、デコリンコアタンパク質の立体構造は部分的であるが、400 MPa までの高圧処理で可逆的に変化することが示唆された。

ANS を用いた表面疎水性測定の結果、圧力の増加に伴って表面疎水性は徐々に低下していき、0.1 MPa 時の値と比較すると 400 MPa

ではその値が半分近くも減少した。また、圧力を解放していくと表面疎水性が徐々に上昇し、0.1 MPa では高圧処理前とほぼ同じ値まで戻った (図 3)。この結果から、デコリンの表面疎水性も 400 MPa までの高圧処理で可逆的に変化することが示された。

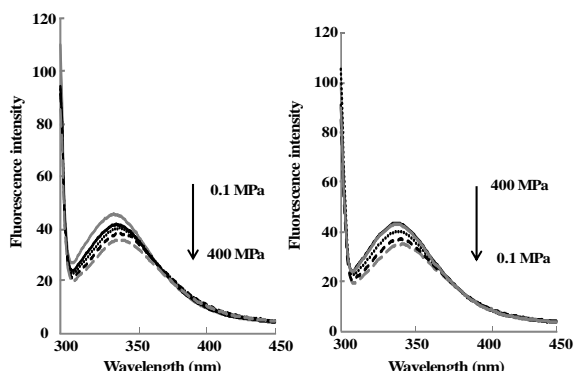


図 2 高圧下でのウシ骨格筋デコリンの蛍光スペクトル (左:昇圧時, 右:降圧時)

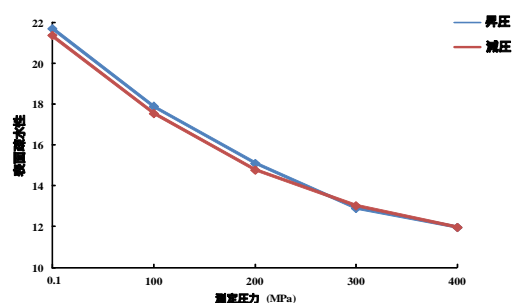


図 3 高圧下でのウシ骨格筋デコリンの表面疎水性の変化

高圧処理したウシ骨格筋デコリンの表面 SH 基量を測定した結果、0.1、100、400、700 MPa の各処理圧力においてその値はほとんど変化しないことが示された (表 1)。このことからデコリンコアタンパク質内のジスルフィド結合は高圧処理によってほぼ影響を受けないことが示唆された。

表 1 高圧処理後のウシ骨格筋デコリンの表面 SH 基量の変化

処理圧力(MPa)	表面 SH 基量 (μM)
0.1	0
100	0.294
400	0.956
700	0.515

以上の結果より、高圧処理は、筋肉内デコリン分子の分解を引き起こさない一方で、デコリン分子の立体構造を変化させる作用があることが示唆された。その立体構造の変化は可逆的変化であるが、高圧下で変化したデコリン分子構造がコラーゲン分子との相互作用に変化をもたらし、コラーゲン線維から

のデコリン分子の遊離が誘導される可能性が推測される。したがって、今後は、高圧下におけるデコリン-コラーゲン相互作用の変化を調査することで、高圧処理に伴う筋肉内コラーゲン線維ネットワーク構造の脆弱化メカニズムが解明できるはずである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計16件)

Chen, X., Li, P.-J., Nishiumi, T., Hosono, T., Suzuki, A. and Chen, C.-G., Effects of high-pressure processing on the cooking loss and gel strength of chicken breast actomyosin containing sodium alginate. *Food Bioprocess Technol.*, 査読有, 7, 2014, 3608-3617.

Chen, X., Chen, C.-G., Zhou, Y.-Z., Li, P.-J., Ma, F., Nishiumi, T. and Suzuki, A., Effects of high pressure processing on the thermal gelling properties of chicken breast myosin containing α -carrageenan. *Food Hydrocolloids*, 査読有, 40, 2014, 262-272.

Hosono, T., Otake, Y., Komoda, T., Sugiyama, T. and Nishiumi, T., Isolation and purification of decorin from bovine skeletal muscle and its structural changes under high pressure. *Bull. Facul. Agric. Niigata Univ.*, 査読無, 67, 2014, 43-49.

Zhou, C., Ye, H., Nishiumi, T., Qin, H. and Chen, C., L-Histidine enhances stability of hemoglobin concentrates by coordinating with free iron. *Food Res. Int.*, 査読有, 62, 2014, 637-643.

