

# 高リグナン含有パウダー投与による猫の被毛における毛艶の評価

縄井愛理<sup>1)</sup> NAWAI Airi<sup>1)</sup>, 八田珠郎<sup>2)</sup> HATTA Tamao<sup>2)</sup>, 小沼 守<sup>1)</sup> ONUMA Mamoru<sup>1)</sup>

1) 千葉科学大学危機管理学部動物危機管理学科, 2) 千葉科学大学危機管理学部航空技術危機管理学科

## はじめに

動物にみられる皮膚と毛艶の問題は、栄養学的な問題と捉えられ、食事の必須脂肪酸の欠乏は、フェルト状の毛玉や粗毛な外観の原因となる<sup>1)</sup>。必須脂肪酸であるリノール酸が皮膚の健康に寄与する根拠として、アトピー性皮膚炎や脂漏を呈する犬の皮脂は健康犬とくらべて著しくリノール酸が減少しており、亜鉛欠乏症と必須脂肪酸欠乏症では、皮脂腺の過形成により脂漏が高じ、皮脂の粘着性も亢進することで毛艶の低下がみられることが挙げられる<sup>1)</sup>。また、n-3, n-6 脂肪酸の補給を試みた実験では、脂漏の低下や被毛の柔軟性の向上、特に毛艶の向上が強く認められた。また、被毛に存在するコレステロール、コレステリル・エステル、ワックスの測定結果から、毛艶はコレステリル・エステルに関連し、これには n-6 脂肪酸が関与していることが示された<sup>1)</sup>。

ゴマは油糧作物の中でも油脂含量が多く、良質な食用油脂を供給する貴重な作物として古くから世界中で食されてきた<sup>2)</sup>。ゴマ種子は、オレイン酸やリノール酸などの不飽和脂肪酸を多く含み、ポリフェノールの一環であるゴマリグナンのセサミノールやセサミンなどの働きにより活性酸素を消去する<sup>2,3)</sup>。

活性酸素は酸素分子が部分的に還元されたもので、老化や動脈硬化、心筋梗塞、がんの他にも、パーキンソン病、アルツハイマー病、多発性硬化症、白内障、気管支喘息、潰瘍性大腸炎、糖尿病、自己免疫疾患などとの関連が示唆されている<sup>3)</sup>。人や動物は酸素を使って生きていく以上、活性酸素が生成されるが、抗酸化物質が酸化反応を抑え、活性酸素を還元して無害なものにすると同時に、自らは酸化される<sup>3)</sup>。したがって、活性酸素を還元する抗酸化物質が毛の酸化反応を抑えることで、毛艶の改善が期待できる。

また、毛艶が悪くなるということは、毛髪のキュー

ティクルに損傷があるということであり、毛先部分は根元部分にくらべるとダメージが蓄積している<sup>4,5)</sup>。そのため、毛髪のダメージ評価は根元ではなく毛先を中心に状態や特性を調べる必要があり、その方法として、毛髪引張試験(毛髪の破断加重、延伸率を測定)、毛髪曲げ特性試験(毛髪の曲げ剛性、回復性を測定)、毛髪表面試験(毛髪表面の摩擦係数を測定)、電子顕微鏡分析[毛髪表面や断面などの構造を走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope; SEM)などで観察]、フーリエ変換赤外分光法(毛髪表面および内部の化学組成を調べる)がある。中でも毛艶が目的の場合は、毛髪表面の構造が詳細に観察できる電子顕微鏡分析が最適な方法であると考えられる<sup>6)</sup>。

必須脂肪酸、亜鉛、蛋白質、脂肪、ビタミンA、銅、セレン、ヨウ素、ポリドキシシン、葉酸などが毛髪に影響を与える栄養素である<sup>1)</sup>。若林によると人の毛髪の損傷で影響のあったミネラルとして、亜鉛、ビタミンB1、ナイアシン、ビタミンB6、パントテン酸が挙げられ、これらはキューティクルに損傷などの異常所見がみられた群での摂取量が有意に高かった。また、有意差は得られなかったが、カルシウムや鉄は低下、マグネシウムは増加傾向であった<sup>5)</sup>。

