



Title	動物毛の形態観察
Author(s)	野村, 祐子
Description	技術部職員研修の研究・技術発表
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	https://hdl.handle.net/2115/35286
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_p3-11.pdf



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。

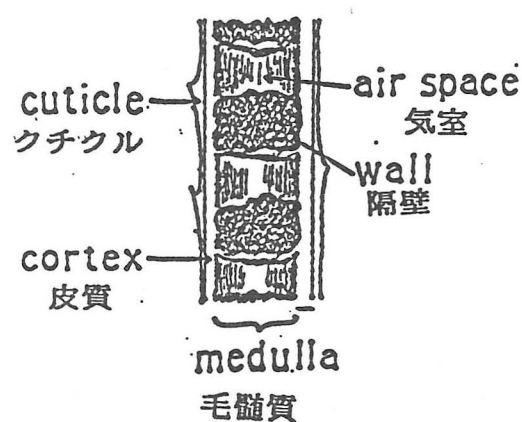


図1 動物毛の構造図

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)。

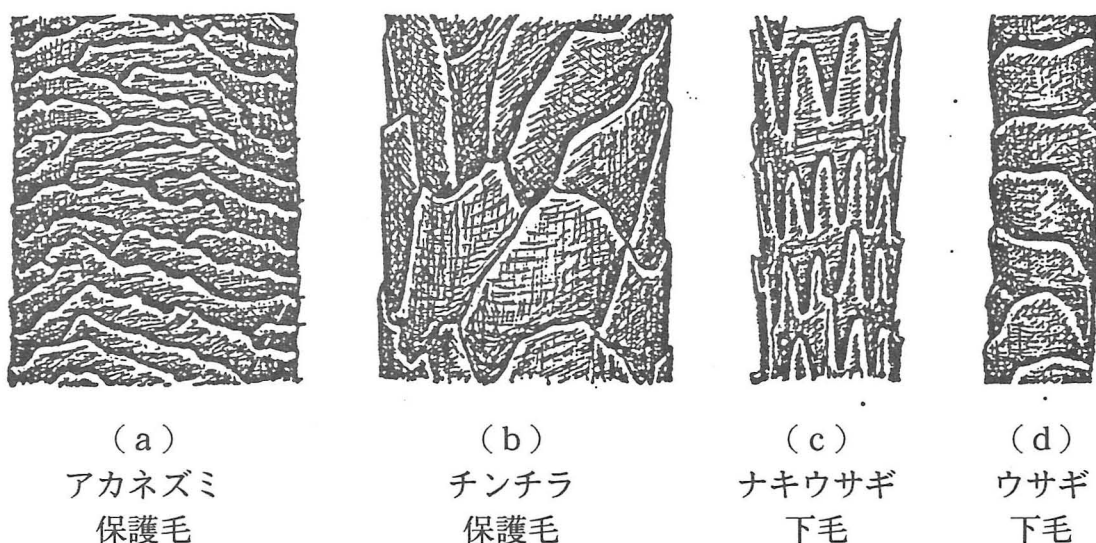


図2 動物毛クチクルのスケールパターン

Wildman¹⁾ Appleyard²⁾, 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。

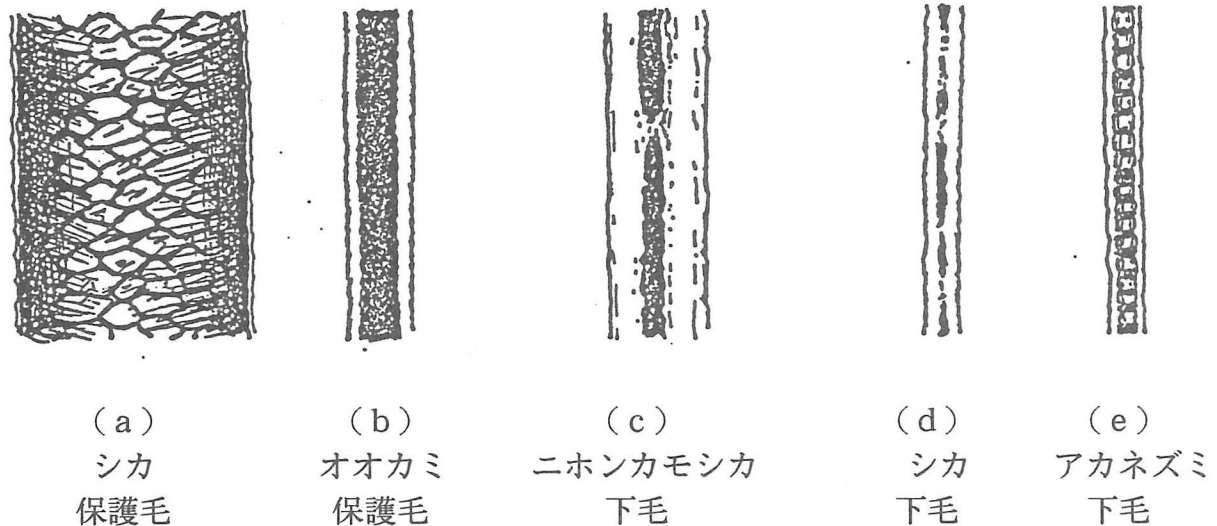


図3 毛髄質の光学顕微鏡による観察

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。Wildman¹⁾ 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髮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こなわれている。

