HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	動物毛の形態観察
Author(s)	野村, 祐子
Citation	北海道大学農学部技術部研究・技術報告, 2, 3-11
Issue Date	1995-03
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/35286
Type	bulletin (article)
Note	技術部職員研修の研究・技術発表
File Information	2_p3-11.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

動物毛の形態観察

畜産科学科　副生物利用学講座　野村　祐子（作物・分析系）

Ⅰ緒言

哺乳類の特徴の一つはその体表を毛で被われていることにあります。大部分の哺乳類は長く厚い保護毛と短く柔らかい下毛（綿毛）からなります。保護毛は表面にみられる長く太い毛で、強く、弾力性に富み体を保護しています。保護毛は艶があり色彩も美しくその動物の種族の特徴を表しています。下毛は保護毛の下方にかくれ短く細く柔らかい毛です。下毛を有しないものや、中間的毛を有するものもある。また、太く特殊化した剛毛（例：豚）や棘（例：針ネズミ、ヤマアラシ）もある。

形態学的に毛は毛小皮(cuticle)、毛皮質(cortex)、毛髄質(medulla)から成る。また毛髄質には気室(air space)がある。これは角質化の際に細胞間の隙間を残したまま空胞化したもので、隔壁(wall)で仕切られている（図１）。

一般に毛の長さは冬毛が夏毛よりも長く、毛髄質が発達していて寒気に適応している。これは毛髄質の中に空気を多く取り込むことにより、断熱剤の役割を果たしているのです。

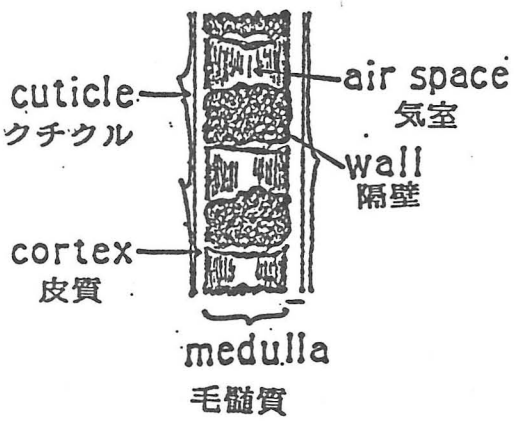


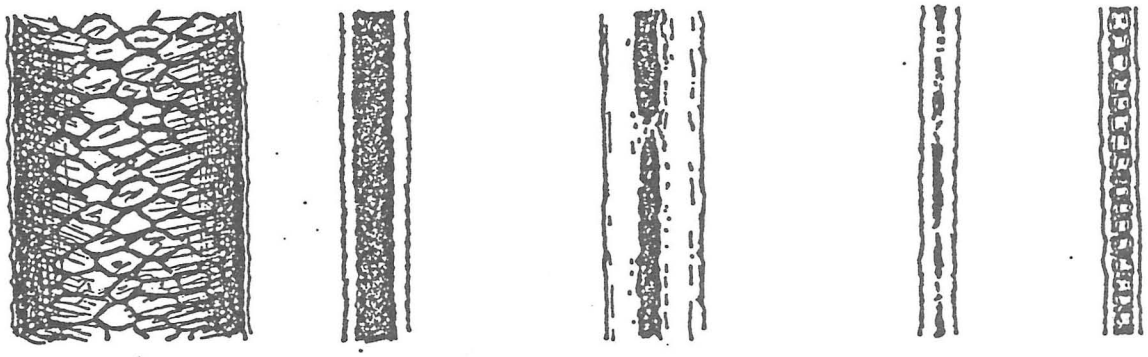
図１　動物毛の構造図

毛小皮は鱗状を呈し、鱗片(scale)を形成し、動物の種類や毛の部位によってその配列形態が異なっている（図２）。

（a）アカネズミ 保護毛　（b）チンチラ 保護毛　（c）ナキウサギ 下毛　（d）ウサギ 下毛

図２　動物毛クチクルのスケールパターン

Wildman[1]　Appleyard[2]，はスケールパターンを分類し、それによる動物毛の同定の有効性を唱えている。



（a）シカ 保護毛　（b）オオカミ 保護毛　（c）ニホンカモシカ 下毛　（d）シカ 下毛　（e）アカネズミ 下毛

図３　毛髄質の光学顕微鏡による観察

図３は各種動物毛の毛髄の光学顕微鏡図であるが、毛髄質にも様々な形態があることがわかる。Wildman[1] らは光学顕微鏡下の観察によって毛髄質のタイプを分類している。まず大まかに、線維軸に沿って毛髄質が連続した(Unbroken)タイプと不連続な(Broken)タイプの２つに分け、さらに連続したタイプを格子状(Lattice)（図３(a)）とシンプルタイプ（図３(b)） に、不連続なタイプを中断状(Interrupted)（図３(c)）と断片状(Fragmental)（図３(d)）と梯子状(Ladder)（図３(e)）とに分類している。

