

機能性食品素材

カツオエラスチン

㊤ 林兼産業株式会社

2019.9

エラスチンについて

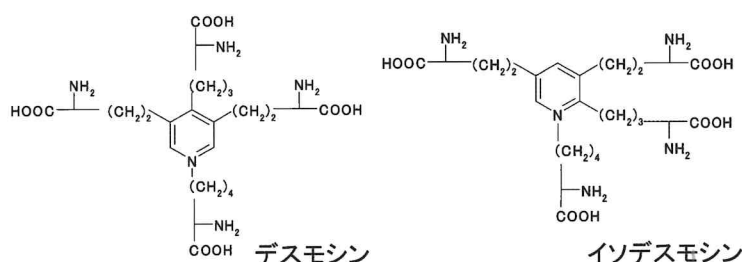
- エラスチンは、**ゴムのような弾力性に富んだ弾性線維**の主要な構成成分で、全身の臓器・組織に広く分布する**タンパク質**です。
- 体内では血管や靱帯、軟骨、肺、皮膚など、**弾力性・伸縮性**が必要とされる組織に多く分布し、**弾性を与える働き**をしています¹⁾。
- エラスチンは、生体内で**コラーゲンに次いで多量に存在するタンパク質**です。

エラスチンの体内分布

臓器・組織名	エラスチン含有量(乾燥重量当り)
項靱帯(靱帯)	約80% ²⁾
動脈(血管)	約50% ²⁾
肺	約20% ³⁾
皮膚	約2~5% ⁴⁾

1. 構成アミノ酸

エラスチンは、**デスモシン**と**イソデスモシン**という特徴的なアミノ酸を含みます。これらはエラスチンにしか存在しない微量アミノ酸で、**エラスチンの指標物質**とされています⁵⁾。



エラスチンのアミノ酸組成は動物種や生体内での存在部位によって若干の違いが見られますが、大まかに次のような特徴を持っています⁶⁾。

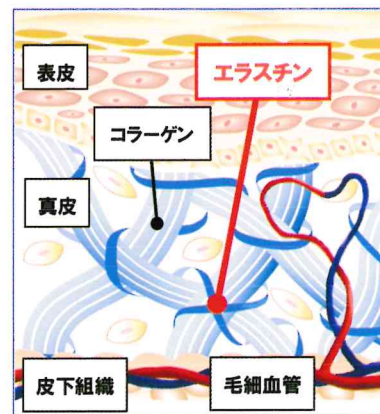
【 エラスチンのアミノ酸組成の特徴 】

- 非極性アミノ酸(グリシン、プロリン、アラニン、バリン、ロイシン、イソロイシン)の含量が高く、特にグリシン含量が高い
- プロリン含量が高く、全体の10%前後を占める
- コラーゲンと異なり、**ヒドロキシプロリンをほとんど含まない**
- エラスチンのみに含まれる特有のアミノ酸、**デスモシン・イソデスモシンを含む**

2. 肌とエラスチンの関係

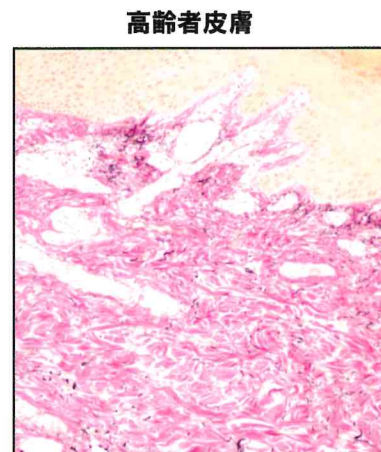
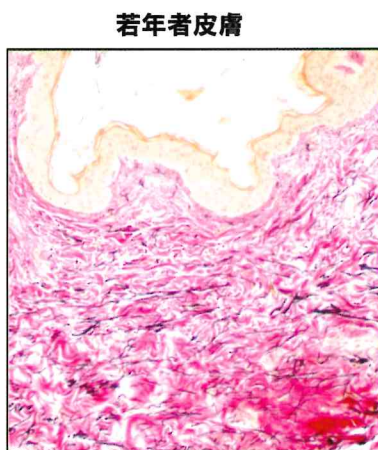
肌は外側から表皮、真皮、皮下組織から成っており、エラスチンは真皮層のコラーゲン間に存在し、基底膜から皮下組織へ続く連続したネットワークを構築しています。

コラーゲンが真皮の線維成分として 70%以上を占めているのに対し、エラスチンは僅か 2~4%しか含まれません。しかし微量のエラスチンは伸縮性や弾性によって**皮膚に弾力を与え、皮膚のハリを保つ**働きをしています。



真皮中のエラスチンは常に伸縮・弛緩を繰り返しており、加齢とともにその伸縮性を失い、減少することが知られ、このようなエラスチンの変化が**たるみやしわの要因**となると考えられています。

さらに、長年の紫外線暴露による弾性線維(エラスチン)の変性や沈着が、弾力性のない硬化した光老化皮膚の原因になるとされています⁷⁾。



青紫色 ... エラスチン
赤色 ... コラーゲン

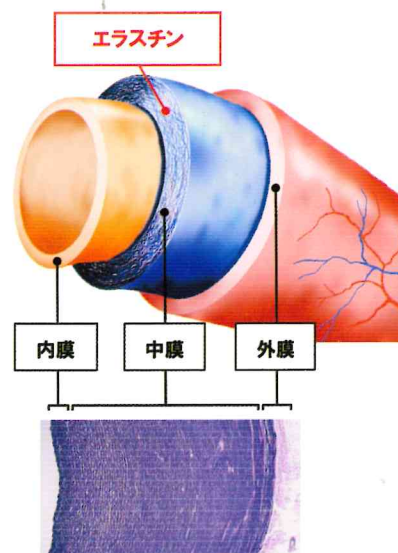
ヒト皮膚のEVG染色画像(近畿大学生物理工学部 伊藤浩行 教授による)

3. 血管とエラスチンの関係

動脈(血管)は内側から内膜、中膜、外膜の 3 層から成っており、内膜の内側を血液が流れています。

大動脈は常に心臓より拍出される血圧を受けており、エラスチンより構成される弾性線維の**弾力性・伸縮性が特に重要**です。この為、他の結合組織と比較して**多くのエラスチンが存在し**、乾燥重量あたり 50%近くを占めています⁷⁾。

しかし**加齢とともに大動脈中エラスチン含量は減少**することが知られており、またデスモシン・イソデスモシンも減少するという報告もあります⁵⁾。



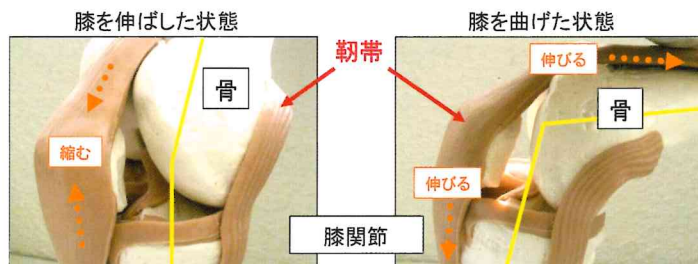
動脈の構造
青紫色 ... エラスチン
赤色 ... コラーゲン
(下図:EVG染色)

4. 靱帯とエラスチンの関係

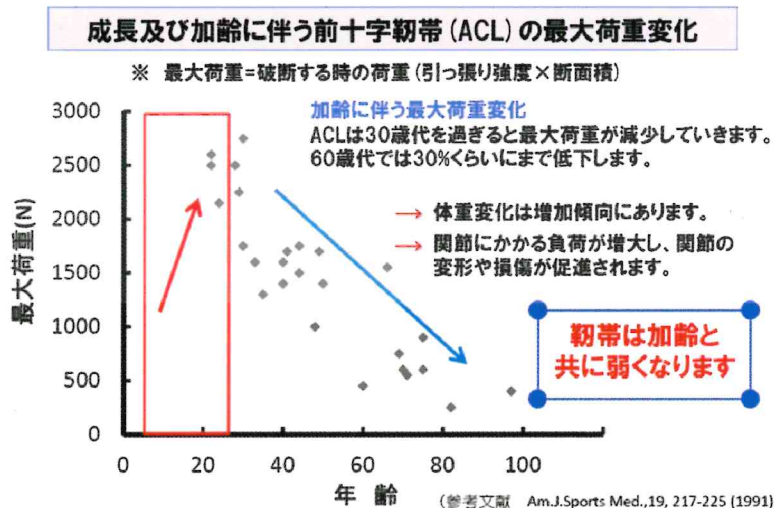
靱帯は骨と骨を繋ぎ、関節を形作っています。**関節の安定化に関与**し、また関節の可動域を制限する働きもあります。靱帯は伸縮性が必要なので、エラスチンを含んでいます。

