

## SS 結合が減ると皮膚の復元力が弱くなる 加齢による角層 SS 結合の減少がシワに結び付いている可能性

ポーラ・オルビスグループのポーラ化成工業株式会社(本社:神奈川県横浜市、社長:釘丸和也)は、皮膚の最も外側の層である角層と皮膚の変形の関係性に着目して研究した結果、以下の3つの知見を発見しました。

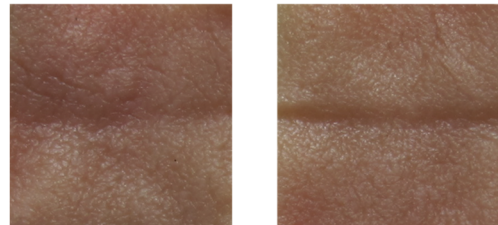
- ① 皮膚の SS 結合が減ると皮膚が変形後、元に戻りにくくなること
- ② 加齢によって角層の SS 結合量が減少すること
- ③ バクモンドウエキスが皮膚の SS 結合を形成する酵素を増やすこと

このことから、バクモンドウエキスの活用によって、加齢により減少した角層の SS 結合量を増やし、変形後元に戻りやすい皮膚となることが期待されます。本知見は、第41回日本美容皮膚科学会総会・学術大会にて発表予定です。

### 皮膚の SS 結合と皮膚の変形後の戻りは関連

角層に存在する SS 結合(補足資料 1)は、角層の成熟に関係していることが明らかとなっています。一方で、角層の成熟以外の皮膚での役割や加齢との関連は明らかになっていません。毛髪などにも SS 結合は存在し、変形後の戻りに影響を及ぼすことが知られています。そこで、SS 結合は皮膚の変形後の戻りにも影響を及ぼすのではないかと仮説を立て、検証しました。皮膚組織に線状の凹みを人為的に作製したところ、SS 結合の少ない皮膚では凹みが元の状態に戻りにくいことが明らかとなりました(図 1、補足資料 2)。このことから、SS 結合が皮膚の変形後の戻りにくさと関係している可能性が示唆されました。

### SS結合の少ない皮膚は、変形後、元の状態に戻りにくい



SS結合 多い (還元剤処理なし)      SS結合 少ない (還元剤処理あり)

図1. 凹みを付けた後の皮膚の戻り(代表例)  
(矢印部分が凹み形成部分)

同じドナーの皮膚切片を用いて、還元剤処理を行いSS結合を減らしたものと、還元剤処理をせずSS結合を減らしていないものを用意。同一時間、同一圧力を加え、線状の凹みを形成し一定時間後、画像を撮影した。

### 加齢により角層の SS 結合量は減少

次に、角層の SS 結合量と加齢との関連を調べるために、20~60代の女性の頬部角層を採取し、SS 結合量を調査しました。その結果、角層の SS 結合量は、加齢に伴い減少していることが明らかとなりました(図 2)。図 1、図 2 の結果から、加齢に伴い角層の SS 結合量が減少することで、変形した皮膚が元の状態に復元しにくくなると考えられます。変形から元に戻りにくい皮膚は、表情の動きで生じたシワが残りやすいと考えられるため、加齢に伴う SS 結合量の減少は、シワ形成の一因である可能性があります。

### 加齢に伴い角層のSS結合量は減少する

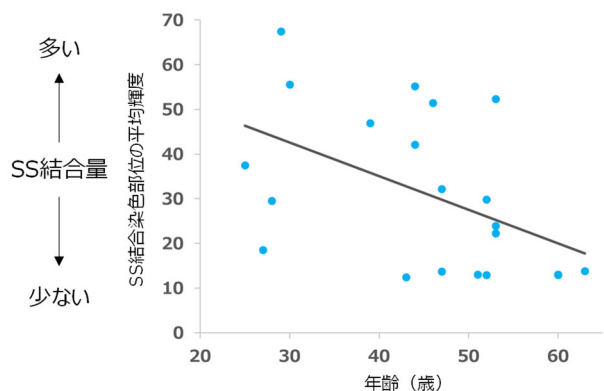


図2. 角層のSS結合量と年齢の関係

採取した角層のSS結合を染色して、画像を撮影。画像解析ソフト (ImageJ) を用いて画像を二値化し、輝度の平均を算出した。  
20~60代女性、n=21、ピアソンの積率相関係数:  $-0.4915$ 、 $p < 0.05$

### SS 結合を形成する酵素を増やすエキスを発見

角層の SS 結合量を増やし、変形から元に戻りやすい皮膚を叶えるために、SS 結合を形成する酵素を増やすエキスの探索を行ったところ、バクモンドウエキスに効果を見出しました(補足資料 3)。

