



ORYZA OIL & FAT CHEMICAL CO., LTD.

米由来セラミド含有食品における 美肌効果の臨床的検討

乾燥肌を対象とした顕微鏡的3次元画像解析による客観的評価

オリザ油化株式会社

2000年6月1日

米由来セラミド含有食品における美肌効果の臨床的検討

乾燥肌を対象とした顕微鏡的3次元画像解析による客観的評価

梶本 修身¹⁾，大磯 直毅²⁾，高橋丈生³⁾

国立大阪外国語大学保健管理センター¹⁾，大阪市立大学医学部皮膚科²⁾，

総合医科学研究所³⁾

(要 旨)

日頃、乾燥肌で肌荒れ傾向のある者33名を対象に、米由来セラミド含有食品の placebo を対照とした二重盲検摂取試験を実施した。その結果、以下のことが明らかとなった。(1)医師による皮膚科的診察所見において、米由来セラミド含有食品が、肌の乾燥や掻痒を有意に改善させる働きのあることが示された。(2)肌の水分量測定において、米由来セラミド含有食品が、肌の水分量を有意に増加させる働きのあることが示された。(3)表皮の顕微鏡的3次元画像解析によって、米由来セラミド含有食品が、肌の滑らかさ、鱗屑やきめを改善することが示された。以上より、米由来セラミド含有食品の長期摂取が、肌の保水や滑らかさを維持する上で有用であり、美肌食品として有効であることが示された。

(はじめに)

セラミドは、スフィンゴ脂質と呼ばれる極性脂質の一種である。1884年にドイツの医師L.T.W.Thudichenによって、動物(ヒト)の脳に存在することが示され、以来、化粧品素材などとして牛などの脳から抽出されてきた歴史がある。現在では、合成セラミドが肌の角質における水分保持や美肌効果を有する素材として広く利用されている。

人の皮膚表皮は、生体内部側より基底層、有棘層、顆粒層、角質層に分類され、各脂質の構成成分が異なる。基底層においてはリン脂質とコレステロールが主成分として存在し、基底層から顆粒層までは徐々にグリコシルセラミドが増加し、顆

粒層ではグリコシルセラミドが主成分として存在している。それとは対照的に、角質層では、グリコシルセラミドを前駆体としてセラミドが生成され角質層に蓄積するため、グリコシルセラミドは消失し、セラミドが角質細胞間脂質の主成分として存在する。

これまでの研究で、角質層におけるセラミドは、皮膚の構造の形成と安定、水分保持、異物の侵入防止など優れたバリア機能を有していることが明らかにされている。老人性乾皮症やアトピー性皮膚炎患者では、角質層におけるセラミド量が減少していることが示されており、セラミドの不足が皮膚疾患の原因となりうることも示唆されている。

る。

前述したように、セラミドは、化粧品素材として、過去は牛の脳から抽出した動物性セラミドが利用されていたが、現在ではそのほとんどが合成セラミドとなっている。しかし、この数年、化粧品のみならず、美容と健康を目的とした食品素材としても期待されるようになってきたことから、安全性を重視した天然物由来のセラミドが再び脚光を集めている。なかでも、植物性セラミドは、牛由来の動物性セラミドと異なり、狂牛病の問題など感染の危険もなく極めて安全性が高いことから、毎日摂取する機能性食品素材として期待されている。そして、今回、オリザ油化株式会社が、米糠及び米胚芽に微量に存在するスフィンゴ糖脂質の抽出精製に成功し、100%米由来のセラミド含有食品を開発したことから、そのセラミド含有食品の美肌効果における機能性食品としての有用性を調査することとした。

さらに、本研究では、美肌効果の評価において、水分蒸泄(蒸散)量や皮膚水分量による評価が環境因子に大きく左右され、評価の信頼性に問題のあることから、皮膚科医による診察、皮膚水分量、酸性度、油分計に加え、新しく開発された顕微鏡的3次元皮膚表面解析装置(ドイツ Courage+Khazaka Electronic GmbH 社製 VISIOSCAN)を用いて、皮膚表皮の状態を客観的・科学的に評価することを試みた。