そこで今回、抗酸化物質である黒ゴマから製造されたリグナンリッチ黒胡麻 100%の凍結微粉末である高リグナン含有パウダーを経口投与した猫を試験群、非投与群を対照群として、被毛の毛艶の変化をSEMと被毛中ミネラル検査により経時的に検討した。

## 材料と方法

### ●材料

- ・猫、室内飼育、避妊雌6頭、去勢雄2頭(全8頭)
- ・試験群4頭、対照群4頭

表1. 高リグナン含有パウダー2g/2包中の原料配合比率

原料	比率(%)	配合量(g)
リグナンリッチ黒ごまマイクロパウダー	50	1
BiproGE <sup>®</sup> 乳酸菌粉末	10	0.2
シャンピニオンエキス末 BX100	4	0.08
メイオリゴP(粉末)	25	0.5
寒梅粉(もち米加熱済微粉末)、片栗粉	11	0.22
合計	100	2

- ・フラクトオリゴ糖、BiproGE<sup>®</sup> 乳酸菌、シャンピニオンエキスを配合したリグナンリッチ黒ごまマイクロパウダー(わだまんサイエンス機能性事業部、京都)(1g×2包/日)(表1)
- ・CIAO<sup>®</sup> ちゅ〜る(いなばペットフード)(1本/日)

### ●方法

#### リグナンリッチ黒ごまの試験群と対照群の選定

本調査前に嗜好試験として、13頭の猫に「リグナンリッチ黒ごまマイクロパウダー(高リグナン含有パウダー)」を与えた。嗜好試験の結果は13頭中、積極的に食した猫6頭、口に持っていったら食した猫2頭、全く興味を示さなかった猫5頭となり、嗜好性は61.5%(8/13)となった。なお、ちゅ〜るについては全頭、嗜好性に問題はなかった。そこで嗜好試験を実施した13頭中、摂取可能な8頭を本調査に用いた。高リグナン含有パウダーとちゅ〜るの嗜好性に課題のなかった猫4頭に高リグナン含有パウダーをちゅ〜るに混ぜたものを与え、試験群とした。また、ちゅ〜るだけをそのまま与えた猫4頭を対照群とした。

#### 電子顕微鏡による評価法

人でのSEMの画像による毛髪表面観察では、正常である未処理毛でキューティクルの層がほとんど等間隔で重なっているが、ブリーチ処理毛、UV処理毛では所々に亀裂が、熱処理毛ではキューティクルの数や幅に乱れが観察される<sup>4,5)</sup>。よって毛艶を評価するため、損傷毛髪の指標となる猫の被毛のキューティクルの露出数や露出幅の変化をSEM画像により評価した<sup>4,5)</sup>。測定機器は走査型電子顕微鏡JSM-6480LV(日本電子)を使用した。SEM画像による評価のタイミングは、被毛のターンオーバーには3週間以上かかるため<sup>1)</sup>、1カ月後を除き、高リグナン含有パウダー投与前、投与2カ月後、3カ月後にSEMで被毛を撮影した。被毛はそれぞれランダムで1頭につき5本ずつ選択し、横幅20μm×縦

125μm(面積2500μm<sup>2</sup>)の部分を1本の被毛につき2カ所撮影した。画像内の上記、面積に存在するキューティクルエッジで区切られる部分の数を測定し、キューティクル露出数とした。続いてJPGで画像化したものの毛軸と平行100μmを測定し、それを横切るキューティクルエッジ間の距離を被毛1本につきランダムに10カ所を測定し、キューティクル露出幅とした。

#### 被毛中ミネラルの測定

投与前、投与2カ月後に背側頸部の被毛0.1g以上をブラッシングで採取し、被毛中ミネラル受託検査(ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、リン、セレン、クロム、モリブデン、マンガン、鉄、銅、亜鉛)を実施している「ら・べるびい予防医学研究所」に依頼した。

#### 解析

キューティクルの露出数および露出幅について高リグナン含有パウダー投与前(0カ月)を基準に、投与2カ月後、投与3カ月後および各猫の中央値の各結果を、被毛中ミネラルは増減数を試験群と対照群の2群間でstudent-t検定を実施した。

## 結果

### ●SEMによる評価法

#### キューティクル露出数

SEMによるキューティクル露出数の1頭につき被毛5本×各2カ所、合計10カ所の中央値を表2に、高リグナン含有パウダー投与前、投与3カ月後のSEM画像を図1および図2に示す。0～3カ月にかけて試験群の方が、経時的に露出数は減っているが、有意差は得られなかった。

