—原著—

ゲースとダックの綿羽の顕微鏡学的識別

太田奈穂樹^{*1}, 岩本良二^{*1}, 相場 伸^{*1}, 村川雄大^{*1}, 棟方栄治^{*1}, 川口龍一^{*2}青森県警察本部刑事部科学捜査研究所^{*1}青森県警察本部刑事部鑑識課^{*2}〒030-0801 青森県青森市新町 2 丁目 3 の 1^{*1,*2}**Microscopical Identification of Goose and Duck Downs**Naoki Ohta^{*1}, Ryoji Iwamoto^{*1}, Shin Aiba^{*1}, Takehiro Murakawa^{*1}Eiji Munakata^{*1} and Ryuichi Kawaguchi^{*2}*Scientific Investigation Laboratory^{*1},**Identification Section^{*2},**Aomori Prefectural Police H.Q.,**2-3-1, shinmachi, Aomori-shi 030-0801 Japan^{*1,*2}**(Received 3 September 2003; accepted 28 November 2003)*

In a recent murder case, many feathers were left at the crime scene and collected for analysis. It seemed they were likely left from the suspect's torn jacket. Goose and duck downs are commonly used for clothes and bedclothes, especially in high quality goods where goose feathers are used most often. Unfortunately, at the time of the murder there were few studies in Japan about down identification. This paper presents how to identify goose and duck downs by microscopy.

Ten downs were removed at random from each stuffed bird from sixty-one species at the prefectural museum. Ten downs were removed at random from ten geese and ten ducks, respectively, at the prefectural farm. Therefore, the authentic sample set (family or species known) included ten downs each from eighty-one birds, representing sixty-three species. In addition, two hundred goose downs and two hundred duck downs were obtained from samples supplied by the Japan Spinners Inspecting Foundation in Tokyo.

These down samples were examined microscopically with respect to eight morphological characteristics: full length, color, node shape, maximum node width, maximum node interval, node distribution, node density (number of nodes per mm) and pigment distribution. Morphological data from geese were compared with duck- and analyzed statistically using F-test.

Duck and goose downs are identified primarily by their triangular nodes. In birds of the sixty-three species other than those from the duck and geese species, triangular nodes were found only in the Anatidae, Columbidae and Psittacidae families. Fortunately, it was quite simple to distinguish the families by the node distribu-

tion along the shaft of the barbules. For example, the Anatidae family has triangular nodes only toward the tip of the barbule, the Columbidae family has them mainly toward the base of the barbule, and the Psittacidae family has them uniformly distributed along the shaft of the barbule. Based on feather nodes, both goose and duck can be placed in the Anatidae family. Nevertheless, they can be distinguished. Goose has wider maximum node intervals than the duck, usually more than fifty-five micrometers. On the other hand, duck has higher node density than the goose, more than sixteen per mm. Statistical analysis using the F-test showed that the maximum node interval and node density were useful characteristics for distinguishing a goose from a duck down.

Key words: Feather, Down, Goose, Duck, F-test

Goose

Duck

Fig. 1 External appearance of Goose and Duck.

緒 言

ある殺人事件の現場に遺留された多数の羽毛が、犯行時に破損した被疑者の着衣から落ちたものと推定された。そこで、現場に遺留された羽毛の鳥の種類について鑑定を行うことになったが、その法科学的な識別に関する報告は極めて少ない。長久ら¹⁾は羽毛のケラチン蛋白を電気泳動法により分析し、近縁な種の間ほど泳動パターンが類似する傾向があると報告しているが、羽毛についての形態学的な検討は我が国では未だ行われていない。

一般に、衣類や寝具に使われている羽毛は、グース（ハイイログンを改良したヨーロップガチョウとサカツラガンを改良したシナガチョウがある）またはダック（マガモの改良品種）のものであり、いずれもガンカモ目ガンカモ科に分類される（Fig. 1）。