【報道関係者の皆さまからのお問い合わせ先】(株)ポーラ・オルビスホールディングス コーポレートコミュニケーション室  
広報担当 Tel 03-3563-5540 / Mail webmaster@po-holdings.co.jp

※在宅勤務を推奨しておりますので、お電話が繋がらない場合はメールにてお問い合わせください。

## 【補足資料 1】 角層細胞に存在する SS 結合

角層細胞は、コーニファイドエンベロープ(CE)と呼ばれるタンパク質でできた膜に包まれています。CEのタンパク質を構成するアミノ酸には、チオール基(SH基)をもつシステインが存在しており、システインの2つのチオール基が化学反応して、SS結合(シスチン結合とも呼ばれる)が作られた状態で存在しています\*1(図3)。このSS結合は、角層細胞の強度に関わっている\*2とされています。その理由としては、SS結合がCE内のタンパク質とタンパク質の間を『架け橋』のようにつないでタンパク質の立体構造の形成を助け、補強するためと考えられています。

\*1 北島康雄ら:日皮会誌, 1993, 103(12), 1595-1604

\*2 佐藤由紀ら:日本薬学会第140年会, 2020, 27P-am216

### SS結合は角層細胞の膜部分に存在

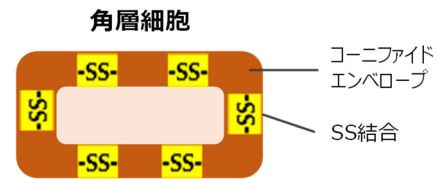


図3. 角層細胞のSS結合の存在イメージ図

## 【補足資料 2】 SS 結合の少ない皮膚の変形後の戻りにくさについて

皮膚の変形後の戻りにくさを確かめるため、凹みの深さについて、画像解析を行いました。凹みが深いほど暗い影が入るため、凹み部位とその近傍の非凹み部位では明るさ(輝度値)に差が生まれます。この輝度値の差を凹みの深さの指標として、SS結合が皮膚の変形に与える影響を比べました。皮膚組織に線状の凹みを人為的に作成したところ、SS結合の少ない皮膚では凹みの深さが元の状態に戻りにくいことが明らかとなりました。

### SS結合の少ない皮膚は、変形後、元の状態に戻りにくい

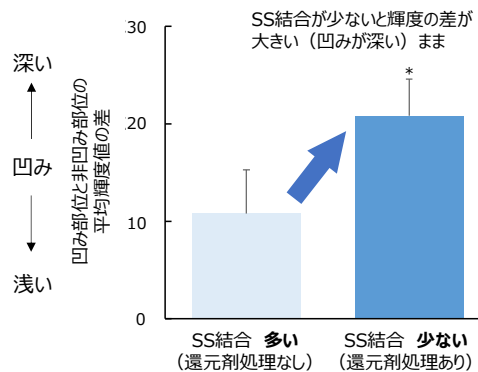


図4. 凹みを付けた後の皮膚の戻り

同じドナーの皮膚切片を用いて、還元剤処理を行いSS結合を減らしたものと、還元剤処理をせずSS結合を減らしていないものを用意。同一時間、同一圧力を加えて線状の凹みを形成し、一定時間後、画像を撮影した。撮影した画像を画像解析ソフト(ImageJ)を用いて二値化。凹み部位と、非凹み部位の平均輝度値を求め、その差を算出した。

n=3  
平均値+標準偏差  
\*: $p < 0.05$ , t検定

## 【補足資料 3】 SS 結合を形成する酵素を増やすエキスを発見

SS結合を形成する酵素を増やすエキスの探索を行った結果、バクモンドウエキスによって、表皮細胞のSS結合を形成する酵素の遺伝子発現量が増えることが明らかとなりました(図5)。この遺伝子の発現量が増加することで、SS結合を形成する酵素の産生量も増加すると考えられます。

### バクモンドウエキスはSS結合を形成する酵素の遺伝子発現量を増やす

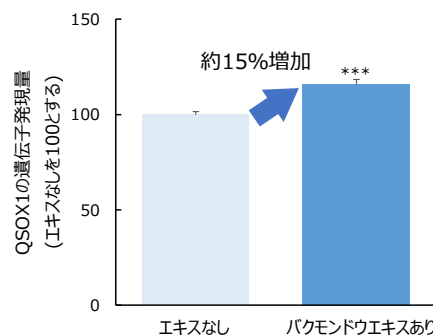


図5. SS結合を形成する酵素を増やすエキス

表皮細胞にエキスを添加し24時間培養後、SS結合を形成する酵素(QSOX1)の遺伝子の発現量を測定した。

n=3  
平均値+標準偏差  
\*\*\*: $p < 0.001$ , t検定