数種ネズミ類の歯の大きさに関する種間距離について

山 田 博 之 花 村 肇

愛知学院大学歯学部 第1解剖学教室* (指導: 酒井琢朗教授)

[受付: 昭和51年3月17日]

抄録: 数種ネズミ類の歯の大きさについて、多変量解析法を用い各種間の生物学的距離を算出し、それらの関係がどのような因子に起因しているかを分析した。その結果、Mahalanobis の汎距離 (D^2) では、ネズミ亜科の各属内およびハタネズミ亜科内で近い距離を示した。これらを正準変量分析により二次元平面に投影してみると3つの群を形成し、その相対的位置関係が明らかになった。次に、因子分析により、クマネズミ属とハタネズミ亜科を分ける因子として歯冠頬舌径に関する大きさの因子が強く影響し、またクマネズミ属とアカネズミ属を分ける因子として歯冠頬舌径に関する大きさの因子と上・下顎第3大臼歯と下顎第1大臼歯の歯冠近遠心径に関する大きさの因子が同程度に影響していた。

はじめに

日本に棲息する小型哺乳類の歯の形態および大きさに関する研究は非常に少ない。花村¹⁾、花村他^{2,3)}はネズミ類の各大臼歯の大きさの種間差について報告している。しかし、今までのこのような分析方法は、個々の歯の各部位についての差を扱う傾向が強く、多くの部位の大きさを総合して種間の差を検討するのには困難な面がある。埴原は、このような難点を解消すべく、多変量解析法を用いて、ヒトの永久歯の歯冠形質⁴⁾および歯の大きさ⁵⁾、乳歯の大きさ⁶⁾における各人種の生物学的距離について報告している。また生物学的距離を、R. J. Berry⁷⁾はマウスとヒトの頭蓋を用いて非連続形質により算出している。連続形質については、C. L. B. Lavelle, R. M. Flinn, T. D. Foster and M. C. Hamilton⁸⁾の乳歯列と永久歯列についての報告がある。さらに因子分析を応用したものには、Landauer, C. A.⁹⁾のヒトの頭蓋骨を用いたものがある。

本研究の目的は、数種ネズミ類の歯の大きさについて多変量解析法を用い、各種間の生物学的距離を算出し、それらの親近性を検討する事および

これらの生物学的距離関係がどのような因子に起因しているかを因子分析により比較検討する事である。

I. 資料と方法

本研究に用いた資料は次の通りである。

ネズミ亜科 Murinae

ドブネズミ	<i>Rattus norvegicus</i>	58
クマネズミ	<i>Rattus rattus</i>	42**
アカネズミ	<i>Apodemus speciosus</i>	58
ヒメネズミ	<i>Apodemus argenteus</i>	60

ハタネズミ亜科 Microtinae

ヤチネズミ	<i>Clethrionomys andersoni</i>	61
スミスネズミ	<i>Eothenomys smithi</i>	60
ハタネズミ	<i>Microtus montebelli</i>	56**

上記の資料は、各種に対する個体数なるべく均一化するため、花村^{2,3)}の用いた研究資料にさらに102個体を追加した合計395個体である。

上・下顎各大臼歯の計測は、頭蓋骨および下顎骨を大臼歯の咬合面が水平になるようにワックスにて固定し、各大臼歯は顎骨に植立させたままの状態、その長軸(上顎では正中口蓋縫合、下顎

* 信州大学医学部第2解剖学教室所蔵

The biological distances based on molars size in Muridae.

Hiroyuki YAMADA and Hajime HANAMURA (Department of Anatomy, Aichi-Gakuin University, School of Dentistry, Nagoya)

* 名古屋市中種区末盛通 2-11 (〒464)

Jap. J. oral Biol., 18: 154-159, 1976.

では下顎骨下縁)に平行に各大臼歯の歯冠近遠心径(遠心最突出点から近心最突出点までの長さ)を、さらに長軸に直角に各大臼歯の歯冠頬舌径(頬側最突出点から舌側最突出点までの長さ)を移動顕微鏡(1/50mm)を用いて計測した。

多次元空間における各集団間の重心間距離は、Mahalanobis の汎距離 (D^2) を用いることによりその相対的距離を表わすことができる。本報では、数種ネズミ類の歯の大きさにおける各種間の Mahalanobis の汎距離 (D^2) を算出し、これを正準変量軸により二次元平面に投影して各種間の生物学的距離を観察した。さらに、この生物学的距離を表わす要因を因子分析により比較検討した。なお各種とも歯の大きさに性差が認められなかったため、雌雄一括して扱った。統計処理は、Hitachi Statistical Analysis Program および PLAS 人類学統計計算プログラム¹⁰⁾を愛知学院大学所有の電子計算機(F-270-20, 32K語)用のプログラムに変換して計算処理した。