羽毛には風切羽根や尾羽根等の大きな羽根の他に、体を覆っている体羽と保温のための綿羽、半綿羽等がある。この綿羽がダウンと呼ばれ、衣類や寝具に使用されている。羽毛の構造²⁾は Fig. 2 に示すように、羽軸から木の枝のように羽枝が出ており、さらにそこから小羽枝が出ている。

この小羽枝には発達した節の有るものとほとんど無いものがあり、その節は鳥の種類によって形が異なっている場合がある^{3,4)}。

節の形は拡張状を基本形として、鳥の種類によって、いろいろな形に発達しており、Brom⁵⁾は小羽枝の長さ、節の形態および密度の組み合わせが科レベルでの鳥の識別に有効であると報告している。

Robertson⁶⁾は鳥の種と節の形について検討し、拡張状の節がほぼすべての鳥種に認められ、ワ

Fig. 2 Structure of typical feather and down (anatidae).

シタカ目は棘状、キジ目（ニワトリ、七面鳥など）は環状および二重環状、スズメ目は壺状、ガンカモ目（マガモ、コクガンなど）とオウム目は三角形、ハト目は四方突出状を呈していると報告している。

さらに Robertson ら⁴⁾はグースとダックの羽毛の識別について、形態学的な検討を行い、一定の長さの小羽枝における節の数がグースとダックの羽毛の識別に有効である可能性があるものの、より多くの羽毛資料でその差異を確認しなければならないと報告している。

また、日本に輸入される寝具や衣類に使用されているダウンの品質検査を行っている財団法人日本紡績検査協会（東京）では、グースとダックの羽毛の識別を形態学的に行っている。しかし、その識別法は、三角形の節がグースはダックよりも小さく、間隔が広いなど、極めて職人的で主観的なものであり、高度な熟練が必要である。従って、数値などによる客観的データに基づく識別法を確立する必要がある。

以上のことから、グースとダックの綿羽(ダウン)について詳細に形態学的検査を行い、両者の識別が客観的に可能かどうか検討を行ったので報告する。

なお、ガンカモ科とその他の種の特徴を把握するために、野鳥および家禽61種⁶⁾についても同様に検討を行った。

材料および方法

1 羽毛資料

小羽枝に認められる節の形と種の間係を検討するために、青森県立郷土館に保存されている日本産の野鳥および家禽61種61羽の剥製から綿羽および半綿羽各10枚を採取した。

グースとダックの綿羽の形態学的な差違について検討するために、青森県畜産試験場で飼育しているグース（シナガチョウ）およびダック各10羽からそれぞれ綿羽各10枚を採取した。

また、日本紡績検査協会からグースとダックの綿羽（検査済みの標準資料、種、個体数は不明）各200枚の譲渡を受けた。

2 形態学的検査

綿羽及び半綿羽について、全長、色調を肉眼で検査後、ガラス板上に載せて、95%アルコールを滴下し、カバーガラスまたはガラス板で覆い、小羽枝の節について、その形態、最大幅、最大間隔、分布箇

Table 1 Morphological examination of downs.

Characteristics	Examination	Classification
Full length (cm)	naked eye	—
Color	naked eye	—
Node shape	microscope scanning electron microscope	1 expanded and spinous 2 pronged 3 triangular 4 ring 5 vase shaped 6 the others
Max. node width (μm)	microscope	—
Max. node interval (μm)	microscope	—
Node distribution	microscope	1 expanded nodes only towards the tip of the barbule 2 expanded nodes mainly towards the base of the barbule 3 expanded nodes uniformly distributed along the shaft of the barbule
Node density	microscope	number of nodes per mm in the barbule
Pigment granule	microscope	1 observed 2 unobserved at the node or the barbule

所、密度（小羽枝 1 mm における節の数：肉眼で節の数ができるだけ多いものを選び、最も先端側にある節と最も根元側にある節間の距離を計測し、1 mm あたりの節の数を算出した）および色素顆粒の有無を光学顕微鏡により検査し、形態学的差違について検討した。