靱帯は主にエラスチン、I型コラーゲン、III型コラーゲン、靱帯細胞から構成されています。

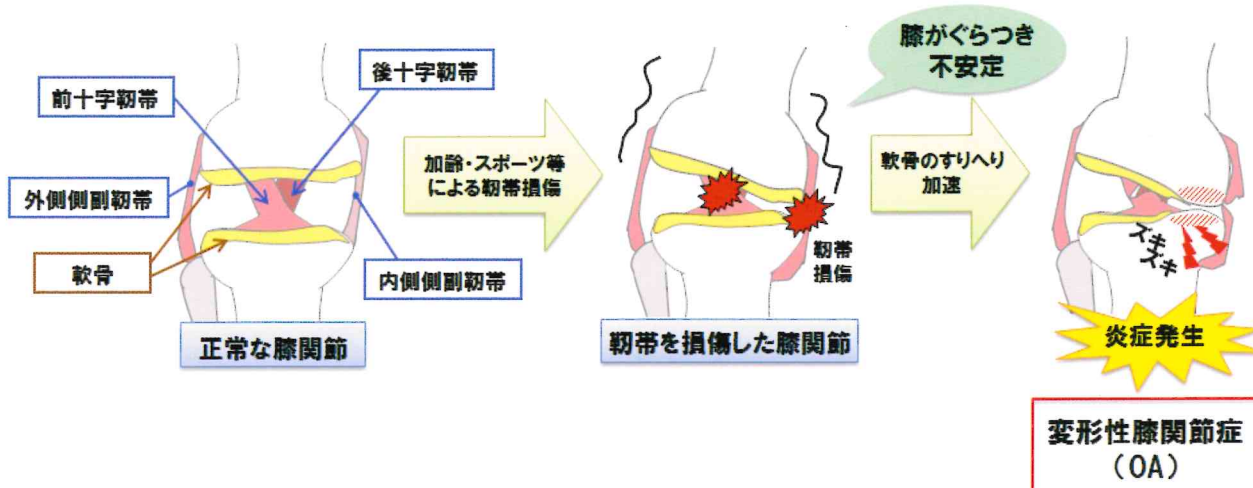
加齢による靱帯機能の低下は、関節の安定や曲げ伸ばしが悪くなり、膝の痛みや関節の可動に悪影響を与え、変形性膝関節症(OA)の原因となる場合があります。またスポーツや事故などによる靱帯の障害は、運動機能の低下や慢性的な関節障害につながる可能性があります。



膝の前十字靱帯は**加齢とともに最大荷重が減少し、弱く切れやすくなる**ことがわかっています。膝の十字靱帯は**約20%のエラスチン**を含んでおり、靱帯の機能性に重要です。



変形性膝関節症 (OA) の原因は軟骨の減少によりますが、関節の安定化に関与する**靱帯の損傷が主原因**となっている場合もあります。

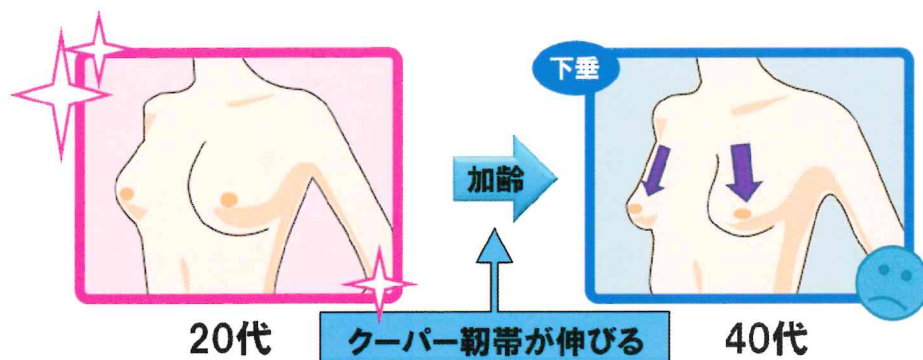
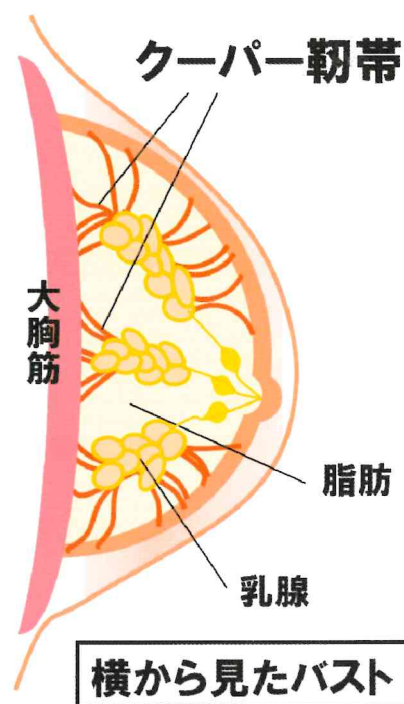


5. バストとエラスチンの関係

クーパー靱帯は乳房内部に存在し、乳腺を皮膚・筋肉につなぎとめ、**バストの下垂を防ぐ釣りケーブルの役割**を担っています。つまり、クーパー靱帯のおかげで**バストの形が保たれている**と言う事ができます。しかし、加齢やランニングなどの運動による外部からの機械的刺激が長時間継続すると、**靱帯が伸縮力を失って伸びきってしまい、下垂へつながります**⁸⁾。

その他の下垂の原因として、加齢によるホルモンバランスの変化と共に乳房内の脂肪が多くなることで乳房が柔らかくなってしまうことや、加齢とともに乳房皮膚組織の弾性が不足してしまうことが挙げられます。

靱帯や血管などの弾力が必要な組織・臓器に存在するエラスチンは、このクーパー靱帯にも含まれていると考えられます。そのため、バスト下垂にもエラスチンの減少によるクーパー靱帯や皮膚の弾力低下が関与している可能性があります。



ガーン...



バストは年齢と共に確実に下垂します

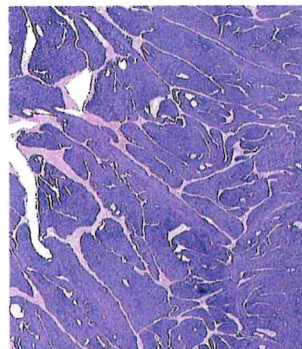
成人女子の若年群(20代)、中年群(40代および50代)各15名の身体計測を実施した試験⁹⁾において、若年群に対して中年群では身長1.3cm減少、バストの高さ位置1.9cm減少、ヒップの高さ位置2.8cm減少など、周径値だけでなく高さについてのパラメータも年齢と共に変化する事が報告されています。また、20歳から44歳の1,000名の女性に対して行った調査¹⁰⁾によると、バストラインを気にする女性は8割以上であり、特にバスト下垂について一番気にしているという結果になりました。この結果から、多くの女性はバストラインを気にしており、加齢により変化した自身の体型を維持または改善したいと考えていることが明らかとなりました。

カツオエラスチンについて

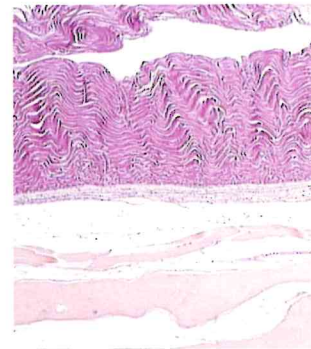
1. カツオエラスチンの原料：動脈球について

カツオエラスチンの原料である動脈球は、**魚類に特有の組織**です。動脈球は、心臓より血管へ移る動脈幹の一種で、大動脈壁の一部が発達したものです。**動脈球はエラスチンに富み**、内部は海綿状構造になっている為、心臓の収縮によって常に拡張・収縮を繰り返しています。その弾力性により心臓に近い鰓(えら)毛細血管にかかる血圧を調整し、且つ血流を維持する働きをします¹¹⁾。

エラスチン(弾性線維)を青く染め分ける組織染色(EVG 染色法)によって、動脈球は殆ど全体が青く染まります。一方、コラーゲン(膠原線維)を多く含む魚皮にはこのような特徴は見られず、コラーゲンを示す赤に染まります。