〔対 象〕

対象は、「日頃、慢性的に肌が乾燥し、肌荒れ

に悩んでいる者で、経口あるいは塗布剤など医薬品の投与を受けていない者」を公募の条件として、国立大阪外国語大学の学生及び教職員から有償でリクルートした。公募に応じた被験者46名のうち、2000年2月21日(天候曇り・室温 18 度・湿度 48 %)に実施した左眼下部の皮膚水分量検査で、水分量が 50 %以上を示した者をあらかじめ除外した結果、37名がエントリーされた。しかし、試験開始後に、被験食品自体の原因による中断を除く個人的な理由(飲み忘れ、検査不来院など)により4名が脱落し、最終的に評価の対象とした被験者は、33名(男性6名・女性27名、年齢 25.1 ± 7.8 歳)であった。尚、本調査は、ヘルシンキ宣言の主旨に従い、試験の実施に際しては、被験者には医師より本研究の主旨を十分に説明し、本人の文書による同意を得て実施した。

〔試験方法〕

試験は、米由来セラミド含有食品(以下、ceramide と記す)と placebo の6週間摂取における二重盲検試験とした。

a) 被験食品

被験食品は、オリザ油化(株)が提供した軟カプセルである。以下にその用量を示す。

- (1)ceramide (米由来セラミド含有食品、オリザ油化株式会社製・商品名「オリザセラミド」)1 日摂取量として、米由来オリザセラミド 40mg/day、米由来スフィンゴ糖脂質 1.2mg/day を含有する。

(2) placebo

外観、味(無臭)を同一にした擬似食品
米由来オリザセラミド 0mg/day、米由
来スフィンゴ糖脂質 0mg/day。

b) 摂取期間と検査期間

摂取期間は、いずれも6週間とした。

検査は、原則として、摂取開始直前、摂取3週
間後及び摂取終了直前(摂取6週間後)とした。

c) 検査方法

(1)皮膚科的診察・問診

全身所見においては、掻痒、乾燥、潮紅、
びらん、落屑、丘疹、小水泡、腫脹を、また
顔面の所見においては、化粧かぶれ、乾燥、
潮紅、化粧のりについて各4段階で評価した。
また、顔面及び全身所見の総合的な所見につ
いて、全般症状として評価した。これらの評価
は、各評価についてアンカーポイントを作成し、
日本皮膚科学会認定医ら複数の医師により評価
した。

(2)水分量・油分量・酸性度(pH)

水分量は、Courage+Khazaka Electronic
GmbH 社製「Corneometer CM825」を用いて測
定した。この装置は、角質層を介した静電容量
を測定することにより、表皮の水分量を測定す
るもので、従来のインピーダンス法や赤外線
分光法に比べ、誤差が少ないとされている。

油分量は、Courage+Khazaka Electronic
GmbH 社製「Sebumeter SM810」を用いて測定
した。油分のみ吸着する特殊テープを測定部位

に30秒間あて、その光透過性の変化から油分
量を測定するもので、湿度などの影響を受け
ないことが実験から示されている。

酸性度は、Courage+Khazaka Electronic
GmbH 社製「PH900」を用いて測定した。電極
は、ガラス膜に隣接するイオン透過膜を介して
皮膚表面と接続され、電気化学的に侵襲なく
酸性度を測定できる装置である。

以上の装置を用いて、皮膚水分量、油分量
及び酸性度を測定した。

測定部位は、左眼下1 cm、左上腕内側部(肘上
3 cm)及び頸背部(頸部の棘状突起下3 cm)と
した。

尚、測定は、出来る限り、環境を同一に保つた
ため、測定前には規定条件に設定した会議室(室
温 18 ~ 22 度、湿度 45 ~ 55 %)を用意し、被
験者には、30分以上、安静に(イスに座って
テレビ鑑賞)待機してもらった。また、3回の検
査時ともに、被験者内で出来る限り同一の時刻
に来院してもらい、さらに来院時には長袖のブ
ラウスまたはTシャツ着用を指示し、セーター
の着用は原則として禁止した。また、全員、測
定部位の化粧は、原則として検査60分前から
禁止し、化粧をして来院した者については、安
静・待機時間に化粧を落としてもらい、60分間
以上経過してから検査を実施した。

