

資料

Research
Data

ラマ属家畜被毛の形態について

祐森誠司*・桑山岳人*・池田周平**・吉田 豊*・佐藤光夫*・半澤 恵*
門司恭典*・渡邊忠男*・近江弘明*・栗原良雄*・百目鬼郁男*
渡邊誠喜*・Luis MAEZONO***・Enrique FLORES***・伊藤澄磨*

(平成 13 年 8 月 3 日受付 / 平成 14 年 1 月 24 日受理)

要約：本研究は、日本国内におけるラマ属の被毛生産の可能性を検討するうえで基礎的な知見と考えられるラマ属家畜の被毛形態について検討した。ラマの被毛は、日本とペルー国で飼育される動物から採取した。アルパカの被毛は日本で飼育される動物から採取した。グアナコとビクーナの被毛はラ・モリナ農業大学の共同研究者から提供されたものを用いた。メンヨウ（サフォーク種）の被毛は、我々の研究室で飼育されている個体から採取した。伸張率、クリンプ数、太さ、キューティクルの面積と形について肉眼あるいは電子顕微鏡による観察を通じて測定された。ラマ属の被毛の伸張率（1.3-2.1）はメンヨウのもの（3.2）よりも低い値を示したが、逆にラマ属の被毛のクリンプ数（5.4-8.9）はメンヨウのそれ（2.4）よりも多かった。このことは、ラマ属の被毛の柔軟性がメンヨウよりも劣っていることを示唆している。太さに関する結果は、ラマの粗毛が他の動物の普通の毛の2~3倍太いことを示した。また、ビクーナの被毛の太さは他の動物の普通の毛の1/2倍であった。電子顕微鏡での観察結果から、キューティクルの形は2種類に分類され、1つはラマ、アルパカ、グアナコ、メンヨウのように幅の広いタイプであり、もう1つはビクーナのような長さの長いタイプであった。ビクーナの被毛はキューティクルの面積（47.4-70.0 μm^2 ）が最も小さく、他の日本国内飼育動物のそれはそれぞれ近似した値を示した。

キーワード：ラマ属、被毛、物理的性状

緒 言

著者らの研究グループは中南米諸国で重要な毛用家畜に位置づけられているラマ属家畜の日本国内での生産の可能性を検討している³⁾。本研究ではラマ属家畜の主要生産物である被毛の形態を比較検討し基礎的な知見を得ることを目的として、国内ならびにペルー国で飼育されるラマ、アルパカおよびグアナコ、ビクーナの被毛について比較検討した。なお、今回供試したいずれの種についてもせん毛あるいは換毛からの時間的経過が明らかでないので各家畜被毛のクリンプ数、伸長率、太さ、キューティクルの大きさについて測定・比較した。

材料および方法

材料：国内で飼育されるラマ属家畜の被毛は長崎バイオパークの協力の下、12月（冬季であり、当月の平均気温は9.9℃）に同施設で飼育するラマ11頭から採取した。ペルー国で飼育されるラマ属家畜の被毛はペルー国立ラ・モリナ大学の協力の下、12月（夏季であり、当月の平均気温は20.1℃）に同大学で飼育するラマ5頭およびアルパカ5頭から採取した。なお、グアナコとビクーナの被毛は同大

学から提供されたものを用いたが、この採取時期については明らかではなかった。被毛は胸部の皮膚面上の5mm部で鉋を用いて切り取った。比較対照サンプルとして、本学で飼育されるサフォーク種メンヨウ1頭の被毛を12月に採取して用いた。

方法：被毛の形態を明らかにするために、被毛のクリンプ数、伸長率、太さ、キューティクルの大きさを測定した。クリンプ数ならびに伸張率は肉眼的に、各個体から100本の被毛を無作為に採取し、測定した。なお、肉眼で綿毛、粗毛の区別ができたラマはそれぞれの被毛を100本ずつ測定した。また、走査型電子顕微鏡を用いて毛の先端部、中部、毛根付近の写真撮影を行い、その写真から被毛の太さならびにキューティクルの大きさを換算した。電子顕微鏡観測に際して、各被毛を70%エタノールに浸漬して超音波洗浄した後、イオンスパッターでコーティングした。

