

コラーゲンの経口摂取

No.2

株式会社 **ニッピ**

ゼラチン事業部
バイオマトリックス研究所

正確な情報と信頼できる研究成果をお届けします

コラーゲンを加水分解して低分子化したコラーゲンペプチドは、消費者の関心が高い健康食品素材で、その市場は最近急速に拡大しています。これはコラーゲンペプチドの効果が単なるイメージではなく、実際にその効果を体感できる摂取量が明らかになったこと、またその摂取量を可能とする匂いや味の少ない製品が開発されたことが理由のひとつです。ここでは弊社から発表したコラーゲン経口摂取の効果に関する試験成績のなかから、アキレス腱と皮膚の真皮のコラーゲン線維に関する効果を紹介し、また食事由来するコラーゲン量の推定方法も紹介します。

① アキレス腱に対する効果

近年のランニングブームの広がりや、総合型地域スポーツクラブ施策などによって国民のスポーツへの関心が高まっています。腱は筋肉と骨を結びつける重要な組織であり、コラーゲンの分子が集まってコラーゲン線維を形成していますが、筋肉と同様にスポーツで障害を受けやすい部位であり、アスリートにとってアキレス腱をはじめとする腱の健康は非常に重要な問題です。

そこで、ニッピ社製のコラーゲンペプチドの経口摂取がアキレス腱に及ぼす効果について試験を行いました。ニッピのコラーゲンペプチド(分子量3,000~5,000)を水に溶かして、0.2g/kg体重または1.0g/kg体重でウサギに毎日56日間与え、アキレス腱のコラーゲン線維を電子顕微鏡で観察しました。なお比較のために、水のみを与えたウサギと、コラーゲンとは異なる蛋白質であるラクトアルブミンを与えたウサギについても調べました。

水のみを与え、通常の条件で飼育されたウサギのアキレス腱には、太さの異なるコラーゲン線維が多数観察されます(図1a)。コラーゲン線維1,000本についてその太さを測定したのがその隣のグラフです。横軸はコラーゲン線維の太さを、縦軸はその太さのコラーゲン線維の割合(%)を示します。試験の結果、ラクトアルブミンを0.2g/kg体重または1.0g/kg体重で与えたウサギではグラフが全体に右側に移動し、太いコラーゲン線維が増えていることがわかりました(図1b, c)。

一方、コラーゲンペプチドを摂取したウサギではラクトアルブミンよりも顕著にコラーゲン線維が太くなっており、コラーゲンペプチドの摂取でアキレス腱が強化されることが期待されます(図1d, e)。またこの結果は、コラーゲンペプチドの効果が単に蛋白質を摂取したことによるのではなく、コラーゲンペプチドを摂取したからこそ現れたものであることを示しています(文献1)。

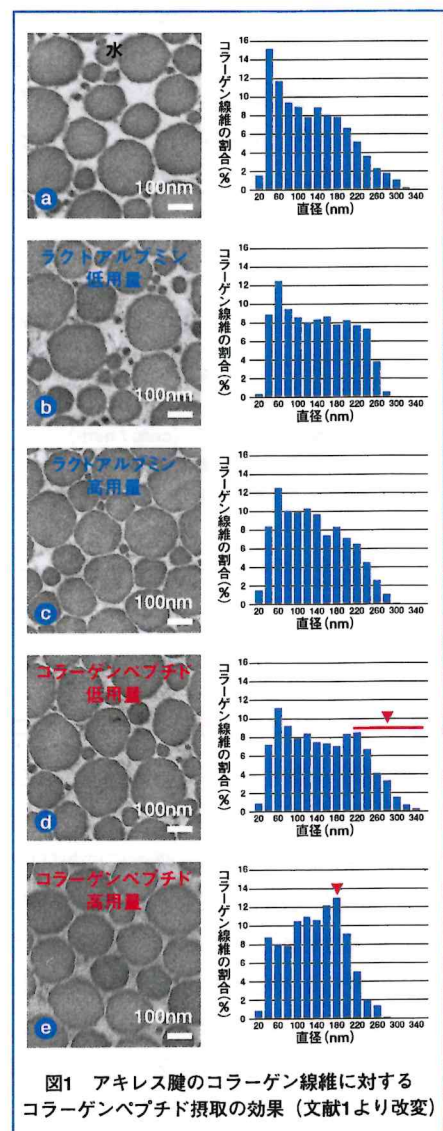


図1 アキレス腱のコラーゲン線維に対するコラーゲンペプチド摂取の効果(文献1より改変)