(3) 顕微鏡的3次元皮膚表面解析装置
(VISIOSCAN)による解析

顕微鏡的3次元皮膚表面解析装置は、Courage

+Khazaka Electronic Gmbh 社(Germany)
が、Prof.Tronnier (Witten Univ.)と共同で開
発した皮膚表面のデジタル解析装置
(VISIOSCAN)で、皮膚の表面を特殊な紫外線
光源で照射し、その画像を高性能CCDカメラで
取り込み、画像デジタル処理化し、評価するも
のである。数多くの臨床データから多変量解
析が実施され、以下の因子がパラメータとして
抽出されている。

1) SE sm (Skin Smoothness)

皮膚の滑らかさを示す指標のひとつ。しわの
幅と深さの平均から算出。

数値が低いほど、滑らかであることを示す。

$$SE_{sm} = (Co - Cu) * (F_{mx} - F_{my}) * K$$

with F_{mx} : average width of furrows for
the row analysis.

F_{my} : average width of furrows for
the column analysis.

Co : right frontier of the histogram
whose calculation is based on a
set-up values

Cu : left frontier of the histogram
whose calculation is based on a
set-up values

K : factor

2) SE r (Skin roughness)

皮膚の粗さを示す指標のひとつ。

画像全体に占める設定ポイント以上に暗いポイ
ントの割合を計算し、算出。

数値が低いほど滑らかであり、数値が高いほ

ど粗いことを示す。

$$SE_r = I / (N_x * N_y) * 100$$

with I : counter whose start value is 0
and which is incremented each
time the gray value of the
current point is smaller than
the threshold issued from the
set-up programs.

N_x : amount of points per row.

N_y : amount of points per column.

3) SE sc (Skin Scaliness)

鱗屑(角質の乾燥度合い)の指標。

皮膚剥離した部分が、画像では設定した値よ
り明るくカウントされることより、全体に占め
る設定した値より明るい部分の占める割合を
算出。

数値が低いほど、潤っていて、剥離(鱗屑)が
少ないことを示す。

$$SE_{sc} = I / (N_x * N_y) * 100$$

with I : counter whose start value is 0
and which is incremented each
time the gray value of the
current point is bigger than
the threshold issued from the
set-up programs.

N_x : amount of points per row.

N_y : amount of points per column.

4) SE w (Skin Wrinkles)

皮膚のしわ(皺)の数と幅の指標。

皮膚の垂直方向、水平方向のきめ、または皺の数と幅を示す。

この数値が高いほど、皺が多く、かつ皺が幅広いことを示す。

$$SE w = \frac{F_{mx} * F_{my}}{(F_{ax} * F_{ay}) * F_{ay}} * \frac{F_{ay}}{F_{ax}} * K$$

with Fax : amount of furrows for the row analysis.

Fmx: average width of furrows for the row analysis.

Fay : amount of furrows for the column analysis.

Fmy: average width of furrows for the column analysis.

K : factor

5) Kurtosis (補正K)

肌全体の滑らかさを示す。

肌の色調ポイントにおけるヒストグラムの質を示しており、値が0に近いほど、色調ポイントのヒストグラムが滑らかな曲線であることを示し、理想の肌であることを示す。

d) 被験者の群分け

ceramide 摂取群(以下、ceramide 群)、placebo 摂取群(以下、placebo 群)に、コントロールにより無作為に分けて試験を実施したところ、最終的に評価の対象となった被験者数は、ceramide 群 17 名、placebo 群 16 名の計 33 名であった。その内訳を、〔表1〕に示す。群間において、年齢、身長、

〔表1〕 被験者の背景

	ceramide群	placebo群
被験者数	17	16
年齢(years old)	24.9 ± 5.8	25.3 ± 9.8
身長(cm)	162.5 ± 7.4	162.2 ± 8.4
体重(kg)	53.9 ± 7.6	56.3 ± 10.0
BMI	20.3 ± 1.6	21.3 ± 2.3
喫煙者数	3	3