被毛採取対象とした動物は試験目的に基づいた飼育管理下にはなく、それぞれが通常飼育管理下にあったので個体年齢、せん毛時期、給与飼料量ならびに組成が不明であったことから統計的な数値処理は測定値の平均値±標準誤差を求めるとどめた。

* 東京農業大学農学部畜産学科

** 東京農業大学短期大学部生物生産技術学科

*** ペルー国立ラ・モリナ農業大学

結 果

1. 各被毛のクリンプ数ならびに伸長率

肉眼的観察で得られた各被毛のクリンプ数ならびに伸長率を表1に示した。ラマは明らかに綿毛と粗毛の2種類の被毛を有しており、粗毛は直毛で、クリンプは一切観られなかった。また、その他のラマ属およびビクーナでは明解な被毛の識別・区分はできなかった。メンヨウの被毛には綿毛にわずかに粗綿毛が混在していた。アルパカ被毛のクリンプ数は約9で最も大であったが、これに反してその伸

張率は他の被毛との間に差が無く、メンヨウのそれ(3.2)に比べて約1/2であった。

2. 各被毛の太さならびにキューティクルの大きさ

電子顕微鏡写真(図1-2)より求めた各被毛の毛根付近、中部、毛先部の太さを表2に示した。ラマの粗毛の太さは綿毛の2~3倍太いことが明らかとなった。また、国内で飼育されているラマの綿毛(32~40 μ m)は、ペルー国飼育のラマの綿毛(24~30 μ m)より太く、観察・測定した動物被毛のなかでも最も大であった。これに反し、国内で飼育さ

表1 ラマ属家畜被毛の肉眼的観察結果(伸張率・クリンプ数)

| 動物名 | 項目 | 反復数 (n) | 伸長率 | クリンプ数 |
|--------|---------|------------|----------------|---------------|
| ラマ(綿毛) | 国内飼育個体 | 11 | 1.5 \pm 0.2 | 5.4 \pm 0.7 |
| | ペルー飼育個体 | 5 | 2.1 \pm 0.2 | 7.6 \pm 1.1 |
| ラマ(粗毛) | 国内飼育個体 | 11 | - | 0 |
| | ペルー飼育個体 | 5 | - | 0 |
| アルパカ | | 5 | 1.6 \pm 0.2 | 8.9 \pm 1.6 |
| グアナコ | | 1 | 1.3 \pm 0.05 | 7 |
| ビクーナ | | 1 | 1.7 \pm 0.1 | 7 |
| メンヨウ | | 1 | 3.2 \pm 0.4 | 2.4 \pm 0.4 |