カツオ動脈球のEVG染色



魚皮のEVG染色

2. アミノ酸組成

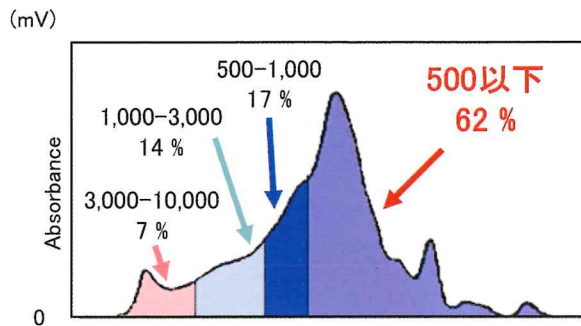
カツオエラスチンのアミノ酸組成は、論文等で報告されている魚類エラスチンの特徴と一致しています。特に、エラスチンに特有のアミノ酸である架橋アミノ酸 **デスモシン、イソデスモシンを含んでいる**こと、ヒドロキシプロリン含量が非常に低いことから、コラーゲンとの明確な区別が可能です。

カツオエラスチン、魚類由来エラスチンのアミノ酸組成比較 (アミノ酸 1000 残基あたり含量)

	カツオエラスチン	魚類エラスチン ¹²⁾	魚類コラーゲン ¹³⁾
	カツオ	ハマチ	コイ
	動脈球由来	動脈球由来	皮由来
非極性アミノ酸			
グリシン	433	400	317
アラニン	86	130	120
バリン	70	57	19
イソロイシン	12	12	12
ロイシン	36	37	25
プロリン	106	99	124
デスモシン	0.2	0.4	-
イソデスモシン	0.4	0.4	-
ヒドロキシプロリン	6	9	73

3. 分子量分布

カツオエラスチンは酵素処理によって、**低分子化したペプチド**となっており、分子量 1,000 以下の画分が約 80%となっています。



分子量範囲	ピーク面積百分率
500 以下	62%
500～1,000	17%
1,000～10,000	21%
10,000 以上	0%

4. 官能特性



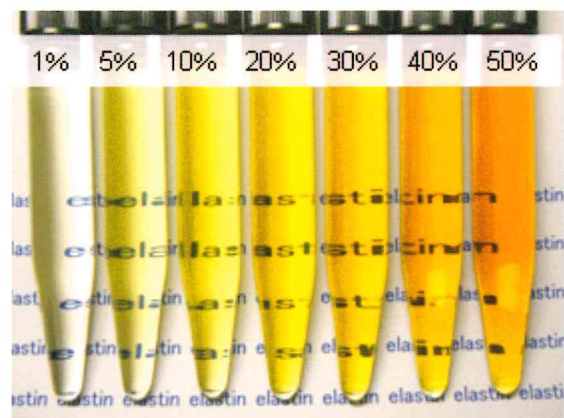
カツオエラスチンは、粉末ではタンパク質酵素分解物特有の臭いと、僅かな苦味があります。

しかし、ドリンクにした場合の使用濃度付近 0.1%～0.2%程度 (75mg/50mL) では、**臭い及び味は殆ど感じられません。**

5. 溶解性

カツオエラスチンは**水に溶けやすく**、50% (w/w)でも溶解します。

加工適性は非常に高いです。



カツオエラスチンの靱帯への有用性

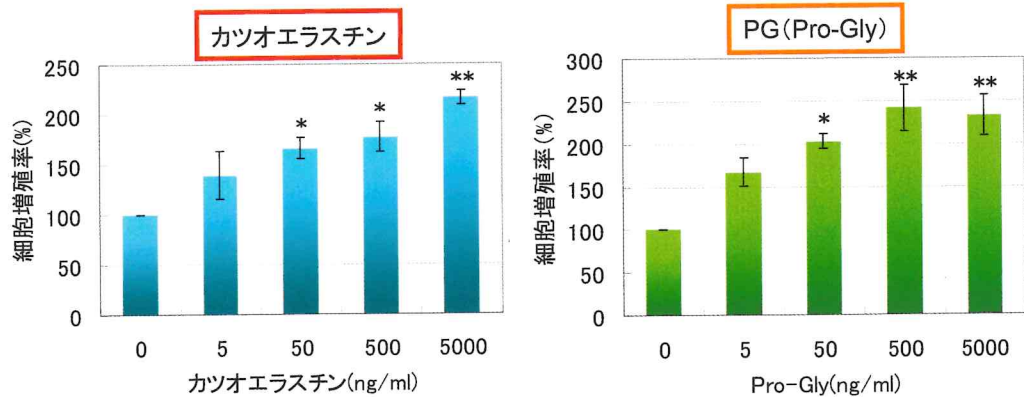
1. 細胞への作用

【方法】 ヒト由来膝靱帯細胞を用いて、カツオエラスチンと吸収ペプチド(Pro-Gly)¹⁴⁾の細胞増殖促進作用、エラスチン mRNA 発現促進作用や、コラーゲン mRNA 発現促進作用を調べました。

【結果】 カツオエラスチンと吸収ペプチド(Pro-Gly)共に、濃度依存的に細胞増殖・エラスチン mRNA 発現・コラーゲン mRNA 発現促進作用が確認されました。

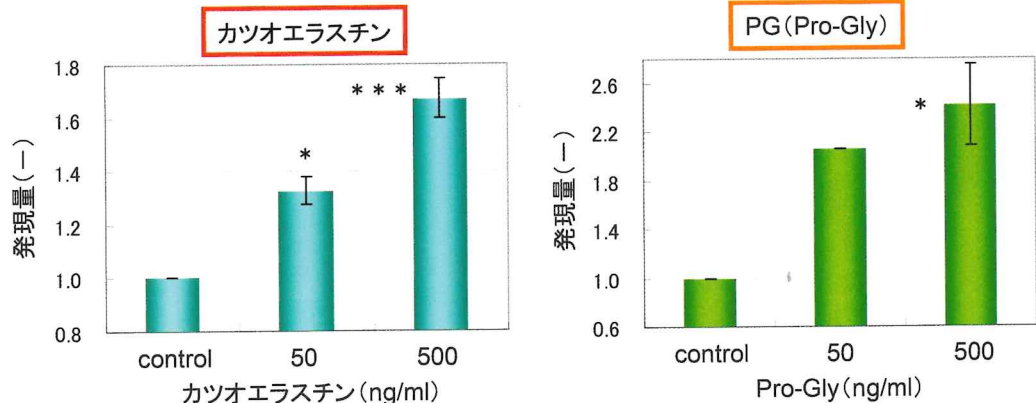
【 細胞増殖促進作用 】

* 吸収ペプチド(Pro-Gly)・・・
カツオエラスチン経口摂取により吸収されるジペプチド



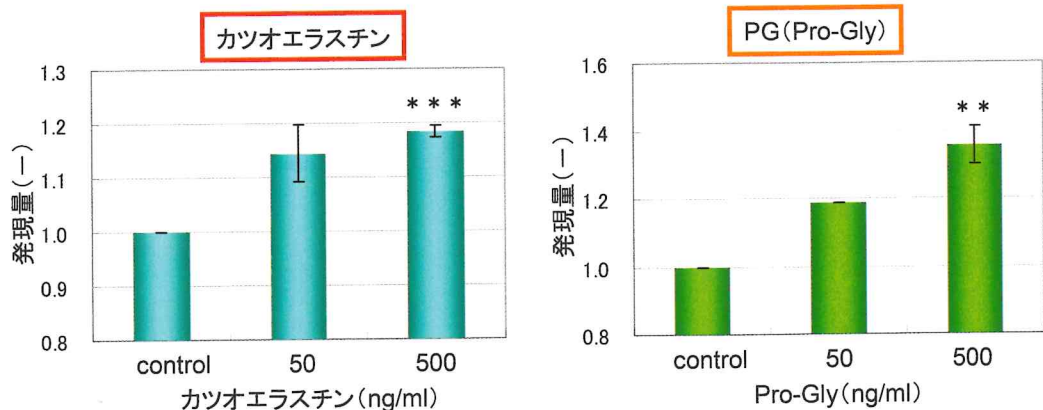
Dunnet's test *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ vs. Control (Mean $\pm$ SE)