※他、肌質の要因、睡眠時間と規則性、直射日光被照時間(hour/day)、生理不順、職業、飲酒歴など全被験者群において有意差を認めず。

Mann-Whitney test : not significant

体重、睡眠時間、直射日光被照時間、喫煙者数、生理不順、職業、飲酒歴など、開始前に実施した問診で随取した上記の項目で有意な差を認めなかった(Mann-Whitney test: not significant.)。また、皮膚科的既往歴では、アトピー性皮膚炎の既往のある者が、ceramide 群で 3 名、placebo 群で 2 名であった。しかし、いずれの被験者も、試験開始時に、医薬品の服用はなく、治療中あるいは通院中の者は含まれていないことを確認した。

〔結果〕

(1) 皮膚科的診察結果

皮膚科的診察結果の摂取前後の推移を、〔表2〕に示す。値は、いずれも「0(症状なし)」から「3(重度)」までの4段階評価の個人スコアの平均値を便宜的に示している。経過として、スコアが低くなると改善していることを示している。統計処理は、non-parametric で処理した。顔面の症状においては、ceramide 群の「顔の肌の乾燥」、「潮紅」および「化粧のり」の観察項目で、摂取前に比して摂取3週間後および6週間後に有意な改善を認めた。一方、placebo 群では、「乾燥」と「潮紅」において摂取前より有意な改善を認めしたが、「化粧のり」では有意な改善を認めなかった。〔表3〕は、各症状スコアの改善率を示している。評価は、摂取前と

[表2] 被験食品摂取前後の皮膚科的診察結果

		ceramide群				placebo群			
		有症状者数	摂取前	3週間後	6週間後	有症状者数	摂取前	3週間後	6週間後
顔面	化粧かられ	4	1.25	1.00	1.00	3	1.00	1.00	1.00
	乾燥	17	2.00	1.29 **	1.18 **	16	2.13	1.69 *	1.63 **
	潮紅	14	1.86	1.29 *	1.21 *	15	1.93	1.53 *	1.47 *
	化粧のり	8	1.88	1.13 *	1.00 *	5	1.40	1.20	1.20
全身	掻痒	17	1.65	1.24 *	0.94 **	12	1.92	1.50	1.17 **
	乾燥	17	2.18	1.47 **	1.18 **	16	2.00	1.44	1.38 *
	潮紅	7	1.71	1.29	0.86 *	10	1.80	1.30 *	1.20 *
	びらん	2	2.00	1.00	0.00	3	2.33	2.00	2.00
	落屑	4	1.50	1.25	0.75	5	1.80	1.60	1.60
	丘疹	3	1.33	1.33	1.33	4	1.75	1.50	1.75
	小水泡	2	1.50	1.50	1.50	2	1.50	1.50	2.00
	腫脹	0				3	2	1.67	1.67
全般	17	1.71	1.24 *	1.00 **	16	1.69	1.25	1.31	

※値は、各被験者群の平均値を示す (統計検定はnon-parametric法採用)
0 (症状なし) ~1 (軽度) ~2 (中等度) ~3 (重度)

significant difference from the value of baseline
Wilcoxon test : *p<0.05, **p<0.01

比して摂取6週間後に2段階以上改善あるいは症状が消失した場合を「著明改善」、1段階改善した場合は「改善」、逆に2段階以上悪化あるいは重度になった場合を「著明悪化」、1段階悪化した場合を「悪化」と規定した。「顔の乾燥」、「潮紅」、「化粧のり」では、両摂取被験品ともに効果がみられているが、いずれの症状も ceramide 群が placebo 群に比して上回っていた。

一方、全身の所見では、[表2]に示したように、「掻痒」、「乾燥」、「潮紅」の項目で、両群ともに有意な改善がみられた。しかし、「全般」の所見においては、placebo 群では有意な改善はみられなかったが、ceramide 群では、有意な改善効果が認められた。[表3]の成績においても、やはり両摂取被験品ともに改善を認めただが、やはりいずれの症状評価においても、ceramide 群の方が改善率が高かった。全般評価では、placebo 群で 43.8% の改善率であったのに対し、ceramide 群では 64.7

