

鮭皮コラーゲンペプチドの牛蹄冠部周囲真皮への影響と効果

誌名	日本獣医師会雑誌 = Journal of the Japan Veterinary Medical Association
ISSN	04466454
著者名	保坂,善真 後藤,千尋 阿部,敬 永易,彩 植田,弘美 竹花,一成
発行元	日本獣医師会
巻/号	63巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 38-43
発行年月	2010年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



鮭皮コラーゲンペプチドの牛蹄冠部周囲真皮への 影響と効果

保坂善真^{1, 2)†} 後藤千尋²⁾ 阿部 敬²⁾ 永易 彩²⁾
植田弘美²⁾ 竹花一成²⁾

1) 鳥取大学農学部 (〒680-8553 鳥取市湖山町南4-101)

2) 酪農学園大学獣医学部 (〒069-8501 江別市文京台緑町582)

(2008年11月28日受付・2009年8月19日受理)

要 約

牛に飼料とともに鮭皮由来コラーゲンペプチド (MCP) を8週間摂取させ、前肢蹄冠の背側、外側、指間の真皮を解析した。MCP群の背側と外側の蹄冠皮膚は真皮の厚さ、線維芽細胞数、コラーゲン細線維の直径が増加、上昇した。MCP群の指間真皮の線維芽細胞数は増加したが、厚さは低下し、コラーゲン細線維直径は減少した。線維径を調整するデルマトン硫酸とV型コラーゲンはMCP群のすべての部位で増加し、特に指間での増加が顕著であった。結合組織の強さの指数MADは背側と外側で増加したが指間では減少した。MCP投与による指間真皮のユニークな応答は細いコラーゲン細線維を集めて柔軟な結合組織を形成し、着地時の衝撃を緩衝するためと考察した。MCPは線維芽細胞に作用し蹄冠の各部位に即した太さのコラーゲン細線維を産生させ、真皮構造を強化する効果があると考えられた。

——キーワード：コラーゲン、牛、真皮、蹄冠、鮭皮由来コラーゲンペプチド。

----- 日獣会誌 63, 38～43 (2010)

われわれはこれまでに、コラーゲンペプチドが家畜 (兎や豚) の結合組織の損傷部位の治癒を促進することや、結合組織の組成を変化させ強靱化することを明らかにしてきた [1, 2]。現在、市場で流通しているコラーゲンペプチドのおもな供給源は、牛や豚、鶏など家畜の皮膚 (真皮)、腱、骨および鶏冠であるが、牛海綿状脳症の日本国内での発生を端緒とした牛由来原料の使用制限や、食品に対する消費者の安全性意識の高まりなどから、人との間に共通感染症の報告がない魚類由来のコラーゲンが栄養補助食品として注目されつつある。これまで加工時に排出される鮭皮は、産業廃棄物として処理されるのみであった。しかし、最近になって鮭皮からのコラーゲン抽出精製方法が開発 [3]、商品化されたこともあり、将来、鮭皮が天然由来の安全かつ安定的なコラーゲン供給源候補となることが期待される。

牛の蹄病は蹄骨の蹄床への沈下によって発症するが、この沈下を防止しているのが懸架装置と呼ばれるコラーゲン線維をおもに構成される蹄冠周囲の結合組織である [4]。これまで、われわれの報告に加えて複数の研究でコラーゲンペプチドが生体結合組織へ広汎な生理活性を有していることが明らかにされてきた [1, 2, 5, 6]。コ

ラーゲン分子に最も多く含まれる、プロリン-ヒドロキシプロリンから構成されるジペプチドには線維芽細胞の増殖性を濃度依存性に増加させる機能がある [7]。また、プロリン含有ペプチドには、ルーメン内微生物による分解や変性を受けにくい特性があることも報告されている [8]。そして、牛を含む反芻動物のアミノ酸およびペプチドの消化・吸収の場が、前胃ではなく下部消化管である可能性が示唆されている [9-12]。これらのことから、牛へ経口投与されたコラーゲンペプチドが、下部消化管で吸収されたのち、蹄冠周囲の真皮線維芽細胞の増殖とコラーゲン産生を促進させ、結果として組織の強靱化ができると予見できる。