また、一部の資料については、走査型電子顕微鏡^{7,8)}により観察を行った（Table 1）。

3 統計学的検査

青森県畜産試験場および日本紡績検査協会から入手したグースとダックの綿羽各300枚について、全長と節の最大幅、最大間隔、および密度の各検査項目について、グースとダックの各母集団の分散が異なっているかどうか F 検定を行った。

結果および考察

1 鳥の種類と節の形状について

青森県立郷土館に保存されている野鳥および家禽61種各1羽の剥製から綿羽および半綿羽各10枚を採取し、節の形状について形態学的検査を行った。

61種類の節の形状は、Table 2 および Fig. 3 に示すように、拡張状から短い棘状、長い棘状、壺状、三角形および環状に分類された。Robertson ら⁴⁾の

報告で四方突出状とされるハト目の節は発達の場合や観察角度によって三角形の節と形態的に区別することが困難であったため、ここでは三角形に分類した。

従って、三角形の節の形は、ガン、カモ、ハクチョウなどのガンカモ科とインコなどのオウム科およびハト科にのみ認められ、これは Robertson ら⁴⁾の報告とほぼ一致した。

なお、同一個体内の綿羽であっても、拡張状の節のみで、種特有の形態を有する節が極めて少ないもの、または全く無いものが認められた。

三角形の節が認められたガンカモ科、オウム科、ハト科について、その分布状態を観察すると、Fig. 4 に示すように、ガンカモ科は小羽枝の先端付近にのみ節があり、オウム科は根元から先端までほぼ均等に節があり、ハト科は小羽枝の根元付近を中心に節が認められた。

このように、ガンカモ科とオウム科およびハト科は、三角形の節の分布箇所、極めて容易に識別することが可能であった。

これらのことから、節の形と共に、節の小羽枝での分布箇所も鳥の種類を識別する際の重要な検査項目であると考えられる。

Table 2 Node shape in downs from sixty-one species of bird.