%と高い改善率を示した。

[表3] 各症状改善率

症 状	試験品	有症状者 延べ人数	改 善 度				改善率
			著明改善	改善	不変	悪化	
顔面の症状							
化粧かられ	ceramide	4	0	1	3	0	25.0%
	placebo	3	0	0	3	0	0.0%
顔の乾燥	ceramide	17	3	8	6	0	64.7%
	placebo	16	0	8	8	0	50.0%
顔の潮紅	ceramide	14	2	8	2	2	71.4%
	placebo	15	2	3	10	0	33.3%
化粧のり	ceramide	8	2	3	3	0	62.5%
	placebo	11	0	1	4	0	9.1%
身体症状							
掻痒	ceramide	17	5	4	8	0	52.9%
	placebo	12	4	1	7	0	41.7%
乾燥	ceramide	17	6	5	6	0	64.7%
	placebo	16	1	8	7	0	56.3%
潮紅	ceramide	6	2	2	2	0	66.7%
	placebo	10	2	3	5	0	50.0%
びらん	ceramide	2	2	0	0	0	100.0%
	placebo	3	0	1	2	0	33.3%
落屑	ceramide	4	2	1	0	1	75.0%
	placebo	5	0	1	4	0	20.0%
丘疹	ceramide	3	0	0	3	0	0.0%
	placebo	4	0	1	2	1	25.0%
小水泡	ceramide	2	0	1	0	1	50.0%
	placebo	2	0	0	1	1	0.0%
全般	ceramide	17	3	8	5	1	64.7%
	placebo	16	0	7	8	1	43.8%

[表4] 被験食品摂取前後の水分・pH・油分測定結果

		ceramide群(n=17)		
		摂取前	3週間後	6週間後
水分量	左眼下	43.2 ± 5.5	48.0 ± 14.3	52.2 ± 12.1 **
	左上腕	37.0 ± 5.6	41.1 ± 11.0	43.2 ± 35.7 **
	頸背部	43.5 ± 10.8	51.2 ± 11.76 **	55.9 ± 11.1 **
酸性度(pH)	左眼下	5.8 ± 0.7	5.6 ± 0.6	5.8 ± 0.5
	左上腕	5.5 ± 0.5	5.5 ± 0.6	5.8 ± 0.5
	頸背部	5.9 ± 1.1	5.5 ± 0.5	5.4 ± 0.4
油分量	左眼下	42.3 ± 34.8	49.9 ± 35.1	38.1 ± 25.9

		placebo群(n=16)		
		摂取前	3週間後	6週間後
水分量	左眼下	43.4 ± 5.4	43.2 ± 9.2	41.7 ± 9.4
	左上腕	35.7 ± 5.6	37.7 ± 7.0	35.7 ± 9.0
	頸背部	49.1 ± 8.8	51.0 ± 10.4	56.1 ± 20.5
酸性度(pH)	左眼下	5.9 ± 0.8	5.8 ± 0.6	5.9 ± 0.7
	左上腕	5.5 ± 1.0	5.6 ± 0.8	5.9 ± 0.5
	頸背部	5.9 ± 0.8	5.5 ± 0.5	5.8 ± 0.4
油分量	左眼下	58.4 ± 55.8	29.5 ± 22.0	40.8 ± 33.3

※各値は、各被験者群の平均値±S.D.を示す(統計検定はnon-parametricを採用)