② 皮膚の真皮に対する効果

アキレス腱はコラーゲンが非常に多い組織ですが、皮膚の真皮も多くのコラーゲンを含んだ組織であり、真皮の蛋白質の約90%はコラーゲンです。コラーゲンペプチドの摂取が肌に与える効果は消費者への訴求効果が高いテーマですが、健全な真皮は健康で美しい肌を維持するための基盤となります。

そこでニッピ社製のコラーゲンペプチド（分子量3,000～5,000）が真皮のコラーゲン線維に与える効果を調べました。コラーゲンペプチドが0.2g/kg体重で摂取されるよう餌に混ぜてブタに62日間与え、頸部肩甲骨付近の皮膚を採取して真皮のコラーゲン線維を電子顕微鏡で観察しました。また、コラーゲンを合成する細胞である線維芽細胞の数についても測定しました。真皮のコラーゲン線維は、アキレス腱のものと比較すると太さがより均一なのが特徴です。

その結果、通常の餌を与えた動物とラクトアルブミンを与えた動物には違いがありませんでしたが（図2a, b）、コラーゲンペプチドを与えた動物では線維芽細胞の数が増加し、さらにコラーゲン線維の太さと密度までが増加していることが明らかとなりました（図2c、表1）。この試験でもアキレス腱の場合と同様に、コラーゲンペプチド摂取の効果は単に蛋白質を摂取したためではなく、コラーゲンペプチドを摂取したことに意味があることが示されました（文献2）。

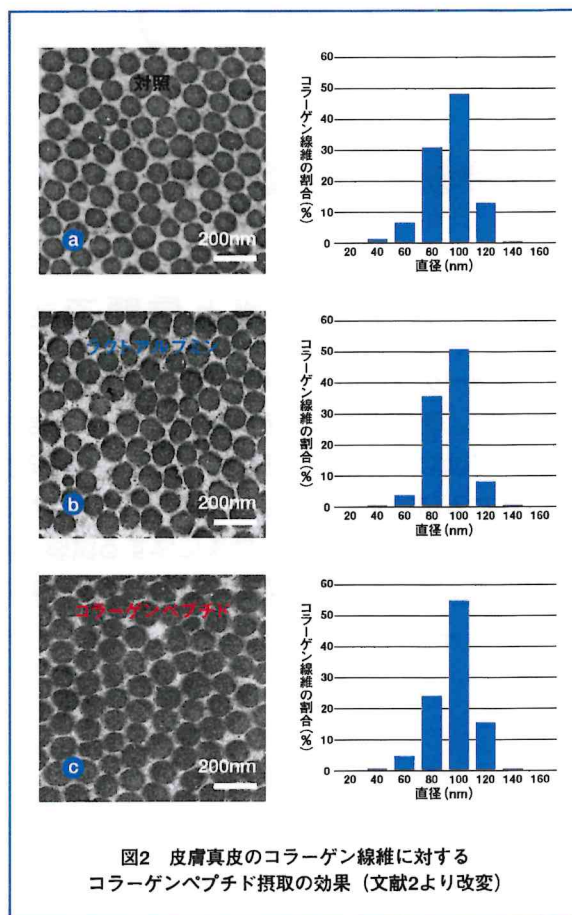


図2 皮膚真皮のコラーゲン線維に対するコラーゲンペプチド摂取の効果（文献2より改変）

表1 真皮のコラーゲン線維に対するコラーゲンペプチド摂取の効果（文献2より改変）

項目	a 対照	b ラクトアルブミン	c コラーゲンペプチド
真皮の厚さ (mm)	2.4 ± 0.2	2.3 ± 0.2	2.5 ± 0.2
線維芽細胞密度 (cells / mm ²)	33.3 ± 0.9	32.2 ± 0.7	40.2 ± 0.9 **
コラーゲン線維の直径 (nm)	103.2 ± 0.4	102.1 ± 0.5	106.4 ± 0.5 **
コラーゲン線維の密度 (fibrils / μm ²)	77.9 ± 2.7	74.3 ± 2.2	90.5 ± 1.8 **