【 エラスチン mRNA 発現促進作用 】



unpaired t-test *: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$ vs. Control (Mean $\pm$ SE)

【 III型コラーゲン mRNA 発現促進作用 】



unpaired t-test **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$ vs. Control (Mean $\pm$ SE)

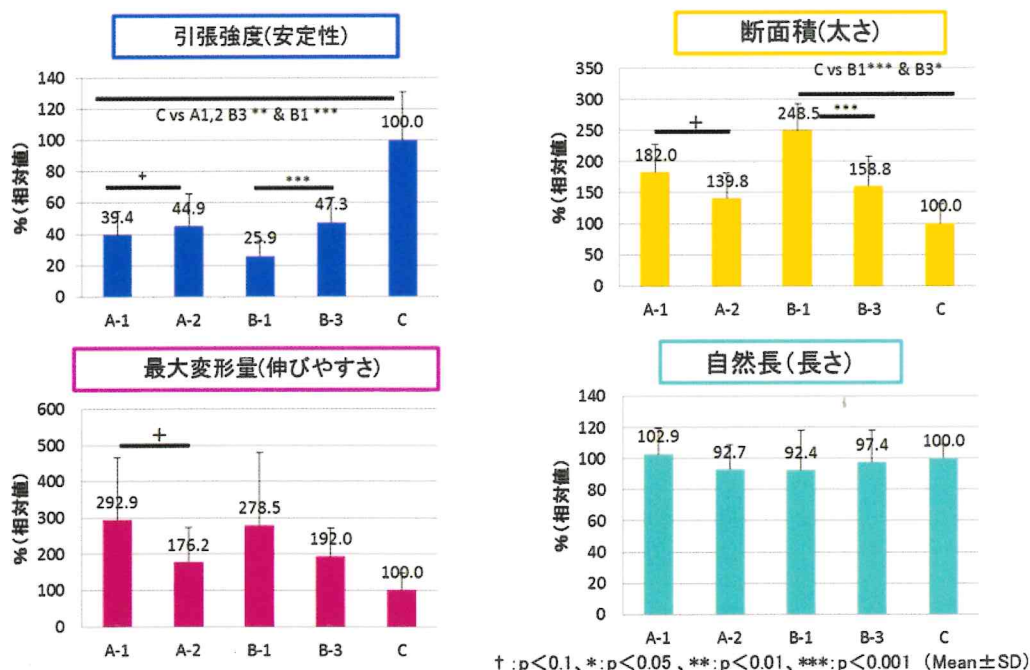
2. 損傷靱帯の修復作用

【方法】 12週齢の靱帯損傷家兎を用いて、カツオエラスチン経口摂取およびPro-Gly局所投与による治癒効果検証試験を行いました。詳細を表に示します。

動物	靱帯損傷家兎(12週齢) ※内側側副靱帯損傷	
試験群 および投与量	経口摂取群	A-1 : コントロール(通常餌)
		A-2 : カツオエラスチン(125mg/kg/day、混餌)
	局所投与群	B-1 : コントロール(生理食塩水投与)
		B-3 : Pro-Gly(100μg/ml、週1回投与)
投与期間	6週間	
評価項目	力学強度	

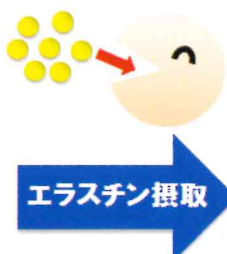
※比較のため、靱帯損傷させない家兎(C：正常靱帯群)を設定しました。

【結果】 カツオエラスチン及びPro-Glyによって損傷靱帯の力学強度の向上が確認されました。これより、正常な靱帯組織への修復、関節の安定化の向上が期待できました。



不完全に修復した靱帯

- ◆ 強度、安定性(弾性率)の低下
- ◆ 太くなる(断面積の増加)
- ◆ 伸びやすくなる(最大変形量の増加)



損傷予防

靱帯の強化
靱帯機能の維持

損傷治癒

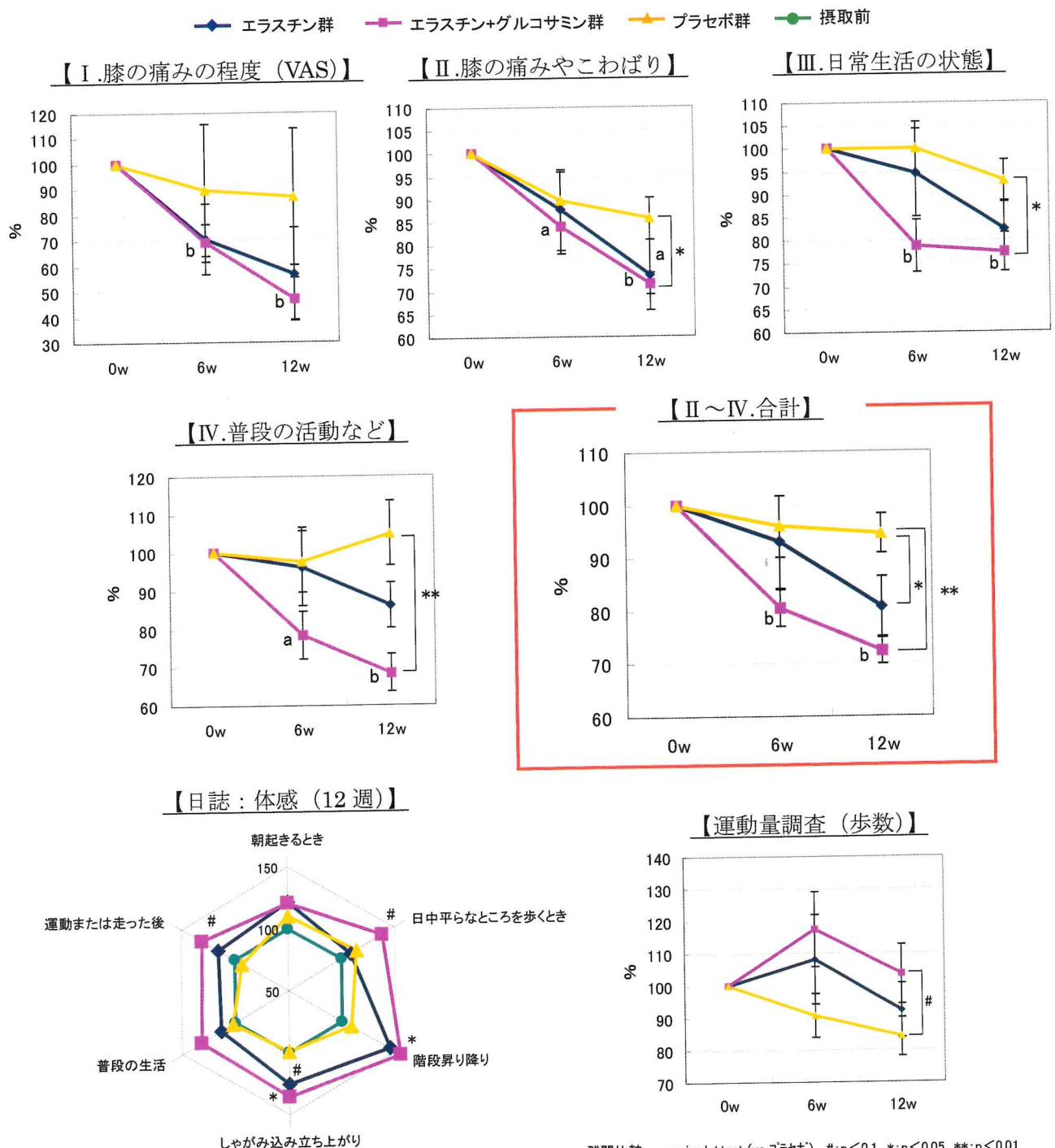
正常な靱帯への修復

3. 摂取による膝痛軽減作用

【方法】 膝関節痛の自覚症状のある45～75才の日本人男女21名(各群7名)に対して、エラスチン配合サプリメント、またエラスチン+グルコサミン配合サプリメント摂取による膝痛軽減の影響を、二重盲検法で試験しました。

1日あたり、エラスチン群にはカツオエラスチン75mgを、エラスチン+グルコサミン群にはカツオエラスチン75mgとグルコサミン1,000mgを摂取させました。摂取期間は12週間とし、膝関節痛アンケート調査(JKOM)、運動量調査、日誌により体感を調べ、膝痛軽減作用を評価しました。