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

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、カバーガラスをかぶせ封入した (図4)。

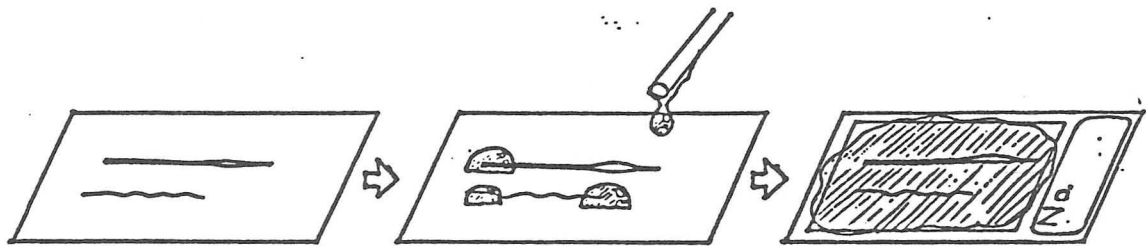


図4 顕微鏡観察のための動物毛の処理方法

(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)。

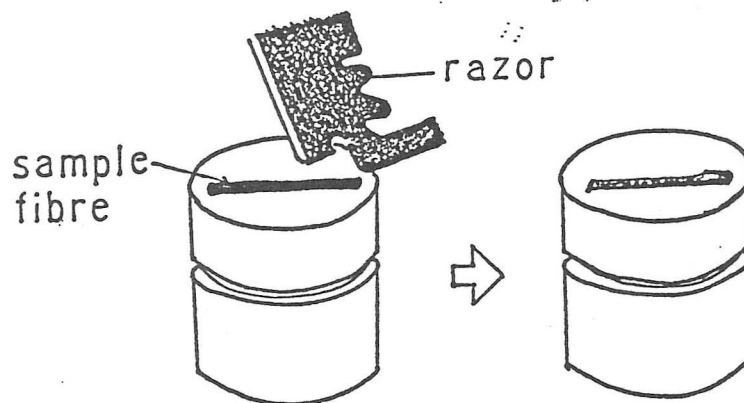


図5 走査型電子顕微鏡のための動物毛の処理方法

これをイオンスputタリング (ionsputtering) 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

毛髓のタイプの分類

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

動物毛には種によって毛髓質を全く欠いているもの、毛髓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、毛髓質が比較的太く、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、分類は毛髓質の隔壁の配列様式に基づいて行った。

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 type)

隔壁が格子状に配列し、気室縦断面は菱形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)

隔壁が複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、気室が格子状に見える。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髓質を観察した結果、新しいタイプとして今回見出したものです。

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 type)

A type 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 type)

繊維軸にほぼ垂直な隔壁が数列ある。ただし B type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。

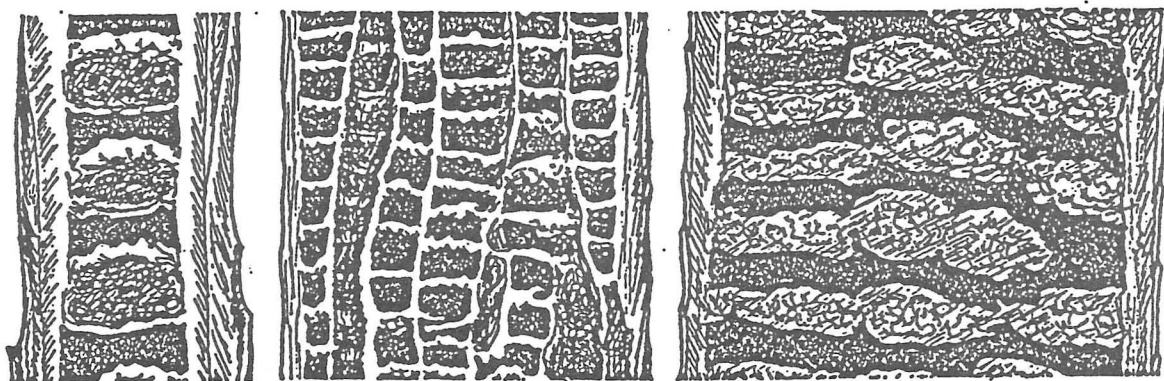
(2) 格子型(Lattice type)

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。縦断面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 type)