Node shape	Family	No.	Common name	Species
expanded and pronged (short)	Ardeidae	1	Grey Heron	Ardea cinerea
	Ardeidae	2	Cattle Egret	Bubulcus ibis
	Ardeidae	3	Black-crowned Night Heron	Nycticorax nycticorax
	Ardeidae	4	Great Egret	Egretta alba
	Ardeidae	5	Purple Heron	Ardea purpurea
	Laridae	6	Black-tailed Gull	Larus crassirostris
	Laridae	7	Slaty-backed Gull	Larus schistisagus
	Accipitridae	8	Northern Goshawk	Accipiter gentilis
	Accipitridae	9	Mountain Hawk Eagle	Spizaetus nipalensis
	Accipitridae	10	Black Kite	Milvus Migrans
	Accipitridae	11	Common Buzzard	Buteo buteo
	Strigidae	12	Ural Owl	Strix uralensis
	Strigidae	13	Blakiston's Fish-Owl	Ketupa blakistoni
	Sturnidae	14	Grey Starling	Sturnus cineraceus
	Alcedinidae	15	Greater Pied Kingfisher	Ceryle lugubris
pronged (long)	Phalacrocracidae	1	Japanese Cormorant	Phalacrocorax filamentosus
	Phalacrocracidae	2	Pelagic Cormorant	Phalacrocorax pelagicus
	Spheniscidae	3	Red-throated Diver	Gavia stellata
	Spheniscidae	4	White-billed Diver	Gavia adamsii
	Alcidae	5	Hornbilled Puffin	Cerorhinca monocerata
	Diomedidae	6	Laysan Albatross	Diomedea immutabilis
	Podicipedidae	7	Black-necked Grebe	Podiceps nigricollis
vase shaped	Picidae	1	Great Spotted Woodpecker	Dendrocopos major
	Sylviidae	2	Japanese Bush Warbler	Cettia diphone
	Corvidae	3	Azure-winged Magpie	Cyanopica cyana
	Corvidae	4	Carrion Crow	Corvus corone
	Corvidae	5	Jungle Crow	Corvus macrorhynchos
	Pycnonotidae	6	Brown-eared Bulbul	Hypsipetes amaurotis
	Motacillidae	7	Pied Wagtail	Motacilla alba
	Muscicapidae	8	Dusky Thrush	Turdus naumanni
	Ploceidae	9	Tree Sparrow	Passer montanus
	Hirundinidae	10	Barn Swallow	Hirundo rustica
	Falconidae	11	Common Kestrel	Falco tinnunculus
	Strigidae	12	Collared Scops Owl	Otus bakkamoena
	Alcedinidae	13	Common Kingfisher	Alcedo atthis
	Phasianidae	14	Copper Pheasant	Phasianus soemmerringii
	Psittacidae	15	Budgeriger	Melopsittacus undulatus
triangular	Anatidae	1	Brent Goose	Branta bernicla
	Anatidae	2	White-fronted Goose	Anser albifrons
	Anatidae	3	Whooper Swan	Cygnus cygnus
	Anatidae	4	Bewick's Swan	Cygnus columbianus
	Anatidae	5	Mandarin Duck	Aix galericulata
	Anatidae	6	Mallard	Anas platyrhynchos
	Anatidae	7	Spot-billed Duck	Anas poecilorhyncha
	Anatidae	8	Common Teal	Anas crecca
	Anatidae	9	Common Shoveller	Anas clypeata
	Anatidae	10	Tufted Duck	Aythya fuligula
	Anatidae	11	Greater Scaup	Aythya marila
	Anatidae	12	Harlequin Duck	Histrionicus histrionicus
	Anatidae	13	Long-tailed Duck	Clangula hyemalis
	Anatidae	14	Red-breasted Merganser	Mergus serrator
	Anatidae	15	Goosander	Mergus merganser
	Anatidae	16	Pintail	Anas acuta
	Columbidae	1	Eastern Turtle Dove	Streptopelia orientalis
	Columbidae	2	Japanese Green Pigeon	Sphenurus sieboldii
	Columbidae	3	Rock Pigeon	Columba livia
	Psittacidae	1	Moustached Parakeet	Psittacula alexandri
	Psittacidae	2	Nyasa Lovebird	Agapornis lilianae
	Psittacidae	3	Blue-fronted Amazon	Amazona aestiva
ring	Phasianidae	1	Chicken	Allus gallus domestics
	Phasianidae	2	Bantam	Gallus gallus domestics

Fig. 3 Representative node shapes of downs by the scanning Electron Microscope.

Fig. 4 Distribution of triangular nodes.

Goose and Duck: only towards the tip of the barbule.

Parakeet: uniformly distributed along the shaft of the barbule.

Dove: mainly towards the base of the barbule.

2 グースとダックにおける三角形の節の最大幅、最大間隔および密度について

三角形の節の最大幅、最大間隔および密度についてグースとダックを相互に比較したところ、節の最大幅では、Fig. 5 に示すように、グースの節は、ダックよりも幅が狭い傾向が認められた。

節の最大間隔では、Fig. 6 に示すように、グース

の節は、ダックよりも最大間隔が広く、 $55\ \mu\text{m}$ 以上の値を示した。

三角形の節の密度では、Fig. 7 に示すように明瞭な差が認められ、ダックはグースよりも節の密度が高く、密度が16よりも大きな値を示した。

なお、残りの検査項目である、羽毛の全長はグース、ダックともに約5 mm から約50 mm、色調はい

Fig. 5 Frequency distribution of maximum node width.

Fig. 6 Frequency distribution of maximum node interval.