【結果】 エラスチン摂取による膝痛軽減作用が確認されました。さらにグルコサミンと併用摂取による相乗効果も確認されました。



カツオエラスチンの肌への有用性

1. 摂取によるヒト肌への効果

【方法】

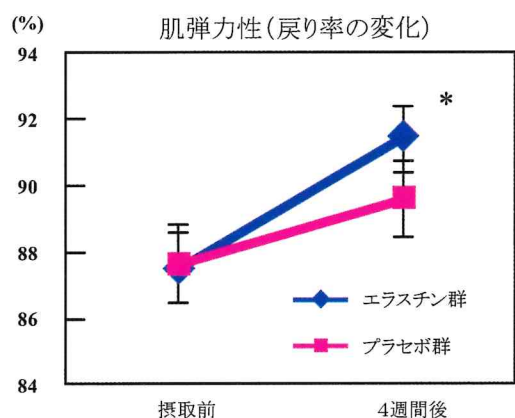
30代日本人女性20名に対して、エラスチン配合サプリメント摂取による肌への影響を評価しました。試験はプラセボ対照二重盲検法により行いました。

エラスチン群には、1日あたりカツオエラスチン75mgを含む錠剤を、プラセボ群にはエラスチンを含まない錠剤(賦形剤のみ)を摂取させました。摂取期間は4週間とし、肌の弾力性、シワ、血流を評価しました。また、実際の使用者の体感評価について、アンケートを行いました。

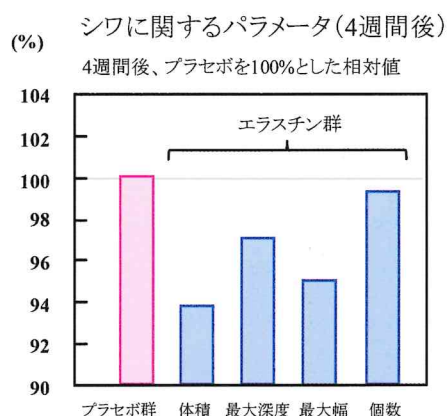
※(株)総合健康開発研究所にて実施

【結果】

プラセボ群と比較すると、エラスチン群のほうが摂取前と比べると肌の弾力性改善や、シワが減少することがわかりました。



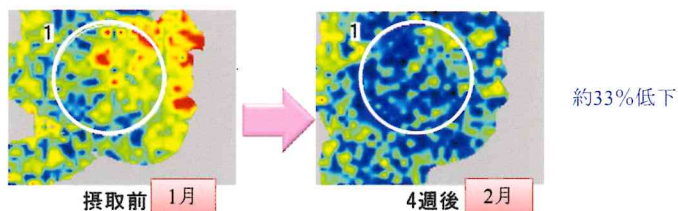
Paired t test (0w vs. 4w); *: $p < 0.05$ Mean $\pm$ SE



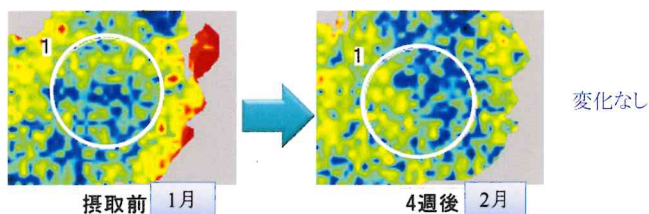
顔面(頬)の血流については、プラセボ群では血流が低下するのに対し、エラスチン群では血流低下を抑制することがわかりました。

● 平均血流量:レーザードップラー撮影画像

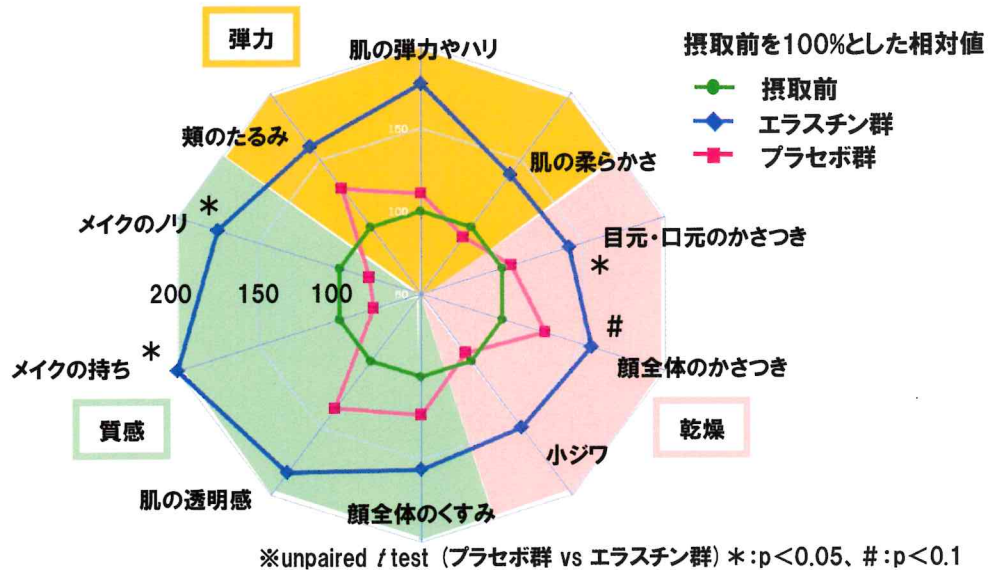
● プラセボ群での平均血流量の変化(37歳)



● エラスチン群での平均血流量の変化(38歳)



被験者の肌状態についての体感を、「非常に気になる(1点)」から、「全く気にならない(5点)」まで5段階に評価して平均値を算出、各摂取後でのプラセボに対する相対値を示しました。その結果、エラスチンは体感効果が高いことがわかりました。



コラーゲンとの組合せ効果

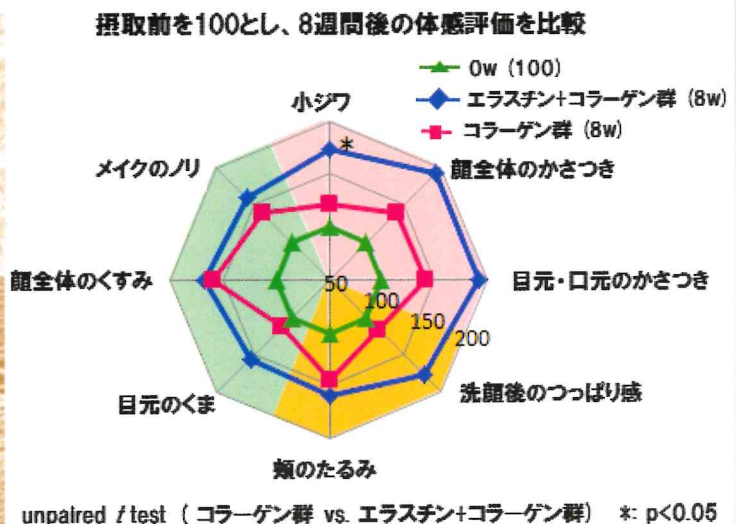
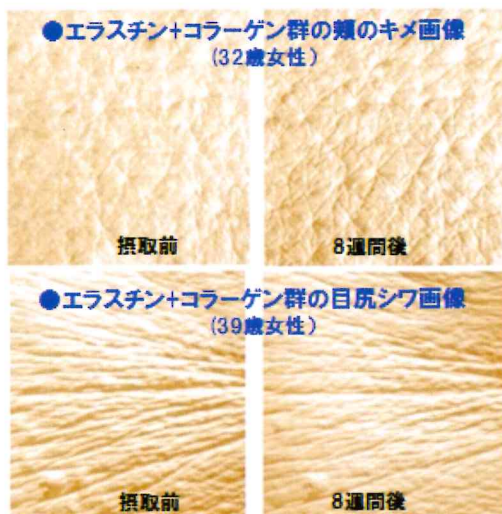
【方法】

エラスチン経口摂取でのコラーゲン等との組合せ効果を確認しました。30代の日本人女性20名を被験者として10名ずつ2群（エラスチン+コラーゲン群、コラーゲン群）に分け、各摂取群による肌状態の変化を評価しました。

エラスチン+コラーゲン群	エラスチン100+コラーゲン1000+ヒアルロン酸100+ムコ多糖30 (mg)
コラーゲン群	コラーゲン1000+ヒアルロン酸100+ムコ多糖30 (mg)