毛に関する研究の多くは、毛髄質の存在しない羊毛や毛髄質の発達が悪いヒト頭髪を中心として行われてきたので、毛の構成成分のうち毛髄質の研究が最もおくれている。

本研究文では、走査電子顕微鏡を活用して、各種動物毛の毛髄質の形態を観察し、それによる動物の種の分類、同定の有効性を検討した。

Ⅱ実験方法

毛髄質の形態学的観察

（１）実験材料

げっ歯目	Rodentia
リス科	Sciuridae
エゾリス	Sciuru orientis
ロシヤリス	Sciurus vulgaris
ムササビ	Petairosta leucogenys
モモンガー	Pteromys momonga
キヌゲネズミ科	Cricetidae
ヤチネズミ	Clethrionomys andersoni
ハタネズミ	Microtus montebelli

ミカドネズミ	Clethrionomys rutilus mikado
マスクラット	Ondatra zibethica
ネズミ科	Muridae
アカネズミ	Apodemus speciosus
ヒメネズミ	Apodemus argenteus
ドブネズミ	Rattus norvegicus
オニネズミ	Badicota indica
クマネズミ	Rattus rattus tanezumi
チンチラ科	Chinchillidae
チンチラ	Chinchilla Lanigera
カプロミス科	Capromyidae
ヌートリア	Myocastor coypus
ウサギ目	Lagomorpha
ウサギ科	Leporidae
シロウサギ	Oryctolagus cuniculatus
カイウサギ	Oryctolagus cuniculatus domesticus
ノウサギ	Lepus timidus
ナキウサギ科	Ochotonidae
ナキウサギ	Ochotona hyperborea
食肉目	Carnivora
イヌ科	Canidae
イヌ	Canis familiaris
キツネ	Vulpes vulpes
キタキツネ	Vulpes vulpes shrencki
タヌキ	Nyctereutes procyonoides
オオカミ	Canis Lupus
イタチ科	Mustelidae
コエゾイタチ	Mustela nivalis
ニホンイタチ	Mustela itatsi
ミンク	Mustela vison
テン	Martes martes
スカンク	Mephitis mephitis
偶蹄目	Artiodactyla
シカ科	Cervidae
ニホンジカ	Cervus nippon
エゾシカ	Cervus nippon yakushimae
ジャコウシカ	Moshus moschiferus
トナカイ	Rangifer tarandus
ウシ科	Bovidae
ニホンカモシカ	Capricornis crispus
アメリカヤギュウ	Bison bison bison
トカラヤギ(ﾔｷﾞ)	Capra hircus domesticus
ベビーラム(ﾋﾂｼﾞ)	Ovis aries

奇蹄目　　Perissodactyla
　ウマ科　　Equidae
　　グランドシマウマ　Equus zebra
　　ロバ　　Equus asinus
　バク科　　Tapiridae
　　マレーバク　　Tapirus indicus

（２）光学顕微鏡による観察
　プレパラートに、各動物の上毛と下毛を載せ、
封入剤（Entellan New）を数滴落とし、カバーグラスをかぶせ封入した（図４）。

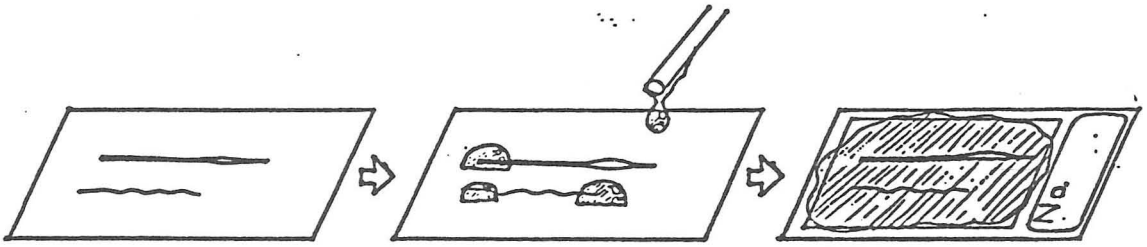


図４　顕微鏡観察のための動物毛の処理方法

（３）走査電子顕微鏡による観察
　試料台に両面テープを貼り、その上にサンプルの毛を切り、数本載せ、双眼実体顕微鏡下で剃刀を使い、できるだけ線維軸に添うようにして切った（図５）。