significant difference from that of baseline

Wilcoxon test: *p<0.05, **p<0.01

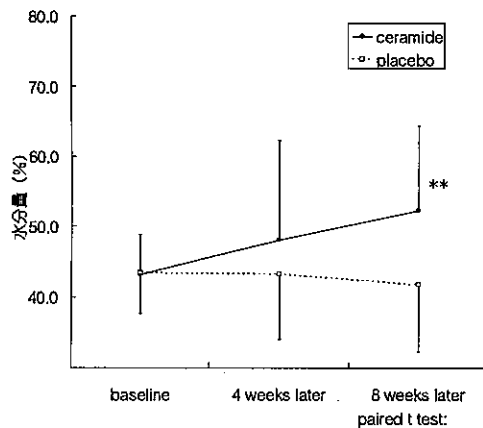
(2)水分量、油分量、酸性度の結果

[表4]に、各摂取群別の水分量、油分量、酸性度の摂取後推移を示す。また、[図1]は、左眼下部における水分量の推移を示している。[図1]に示されたように、水分量においては、placebo 群で著明な変化はみられなかったのに対し、ceramide 群では、4週間後に頸背部で、8週間後には測定した3部位全てで水分量の有意な増加が観察された。

酸性度では、肌の至適 pH は、およそ女性で 5.5 前後とされている。しかし、両群ともに有意な変動は観察されなかった。

油分量は、左眼下部位以外は、ほとんどの被験者で0であったため、2回目の検査より左上腕および頸背部の測定を除外した。左眼下部位で両群間に有意な変化は観察されなかった。

(図1) 水分量の推移 (左眼下部)



(3) 顕微鏡的3次元皮膚表面解析装置 (VISIOSCAN)による解析による結果

VISIOSCAN により画像解析された各パラメータ値の推移を[表5]に示す。

Kurtosis、すなわち肌全体の滑らかさでは、ceramide 群の頸背部の成績で、有意な改善を認められた。placebo 群においては有意な変化は認めなかった。

[表5] 被験食品摂取前後のVISIOSCANによる測定パラメータ値

		ceramide群			placebo群		
		摂取前	3週間後	6週間後	摂取前	3週間後	6週間後
Kurtosis (理想値: 0)	左眼下	0.38	0.37	0.35	0.39	0.38	0.38
	左上腕	0.35	0.39	0.40	0.43	0.43	0.40
	頸背部	0.40	0.40	0.30 *	0.40	0.40	0.40
SE sm (理想値: 低値)	左眼下	377.4	364.4	342.1	368.0	354.1	347.7
	左上腕	339.4	304.8	308.5	326.1	317.3	334.2
	頸背部	386.8	327.8 *	333.1 *	355.2	349.2	354.5
SE r (理想値: 低値)	左眼下	0.29	0.26	0.25 *	0.30	0.31	0.30
	左上腕	0.26	0.20	0.16	0.31	0.26	0.25
	頸背部	0.18	0.15	0.14 *	0.31	0.30	0.30
SE sc (理想値: 低値)	左眼下	49.6	47.6 *	46.8 *	46.6	46.8	46.6
	左上腕	48.9	47.9 *	47.6 *	48.3	48.9	48.4
	頸背部	46.1	44.5 *	42.9 *	46.4	46.9	46.4
SE w (理想値: 低値)	左眼下	36.1	32.3 *	33.9	36.0	33.0	35.5
	左上腕	26.7	24.7	27.1	27.5	24.5	27.7
	頸背部	28.4	24.7	26.1	28.2	25.9	30.6

※値は、各被験者群の平均値を示す

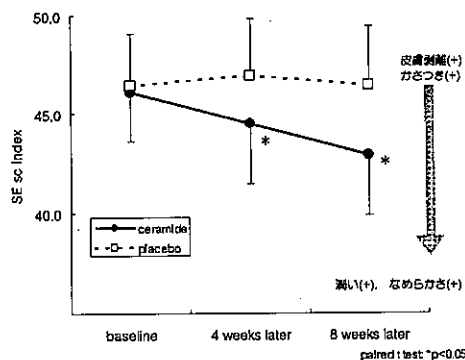
significant difference from that of baseline
Wilcoxon test: *p<0.05