II. 結 果

1. Mahalanobis の汎距離 (D^2) と正準変量分析

表1は、各種間の Mahalanobis の汎距離を示したものである。表からわかるように、クマネズミ属の2種間(ドブネズミ, クマネズミ), アカネズミ属の2種間(アカネズミ, ヒメネズミ)およびハタネズミ亜科の3種間(ヤチネズミ, スミスネズミ, ハタネズミ)における値は、他種間の値より著しく小さい。すなわち、同じ属あるいは同じ亜科に属する種間は近い距離を示している。また、ネズミ亜科4種のうち、ドブネズミに最も遠い距離にあるものはヒメネズミであり次いでアカネズミ, クマネズミの順に近い距離を示している。

ハタネズミ亜科では、ヤチネズミと遠い距離にあるものはハタネズミであり近い距離にあるものはスミスネズミである。全体としては、ドブネズミは518.07と最も遠い距離を示し、ヤチネズミとスミスネズミは9.45と最も近い距離を示している。

次にこれら空間のバラツキを最も情報のロスが少なくなるように正準変量分析により分析し、しかるのちに第I正準軸と第II正準軸により二次元平面に投影したものが図1である。なおこの場合、第Iおよび第II正準軸で全体のバラツキの96.78%を表わしていた。この図からネズミ類7種の歯の大きさについての相対的位置関係がわかる。すなわち、第I正準変量値においてはクマネズミ属は正の大きな値を示し、ハタネズミ亜科では逆に負の大きな値を示し、両群の中間にアカネズミ属が位置している。また、ネズミ亜科4種のうちでは、ドブネズミが最も大きな値を示し、次いでクマネズミ, アカネズミ, ヒメネズミの順に並び、ハタネズミ亜科3種のうちでは、ハタネズミが最も大きな値をもち、次いでヤチネズミ, スミスネズミの順に並んでいる。

第II正準変量値では、クマネズミ属とヤチネズミ, ハタネズミは正のほぼ同等の値を示している

Fig. 1 Mean values of canonical variates

Table 1 Values of D-square (unbiased)

	DOBU.....KUMA	AKA.....HIME	YACHI	SMITH
KUMA	15.20			
AKA	144.13	99.31		
HIME	306.81	237.37	36.98	
YACHI	499.85	419.80	267.19	226.84
SMITH	518.07	432.93	235.51	176.74
HATA	473.90	400.26	268.18	244.48
			9.45	24.20
				34.76

Table 2 Correlation matrix

M — D							B — L					
	M ¹	M ²	M ³	M ₁	M ₂	M ₃	M ¹	M ²	M ³	M ₁	M ₂	M ₃
M-D	M ¹	1.000										
	M ²	0.938	1.000									
	M ³	0.403	0.557	1.000								
	M ₁	0.763	0.840	0.775	1.000							
	M ₂	0.919	0.947	0.541	0.818	1.000						
	M ₃	0.723	0.810	0.866	0.869	0.826	1.000					
B-L	M ¹	0.894	0.821	0.052	0.526	0.813	0.447	1.000				
	M ²	0.849	0.764	-0.051	0.439	0.764	0.365	0.986	1.000			
	M ³	0.883	0.821	0.122	0.537	0.815	0.500	0.954	0.946	1.000		
	M ₁	0.903	0.852	0.125	0.595	0.847	0.506	0.975	0.963	0.947	1.000	
	M ₂	0.831	0.745	-0.074	0.415	0.752	0.344	0.974	0.986	0.939	0.959	1.000
	M ₃	0.824	0.730	-0.088	0.400	0.738	0.339	0.971	0.983	0.935	0.947	0.986

が、アカネズミ属は2種とも負の値を示し、中でもヒメネズミは-6.96と小さな値になっている。ネズミ亜科4種のうちでは、ドブネズミが最も大きな値を示し、次いでクマネズミ、アカネズミ、ヒメネズミの順に並び、ハタネズミ亜科3種では、ハタネズミが最も大きな値を示し、次いでヤチネズミ、スミスネズミの順に並んでいる。図1の二次元投影平面から全体をみると、クマネズミ属、アカネズミ属およびハタネズミ亜科はそれぞれ3つの群に判別されているが、中でもアカネズミ属は他の属および亜科と比較して、属内の変異が大きい。