平均値 \pm 標準誤差：平均値は各動物供試個体から100本ずつ測定し、個体の平均値から再平均として算出した。

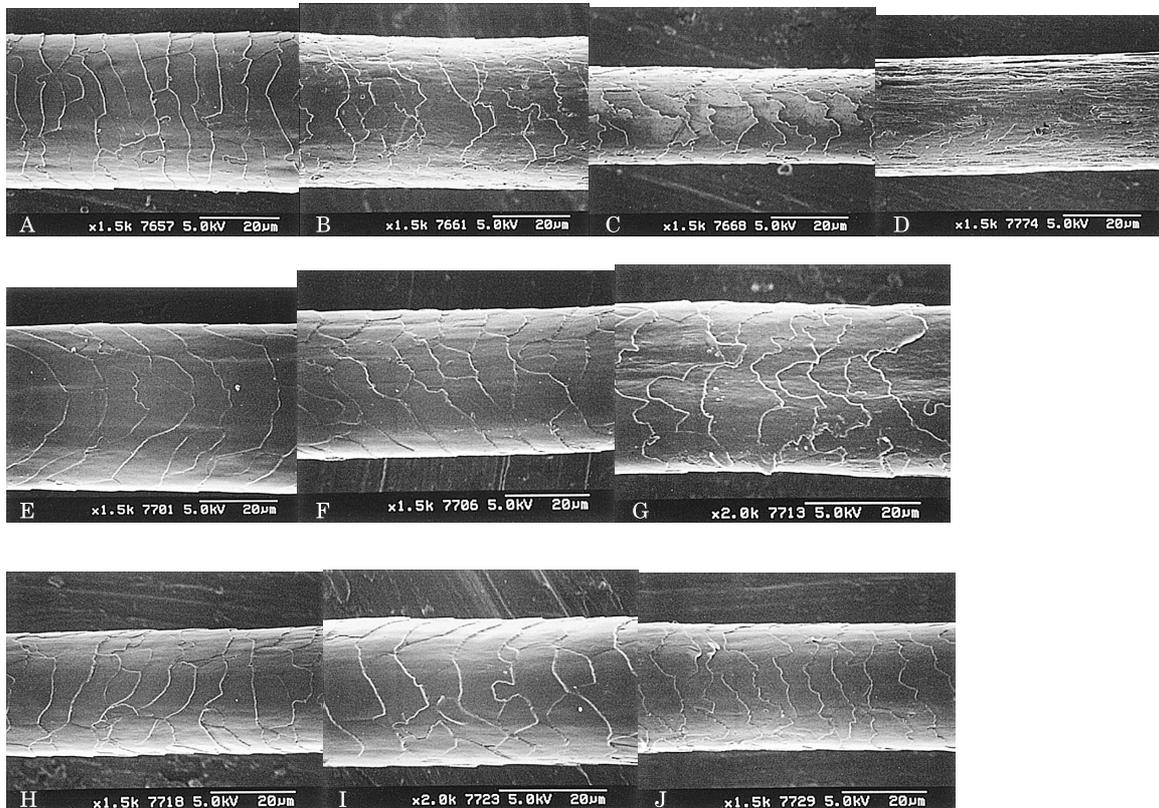


図1 ラマ属家畜被毛の電子顕微鏡映像

A: ラマ綿毛毛根付近, B: ラマ綿毛中間部, C: ラマ綿毛毛先部, D: ラマ粗毛中間部 E: アルパカ毛根付近, F: アルパカ中間部, G: アルパカ毛先部, H: グアナコ毛根付近, I: グアナコ中間部, J: グアナコ毛先部 (A-F, H, J: \times 1,500, G, I: \times 2,000)

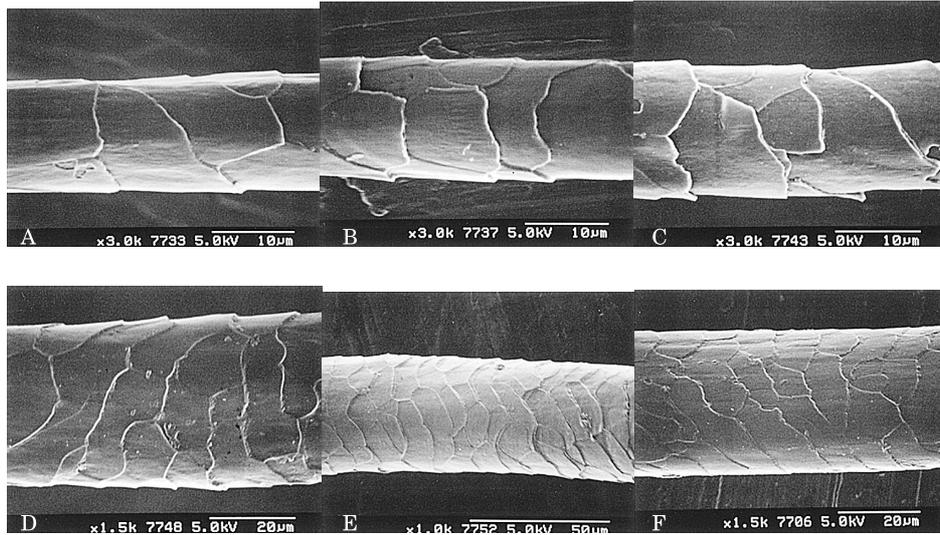


図 2 ビクーナ、メンヨウ被毛の電子顕微鏡映像

A: ビクーナ毛根付近, B: ビクーナ中間部, C: ビクーナ毛先端, D: メンヨウ毛根付近, E: メンヨウ中間部, F: メンヨウ毛先端 (A-C: ×3,000, D, F: ×1,500, E: ×1,000)