【結果】

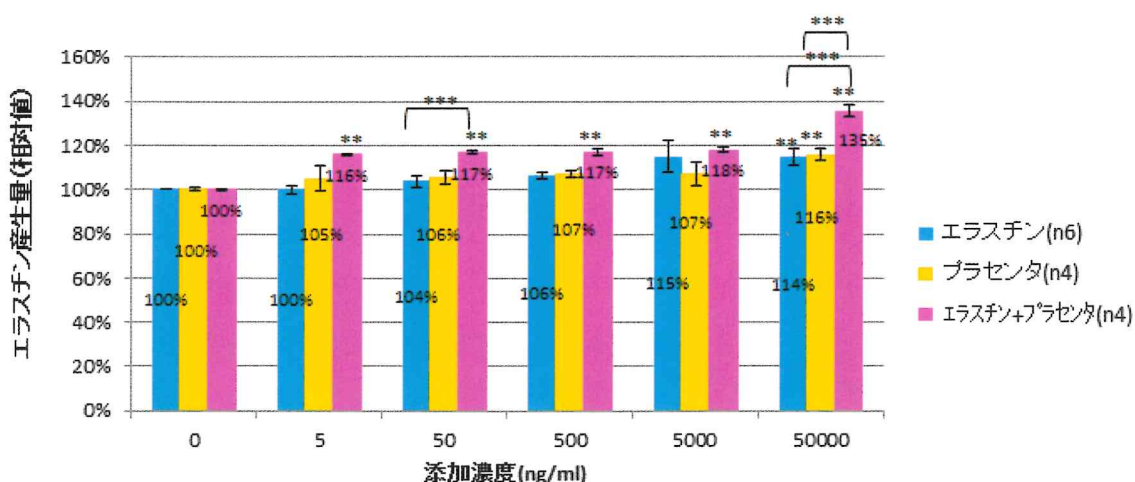
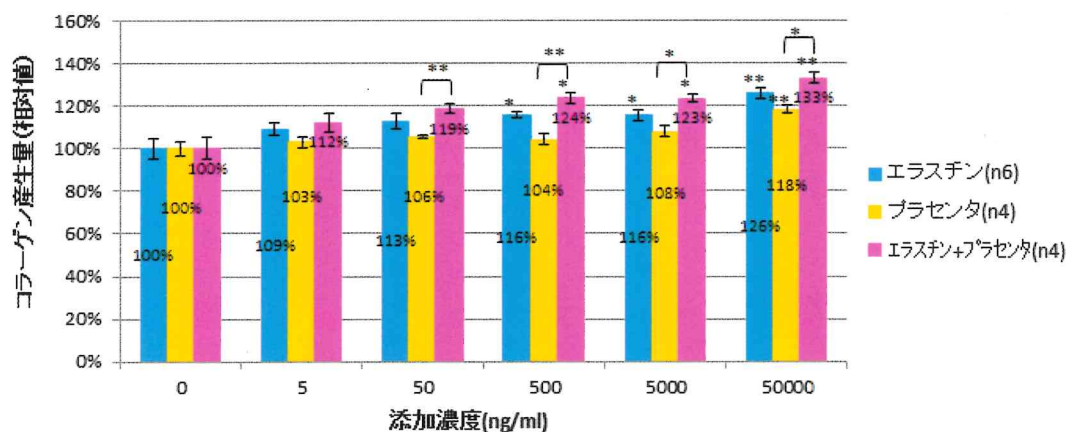
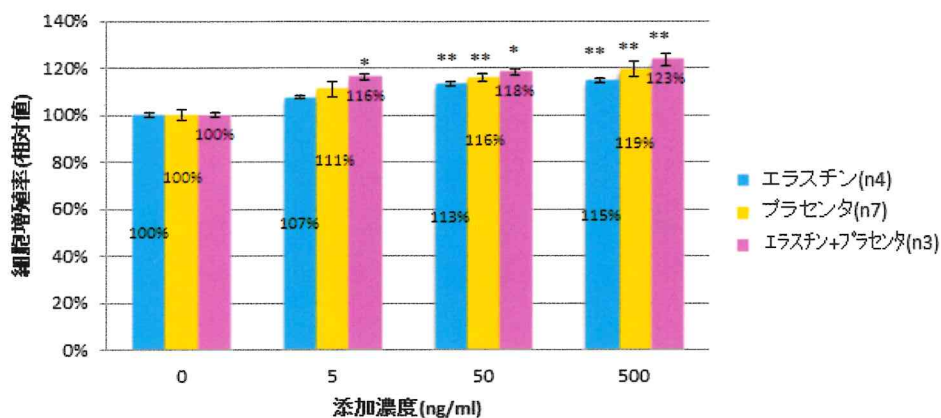
コラーゲン群に対し有意にキメが増加、また経時的にしわ数が減少しました。サプリメントにエラスチンが含まれることによって、肌状態改善作用がより高まることが示唆されました。



2. プラセンタとの相乗効果

【方法】 ヒト由来皮膚線維芽細胞を用いて、カツオエラスチンとプラセンタの相乗効果を確認しました。

【結果】 カツオエラスチンとプラセンタとを併せて添加培養すると、濃度依存的に細胞増殖作用について相乗効果、コラーゲン産生促進・エラスチン産生促進作用について相乗効果が確認されました。



群内比較: Dunnett's test *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$
 群間比較: 対応のない t 検定 *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

カツオエラスチンのバストへの有用性

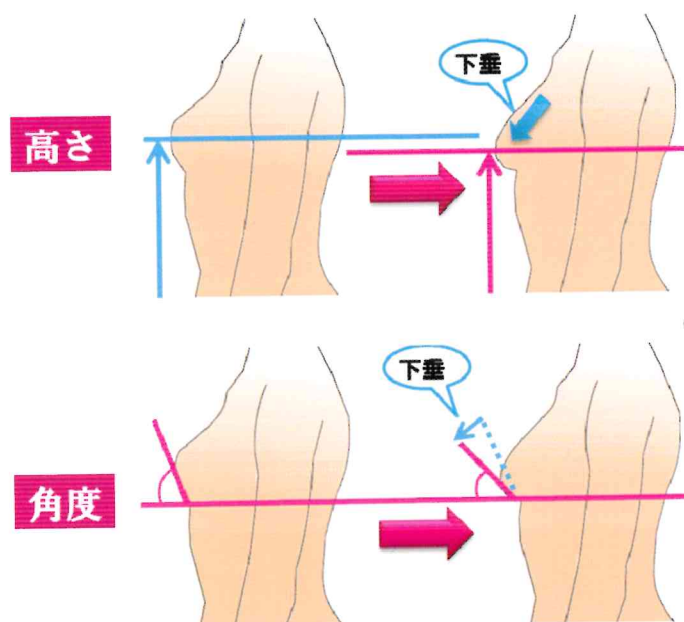
1. 摂取によるバストライン低下抑制作用

バスト下垂抑制を効果的に評価するため、脂肪によって負荷がかかりクーパー靱帯が伸びていると考えられるBMI 22~25を満たす女性（太り気味）を選定し、ダイエット時のバスト下垂に着目したヒト臨床試験を実施しました。

【方法】

BMI 22~25（太り気味）で健康な30~40代の日本人女性27名（各群9名）に対して、エラスチン75mg摂取群、エラスチン37.5mg摂取群、プラセボ群の3群に分け、ダイエット時のバスト下垂抑制への作用について、プラセボ対照二重盲検試験を実施しました。摂取期間を8週間とし、毎夕食をダイエット食品へ置き換えを行った際の、体重減少に伴うバスト形状の評価を行うため、3D身体計測（バスト下垂、リフトアップ）、バスト上部の肌弾力測定、アンケート調査を実施しました。