いずれも白色および茶褐色，節の形状はいずれも三角形，節の小羽枝での分布はいずれも先端側に存在し，色素顆粒はいずれも無く，グースとダックの間に差は認められなかった。

3 F 検定について

グースとダックの間に形態学的な差が認められた三角形の節の最大幅，最大間隔および密度について，F 検定を行ったところ，Table 3 に示すような結果を得た。

節の最大幅は有意水準 α が 5% で，棄却されず，両母集団の分散は等しいと判断された。

節の最大間隔および密度については，有意水準 α が 1% 以下で，棄却され，両母集団の分散は異なる と判断された。

従って，節の最大幅については，グースとダック

Fig. 7 Frequency distribution of maximum node density.

Table 3 Result of the F-test.

Characteristic	Maximum node width ($\alpha=0.05$)		Maximum node interval ($\alpha=0.01$)		Maximum node density ($\alpha=0.01$)	
	Goose	Duck	Goose	Duck	Duck	Goose
Species of bird	Goose	Duck	Goose	Duck	Duck	Goose
Mean	15.77066667	21.32666667	74.55666667	36.125	20.74485867	12.68393181
Variance	7.395859086	6.160490524	138.7760424	87.86141304	6.213367756	1.79202013
Observations	300	300	300	300	300	300
df	299	299	299	299	299	299
F	1.200530876		1.579487941		3.467242165	
P(F < = f) two-tail	0.057314412		4.21689E-05		9.79727E-26	
F Critical two-tail	1.254990778		1.348144707		1.348144707	

を識別する際の特徴としては参考程度に評価すべきと考えられる。

結 語

羽毛から鳥の種類を識別する場合、風切羽根や尾羽根のような大きな羽根は鳥の専門家へ依頼して鳥に関する情報を入手し、捜査に活用することができる。

一方、体羽や綿羽のような小さな羽毛については、小羽枝に認められる節の形態学的検査から鳥の種類を推定し、捜査に活用できると考えられる。

さらに、小羽枝の先端付近に三角形の節が有る場合には、節の最大間隔および密度からグースとダックの識別も可能である。

衣類や寝具に使われる羽毛は、グレードによってグースとダックが使い分けられており、グースは比較的高級品に使用され、粗悪品にはニワトリや七面鳥の羽毛が混入されている場合もあることから、羽毛は状況によっては、捜査上極めて有効な資料となり得るものと考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、羽毛資料および検査法に関する情報を積極的に提供して下さいました日本紡績検査協会 森 正孝 元検査室長、青森県立郷土館 山内 智 学芸主幹、青森県畜産試験場 鳥類担当 相馬敏夫氏、McCRONE ASSOCIATES, INC., USA, Vice President, Mr. Richard E. Bisbing に深く感謝致します。

文 献

- 1) 長久 逸, 安部隆芳, 佐久間澄恵, 糸原幸次, 林 篤伸, 土井 司: 羽毛のケラチンの電気泳動の変異, 第70次日本法医学会総会講演要旨集, pp. 233 (1986).
- 2) 笹川昭雄: 改訂新版 日本の野鳥羽根図鑑. pp. 6-7, 世界文化社, 東京 (2001).
- 3) M. G. Day: Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *J. Zool.*, **148**, 201-217 (1966).
- 4) Robertson J., Harkin C. and Govan J.: The identification of bird feathers. Scheme for feather examination. *J. Forensic Sci. Soc.*, **24**, 85-98 (1984).
- 5) Brom T. G.: Microscopic identification of feathers and feather fragments of palearctic birds. *Bijdragen tot de Dierkunde*, **56**(2), 181-204 (1986).
- 6) 高野伸二: フィールドガイド日本の野鳥, 日本野鳥の会, 東京 (1999).
- 7) Davies A.: Micromorphology of feathers using the scanning electron microscope. *J. Forensic Sci. Soc.*, **10**, 165-174 (1970).
- 8) Laybourne R. C., Sabo B. A. and Morningstar A.: Basic technique for preparation of down for examination with the scanning electron microscope. *The Auk*, **109**(1), 195-197 (1992).