表 2 ラマ属家畜被毛の電子顕微鏡的観察結果 (各種被毛の部位別太さ)

| 動物名 | 部位 | 反復数 (n) | 毛根部 µm | 中部 µm | 毛先端 µm |
|---------|---------|------------|-----------|------------|-----------|
| ラマ (綿毛) | 国内飼育個体 | 11 | 40.5±1.5 | 35.5±4.7 | 32.3±2.9 |
| | ペルー飼育個体 | 5 | 24.6±2.0 | 30.2±2.3 | 24.2±2.2 |
| ラマ (粗毛) | 国内飼育個体 | 11 | 71.8±7.4 | 87.1±13.9 | 77.7±13.2 |
| | ペルー飼育個体 | 5 | 95.2±7.4 | 108.6±11.2 | 63.6±11.7 |
| アルパカ | | 5 | 32.1±3.0 | 30.0±1.5 | 31.1±3.8 |
| グアナコ | | 1 | 35.3±1.6 | 33.6±2.2 | 31.1±0.8 |
| ビクーナ | | 1 | 15.3±1.1 | 13.1±0.7 | 14.3±0.9 |
| メンヨウ | | 1 | 33.9±1.8 | 24.9±3.7 | 34.3±2.0 |

表 3 ラマ属家畜被毛の電子顕微鏡的観察結果 (キューティクルの大きさ)

| 動物名 | 部位 | 反復数 (n) | 毛根部 µm ² | 中部 µm ² | 毛先端 µm ² |
|---------|---------|------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| ラマ (綿毛) | 国内飼育個体 | 11 | 92.0±6.4 | 96.0±14.5 | 182.2±24.4 |
| | ペルー飼育個体 | 5 | 185.2±40.3 | 208.0±20.1 | 150.9±5.5 |
| ラマ (粗毛) | 国内飼育個体 | 11 | | 測定不能 | |
| | ペルー飼育個体 | 5 | | 測定不能 | |
| アルパカ | | 5 | 99.4±10.4 | 87.0±4.3 | 75.4±11.6 |
| グアナコ | | 1 | 87.5±6.6 | 103.2±17.6 | 111.8±10.1 |
| ビクーナ | | 1 | 67.2±5.0 | 47.4±5.3 | 70.0±5.7 |
| メンヨウ | | 1 | 167.0±15.2 | 121.2±46.7 | 182.9±16.0 |

ラマの粗毛はキューティクルの確認ができない状態に痛んでいたため測定できなかった。

れているラムの粗毛の太さはペルー国飼育のそれ (63~108 μm) より細く, 72~87 μm 程度であった。すなわち, 国内飼育ラムとペルー国飼育ラムとを比較すると国内飼育ラムの綿毛は比較的太く, その粗毛は比較的細いことが明らかにされた。アルパカとグアナコ被毛の太さは30~35 μm 程度で両者間にほとんど差がなく, これらはメンヨウに比べ, 若干細い程度であった。ビクーナの被毛は13~15 μm であり, 他の被毛の太さの1/2~1/3の太さで, 最も細かった。

各被毛のキューティクルの形状において, ラム (図1.A-C), アルパカ (図1.E-G), グアナコ (図1.H-J), メンヨウ (図2.D-F) 被毛のキューティクルは1鱗の長さがその幅に比べ大きい, ビクーナ (図2.A-C) は1鱗の長さと同幅はほぼ等しかった。各被毛に共通してキューティクルの辺縁は毛先では凹凸が比較的強いが, 毛根部分では滑らかであることが認められた。