これを要するに、1) 共通の多次元空間内で求められる Mahalanobis の汎距離 (D^2) は、第Iおよび第II正準軸によってそのもつ情報のほとんどを二次元平面に表現出来る。2) この平面において、クマネズミ属、アカネズミ属およびハタネズミ亜科は、それぞれの群を形成している。

3) クマネズミ属とハタネズミ亜科との差は、第I正準軸で著しい。

2. 因子分析

i. 因子負荷量

上述した正準変量軸が何を表わしているかを分析するために、全資料395個体について因子分析を行なった。表2は各計測項目間の相関係数行列を表わしたものである。なお、各項目間の相関行列の固有値が1.0をこえるものは2個あり、これに

Table 3 Factor loadings of the first two factors

Variates		FC I	FC II
M-D	M ¹	0.968	0.093
	M ²	0.943	0.260
	M ³	0.335	0.927
	M ₁	0.733	0.600
	M ₂	0.940	0.252
	M ₃	0.687	0.688
B-L	M ¹	0.950	-0.290
	M ²	0.917	-0.387
	M ³	0.942	-0.226
	M ₁	0.963	-0.212
	M ₂	0.905	-0.409
	M ₃	0.897	-0.420

対応する因子によって全分散の95.98%が説明された。すなわち、計測に用いた12項目の変量がたがいに無相関な2個の因子によってその大部分が説明できることになる。さらに、2個の因子を抽出した時の各計測項目の共通度 (Communality) をみると、全項目について0.8以上の高い値を示し、用いた計測項目の全部が2個の共通因子 (Common factor) によって大きく支配されていることがわかった。

表3は、相関行列の固有値および固有ベクトルから算出された因子負荷量を示したものである。この表より第I因子は、全項目が正の高い値を示し、かつ各項目間の値の差が小さいことより、明

Table 4 Rotated factor loadings for the first two factors

Variates		FC I	FC II
M-D	M ¹	0.793	0.564
	M ²	0.687	0.697
	M ³	-0.173	0.970
	M ₁	0.335	0.886
	M ₂	0.688	0.688
	M ₃	0.251	0.939
	M ¹	0.968	0.223
	M ²	0.988	0.122
B-L	M ³	0.929	0.275
	M ₁	0.940	0.297
	M ₂	0.988	0.097
	M ₃	0.987	0.084

らかに“大きさの因子”と考えられる。第Ⅱ因子は、歯冠近遠心径に正の値を示し、歯冠頬舌径に負の値を示しているため、この両者がたがいに対比する“形の因子”と考えられる。次に、各因子の解釈をより容易にするために、因子負荷行列に直交回転を施したものが表4である。表4の回転後の因子負荷行列では、特に上・下顎大臼歯の歯冠頬舌径の項目に高い負荷量を示し、これより第Ⅰ因子は“歯冠頬舌径に関する因子”と考えられる。また第Ⅱ因子は、上・下顎第3大臼歯および下顎第1大臼歯の歯冠近遠心径の項目が高い値を示し、これらが強く関与している因子と考えられる。このように、各因子の意味づけが一応できたので、次に、因子負荷量より各種ごとの因子得点 (Factor score) を算出した。

ii. 因子得点

因子得点は、個体あるいは各集団の各因子に対応するスコアを数値として表わし、これによって個体あるいは各集団の特徴を外的基準と関係づけて追求することができる。

因子得点を回転前の因子負荷量および全資料395個体より算出した。表5は、算出された因子得点を各種ごとに区分けし、各因子ごとの平均値を表わしたものである。この表より、第Ⅰ因子すなわち、歯の一般的な大きさに関しては、ネズミ亜科では、ドブネズミが最も大きな値を示し、次いでクマネズミ、アカネズミ、ヒメネズミの順に小さくなっている。ハタネズミ亜科では、ハタネズ

Table 5 Means of factor scores (initial factor loading)

Population	FC I	FC II
DOBU	0.7723	-0.0578
KUMA	0.6042	-0.0630
AKA	-0.1562	-0.1348
HIME	-0.5813	-0.1581
YACHI	-0.1559	0.1406
SMITH	-0.3095	0.1042
HATA	-0.0209	0.1513