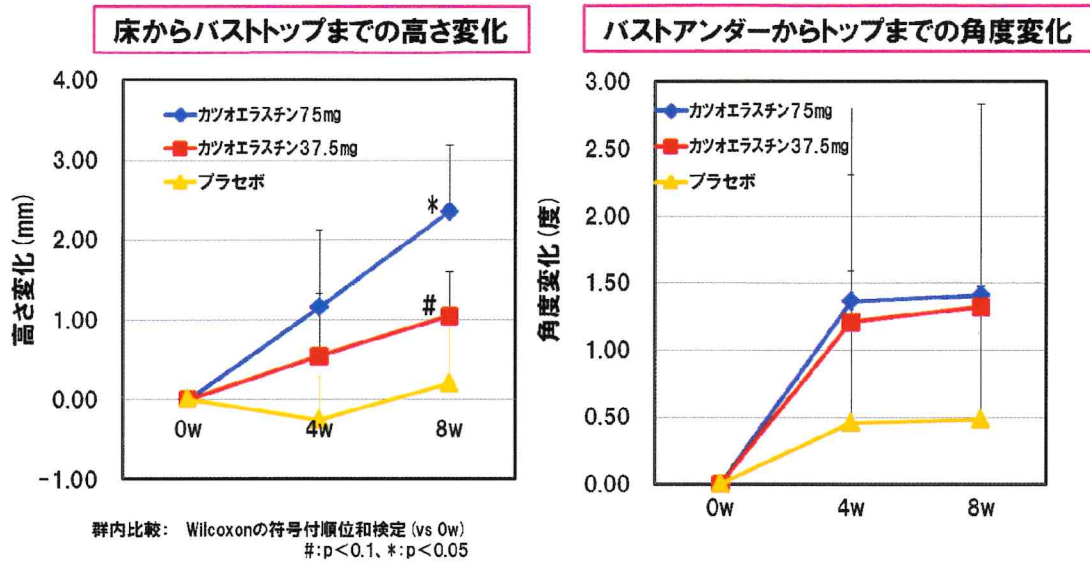
※3D身体計測においては、“床からバストトップまでの高さ”と“バストアンダーからトップまでの角度”を計測することにより評価しました(下図)。体重減少と共にバストが下垂すれば、高さ及び角度は減少します。



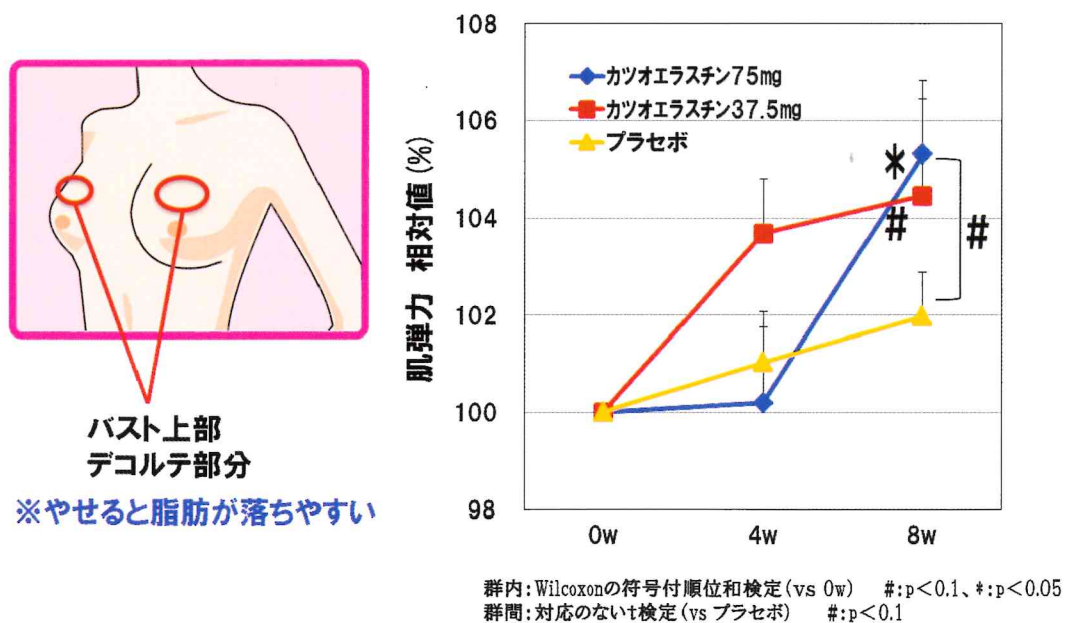
【結果】

試験期間をとおして、摂取前と比較して8週間後には、体重についてエラスチン75mg摂取群で $2.5 \pm 0.7\text{kg}$ 、エラスチン37.5mg摂取群で $2.2 \pm 1.5\text{kg}$ 、プラセボ群で $2.8 \pm 1.1\text{kg}$ の減少、BMIについてエラスチン75mg摂取群で 1.0 ± 0.3 、エラスチン37.5mg摂取群で 0.9 ± 0.6 、プラセボ群で 1.1 ± 0.4 の減少がみられ、全群でダイエットに成功していることを確認しました。

3D身体計測の結果、エラスチン75mg摂取群およびエラスチン37.5mg摂取群では摂取開始前と比較して、摂取8週間後には床からバストトップまでの高さが濃度に依存して有意に改善しました。また、リフトアップ作用も期待できました。



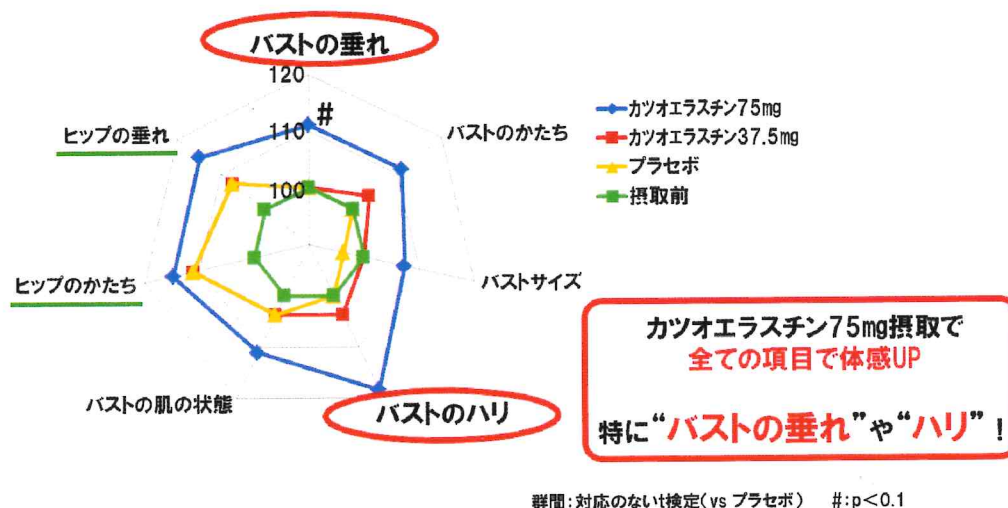
バスト上部の肌弾力については、エラスチン75mg、37.5mg摂取群については、摂取前と比較して8週後に有意に改善し、プラセボ群と比較してエラスチン75mg摂取群では8週後に有意な改善を示しました。



被験者のバスト及びヒップに関する体感について、摂取前と比較して「悪化した：1点、少し悪化した：2点、摂取前と変わらない：3点、少し改善した：4点、改善した：5点」として5段階で評価して平均値を算出し、摂取8週間後のプラセボに対する相対値を示しました。その結果、エラスチン37.5mg摂取群ではあまり差がみられませんでした、エラスチン75mg摂取群ではすべての項目で体感が得られ、特にバストの垂れについて有意に体感の改善を示しました。また、バスト肌のハリについても、大きな体感が得られました。

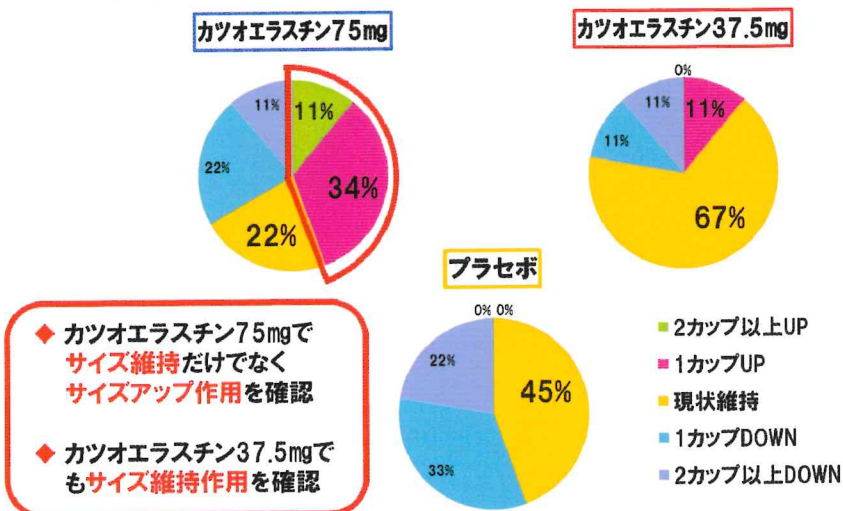
● 摂取前を100とし、8週間後のスコアを比較

※各項目について、点数(1～5点)で評価



バストトップ及びバストアンダー周囲の差から算出されるバストカップサイズを比較すると、摂取前と比較して摂取8週間後では、エラスチン75mg摂取群においてはサイズ維持だけでなくサイズアップした被験者もあり、エラスチン37.5mg摂取群においてはサイズ維持した被験者が約7割でした。プラセボ群ではサイズ維持した被験者は約4割でしたが、サイズアップした被験者はいませんでした。