#### キューティクル露出幅

SEMによるキューティクル露出幅の1頭につき被毛5本×各2カ所、合計10カ所のキューティクル露出幅の中央値を表3に示す。その結果、0～3カ月にかけて経時的に露出幅は増え、試験群、対照群間で有意差も得られた( $p<0.01$ )。

### ●被毛中ミネラルの測定

高リグナン含有パウダー投与前後で有意な差は得られなかったが、亜鉛は対照群にくらべ試験群で大きく増大した(表4)。その他のミネラルに大きな変化および有意

表2. キューティクル露出数

1頭につき被毛5本×各2カ所、合計10カ所における測定結果の中央値を示した。

試験群	投与前	投与2カ月後	投与3カ月後
1	21	19	15
2	20	18	17
3	19	15	16
4	19	14	19
対照群	投与前	投与2カ月後	投与3カ月後
1	20	20	16
2	19	23	18
3	13	20	17
4	19	18	19

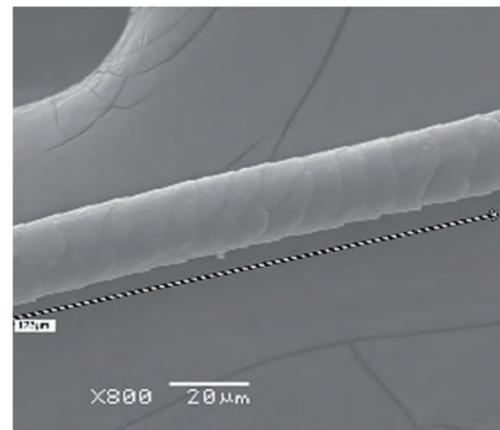


図1. 高リグナン含有パウダー投与前の被毛表面のSEM画像

な差は得られなかった。

## 考察

毛髪におけるキューティクルの間には cell membrane complex (CMC, 細胞膜複合体) が存在し、キューティクル同士をくっつける接着剤の役割と毛髪内部へ水分を浸透させる経路の役割をもつ。キューティクルの最表面には脂肪酸(主に分岐脂肪)が存在し、毛髪を保護している<sup>6</sup>。

毛髪のダメージは、毛髪の表面状態の変化や物性の変化である。毛髪のダメージは大きく物理的ダメージと化

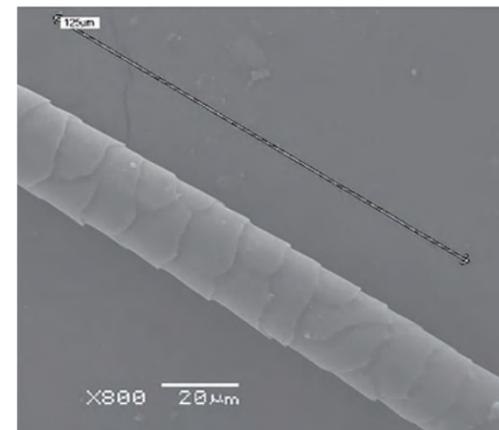


図2. 高リグナン含有パウダー投与3カ月後の被毛表面のSEM画像

学的ダメージに分類され、物理的ダメージには様々な物質との摩擦、太陽光からの紫外線、熱、湿度があり、化学的ダメージには化学薬品の曝露が挙げられる。太陽光から地表に届く紫外線(UV)は、その波長によりUVA( $\lambda=280\text{ nm}\sim 320\text{ nm}$ )とUVB( $\lambda=320\text{ nm}\sim 400\text{ nm}$ )に分けられる。皮膚と同様に毛髪への影響はUVAとUVBで異なり、主に毛髪表面へはUVBの影響が大きく、キューティクル表面やケラチン、キューティクル間の接合因子に作用する<sup>7</sup>。その接合因子にダメージを生じることにより、毛髪表面の脂肪酸と蛋白質が切断され、キューティクルのダメージ変化としてキューティクル露出数が増え、露出幅が狭くなる。本調査における被毛の電子顕微鏡検査では、キューティクル露出数は経時的に減少傾向であったが、有意差は得られなかった。また、キューティクル露出幅においては経時的に増加傾向で有意差も得られた( $p<0.01$ )。したがって、高リグナン含有パウダーにより被毛のダメージが改善した可能性がある。