しかし、これまで牛に対してコラーゲンペプチドを投与した報告はみあたらない。そこで本研究では、コラーゲンペプチドによる蹄病の発生予防を視野に入れた予備的研究として、鮭皮膚由来コラーゲンペプチド (マリンコラーゲンペプチド：MCP) の生体への効果を確認することを目的とし、8週間にわたり牛にMCPを経口的に摂取させ、蹄冠周囲の皮膚真皮組織に惹起される変化を形態学的、生化学的に明らかにした。

† 連絡責任者：保坂善真 (鳥取大学農学部獣医学科獣医解剖学教室)

〒680-8553 鳥取市湖山町南4-101 ☎・FAX 0857-31-5572 E-mail: y-hosa@muses.tottori-u.ac.jp

表1 真皮層の厚さおよび線維芽細胞数

	対照群			MCP群		
	背側	外側	指間	背側	外側	指間
真皮層の厚さ (mm)	2.0±0.1	1.7±0.1	3.0±0.1	2.5±0.1*	2.2±0.1*	2.7±0.1*
線維芽細胞数 (cells/mm ²)	342.5±24.2	507.5±48.7	480.0±50.8	507.5±42.3*	612.5±48.9*	735.0±31.7*

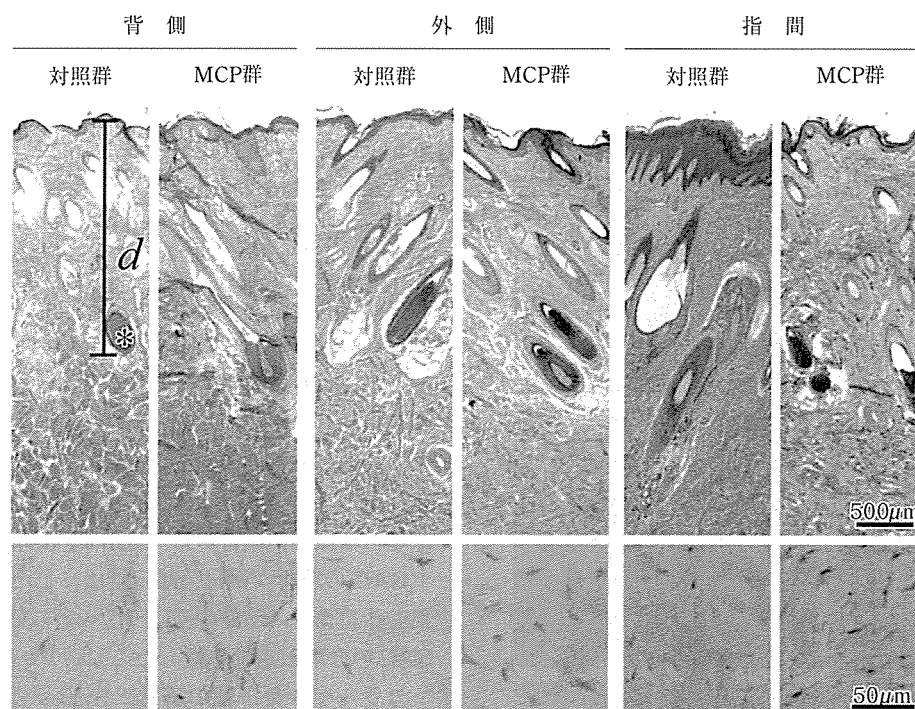
*対照群と比較して $P<0.05$ 

図1 背側、外側および指間の皮膚のヘマトキシリン・エオジン染色像（上段）および免疫組織化学で検出した線維芽細胞（下段）。表皮層の基部より、毛包（*）の基底までを真皮層の厚さ（ d ）として計測した。MCP群では背側、外側で真皮層の厚さが増したが、指間での厚さは逆に減少した。真皮中に含まれる線維芽細胞はいずれの部位もMCP群で増加しており特に指間での増加が著しい。

材料および方法

本研究は酪農学園大学動物倫理実験規定に従い、酪農学園大学動物実験委員会の承認を得た上で行った。

供使動物：2歳齢の雌ホルスタイン4頭を、2頭ずつ2群に分類し、それぞれを対照群とMCP群とした。各個体の飲水および飼料摂取は自由に行わせた。実験期間は8週間とし、期間中の飼料は対照群には乾草のみを、MCP群には乾草に加え体重1kgあたり0.2gのMCP（分子量1.5kDa、井原水産㈱、北海道）を添加したものを与えた。なお、本実験で用いたMCPは淡黄色から白色で無味無臭の粉末であり、哺乳類由来のコラーゲンペプチドと比較して水への溶解性が高いこと、粘性が低いこと、そして腸での吸収が速いなどの特徴がある。実験期間中は定期的に摂食量および体重を測定した。実験期間終了後にキシラジンおよびネンブタールによって深麻酔後、放血殺した。その後、前肢蹄冠部を剃毛し蹄冠の