小林篤, 川村麻梨子, 大原絵里, 荻野美由紀, 星野純, 山崎彬, 西海理之, 高圧処理の無菌化食品への利用. 高圧力の科学と技術, 査読有, 24, 2014, 48-51.

Nodake, K., Numata, M., Kosai, K., Kim, Y.-J. and Nishiumi, T., Evaluation of changes in the taste of cooked meat products during curing using an artificial taste sensor. *Anim Sci. J.*, 査読有, 84, 2013, 613-621.

Kim, Y.-J., Nishiumi, T., Fujimura, S., Ogoshi, H. and Suzuki, A., Combined effects of high pressure and sodium hydrogen carbonate treatment on pork ham: improvement of texture and palatability. *High Pressure Res.*, 査読有, 33, 2013, 354-361.

Tabe, K., Kim, Y.-J., Ohnuma, S., Ogoshi, H., Suzuki, A. and Nishiumi, T., Improvement of texture and palatability of chicken breast: effect of high hydrostatic pressure and sodium hydrogen carbonate. *High Pressure Res.*, 査読有, 33, 2013, 348-353.

Ohnuma, S., Kim, Y.-J., Suzuki, A. and

Nishiumi, T., Combined effects of high pressure and sodium hydrogen carbonate treatment on beef: improvement of texture and color. *High Pressure Res.*, 査読有, 33, 2013, 342-347.

Komoda, T., Kim, Y.-J., Suzuki, A. and Nishiumi, T., A scanning fluorescence spectroscopy of decorin under high pressure. *High Pressure Res.*, 査読有, 33, 2013, 336-341.

西海理之, 高圧処理でお肉を軟らかくジューシーに. ~重曹・高圧併用処理による食肉の物性改善技術~. 食品と容器, 査読有, 54, 2013, 372-378.

西海理之, 高圧食品加工技術. 高圧処理でお肉を軟らかくジューシーに♪. ふーま, 査読無, 30, 2013, 20-23.

西海理之, 高圧処理によるタンパク質の改質と食品の物性改善. 冷凍, 査読有, 88, 2013, 263-268.

西海理之, 金娟廷, 食品の高品質化を目指した高圧物性変換技術の開発 -高圧軟化機構を利用した食肉加工品の開発技術-. 化学工学, 査読有, 77, 2013, 106-108.

西海理之, 小林篤, 「特長」をつくる高圧処理技術. 事業成果と高圧処理の今後の展開. NICO press, 査読無, 102, 2013, 2-4.

金娟廷, 西海理之, 森岡豊, 小齊喜一, 小林篤, 山崎彬, 大越ひろ, 鈴木敦士, 重曹・高圧併用処理豚そともも肉から調製した「とんかつ」の物性およびおいしさの検討. 食肉の科学, 査読無, 53, 2013, 150-154.

[学会発表](計30件)

菊地凌, 脇真由美, 三好淳介, 西海理之, 高圧処理および食塩添加が牛肉パティのテクスチャーに及ぼす影響. 日本畜産学会第119回大会, 2015.3.29, 宇都宮大学(栃木県宇都宮市).

脇真由美, 三好淳介, 渡邊ゆい, 盛暁鷺, 筒木啓悟, 垣内崇宏, 菊地凌, 和賀俊明, 野口まや, 西海理之, 高圧加工した牛肉の食感に対するNaCl添加量と圧力条件の検討. 第55回高圧討論会, 2014.11.23, 徳島大学(徳島県徳島市).

筒木啓悟, 後藤美咲, 渡邊ゆい, 西海理之, 高圧処理ならびに重曹処理がレトルト牛そともも肉の物性と嗜好性に与える影響. 第55回高圧討論会, 2014.11.23, 徳島大学(徳島県徳島市).

蛭田あゆみ, 太刀川泰生, 西海理之, 高圧処理による鶏卵白オボアルブミンのアレルゲン性と高次構造変化の検討. 第55回高圧討論会, 2014.11.23, 徳島大学(徳島県徳島市).

荻野美由紀, 小林篤, 川村麻梨子, 大原絵里, 星野純, 山崎彬, 西海理之, 高圧処理の無菌化食品への利用. 第55回高圧討論会, 2014.11.23, 徳島大学(徳島県徳

島市).

Hiruta, A., Tachikawa, H. and Nishiumi, T., Effect of high hydrostatic pressure on *in vitro* digestibility and allergenicity of egg white ovalbumin. International Conference on Food for Health in Niigata 2014, 2014.10.30, Niigata (Japan).