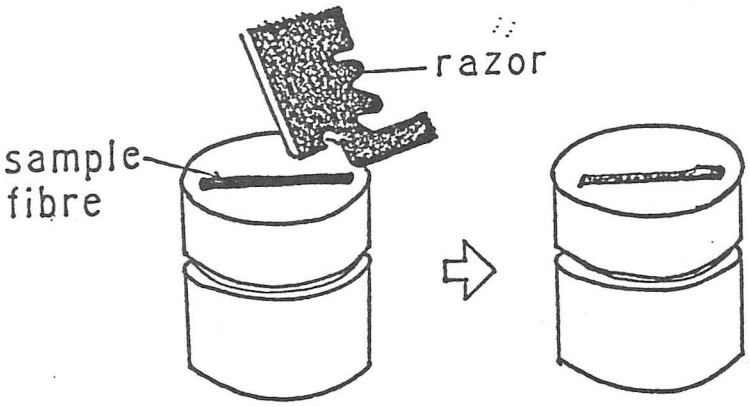


図５　走査型電子顕微鏡のための動物毛の処理方法

これをイオンスッパッタリング(ionspattering) 装置を用いて金で蒸着した。
各標本を走査電子顕微鏡（JSM-T20）を用いて観察し、写真撮影した。

Ⅲ結果および考察

毛髄のタイプの分類

光学顕微鏡下での観察では毛髄質の有無をしらべただけで、毛髄質のタイプ分けは走査電子顕微鏡の観察に基ずいて行った。以下、毛髄質の形態について述べていく。

動物毛には種によって毛髄質を全く欠いているもの、毛髄質が細く不定期に断片的に存在するもの（例：シカ下毛）もあるが、ここでは、毛髄質が比較的太く、根元付近から先端付近まで毛全体を貫いているものについてそのタイプを分類し、分類は毛髄質の隔壁の配列様式に基ずいて行った。

まず大きく次の４タイプに分けられた。

（１）梯子型(Ladder type)

隔壁が繊維軸に対してほぼ垂直に一定間隔で配列し、梯子状になっていて、気質縦断面は長方形に近い形をしているもの。

（２）格子型(Lattice tipe)

隔壁が格子状に配列し、気室縦断面は菱型から多角形さらに楕円形に近い形を示しているもの。

（３）網目型(Network type)

隔壁が復雑に入り組んで気質を細分している形のもの。

（４）逆格子型(Reverse lattice type)

(2)の格子型とは隔壁、気室のパターンが逆になっていて、隔壁が多角形、気室が格子状にみえる。このタイプは毛皮動物であるチンチラやヌートリアの毛髄質を観察した結果、新しいタイプとして今回見い出したものです。

さらに(1)(2)(3)各タイプを細かく下記のように分類した。

（１）梯子型(Ladder type)

①梯子 A 型(Ladder A type)

隔壁が梯子状に一列に配列している。ほとんどの動物の下毛がこのタイプである。保護毛のうちでも根元のほうが細い、いわゆる中間毛と呼ばれているものでは、その細い部分がこのタイプになっている

②梯子 B 型(Ladder B tipe)

A tipe が複数の列をなすもの。ウサギ科の保護毛に特徴的なパターンである。

③梯子 C 型(Ladder C tipe)