外側、背側および指間から真皮を採取した。採取組織は三分割し、二つは組織学的検索のためにブアン液および3%グルタルアルデヒド中で固定し、残りの組織は液体窒素で凍結後グリコサミノグリカン（GAG）およびコラーゲン組成の解析のために使用までマイナス80度で保存した。

真皮の厚さおよび線維芽細胞数の計測：ブアン液で固定した組織は定法に従い脱水透徹後、パラフィンに包埋し6μmの切片を作成した。切片は脱パラフィン処理後ヘマトキシリン・エオジン染色した。真皮の厚さは表皮層の基底線より毛包の基部までとした。また、真皮中の線維芽細胞数は、同細胞のマーカーであるprolyl-4-hydroxylase（β）に対するウサギ抗血清（第一ファインケミカル㈱、富山）を用いて免疫組織化学によって検出後、一定面積中の陽性細胞数を計測した。なお、真皮の厚さ、線維芽細胞数ともに、1サンプルにつき各10枚の切片標本を作成後、切片標本1枚あたり3カ所を無作為

表2 コラーゲン細線維の各指標

	対照群			MCP群		
	背側	外側	指間	背側	外側	指間
コラーゲン細線維の直径 (nm)	83.0±0.3	80.9±0.2	97.0±0.2	91.5±0.3*	87.1±0.3*	93.7±0.3*
コラーゲン細線維の本数 (/μm ²)	85.0±4.2	85.6±4.5	82.5±3.2	87.5±4.3	88.7±5.1	89.9±4.7
CFI (%)	59.3±1.5	66.2±1.6	72.6±0.9	67.6±1.5*	67.4±1.9	64.6±1.0*
MAD	97.1	94.2	111.2	107.1	103.3	109.4

* 対照群と比較して $P < 0.05$

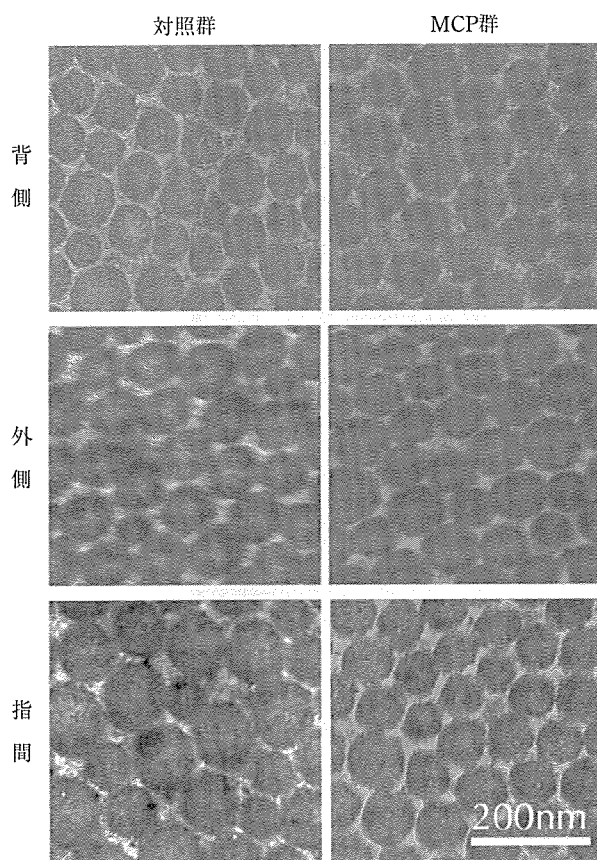


図2 背側、外側および指間の真皮コラーゲン細線維の透過型電子顕微鏡像。MCP群では各部位とも単位面積あたりのコラーゲン細線維の本数に変化は認めなかったが、細線維の直径は、背側および外側で増加し、指間では減少した。