ミが最も大きな値を示し、次いでヤチネズミ、スミスネズミの順に小さくなっている。全体としては、ドブネズミが最大の大きさを示し、ヒメネズミが最小の大きさでそのほぼ中間にハタネズミ亜科が位置している。この結果をネズミ類の歯の平均値^{2,3)}と比較してみると非常によく類似していた。第Ⅱ因子、すなわち歯冠近遠心径と頬舌径が対比する“形の因子”では、ネズミ亜科では負の値、ハタネズミ亜科では正の値を示し、明らかに対立していることがわかる。すなわちネズミ亜科は歯冠頬舌径が比較的大きい‘buccolingual type’を示し、ハタネズミ亜科は歯冠近遠心径が比較的大きい‘mesiodistal type’を示している。このことは、かならずしもネズミ類の歯の大きさの絶対値において、ネズミ亜科がハタネズミ亜科に対して大きな歯冠頬舌径をもっていることを表わしているわけではない。

これを要するに、各種間の差は以下のように解釈される。

- i) ドブネズミの歯の大きさは全体として最も大きく、歯冠近遠心径は歯冠頬舌径と比較すると相対的に小さい。
- ii) クマネズミでは全体としてかなり大きな歯をもつが、歯冠近遠心径は相対的に小さい。
- iii) アカネズミの歯の大きさは全体としては比較的小さく、歯冠近遠心径も相対的にかなり小さい。
- iv) ヒメネズミでは全体としては最も小さな歯をもち、歯冠近遠心径も相対的にかなり小さい。
- v) ヤチネズミの歯の大きさは全体としては中等度であるが、歯冠近遠心径は相対的に大きい。
- vi) スミスネズミの歯の大きさは全体としてはかなり小さいが、歯冠近遠心径は相対的に大きい。
- vii) ハタネズミの歯の大きさは全体とし

Fig. 2 Mean values of factor scores

ては中等度であるが、歯冠近遠心径は相対的に大きい。

次に回転後の因子負荷行列より算出された因子得点について各種間との関係を検討した。

図2は、回転後の因子負荷行列より算出された因子得点を各因子について各種ごとに平均値をとり、これを2因子軸であらわされる二次元平面に描記したものである。この図より、第I因子すなわち歯の歯冠頬舌径に関する大きさの因子においては、ネズミ亜科では、ドブネズミが最も大きな値を示し、次いでクマネズミ、アカネズミ、ヒメネズミの順に小さくなっている。ハタネズミ亜科では、ハタネズミが最も大きな値を示し、次いでヤチネズミ、スミスネズミの順になっている。全体としては、クマネズミ属が最も大きな値を示し、次いでアカネズミ属およびハタネズミ亜科がほぼ同程度の小さな値を示している。第II因子すなわち上・下顎第3大臼歯と下顎第1大臼歯の歯冠近遠心径が強く関与する大きさの因子においては、ネズミ亜科では、ドブネズミが最も大きな値を示し、次いでクマネズミ、アカネズミ、ヒメネズミの順になっている。ハタネズミ亜科ではハタネズミが最も大きな値を示し、次いでヤチネズミ、スミスネズミの順になっている。全体としては、クマネズミ属が最も大きな値を示し、次いでハタネズミ亜科、アカネズミ属の順にならんでいる。

これを要するに、i) クマネズミ属の歯は全体と

してはかなり大きな歯冠頬舌径をもち、さらに上・下顎第3大臼歯と下顎第1大臼歯は他種と比較して大きな近遠心径をもつ。ii) アカネズミ属の歯は全体としては小さな歯冠頬舌径をもち、上・下顎第3大臼歯と下顎第1大臼歯の歯冠近遠心径は相対的にかなり小さい。iii) ハタネズミ亜科の歯は全体としては小さな歯冠頬舌径をもち、上・下顎第3大臼歯と下顎第1大臼歯の歯冠近遠心径はクマネズミ属とアカネズミ属の中間位の大きさをとる。

以上の結果(図2)と前述した正準変量分析の結果(図1)とを比較してみると、ネズミ類7種の分布の様子がかなり類似していることがわかる。すなわち第I正準軸には、因子分析で直交回転後に抽出した第I因子の解釈で、第II正準軸には、同じく第II因子の解釈で説明できることになる。そこで今回の数種ネズミ類の歯の大きさの種間差をあらわす因子は、回転後の因子の解釈の方が適当のように思われる。