各被毛のキューティクルの大きさを表3に示した。ペルー国飼育ラムの綿毛のキューティクルは最も大きく, 次いでメンヨウのそれが大であった。なお, ラムの粗毛ではキューティクルのいたみが激しく, その大きさは測定できなかった (図1.D)。ビクーナのキューティクルの大きさは最も小さかった。ビクーナのキューティクルは1片が長いので被毛の長さに対して粗放な配列であることが認められた。

考 察

季節的な寒暖の差がある地域に生活する動物の体表面を覆う被毛は, メンヨウのように改良のすすんだ毛用家畜以外には一般に夏毛と冬毛がある。この2種の被毛の性状の差は体温調節に関係し, 夏毛は体からの熱の放散に役立つ性質を備え, 冬毛は逆に体温の放散を阻止することが知られている²⁾。この換毛には光周期, 気温変化, 栄養状態が関係する。本研究では, 今後国内でのラム属家畜被毛の生産を検討する上で基礎的な知見と考えられる飼育環境の違いによる影響を受けているであろうと推測される国内とペルー国におけるラム属家畜被毛の形態を比較検討した。

本研究結果において, 国内で飼育するラム被毛とペルー国で飼育するラム被毛では太さはペルー国飼育ラムが細く, キューティクル1鱗の大きさはペルー国飼育ラムが大きかった。今回, 統計処理に基づく有意差判定は行っていないが被毛の太さは各動物において測定部位間に若干の差が見られ, 被毛を形成する際の摂取栄養量の差や飼育条件の違い, およびその時期の体調等が影響しているものと推察された。キューティクルの存在は毛表面の毛根方向への摩擦抵抗を大きくし, フェルト加工に影響することが知られている¹⁾が, 日本国飼育ラムは表面積の大きいところに小さなキューティクルが密に配列する状態であり, 隣接する被毛との間で抵抗が大きくなり, 絡みやすく, 被毛内に空気層を形成しやすくなっていると考えられる。したがって, これらの被毛の採取時期 (12月), 日本は冬季であり平均気温が9.9 $^{\circ}\text{C}$ と低いのに対し, ペルー国は標高2,500m以上ではあるが夏季であったために平均気温が20.1 $^{\circ}\text{C}$ と

高いことから, 日本国飼育ラムは冬毛, ペルー国飼育ラムは夏毛であったと考えられる。また, 過去の調査³⁾において, ペルー国では半放牧状態にあり, 給与される飼料の栄養価も国内で給与される飼料に比べ, 単位g当たりが低いことは明らかとなっている。このような給与栄養の質的な影響が毛質に影響していると考えられるが, ペルー国では粗放飼育管理のため, 給与飼料量が明らかではないので, 給与栄養量からの検討はできなかった。今後, これら条件の整えられる試験環境を構築し, 追加確認を行うことが今後の課題である。

本研究結果において被毛のクリンプ数はアルパカが最も多く, 次いでペルー国飼育ラム, 国内飼育ラムの順であったが, その伸長率はメンヨウが最も大きく, アルパカ被毛のそれはペルー国飼育ラム, ビクーナに次ぐ値であった。ラムの粗毛にはクリンプが認められず, このことは山崎の報告¹⁾と同様であった。産毛密度は明らかでないが, 被毛全重量における綿毛と粗毛の割合を重量測定精度が保てる本数 (1,000本単位) で求めたところ, 国内飼育のラムは粗毛:綿毛=3.3:1, ペルー国飼育のラムは8.3:1であり, 被毛全重量における粗毛の割合が, 特にペルー国飼育ラムで大きいことが明らかにされた。このことは供試した被毛に冬毛と夏毛の違いがあることと関係すると思われると共に, 一般的に粗毛の割合が大きいのでラム被毛の「肌さわりの」劣性に影響すると推察された。また, 毛の太さおよびキューティクルの大きさから推定されるアルパカ被毛のキューティクルの密度はメンヨウ被毛に比べ若干劣るが, その被毛のクリンプ, すなわち, ちぢれが大きく, 保温性, 肌触り, 弾力性 (充縮) に富み, 被服用繊維として, 高い評価が得られるものと考えられる。