に選り、合計30カ所の値を各サンプルの計測値とし、その平均を求めた。

透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察：組織を5mmに細切してグルタルアルデヒドで固定し、さらに1%四酸化オスミウムで後固定し、定法に従い樹脂に包埋後、超薄切片 (厚さ110nm) を作成後、電子染色を施してTEMでコラーゲン細線維の断面を観察した。1,000本のコラーゲン細線維の直径を測定しコラーゲン細線維の直径平均 (nm) および単位面積あたりの本数 (本/μm²) を求めた。得られた値より以下の指数：mass-average diameter (MAD)、collagen fibril index (CFI) を算

出した。得られたデータを一元配置分散分析後、Scheffe法で多重比較を行った。なおMADはコラーゲン組織の強さを表す指標で

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^N n_i d_i^3}{\sum_{i=1}^N n_i d_i^2}$$

(n_i ：コラーゲン細線維の本数、 d_i コラーゲン細線維の直径)

で表される。この値が大きくなるにしたがい組織の強靱性が増加する。また、CFIは組織断面中に占めるコラーゲン細線維の割合 (%) を示す [13]。

GAGの解析：微量分離定量法にしたがい、GAGを抽出し、酢酸アセテート膜を用いた二次元電気泳動法でGAGの分離と定量を行った。

コラーゲン分子種の解析：Sykesら [14] の方法にしたがい、コラーゲンを抽出しSDS-PAGEによってコラーゲン分子を分離後、I型コラーゲンに対するIII型およびV型コラーゲンの割合を算出した。

成績

供使動物の体重は、実験期間中は増加し続けたが給与飼料の違いによる差はなかった。また、採取したいずれの組織にも肉眼的に病理学的な変性は観察されなかった (成績は未掲載)。MCP群は対照群と比較して背側および外側の真皮の厚さが増加したが、逆に指間の真皮は厚さが減少し、いずれの部位も群間で有意な違いがあった。MCP群の線維芽細胞の数は背側、外側および指間3部位すべてで対照群より増加し、群間で有意差を認めた。特にMCP群の指間の線維芽細胞数は対照群の約1.7倍に増加した (図1、表1)。

コラーゲン細線維の直径は対照群では指間で最大の値を示したが、MCP群内の3部位の値はいずれも約90nmの近似した値を示した。すなわち背側および外側では直径が増加し、逆に指間では減少した。同様の変化の傾向 (MCP群において、値が背側・外側では増加、指間では減少) はCFIおよびMADで認められた。コラーゲン細線維の単位面積あたりの本数は、いずれの部位でも増加したが、群間での有意差はなかった (図2、表2)。

表3 GAGの割合

	対照群			MCP群		
	背側	外側	趾間	背側	外側	趾間
DS : HS	58.2 : 41.8	64.5 : 35.5	53.7 : 46.3	62.5 : 37.5	71.5 : 28.5	81.4 : 18.6

表4 コラーゲン種の割合

	対照群			MCP群		
	背側	外側	指間	背側	外側	指間
I型コラーゲンに対する割合(%)						
$\alpha 1(\text{III})/\alpha 2(\text{I})$	32.0	35.5	27.5	18.6	14.7	16.6
$\alpha 1(\text{V})/\alpha 2(\text{I})$	12.8	9.9	5.1	14.3	14.3	21.2

検出したGAGのおもな構成はすべてでデルマタン硫酸 (DS) およびヒアルロン酸 (HA) であり, 他の結合組織中に見いだされるコンドロイチン硫酸は検出できなかった (表3). いずれの部位でも対照群との比較で, 割合がDSでは増加し, HAは減少した. 特にMCP群の指間では, 他の2部位と比較して, DSの割合の増加が顕著であった.

またコラーゲンのおもな分子種はすべてでI型, III型およびV型コラーゲンであった. I型コラーゲンに対するIII型およびV型コラーゲンの割合を求めたところ, III型/I型の割合 [$\alpha 1(\text{III})/\alpha 2(\text{I})$] は同群内での部位間の比較で際だった違いがなかったことから, コラーゲン細線維の形態形成に及ぼす影響は少ないと判断した (表4). いっぽう, V型/I型の割合 [$\alpha 1(\text{V})/\alpha 2(\text{I})$] では, 対照群の背側, 外側, 指間が百分率 (%) で12.8, 9.9, 5.1であり, MCP群は同じく14.3, 14.3, 21.2であり, 指間の値が他の部位よりも, 対照群では低値をMCP群では高値を示した. また群間の比較でも指間が高い値を示した (表4).