Hosono, T., Otake, Y., Komoda, T. and Nishiumi, T., Structural changes in the purified decorin from bovine skeletal muscle under high hydrostatic pressure. International Conference on Food for Health in Niigata 2014, 2014.10.30, Niigata (Japan).

Hosono, T., Komoda, T. and Nishiumi, T., Isolation and purification of decorin from bovine skeletal muscle and its structural changes under high pressure. 60th International Congress of Meat Science and Technology, 2014.8.21, Punta del Este (Uruguay). [Best Oral Presentation Award]
Nishiumi, T., Ohnuma, S., Watanabe, Y. and Sakata, R., Combined effects of high pressure and sodium hydrogen carbonate on beef texture and color. 60th International Congress of Meat Science and Technology, 2014.8.19, Punta del Este (Uruguay). [Best Oral Presentation Award]

Ogino, M., Tachikawa, H. and Nishiumi, T., Application of high-pressure treatment to development of sterilized foods. The 3rd International GIGAKU Conference, 2014.6.21, Nagaoka (Japan).

斎藤雅史, 葛西慶明, 西田美也子, 重松亨, 西海理之, 小西徹也, 浦上弘, 西田浩志, 高圧加工食品の安全生試験. 第 54 回高圧討論会, 2013.11.16, 朱鷺メッセ(新潟県新潟市).

水嶋勇太, 盛暁鷺, 西海理之. 高圧処理が二枚貝の脱殻現象に及ぼす影響. 第 18 回生物関連高圧研究会シンポジウム, 2013.9.5, 岐阜大学(岐阜県岐阜市).

渡邊ゆい, 大沼俊, 金娟廷, 鈴木敦士, 西海理之. 牛肉の色調に及ぼす重曹ならびに高圧処理の影響. 第 18 回生物関連高圧研究会シンポジウム, 2013.9.5, 岐阜大学(岐阜県岐阜市).

蛭田あゆみ, 原崇, 赤坂一之, 鈴木敦士, 西海理之. システインの添加が高圧下酵素処理鶏卵白アレルギーの分解性の向上とアレルギー性の低減に及ぼす影響. 第 18 回生物関連高圧研究会シンポジウム, 2013.9.5, 岐阜大学(岐阜県岐阜市).

田部加奈子, 金娟廷, 鈴木敦士, 西海理之. 高圧ならびに重曹処理が鶏胸肉のおいしさに及ぼす影響. 第 18 回生物関連高圧研究会シンポジウム, 2013.9.5, 岐阜大学(岐阜県岐阜市).

渡邊ゆい, 大沼俊, 金娟廷, 西海理之. 重曹ならびに高圧処理が牛肉の色調の経時の変化に及ぼす影響. 日本畜産学会第 116

回大会, 2013.3.28, 安田女子大学(広島県広島市).

藤村 忍, 久保田真敏, 小林裕之, 堀井悠一郎, 金娟廷, 西海理之, 鈴木敦士, 重曹・高圧併用処理肉の成分特性及び *in vivo* 消化性に対する影響. 日本農芸化学会関東支部 2012 年度大会, 2012.10.28, 新潟薬科大学(新潟県新潟市).

斎藤雅史, 西田浩志, 桑原裕里依, 西田美也子, 金娟廷, 西海理之, 浦上弘, 小西徹也. マウスと培養細胞を用いた高圧処理豚肉の安全性評価. 日本農芸化学会関東支部 2012 年度大会, 2012.10.28, 新潟薬科大学(新潟県新潟市).

Tabe K., Kim, Y.-J., Onuma, S., Ogoshi, H., Suzuki, A. and Nishiumi, T., Effect of high hydrostatic pressure and NaHCO₃ treatment on texture and palatability of chicken breast. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.11.2, Otsu (Japan).

Ohnuma, S., Kim, Y.-J., Watanabe, Y., Suzuki, A. and Nishiumi, T., Effect of high hydrostatic pressure and sodium hydrogen carbonate on physical properties and color of beef. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.11.2, Otsu (Japan).

⑳ Komoda, T., Kim, Y.-J., Suzuki, A. and Nishiumi, T., A scanning fluorescence spectroscopy of decorin under high pressure. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.11.2, Otsu (Japan).