繊維軸にほぼ垂直な隔壁が数列ある。ただし B tipeのように縦（繊維軸に平行）の隔壁はほとんど見られない。ネズミ類の保護毛がこのタイプである。

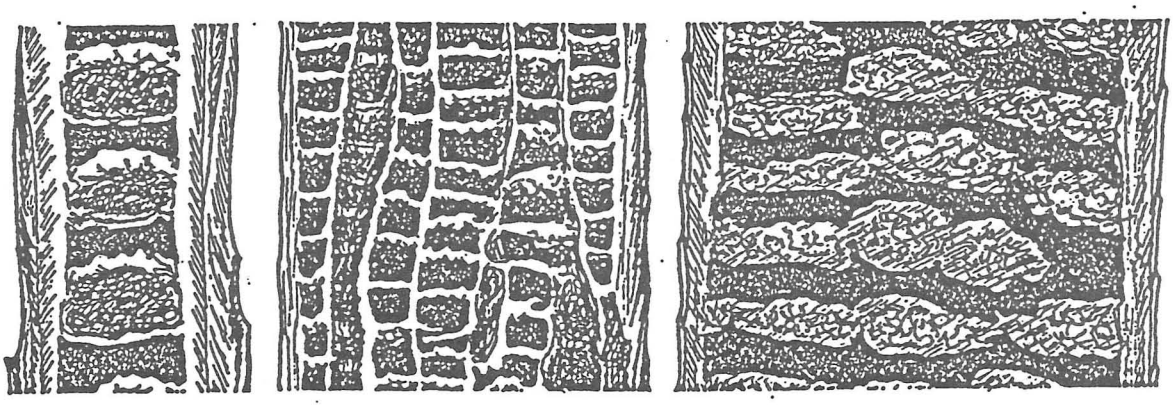
（２）格子型(Lattice type)

①格子 A 型(Lattice Type)

光学顕微鏡でもはっきり格子型が見える。縦断図では気室の形はひし型～多角形。特に表面に近い部分を切ったところではきれいに格子型が見える。シカ類に特徴的なパターンである。

②格子 B 型(Lattice B tipe)

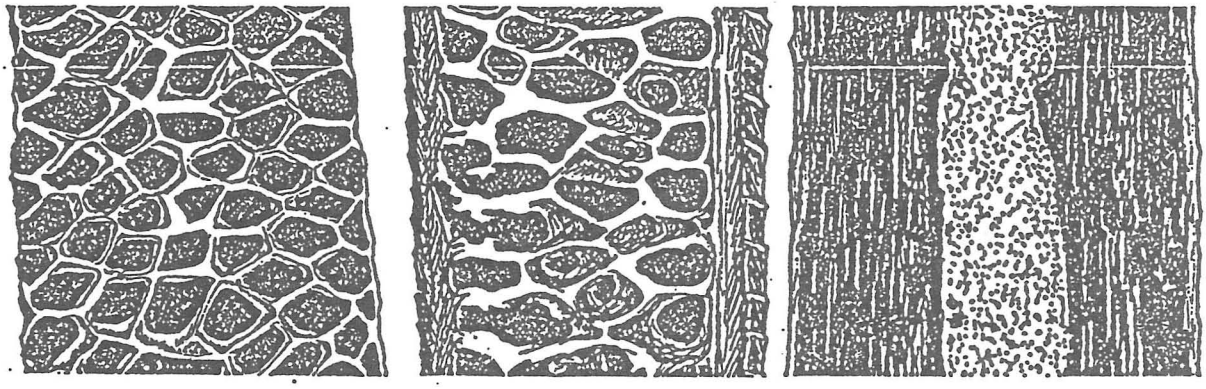
気室縦断面は多角形～楕円形に近い形で、リスやイタチ類にみられる。種によって梯子C型(Ladder C tipe)と区別のつきにくいものもある。（例：モモンガー）