考 察

MCP群ではすべての部位で線維芽細胞数が増加し, 真皮層の厚さが増加した. また単位面積あたりのコラーゲン細線維の本数も増加した. コラーゲンペプチドには細胞増殖促進作用やコラーゲン細線維の産生増強機能が経口的投与実験によって確認されている [1, 2]. MCP群の背側および外側でコラーゲン細線維の直径が有意に増加したが, これらの部位 (背側, 外側) ではMCPに含まれる因子が真皮中の線維芽細胞の増殖を促し, コラーゲンの産生を亢進させたことによって, 組織全体での真皮の厚さが増加した可能性が考えられる. またIwair [11] は, 経口的摂取したコラーゲンペプチド由来のオリゴペプチドが血清中に移行することを報告していることから, 本研究でも経口的にMCPが血清中に移行しコラーゲンペプチド種特異的に, 線維芽細胞の増殖やコ

ラーゲン線維の形成に影響を及ぼした可能性を考慮できる.

投与したMCPの生体内での吸収部位として, 牛を含む反芻動物では前胃および下部消化管 (空腸および回腸) が候補として考えられる. MCPはプロリンならびにヒドロキシプロリンを15mol%含み, これらはコラーゲン分子の主たる構成アミノ酸である. 飼料に含まれるアミノ酸の消化率を明らかにした過去の実験では, プロリンおよびプロリン含有ペプチドは, 前胃でのルーメン内微生物の消化作用をほとんど受けずにバイパスし [8-10], 下部消化管で消化・吸収される [9, 10]. また, 反芻動物の前胃上皮細胞は能動的ペプチド輸送を行わないとの報告もある [12]. 加えて, 腸管ペプチドトランスporter PepT1の牛消化管での発現は, 空腸および回腸が最も強く, 前胃での発現は微弱である [15]. これらの報告は, 本実験で投与したMCPがおもに下部消化管から消化・吸収された可能性を示唆するものである. ただ, 本研究は現象の記述が中心であり, 現時点では反芻動物でのMCPの腸管からの取込み機構, その後の生体内での動態, 線維芽細胞への作用機構などについては不明のままであるので今後さらに詳細な検討が必要である.

興味深いことに, MCP群の指間真皮の形態学的な解析結果は他の2部位とは異なる傾向を示した. すなわち, MCP群の指間で増加したのは線維芽細胞数のみであり, コラーゲン細線維の直径, 真皮層の厚さ, コラーゲン細線維の直径, CFIやMADは総じて減少した. このことは指間真皮の線維芽細胞のMCPに対する応答が背側や外側の皮膚線維芽細胞とは異なることを示唆する.

結合組織の強靱さを表すMADは, コラーゲン細線維の直径が規定しているが, 本成績ではMCP群のMADは背側および外側で上昇し逆に指間では減少した. GAGの相対量は, MCP群のいずれの部位でもDSが増加し, HAが減少した. コラーゲン分子種の解析ではV

型コラーゲンの割合の増加はいずれの部位でも認められたが、とりわけ指間での増加が目立っていた。結合組織のDSプロテオグリカンであるデコリンは、コラーゲン線維間に存在して、線維に伸張性を、結合組織に対圧性を付与する一方で、コラーゲン細線維の形成速度や直径調節に抑制的に働く [15-17]。また、V型コラーゲン分子はI型コラーゲンの表面に付着してコラーゲン細線維の直径増加を抑制している [18, 19]。よって、指間でのMADの減少は、DSおよびV型コラーゲンの増加によってコラーゲン細線維直径が減少したために誘導されたと考えられた。

馬の腱骨付着部のように可動性が小さく固定が必要な部位では、コラーゲン細線維の直径が大きく、逆に筋腱接合部のような可動性が大きく柔軟性を必要とする部位では小さな直径のコラーゲン細線維が形成される [20]。指間は蹄冠部の背側や外側と比較して、着地時の高い体重負荷を受けるため組織全体が伸張しやすく可動性が高い。よってMCP投与による指間のユニークな組織応答は、細いコラーゲン細線維を集めて軟らかい結合組織を形成し、着地時の衝撃を緩衝するためかもしれない。