* 対照と比較して有意差あり

ラクトアルブミンと比較して有意差あり

③ コラーゲンペプチドの作用メカニズム

蛋白質を摂取するとアミノ酸として吸収されることが一般的に知られています。ところが、コラーゲンペプチドやその原料であるゼラチンの場合にはかなりの部分がアミノ酸まで分解されず、アミノ酸が何個か結合したペプチドの形で吸収されることが、古くは1962年の論文で報告されていました（文献3）。2005年にIwaiらはそのペプチドの構造をはじめ明らかにし、プロリンと水酸化プロリンが結合した、アミノ酸2個からなる小さなペプチド（ジ

ペプチド）が主な成分として血液中に現れることを報告しました（文献4）。その後、このジペプチドに種々の生理作用があることが明らかにされつつあります。またコラーゲンペプチドを構成するアミノ酸の約1/3はグリシンですが、グリシンにも様々な生理作用があることが知られています。このように、他の蛋白質ではみられない、コラーゲンペプチドに特徴的な作用メカニズムが急速に明らかにされようとしています。

4 食事由来のコラーゲン摂取

コラーゲンは動物性の食材に広く含まれる成分であり、毎日の食生活で摂取することができます。しかし食事で摂取する食材は多様ですので、コラーゲンの摂取量を正確に決めることは容易ではありません。そこでニッピでは、日々の食事で摂取されるコラーゲンの量を簡便に推定する方法を工夫しました（文献5）。

まず、日々の食事でよく使われる牛・豚・鶏・魚・貝等の食品素材からコラーゲンを精製してアミノ酸組成を分析しました（文献5）。この結果からそれぞれの動物種のコラーゲンに含まれるヒドロキシプロリン（コラーゲンに特徴的なアミノ酸）の量がわかりますので、動物種毎の「ヒドロキシプロリン係数」を算出します。一方様々な食品に含まれるヒドロキシプロリンの量は「ジメチルアミノベンズアルデヒド比色法」で測定することができます。そこでこの方法で食品のヒドロキシプロリン量を測定し、ヒドロキシプロリン係数を使って計算すると、その食品中のコラ

ーゲン量を推定することができます。ニッピでは、財団法人日本皮革研究所において実施されたヒドロキシプロリンの測定結果より、一定の仮定のもとに食品のコラーゲン量を算出しました（表2）。

つぎに、どのような食品をどの程度、どのように食べるかが問題になります。表3は成人女性の1日の食事例を示します。魚の場合は皮にコラーゲンが多いため（表2）、この例では、魚の皮を残した場合のコラーゲン摂取量は約2.0グラム、皮も食べた場合は約3.1グラムとなります。このように、食事の内容・量・食べ方の違いによってコラーゲン摂取量が大きく変わることがわかります。

健康補助食品は食生活で不足する成分を補うものです。コラーゲンを健康補助食品として利用する場合は、このような推定値をもとに食生活を評価したうえで正しく活用したいものです。

表2 動物性食材のコラーゲン量（文献5）

動物性食材	備考	コラーゲン量 (mg/g)
牛肉		7.5
牛すじ		49.8
豚小間肉		11.9
豚白モツ		30.8
鶏もも肉		15.6
鶏手羽先		15.5
鶏手羽元		19.9
鶏レバー		8.6
鶏砂肝		23.2
鶏ヤゲン軟骨		40.0
ハム		11.2
マグロ		5.7
サケ	皮無し	8.2
	皮あり	24.1
サワラ	皮無し	10.4
	皮あり	12.8
ブリ	皮無し	9.7
	皮あり	16.2
うなぎの蒲焼き		55.3
ハモ皮		76.6
イカ		13.8
エビ		11.5
チリメンジャコ		19.2
コウナゴ		12.9
アサリ		11.0
生牡蠣		9.8