(a)Ladder A
梯子　A型

(b)Ladder B
梯子　B型

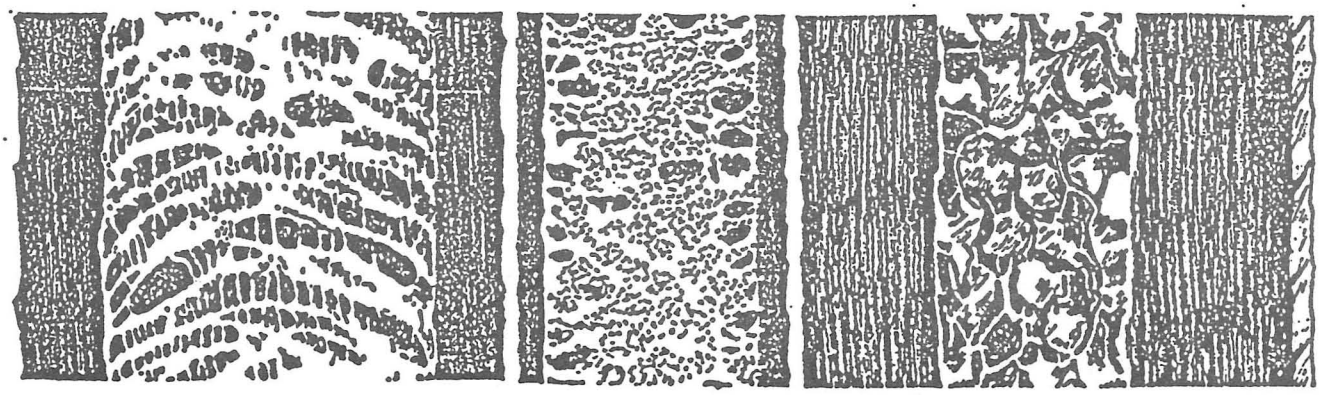
(c)Ladder C
梯子　C型



(d)Lattice A
格子　A型

(e)Lattice B
格子　B型

(f)Network A
網目　A型



(g)Network B
網目　B型

(h)Network C
網目　C型

(i)Reverse Lattice
逆格子型

（図６）捜査電子顕微鏡による毛髄質の分類

（３）網目型(Network type)

①網目 A 型(Network A type)

細かい網目構造をもつ

②網目 B 型(Network B type)

格子状ー偏平状に大きく分割された気室に、さらに縦に筋状の皮質様物質が入り組んで独特の模様をなしている。ヤギなどに見られる。ロバでは、気室部分の少ない特異な模様になっている。

③網目 C 型（Network C typu）

網目状に細かく分割された気室と、大きな気室とを持つ。大気室の数が少なく網目A型(Network A tipe）に近いものと、大気室の間にところどころ網目状構造を持つ格子B型(Lattice B type)に近いものとがある。

観察の結果、下毛の毛髄質はほとんど同じタイプ、梯子A型(Ladder A type)でありこれを用いて毛髄質のタイプを分類することはできなかった。そのため、梯子 B 型(Ladder B type）から逆格子型までは保護毛を用いて分類した。

この分類に従って、各種動物の保護毛の毛髄質のタイプをまとめたものが表１である。光学顕微鏡レベルでの分類との違いを見るために、Appleyardによる毛髄質の分類を書き加えた。ここで梯子 A 型(Ladder A type),梯子 B 型(Ladder B type)については、単列、多列(uniserial.multiserial)とされていたものである。

まず，げっ歯類ではリス科の動物はモモンガーを除いていずれも格子B型(Lattice B type)を示した。キヌゲネズミ科とネズミ科ではマスクラットを除いて梯子C型(Ladder C type)を示していた。梯子C型(Ladder C type)は、光顕レベルではリスなどと同様に 格子型(Lattice type)とされていたものであるが、格子型(Lattice type)とは形態が異なっていることがこの実験観察から確認されたので、ネズミなどに見られるこのタイプを 梯子型(Ladder type)のグループと考え新たなタイプすなわち梯子 C 型（Ladder C type）として分類した。毛皮動物であるチンチラとヌートリアは逆格子型（Revers Lattice type）を示した。この型も今回の実験観察で初めて見いだしたものです。

ウサギ科は梯子B型（Ladder B type）で、ナキウサギ科では梯子C型（Ladder C type）を示した。

食肉類のイヌ科の動物は全て網目C型（Network C type）を示した。この網目タイプも今回新しく加えたものです。次にイタチ科では全て格子B型（Lattice B type）を示した。

偶蹄類のシカ科では全て格子A型（Lattice A type）を示した。ウシ科では格子A型から網目 B型までのいくつかの型が見られたが、ヤギとヒツジは同じ型、網目B型（Network B type）をしめした。

奇蹄目のウマ科のシマウマ、ロバは網目B型（network B type）で、バク科の網目A型（Network A type）とは異なっていた。

今回新しく加えたものに 網目型（Network type） があるが、 網目A.B タイプは隔壁が複雑に入り組んで気室を細分しているので、光顕では黒く帯状にしか見えず、単純な連続タイプSimple unbroken type とした。ただし、気室に封入剤が十分に浸透した場合には光顕でも毛髄質のくわしい形態がわかるので、これは格子型（Lattice type） あるいは 鮮明な格子型（Fine lattice type）として分類されていた。それを今回 網目 C 型（Net-work C type）として分類した。