結論として、鮭皮由来のコラーゲンペプチドが従来のコラーゲンペプチドと同様に蹄冠周囲の結合組織構造を強化する機能を持つ可能性が示唆された。また、蹄冠真皮の線維芽細胞はMCPに応答し、部位ごとの機能に即した太さのコラーゲン細線維を産生した可能性が考えられた。MCPの経口投与は蹄冠真皮の部位ごとの機能を維持しながら結合組織の構造を強化する効果がある可能性が示唆された。今後は本研究成績の信頼度を上げるために、より多くの個体での検証を行いMCPの最適投与量や期間を設定するとともに、MCPがどのように下部消化管から吸収され、利用されるかについて明らかにする必要がある。

最後に、本実験を遂行するに当たり、MCPを分与いただいた井原水産株式会社に深謝する。

引用文献

- [1] Matsuda N, Koyama Y, Hosaka Y, Ueda H, Watanabe T, Araya T, Irie S, Takehana K : Effects of ingestion of collagen peptide on collagen fibrils and glycosaminoglycans in the dermis, *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*, 52, 211-215 (2006)
- [2] Minaguchi J, Koyama Y, Meguri N, Hosaka Y, Ueda H, Kusubata M, Hirota A, Irie S, Mafune N, Takehana K : Effects of ingestion of collagen peptide on collagen fibrils and glycosaminoglycans in Achilles tendon, *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*, 51, 169-174 (2005)
- [3] Yunoki S, Nagai N, Suzuki T, Munekata M : Novel biomaterial from reinforced salmon collagen gel prepared by fibril formation and cross-linking, *J Biosci Bioeng*, 98, 40-47 (2004)
- [4] Lischer ChJ, Ossent P, Raber M, Geyer H : Suspensory structures and supporting tissues of the third phalanx of cows and their relevance to the development of typical sole ulcers (Rusterholz ulcers), *Vet Rec*, 151, 694-698 (2002)
- [5] Koyama Y, Hirota A, Mori H, Takahara H, Kuwaba K, Kusubata M, Matsubara Y, Kasugai S, Itoh M, Irie S : Ingestion of gelatin has differential effect on bone mineral density and body weight in protein undernutrition, *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*, 47, 84-86 (2001)
- [6] Moskowitz RW : Role of collagen hydrolysate in bone and joint disease, *Semin Arthritis Rheum*, 30, 87-99 (2000)
- [7] Shigemura Y, Iwai K, Morimatsu F, Iwamoto T, Mori T, Oda C, Taira T, Park EY, Nakamura Y, Sato K : Effect of Prolyl-hydroxyproline (Pro-Hyp), a food-derived collagen peptide in human blood, on growth of fibroblasts from mouse skin, *J Agric Food Chem*, 57, 444-449 (2009)
- [8] Yang CM, Russell BJ : Resistance of proline-containing peptides to ruminal degradation in vitro, *Appl Environ Microbiol*, 58, 3954-3958 (1992)
- [9] Erasmus LJ, Botha PM, Cruywagen CW, Meissner HH : Amino acid profile and intestinal digestibility in dairy cows of rumen-undegradable protein from various feedstuffs, *J Dairy Sci*, 77, 541-551 (1994)
- [10] O'Mara FP, Murphy JJ, Rath M : The amino acid composition of protein feedstuffs before and after ruminal incubation and after subsequent passage through the intestines of dairy cows, *J Anim Sci*, 75, 1941-1949 (1997)
- [11] Iwai K, Hasegawa T, Taguchi Y, Morimatsu F, Sato K, Nakamura Y, Higashi A, Kido Y, Nakabo Y, Ohtsuki K : Identification of food-derived collagen peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates, *J Agric Food Chem*, 53, 6531-6536 (2005)
- [12] Martens H, Kudritzki J, Wolf K, Schweigel M : No evidence for active peptide transport in forestomach epithelia of sheep, *Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 85, 314-324 (2001)
- [13] Flint MH, Craig AS, Reilly HC, Gillard GC, Parry DA : Collagen fibril diameters and glycosaminoglycan content of skins-indices of tissue maturity and function, *Connect Tissue Res*, 13, 69-81 (1984)
- [14] Sykes B, Francis MJ, Smith R : Altered relation of two collagen types in osteogenesis imperfecta, *N Engl J Med*, 296, 1200-1203 (1977)
- [15] Chen H, Wong EA, Webb KE Jr : Tissue distribution of a peptide transporter mRNA in sheep, dairy cows, pigs, and chickens, *J Anim Sci*, 77, 1277-1283 (1999)
- [16] Zhang G, Ezura Y, Chervoneva I, Robinson PS, Beason DP, Carine ET, Soslowsky LJ, Iozzo RV, Birk DE : Decorin regulates assembly of collagen fibrils and acquisition of biomechanical properties during tendon development, *J Cell Biochem*, 98, 1436-1449