毛艶にかかわるミネラルには、亜鉛と銅がある。亜鉛は抗脂漏、発毛作用がある。本調査においても、高リグナン含有パウダー投与前後で有意な差は得られなかったが、亜鉛は対照群にくらべ試験群で大幅に増加した。したがって亜鉛が増えているということは、試験群において被毛の成長促進作用があった可能性が考えられた。

また、野菜類や果物類に含まれるポリフェノールは抗酸化物質であるが、植物種の違いによりポリフェノールの割合が異なり、種皮色とポリフェノール含量の関連性においては、淡色の豆類は低い抗酸化活性、濃い色の豆類は高い抗酸化活性をもつことが示されている<sup>8</sup>。さらに、抗酸化活性はセサミンよりもセサモリンの方が

強いと、セサミンに対するセサモリンの比率が高い方がよい。実際に黒ゴマの方が白ゴマよりもセサモリンの比率が高く<sup>9</sup>、抗酸化活性が高いことが知られている。

したがって本調査では、高抗酸化活性のある黒ゴマから製造されたリグナンリッチ黒胡麻100%の凍結微粉末である高リグナン含有パウダーを経口投与した猫において、被毛の毛艶が改善する一定の効果がある可能性が示唆された。

## 謝辞

本調査は、株式会社CHIKENから材料などの支援を受けて実施した。なお、開示すべき利益相反関係はない。

## 参考文献

1. 百田豊. 痒いところに手が届く皮膚病の検査-被毛と毛周期に関する基礎知識. ペット栄養学会誌. 2012; 15(2): 104-110.
2. 秋元健吾, 新免芳史, 沖田定喜ら. 胡麻に含まれるセサミンの機能解明と健康食品の開発: 偶然の発見から生まれたセサミンの機能解明. 化学と生物. 2018; 56(9): 598-604.
3. 中村成夫. 活性酸素と抗酸化物質の化学. 日医大医会誌. 2013; 9(3): 164-169.
4. 涌井二男, 新條善太郎, 池内隆ら. 毛髪につやについての研究. J Soc Cosmet Chem Japan. 1987; 21(2): 156-161.
5. 若林萌. 走査型電子顕微鏡観察により明らかになった毛髪の損傷形態と栄養状態との関連. 金城学院大学大学院人間生活学研究科論集. 2014; 14: 13-20.
6. 原田佳南. e-ポリリジンの界面挙動. 千葉科学大学令和2年度修士論文. 2021.
7. Jeon SY, Pi LQ, Lee WS. Comparison of hair shaft damage after UVA and UVB irradiation. J Cosmet Sci. 2008; 59(2): 151-156.
8. 慈照紅, 豊碩, 呉珊ら. 30種の種子に含まれるポリフェノール含量, 機能性と種皮色について. 帯広畜産大学学術研究報告. 2013; 34: 10-16.
9. 福田靖子, 大澤俊彦, 川岸舜朗ら. 国産ゴマ品種間のセサモリンおよびリグナン抗酸化物質の比較. 日本食品工業学会誌. 1988; 35(7): 483-486.

表3. キューティクル露出幅

1頭につき被毛5本×各2カ所、合計10カ所における測定結果の中央値( $\mu\text{m}$ )を示した。

試験群	投与前	投与2カ月後	投与3カ月後
1	20.52	21.89	18.09
2	15.89	20.54	24.99
3	16.07	22.29	25.43
4	14.9	25.62	23.3
対照群	投与前	投与2カ月後	投与3カ月後
1	19.87	17.28	21.5
2	18.92	19.46	15.4
3	24.38	13.92	17.85
4	16.85	19.25	19.13

表4. 被毛中亚鉛の測定結果

単位: ppb

試験群	投与	投与2カ月後	増減
1	143,581	150,955	7,374
2	147,875	146,512	-1,363
3	137,023	153,109	16,086
4	152,844	142,224	-10,620
合計			11,477
対照群	投与前	投与2カ月後	増減
1	147,397	144,292	-3,105
2	159,597	153,322	-6,275
3	148,247	145,814	-2,433
4	140,919	144,455	3,536
合計			-8,277