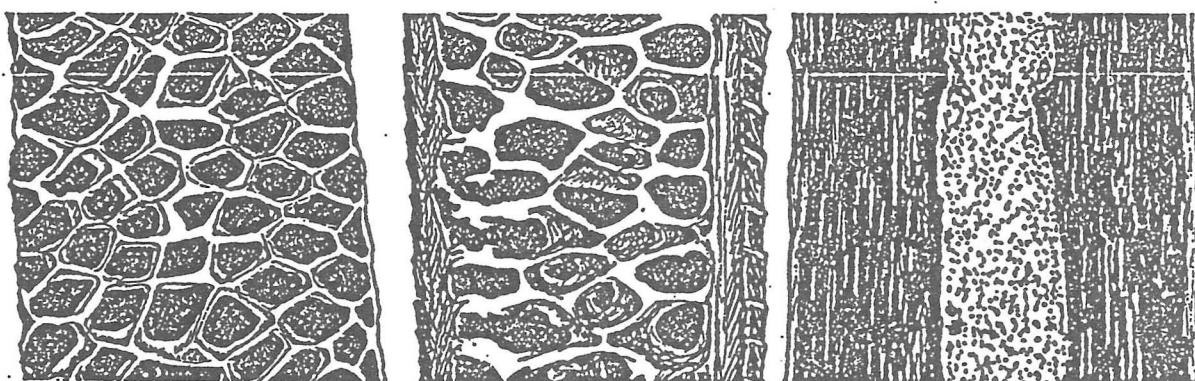
気室縦断面は多角形～楕円形に近い形で、リスやイタチ類にみられる。種によって梯子C型(Ladder C type)と区別のつきにくいものもある。（例：モモンガー）



(a)Ladder A
梯子 A型

(b)Ladder B
梯子 B型

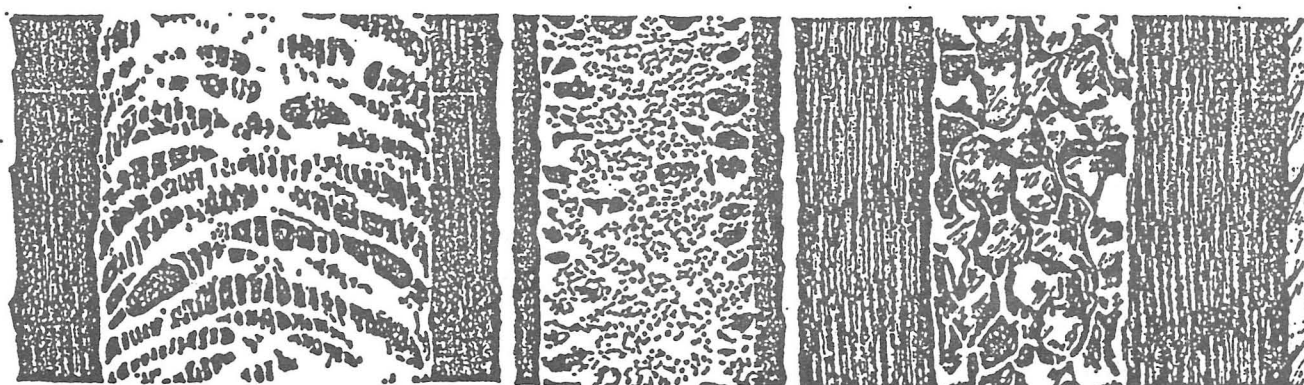
(c)Ladder C
梯子 C型



(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髓質の分類

(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)

格子状一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 type)

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 type)に近いものと、大気室の間にとりどころ網目状構造を持つ格子B型(Lattice B type)に近いものがある。

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カ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	Lattice B	Lattice
エゾリス	Lattice B	未記載
ロシヤリス	Lattice B	未記載
ムササビ	Ladder C	未記載
モモンガー	Ladder C	未記載
キヌゲネズミ科	Ladder C	未記載
ヤチネズミ	Ladder C	未記載
ハタネズミ	Reverse Lattice	Interrupted or continuous
マスキラット	Ladder C	Lattice, wide
ネズミ科	Ladder C	未記載
ノネズミ	Ladder C	未記載
ドブネズミ	Ladder C	未記載
イエネズミ	Reverse Lattice	未記載
チンチラ科	Reverse Lattice	未記載
チンチラ	Reverse Lattice	未記載
カプロミス科	Reverse Lattice	未記載
ヌートリア		
ウサギ目		
ウサギ科	Ladder B	Ladder, multi-serial
カイウサギ	Ladder B	Ladder, multi-serial
ノウサギ	Ladder C	未記載
ナキウサギ科		
ナキウサギ		
食肉目		
イヌ科	Network C	Continuous, sometimes Ladder
イヌ	Network C	Fine lattice
キツネ	Network C	未記載
キタキツネ	Network C	未記載
タヌキ	Network C	未記載
オオカミ	Lattice B	Lattice
イタチ科	Lattice B	未記載
コエゾイタチ	Lattice B	Lattice, wide
ニホンイタチ	Lattice B	Lattice, wide
ミンク	Lattice B~Network C	Narrow lattice
テン		
スカンク		
寓蹄目		
シカ科	Lattice A	Continuous, wide lattice
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		
ウシ科	Lattice A~Network A	未記載
ニホンカモシカ	Network A	Continuous, wide
アメリカヤギウ	Network B	Interrupted
ヤギ	Network B	None—interrupted
ヒツジ		
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