- (2006)
- [17] Robinson PS, Huang TF, Kazam E, Iozzo RV, Birk DE, Soslowsky LJ : Influence of decorin and biglycan on mechanical properties of multiple tendons in knockout mice, *J Biomech Eng*, 127, 181-185 (2005)
- [18] Birk DE, Nurminskaya MV, Zycband EI : Collagen fibrillogenesis in situ : fibril segments undergo post-depositional modifications resulting in linear and lateral growth during matrix development, *Dev Dyn*, 202, 229-243 (1995)
- [19] Hardingham TE, Fosang AJ : Proteoglycans : many forms and many functions, *FASEB J*, 6, 861-870 (1992)
- [20] Watanabe T, Imamura Y, Hosaka Y, Ueda H, Takehana K : Graded arrangement of collagen fibrils in the equine superficial digital flexor tendon, *Connect Tissue Res*, 48, 332-337 (2007)

A Preliminary Study of the Administrative Effect of Collagen Peptides Derived from Salmon Skin on Dermis Around Bovine Hooves

Yoshinao HOSAKA^{*†}, Chihiro GOTOH, Kei ABE, Aya NAGAYASU, Hiromi UEDA and Kazushige TAKEHANA

** Department of Veterinary Anatomy, Faculty of Agriculture, Tottori University, 4-101 Koyama-Minami, Tottori, 680-8553 Japan*

SUMMARY

This study aims to clarify whether collagen peptide derived from salmon skin (MCP; marine collagen peptide) can affect the strength of bovine hoof connective tissue. MCP was administered orally to two adult cows at 0.2 g/kg bodyweight for eight weeks. Then, connective tissue from three regions-dorsal, lateral and palmar aspect-of each fore-hoof was collected for the histological and biochemical investigations. The thickness of the dermis, number of fibroblasts, and diameter and density of collagen fibrils in the dorsal and lateral aspects in the MCP group significantly increased as compared with the control group. In the palmar aspect, the number of fibroblasts in the MCP group increased. Thickness of dermis, and diameter and density of collagen fibrils decreased. Moreover, increase in relative ratios of dermatan sulfate and type V collagen, which regulated fibril assembly, was also observed in this hoof region. Long-term MCP ingestion could increase the mass-average diameter (MAD) and strength index of connective tissue in the dorsal and lateral regions, but decrease the MAD in the palmar region. MCP may have potential for strengthening the connective tissue structure for maintaining the integrity and function of the dermis and dermal extracellular matrix in all hoof regions.

— Key words : collagen, cow, dermis, hoof, salmon skin-derived collagen peptide.

† Correspondence to : Yoshinao HOSAKA (Department of Veterinary Anatomy, Faculty of Agriculture, Tottori University) 4-101 Koyama-Minami, Tottori, 680-8553 Japan
TEL · FAX 0857-31-5572 E-mail : y-hosa@muses.tottori-u.ac.jp

J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 63, 38 ~ 43 (2010)

日本産業動物獣医学会誌編集委員会委員

【編集委員】

◎澤田 勉 (大阪府立大学名誉教授)
○明石 博臣 (東京大学大学院農学生命科学研究科教授)
佐藤 繁 (岩手大学農学部教授)
田口 清 (酪農学園大学獣医学部教授)
八木 行雄 (動物衛生研究所研究管理監)
稲葉 睦 (北海道大学大学院獣医学研究科教授)
今井 壯一 (日本獣医生命科学大学獣医学部教授)
梅村 孝司 (北海道大学大学院獣医学研究科教授)

川村 清市 (北里大学名誉教授)
月瀬 東 (日本大学生物資源科学部教授)
中山 裕之 (東京大学大学院農学生命科学研究科教授)
森友 靖生 (東海大学阿蘇校舎農学部教授)
(◎委員長, ○副委員長)

編集発行人 日本産業動物獣医学会
会長 加茂前 秀夫

『*投稿を希望される方は、学会誌投稿規程(第62巻第12号968頁)及び三学会誌投稿の手引き(第62巻第12号972頁)をご参照ください』