表3 食事由来コラーゲンの摂取例

料理名	食材	重量 (g)	コラーゲン (mg/g)		
			皮なし	皮あり	
朝食	天ぷらうどん	うどん	250		
		大正えび	25	275	
		根深ねぎ	5		
		薄力粉	7		
		鶏卵	10		
		調合油	5		
		かつおだし	300	180	
		上白糖	3		
		こいくちしょうゆ	24		
		本みりん	12		
		豚肉	32	381	
		キャベツ	48		
昼食	やきそば	りよくとうもろやし	48		
		たまねぎ	20		
		にんじん	12		
		調合油	3.2		
		蒸し中華めん	120		
		上撰	6		
		ウスターソース	12		
		あおのり	0.4		
		鶏卵	25		
		薄力粉	50		
		まだこ	20	276	
		あおのり	1		
夕食	たこやき	かつお・削り節	1	17	
		ウスターソース	8		
		トマト加工品・ケチャップ	6		
		調合油	2		
		薄力粉	7		
		鶏卵	2.4		
		パン粉	5		
		調合油	5		
		普通牛乳	41		
		バター	3.3		
		食塩	0.2		
		こしょう	0.06		
夕食	松前漬	固形コンソメ	1		
		スイートコーン	15		
		ウスターソース	5		
		ご飯	150		
		鮭の塩焼き	塩ざけ	70	574
		いか・すめ	2.5	35	
		にしん	12.5	5	
		りしり昆布	3.2		
		にんじん	3.5		
		こいくちしょうゆ	6.5		
		本みりん	3		
		清酒	3		
レバーの生美醬油煮	鶏・肝臓	30	258		
	しょうが	2			
	清酒	6			
	こいくちしょうゆ	7.5			
	上白糖	1.5			
総エネルギー 1,756kcal			合計2,001	合計3,125	

⑤ コラーゲンペプチド摂取の安全性

コラーゲンやゼラチンは、古くから食品として利用されてきた安全性の高い素材です。またコラーゲンペプチドのアミノ酸配列はどの動物種のものも非常に似ており、アレルギー性は低いと考えられます。但しコラーゲンペプチドは「アレルギー物質特定原材料」に準ずる奨励表示品目であるゼラチンの派生品ですのでそのアレルギー性を否定するものではありませんが、その原料であるゼラチンは、米

国食品医薬品局（FDA）により安全性が高い成分としてGRAS（Generally Recognized as Safe）物質に承認されております。また、国連食糧農業機関（FAO）・世界保健機関（WHO）合同食品規制委員会によって、一日の摂取量に制限を設ける必要のない品目としても承認されております。



参考文献

- 1) Minaguchi et al., Effects of ingestion of collagen peptide on collagen fibrils and glycosaminoglycans in Achilles tendon. J Nutr Sci Vitaminol 51:169-174 (2005)
- 2) Matsuda et al., Effects of ingestion of collagen peptide on collagen fibrils and glycosaminoglycans in the dermis. J Nutr Sci Vitaminol 52:211-215 (2006)
- 3) Prockop DJ, Keiser HR, Sjoerdsma A. Gastrointestinal absorption and renal excretion of hydroxyproline peptides. Lancet II:527-528 (1962)
- 4) Iwai et al., Identification of food-derived collagen peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates. J Agric Food Chem 53:6531-6536 (2005)
- 5) 小林、野口、小山。食事由来のコラーゲン摂取量の調査（第二報）。各年代の女性の摂取量について。第63回日本栄養・食糧学会大会。長崎（2009）



株式会社 **ニッピ**

ゼラチン事業部

〒120-8601 東京都足立区千住緑町1-1-1

TEL. 03-3888-8991

FAX. 03-3888-9143

URL. <http://www.nippi-inc.co.jp>