III. 結 論

数種ネズミ類の歯の大きさについて、多変量解析法を用い各種間の生物学的距離を算出し、それらの関係がどのような因子に起因しているかを分析した。

1. Mahalanobisの汎距離(D^2)では、クマネズミ属内、アカネズミ属内およびハタネズミ亜科内では、それぞれ近い距離を示した。また、クマネズミ属とハタネズミ亜科との距離はかなり大きかった。

2. 種間差を全体的に評価するために正準変量分析を行なってみると、第Iおよび第II正準軸の二次元平面で全分散のほとんどが説明でき、クマネズミ属、アカネズミ属およびハタネズミ亜科ともほぼ明らかな3つの群を形成した。また、クマネズミ属とハタネズミ亜科との差には第I正準軸が強く影響していた。

3. 同一データを用いての因子分析の結果、回転後の因子負荷量より、第I因子として、“歯冠頬舌径に関する因子”、第II因子として、上・下顎第3大臼歯と下顎第1大臼歯の歯冠近遠心径に関する大きさの因子が抽出された。

4. 各種ごとの因子得点を計算した結果、正準変量分析における第Ⅰおよび第Ⅱ正準変量は、第Ⅰおよび第Ⅱ因子とかなり強い類似性を示した。これより、クマネズミ属とハタネズミ亜科とを分ける因子として第Ⅰ因子が、クマネズミ属とアカネズミ属とを分ける因子として第Ⅱ因子および第Ⅱ因子がほぼ同程度に影響していた。すなわち、第Ⅰ因子に関しては、クマネズミ属>アカネズミ属=ハタネズミ亜科の順にならび、第Ⅱ因子に関しては、クマネズミ属>ハタネズミ亜科>アカネズミ属の順にならんだ。しかるに、ハタネズミ亜科の位置が正準変量分析の結果よりもかなり動い

ているので、今回はハタネズミ亜科とアカネズミ属との差については、説明しなかった。

稿を終るに臨み、多変量解析法について御指導、御助言をいただいた東京大学理学部人類学教室埴原和郎教授、愛知学院大学文学部心理学教室千野直仁先生、ならびに資料を提供していただいた信州大学医学部第2解剖学教室宮尾嶽雄助教授、および日頃御指導、御校閲いただいている愛知学院大学歯学部第1解剖学教室酒井琢朗教授に厚くお礼申し上げます。

本論文の要旨は第17回歯科基礎医学会総会（1975年、新潟）で発表した。

Summary: The purposes of this study are to investigate the biological distances in Muridae based on molars size by several multivariate procedures, to find the main factors which control size and proportion of the dentition and to compare the difference among seven species on the basis of factors obtained. The results are summarized as follows:

- 1: The biological distances are very close within *Rattus*, within *Apodemus* and within *Microtinae* by the generalized distance statistic of Mahalanobis.
- 2) Muridae can grossly be divided into three groups by canonical variates analysis.
- 3) Two factors are found in Muridae by factor analysis and the difference in Muridae is likely caused by these two factors.

文 献

- 1) 花村肇：ヒトおよび数種哺乳動物における臼歯歯冠近遠心径の相対的大きさについて。愛院大歯誌, 10: 89-124, 1972.
- 2) 花村肇, 百瀬公基, 朝倉雅秀, 安藤鉄也：ネズミ類における大白歯の大きさの種間差 I. ネズミ亜科。成長, 13: 42-53, 1974.
- 3) 花村肇, 百瀬公基, 朝倉雅秀, 安藤鉄也：ネズミ類における大白歯の大きさの種間差 II. ハタネズミ亜科。成長, 14: 10-24, 1975.
- 4) HANIHARA, K., MASUDA, T. and TANAKA, T.: Affinities of dental characteristics in the Okinawa Islanders. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, 82: 75-82, 1974.
- 5) 埴原和郎：歯の人類学的研究。日歯医師会誌, 27: 361-366, 1974.
- 6) HANIHARA, K.: Factors controlling crown size of the deciduous dentition. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, 82: 128-134, 1974.
- 7) BERRY, R. J.: The biology of non-metrical variation in mice and men. *The Skeletal Biology of Earlier Human Populations*. (Edited by Brothwell, D. R.) London: Pergamon (In the Press).
- 8) LAVELLE, C. L. B., FLINN, R. M., FOSTER, T. D. and HAMILTON, M. C.: An analysis into age changes of the human dental arch by a multivariate technique. *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 33: 403-412, 1970.
- 9) LANDAUER, C. A.: A factor analysis of the facial skeleton. *Human Biol.*, 34: 239-253, 1962.
- 10) 埴原和郎：「人類集団の数値分類に関する基礎的研究」, PLAS 人類学統計計算プログラム。181-193, 1974.