表１　哺乳動物の保護毛に見られる毛髄質のタイプ
－光学顕微鏡と走査電子顕微鏡観察との比較－

動物名	走査電顕でのタイプ分け	光顕によるタイプ分け
げっ歯目		
リス科		
エゾリス	Lattice B	Lattice
ロシヤリス	Lattice B	未記載
ムササビ	Lattice B	未記載
モモンガー	Ladder C	未記載
キヌゲネズミ科		
ヤチネズミ	Ladder C	未記載
ハタネズミ	Ladder C	未記載
マスクラット	Reverse Lattice	Interrupted or continuous
ネズミ科		
ノネズミ	Ladder C	Lattice, wide
ドブネズミ	Ladder C	未記載
イエネズミ	Ladder C	未記載
チンチラ科		未記載
チンチラ	Reverse Lattice	未記載
カプロミス科		
ヌートリア	Reverse Lattice	未記載
ウサギ目		
ウサギ科		
カイウサギ	Ladder B	Ladder, multi-serial
ノウサギ	Ladder B	Ladder, multi-serial
ナキウサギ科		
ナキウサギ	Ladder C	未記載
食肉目		
イヌ科		
イヌ	Network C	Continuous, sometimes Ladder
キツネ	Network C	Fine lattice
キタキツネ	Network C	未記載
タヌキ	Network C	未記載
オオカミ	Network C	未記載
イタチ科		
コエゾイタチ	Lattice B	Lattice
ニホンイタチ	Lattice B	未記載
ミンク	Lattice B	Lattice, wide
テン	Lattice B	Lattice, wide
スカンク	Lattice B～Network C	Narrow lattice
寓蹄目		
シカ科		
ニホンジカ	Lattice A	Continuous, wide lattice
ジャコウジカ	Lattice A	Continuous, wide lattice
トナカイ	Lattice A	Continuous, wide lattice
ウシ科		
ニホンカモシカ	Lattice A～Network A	未記載
アメリカヤギュウ	Network A	Continuous, wide
ヤギ	Network B	Interrupted
ヒツジ	Network B	None－interrupted
奇蹄目		
ウマ科		
シマウマ	Network B	未記載
ロバ	Network B	未記載
バク科		
マレーバク	Network A	未記載

以上のように本実験では、毛髄質タイプの分類に初の試みとして電子顕微鏡レベルの観察を取り入れたが、微細構造も明かとなり、より正確な分類が可能となった。

次に、この保護毛の毛髄質タイプによる分類と動物学的分類との関連を検討してみた。表１に見られるように一つの科に属する動物はほぼ同一タイプの毛髄質を持っていて、動物学的分類と毛髄質の形態による分類とはほぼ一致するという興味深い結果が得られた。今回の実験ではまだまだ試料の数が少ないが、今後より多く動物毛について検討したい。

Ⅳ要約

本実験では、走査電子顕微鏡を用いて毛髄質の形態観察をし、いくつかのタイプに分類することを試みた。毛髄質のタイプの分類には、げっ歯目 5科15種、ウサギ目2科4種、食肉目 2科10種、偶蹄目2科8種、奇蹄目2科3種を供した。走査電子顕微鏡の使用によって、従来光顕レベルで３タイプとされていた保護毛の毛髄質を９タイプに分類出来、より明確な細分類が可能となった。また、同じ科に属する動物の保護毛は同じタイプの毛髄質を示し、保護毛の毛髄質の形態は科のレベルで分類学上の位置づけとほぼ一致した。

Ⅴ引用文献

1)A. B. Wildman, The Microscopy of Animal Textile Fibers,
Wool Industries Research Association, 1954
2)H. M. Appleyard, Guide to the Identification of Animal Fibers,
Wool Industries Research Association, 1960
3)M. L. ライダー（加藤・木村訳），毛の生物学，ASAKURA-ARNOLD Biology 12,
朝倉書店，東京，1980
4)近藤敬治，毛の形態学的構造，皮革化学，Vol. 27, No. 1 ; 1-12, 1981
5)動物分類表，アニマルライフ動物の大世界百科（今泉吉典ら編集），
追補・索引，28-32（哺乳綱），日本メールオーダー社，1973
6)内田　享，動物系統分類の基礎，14版，281-290（哺乳綱），北隆館，東京，1981
7)内田　享，動物系統分類の基礎，14版，281-290（哺乳綱），北隆館，東京，1981