㉑ Tachikawa, H., Kim, Y.-J., Suzuki, A. and Nishiumi, T., High hydrostatic pressure is effective to *in vitro* digestibility of ovalbumin e. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.11.2, Otsu (Japan). [Best Oral Award]

㉒ Kim, Y.-J., Nishiumi, T., Ogoshi, H. and Suzuki, A., Improvement of texture and palatability of pork cutlet on high pressure. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.10.30, Otsu (Japan).

㉓ Kasai, Y., Kim, Y., Kobayashi, K., Saito, M., Nishiumi, T., Nishida, H., Shigematsu T., Hara, T., Konishi, T and Urakami, H., Mutagenicity of high-pressurized pork, rice flour, and egg white. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.10.30, Otsu (Japan).

㉔ Watanabe, M., Hara, T., Nishiumi, T., Joh, T. and Suzuki, A., High pressure can promote enzymatic hydrolysis of allergenic proteins in egg white to reduce IgE-binding activity. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.10.30, Otsu (Japan).

- ②⑥ Kim, Y.-J., Nishiumi, T., Ogoshi, H. and Suzuki, A., Effect of high hydrostatic pressure and NaHCO₃ on physical and chemical properties of pork ham. 7th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, 2012.10.30, Otsu (Japan).
- ②⑦ 藤村忍, 佐野優子, 堀彩子, 金娟廷, 井上誠, 久保田真敏, 西海理之, 門脇基二. トロミ調整剤による食品の味とテクスチャー特性への影響. 第 17 回・第 18 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2012.9.1, ロイトン札幌 (北海道札幌市).
- ②⑧ 田部加奈恵, 金娟廷, 大沼俊, 大越ひろ, 鈴木敦士, 西海理之, プロイラー胸肉に及ぼす高圧ならびに重曹処理の影響. 第 17 回・第 18 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2012.8.31, ロイトン札幌 (北海道札幌市).
- ②⑨ 金娟廷, 西海理之, 森岡豊, 小齊喜一, 小林篤, 山崎彬, 大越ひろ, 鈴木敦士, 重曹・高圧併用処理豚そともも肉「とんかつ」の物性およびおいしさの検討. 第 17 回・第 18 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2012.8.31, ロイトン札幌 (北海道札幌市).
- ③⑩ Lu, L., Ohnuma, S., Kim, Y.-J. and Nishiumi, T., Effect of sodium hydrogen carbonate and high pressure on the texture and morphology of beef. The 4th International Symposium on “Modern Agriculture and Rural Economic Development in Asia”, 2012.7.7, Harbin (P.R. China).

〔図書〕(計 2 件)

西海理之, 筋肉・食肉への高圧力の影響. In: 進化する食品高圧加工技術 -基礎から最新の応用事例まで-. (重松亨, 西海理之 監修) エヌ・ティー・エス, 2013, pp. 111-118.

金娟廷, 西海理之, 肉の軟化技術. In: 進化する食品高圧加工技術 -基礎から最新の応用事例まで-. (重松亨, 西海理之 監修) エヌ・ティー・エス, 2013, pp. 119-131.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 3 件)

名称：耐熱性芽胞菌の殺菌又は不活性化処理方法
 発明者：荻野美由紀, 西海理之, 小林篤, 山崎彬, 大原絵里, 川村麻梨子, 星野純
 権利者：同上
 種類：特許
 番号：特願 2014-139222
 出願年月日：平成 26 年 7 月 5 日
 国内外の別：国内

名称：食肉中の機能性ペプチドの富化方法及び機能性ペプチドが富化された食肉を利用した食品

発明者：藤村忍, 西海理之, 小西徹也, 浦上弘, 西田浩志, 金娟廷, 齋藤雅史, 小林裕之
 権利者：同上
 種類：特許
 番号：特願 2012-249844
 出願年月日：平成 24 年 11 月 14 日
 国内外の別：国内

名称：食肉入りレトルト食品の製造方法
 発明者：西海理之, 金娟廷
 権利者：同上
 種類：特許
 番号：特願 2012-213899
 出願年月日：平成 24 年 9 月 27 日
 国内外の別：国内

取得状況 (計 0 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 取得年月日：
 国内外の別：

〔その他〕
 ホームページ等
<http://researchers.adm.niigata-u.ac.jp/R/staff/?useId=612>

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
西海理之 (NISHIUMI TADAYUKI)
 新潟大学・自然科学系・准教授
 研究者番号：60228153
- (2) 研究分担者 なし
- (3) 連携研究者 なし