● 摂取前から8w後のバストカップサイズ変化を比較



カツオエラスチンの血管への有用性

【方法】

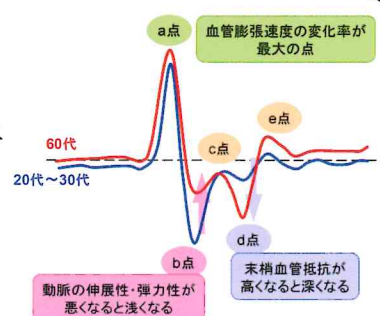
被験者 25 名 (平均年齢 45.8 ± 10.8 歳、男 18 名・女 7 名) を対象として、エラスチン配合サプリメント摂取による血管への影響を評価しました。

エラスチン群には、1 日あたりカツオエラスチンペプチド 75mg を含む錠剤を摂取させました。摂取期間は 16 週間とし、加速度脈波測定により、血管の弾力性・伸展性、血管老化について調べました。

「加速度脈波での評価項目」

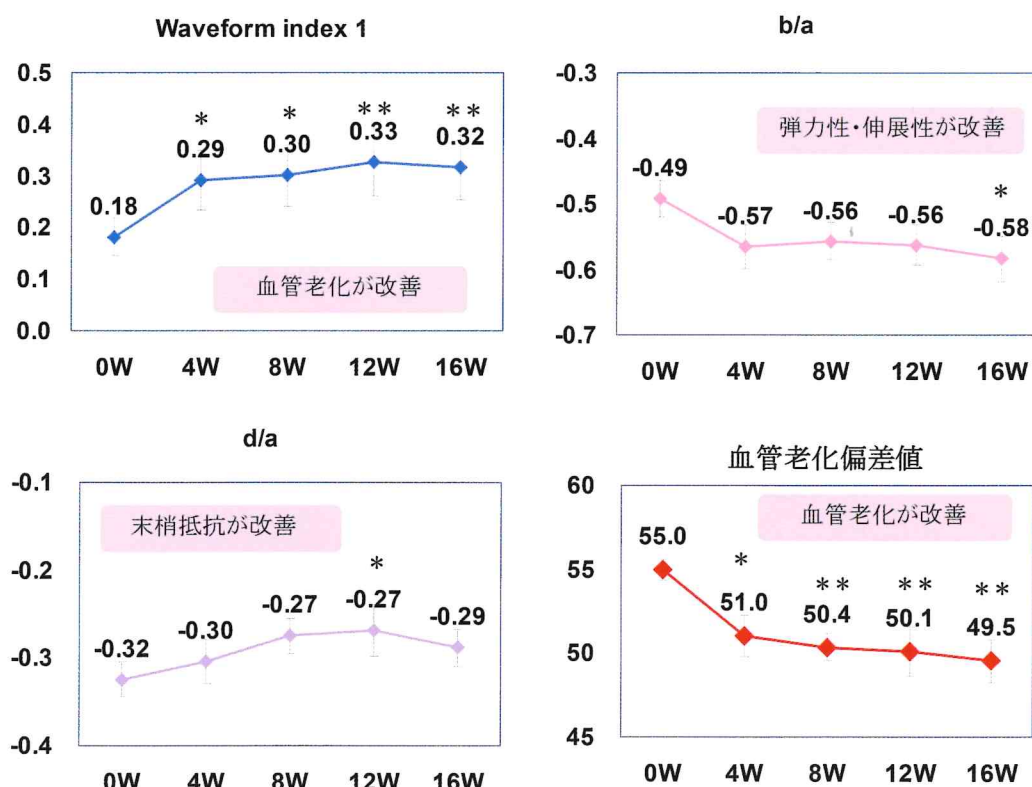
- b/a …血管の伸展性・弾力性が関与
- d/a …末梢血管抵抗が関与
- $d/a - b/a = \text{Waveform index-1, X1}$ …血管老化が関与
- 血管老化偏差値 …血管老化に関する偏差値

$$\text{血管老化偏差値} = \frac{\text{X1 平均値} - \text{X1 記録値}}{\text{X1 標準偏差}} \times 10 + 50$$



【結果】

エラスチン摂取により、血管の弾力性・進展性の改善、また血管老化が改善することがわかりました。



(Dunnnettの検定; *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ vs 摂取前)

製品規格

項 目	規 格
性 状	淡黄色の粉末
臭 い	僅かな特異臭
タンパク質	90%以上(N×6.25)
灰 分	10%以下
乾燥減量	8%以下
一般生菌数	3000 個/g 以下
大腸菌群	陰性
重金属 (Pb)	20ppm 以下
ヒ 素 (As ₂ O ₃)	2ppm 以下
デスモシン・イソデスモシン	0.1%以上

* (財) 日本健康・栄養食品協会 (JHFA) 規格に適合

安全性

カツオエラスチンの原料である動脈球は、カツオの産地である焼津(静岡県)や枕崎(鹿児島県)では昔から郷土料理(珍味)として食習慣があり、安全性の高い素材です。



おでん



味噌煮

また、以下の試験によって、カツオエラスチンの安全性を確認しております。

検査項目	結果	分析方法	分析機関
急性経口毒性試験	異常所見無し	雌ラット 投与量: 2,000mg/kg	財団法人日本食品分析センター
変異原生試験	陰性	umu-法	財団法人日本食品分析センター
皮膚一次刺激性試験	異常所見無し	ウサギ	財団法人日本食品分析センター
眼粘膜刺激性試験	異常所見無し	ウサギ	財団法人日本食品分析センター
有害物質検査(総水銀・メチル水銀)	不検出	総水銀: 還元気化原子吸光光度法 メチル水銀: GC	財団法人日本食品分析センター
残留農薬試験一斉分析(295 種)	不検出	超臨界抽出-GC/MS	財団法人山口県予防保険協会
動物用医薬品及び飼料用添加物(抗生物質・合成抗菌剤)一斉分析(50 種)	不検出	LC/MS	株式会社キューサイ分析研究所

食品への表示例

- エラスチン(魚由来)
- エラスチンペプチド(魚由来)
- 血管分解物(魚由来)

参考文献

- 1) *Leather Research Institute*, **21**: 109-127. (1975)
- 2) *Comprehensive Biochem.*, **26C**, 665 (1971)
- 3) *Anal. Biochem.*, **74**, 441 (1976)
- 4) *Nature*, **208**, 1224 (1965)
- 5) *J. Chromatogr.*, **507**, 51-57 (1990)
- 6) 弾性繊維、共立出版(株) (1992)
- 7) 化粧品事典、丸膳(株) (2003)
- 8) *ANTI-AGING MEDICINE*, **10**, 78-83 (2014)
- 9) 日本生理人類学会誌, **7**, 7-14 (2002)
- 10) 「女性のバスト下垂に関する意識」調査(株式会社ワコール)
調査方法: インターネット、調査期間: 2013 年 6 月 25 日～27 日
- 11) 魚類生理学講座、ミドリ書房 (1968)
- 12) *Comp. Biochem. Physiol.*, **64B**, 313-327 (1979)
- 13) *J. Biol. Chem.*, **235**, 995-998 (1960)
- 14) *J. Agric. Food Chem.* 2012, **60**, 5128-5133

包装および容量、保存方法

500g 包装・アルミパウチ、直射日光を避け常温または冷所で保存して下さい。

賞味期限

未開封で 18 ヶ月

*本資料はカツオエラスチンを原料として利用される事業者の方を対象としておりますので、一般消費者への販売目的でのご使用はご遠慮下さい。
*本資料の記載内容は、薬事法等の諸法規に基づくものではありません。
*本資料の内容は、予告なく変更することがございますのでご了承下さい。