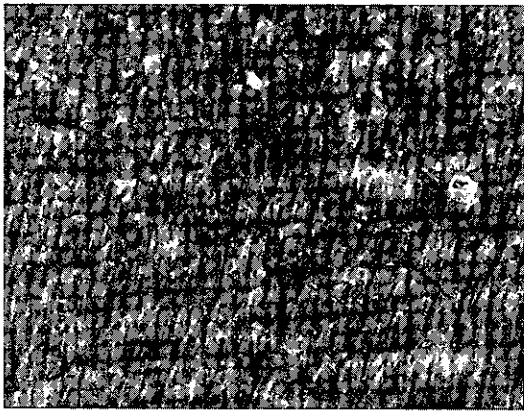
SEsm 値、すなわち、皺の深さ、幅、切れ込みから算出した皮膚の滑らかさの指標でも、ceramide 群において、やはり頸背部位で有意な改善を示し、肌の滑らかさが回復していることが示された。一方、placebo 群では有意な改善を認めなかった。次に、SEr(肌の粗さを示す指標)では、ceramide 群の左眼下部と頸背部で、摂取6週間後に摂取前に比して有意な改善を認めた。また、SEsc(皮膚角質の乾燥の度合いの指標)においても、ceramide 群で、いずれの部位においても有

意な改善を認め、角質の乾燥が緩和し、鱗屑が減少していることが示された(〔図2〕)。一方、placebo 群においては有意な改善は一切認めなかった。SEw(皮膚の皺の数と幅)においては、ceramide 群の左眼下部で、3週間後に有意な改善を認めた以外、特に著明な変化を認めなかった。〔図3〕は、ceramide 群の摂取前と6週間後のVISIOSCAN 画像(23歳・左眼下部)である。摂取後に水分量が増え皮膚の乾燥が緩和し、皺が浅くなっていることが明らかである。

以上の結果より、米由来セラミド含有食品が乾燥肌に対し、肌の乾燥を軽減させ、皮膚の状態を改善させる働きのあることが示された。

〔図2〕 SE sc (肌の潤い・なめらかさ)の推移 (頸背部)





〔図3〕23歳女性 左眼下部
上:ceramide 摂取前
下:ceramide 摂取6週間後

〔考察〕

これまで、外用剤や化粧品を含め、美肌効果が期待できる試験品の臨床試験は、その評価を古典的な医師による皮膚科的診察に頼らざるを得なかった。そのため、医師のスキルのみ reliant ところが大きく、大規模な試験系では医師間の評価格差を完璧に埋めることは困難とされてきた。今回、画像解析を行うことにより皮膚の状態を定量化する技術が開発されたことは、これまでの曖昧さを排除し、客観的な情報を得ることが出来る点で画期的であると考えられる。

今回、試験は、二重盲検で実施したことから、被験者あるいは皮膚科医には被験者の摂取品が米由来セラミド含有食品か placebo であるかは知ら

されていなかった。そのため、自覚的所見あるいは皮膚科医師による診察所見では、placebo 効果ははっきりとみられた。しかし、今回導入した顕微鏡的3次元皮膚表面解析装置(VISIOSCAN)による解析では、placebo 群において著明な変化はみられず、米由来セラミド含有食品(ceramide)と placebo の効果に明らかな差を認め、米由来セラミド含有食品が、肌の乾燥あるいはかさつきの防止に効果のあることが科学的に示された。医師の所見だけでなく、客観的な測定データの下に効果が実証されたことは極めて意義深いと思われる。

スフィンゴ脂質は、生体膜の細胞機能のホメオスタシスに関与し、ガン細胞のアポトーシス及び細胞の増殖抑制において重要な役割を担っていることがわかっている。また、植物性セラミドを経口的に摂取した場合の吸収過程についても、小腸消化管からそのまま、あるいはスフィンゴシンと脂肪酸に分解された形で吸収された後再びセラミドに再構築され、毛細血管を介して角質層や角質細胞間に入り込むことが実験で示されている。さらに、セラミドが動物の脳などの組織に分布している物質だけに、今回、用いた米由来セラミド含有食品は、安全で、かつ経口摂取することで効果の期待できる優れた機能性食品であると考えられた。

〔謝辞〕

本研究にご協力下さった大阪外国語大学学生及び教職員の方々及び総合医科学研究所の研究医の皆様へ深謝いたします。また、貴重な米由来セラミド含有食品の製品サンプルを提供下さったオリザ油化(株)に感謝いたします。