ビクーナの被毛は「肌さわりの」が良く, さらに軽いために珍重され, 被毛需要の高揚に応じてビクーナが捕獲され, 絶滅の危機に瀕した⁴⁾。この被毛はキューティクルがラム, アルパカ, グアナコ, メンヨウ被毛のように緻密に並ぶものに比べ粗雑であるために, 毛先から毛根方向への手触りに対する抵抗が少なく, 毛根方向から毛先に対する抵抗感のないなめらかさを感じられ, 被毛全体の評価が高いものと思われる。

謝辞: 本研究を行うに当たり, 協力戴いた家畜飼養学研究室の黒澤利江氏, 黒澤亮氏, 上江洲愛夜氏ならびに電子顕微鏡写真撮影のご指導を賜った電子顕微鏡室の斉藤紀子氏に謝意を表します。なお, 本調査は東京農業大学農学部農学研究所一般プロジェクト研究助成 (採択番4) を受けて行った。

参考文献

- 1) 伊藤澄彦・渡邊誠喜編集, 2000. 人と動物のパートナーシップ, 東京農業大学カレッジ講座テキスト, 神奈川, 84-98.
- 2) 岡本正幹, 1971. 家畜・家禽の環境と生理, 養賢堂, 東京, 214-221.
- 3) 祐森誠司・桑山岳人・池田周平・吉田 豊・佐藤光夫・半澤 恵・門司恭典・渡邊忠男・近江弘明・栗原良雄・百目

鬼郁男・渡邊誠喜・MAEZONO, L.・FLORES, E.・伊藤澄彦,
2000, 我が国における有用動物資源としてのラマ属家畜に
ついて, 東農大農学集報, 45, 179-187.

4) 山崎大輔, 1993, リャマ, アルパカ—南米ラクダ類の歴史と
現況, 畜産の研究, 47, 102-108.

Shape of Hair from *Genus Llama*

By

Seizi SUKEMORI*, Takehito KUWAYAMA*, Shuhei IKEDA**, Yutaka YOSHIDA*,
Mitsuo SATO*, Kei HANZAWA*, Yasunori MONJI*, Tadao WATANABE*,
Hiroaki OHMI*, Yoshio KURIHARA*, Ikuo DOMEKI*, Seiki WATANABE*,
Luis MAEZONO***, Enrique FLORES*** and Sumimaro ITO*

(Received August 3, 2001/Accepted January 24, 2002)

Summary : The present study was conducted to study the shape of hair from *genus Llama*. The hair of llama was collected from animals fed in Japan and Peru. The hair of alpaca was collected from animals fed in Japan. The hair of guanaco and vicuna were supplied from the co-research member in University of National Agriculture La Molina. The hair of sheep (suffork) was collected from animals fed in our laboratory. Expansibility, number of crimps, thickness, and dimensions and form of cuticle were determined by optical and electron microscopic observation. The expansibility of hair from *genus Llama* was lower than that from sheep, conversely, the number of crimps in hair from *genus Llama* was higher than that from sheep. This suggested that the flexibility of hair from *genus Llama* is lower than that from sheep. The results of thickness showed that the crude hair from llama was 2-3 times higher than the other animals' usual hair. And the thickness of hair from vicuna was half the size of the other animals' usual hair. In the results of electron microscopic observation, the form of cuticle was classified into two groups, one of which showed the wide width type (llama, alpaca, guanaco and sheep) and vicuna showed the long length type. The hair of vicuna showed the lowest value of cuticle dimensions and the other animals' hair showed the nearly the same values without it being fed in Peru.

Key Words : hair, *genus Lama*, physical character

* Department of Zootechnical Science, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Department of Bioproduction Technology, Junior College of Tokyo University of Agriculture

*** Facultad de Zootechnica, Universidad Nacional Agraria La Molina, Peru