アカゲザル若年期の下顎骨についての形態学的研究

九州歯科大学口腔解剖学第1講座(指導:山田 博教授)

花 田 成 鑑

昭和59年1月28日受付

A Morphological Study of the Mandibles of Young Rhesus Monkeys

Nariaki Hanada

First Department of Oral Anatomy (Director: Prof. Hiroshi Yamada)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

-0

Fifty mandibles of Rhesus monkeys, a member of macaque of primates, were morphologically studied. These mandibles were of the youth with M_3 unerupted. These mandibles were classified in accordance with the degree of teeth eruption, and developmental state of the mandibles was examined.

The results were as follows:

1. Development of the attachment point to the mandible of the masticatory muscles were slight because of young age. However the pterygoid rough was comparatively well developed.
2. The mental foramen averaged 0.91mm in diameter and its size was not related to the eruption of teeth. The mental foramen was located directly under m_1 in the deciduous dentition group, below and between m_1 and m_2 in the mixed dentition group with first molars erupted, and below p_2 in the permanent dentition group with second molars erupted. The height of the position of the mental foramen was slightly below the center. This is slightly lower than humans. The opening of the mental foramen was directed anterosuperiorly or anteriorly in many of the deciduous dentition group, and anteroinferiorly in many cases with the eruption of molars.
3. The mandibular foramen averaged 1.85mm in diameter, but gradually enlarged with eruption of teeth. The diameter was 2.26mm with the eruption of M_2 . The height of the mandibular foramen was slightly lower than the center for the deciduous dentition group, moved upward with eruption of teeth, and was located about the center with the eruption of M_2 .
4. The form of the mandibular head is elliptic and elongated in the right and left directions. In carnivore, the form is much more elongated and pigs and wild boars present a nearly square form with the width and thickness of the mandibular head about the same.
5. The mandibular notch showed an index of 36.71. The depth of the notch is sha-

lower than humans but deeper than dogs. As compared with pigs and wild boars, the depth is shallower. The notch gets shallower along with eruption of teeth.

6. Each measurement for the mandibles increases in magnitude with eruption of teeth. However, the mandibular angle does not change at all. The rates of increase for the mandibular length and height are high as compared with the width.

7. Thomson's mandibular index is 91.41, which indicates that the inter-mandibular heads width is slightly greater than the mandibular length. With eruption of teeth, the indexes get larger and indicate that the rate of increase for the mandibular length is significantly larger than that for the width.

8. The height of the coronoid process is slightly higher than that of the condylar process. In carnivore such as dogs, the height of the coronoid process is twice that of the condylar process. Differences were seen between various animals.

Key words: *Rhesus monkey/Mandibule/Mental foramen/Teeth eruption/Mandibular foramen*

緒 言

アカゲザル (*Macaca mulatta*) は霊長類の中では旧世界ザルのオナガザル科、マカク属の一種で、その生息地は西はパキスタン北部からインド、ビルマ、チベット、インドシナ半島、中国の福建省や四川省に至る広い範囲にわたっている^{1,2)}。霊長類の形態学的研究は今日まで数多くの報告が見られるが、特に咀嚼器官については、主として歯の形態に関するものが多い。すなわち、Rumbaugh (1973)³⁾、Clark (1960)⁴⁾、Swindler (1976)⁵⁾などのほか、教室の中川 (1971)⁶⁾、馬場 (1979)⁷⁾、花田 (1979)⁸⁾などの報告がある。

著者はアカゲザルの下顎骨についての形態学的研究を行う機会が得られたが、今回使用した資料は若年期のもので、乳歯群のもの、 M_1 が萌出しているもの、そして M_2 が萌出しているもので、 M_3 はいずれもまだ萌出していないものである。従ってアカゲザルの成長期における下顎骨の発育状態を知るうえで、きわめて意義あるものと考えられる。しかしながらマカク属の下顎骨についての形態学的研究は少なく、Ikeda ら (1966)⁹⁾のニホンザルの頭蓋骨の計測を行ったものがある程度である。他の哺乳類については池田 (1982)¹⁰⁾の犬の下顎骨、菅野 (1983)¹¹⁾のビーグル犬の下顎骨、吉村 (1983)¹²⁾のホンダヌキの下顎骨についての研究が見られる。また秋吉 (1980)¹³⁾はニホンイノシシとブタの下顎骨の比較形態学的研究を行っている。清川 (1975)¹⁴⁾はイノシシの歯牙萌出状態によっての下顎骨の計測学的研究を行っている。Hoshi (1971)¹⁵⁾は哺乳類の下顎骨の比較形

態学的研究を報告している。

従って、今回の研究は霊長類の下顎骨の形態を、その成長期にどのような発育を続けるものであるのか、また他の哺乳類との比較の上で、系統発生的にいかなる意義があるのかといった点で、きわめて興味深いものがあると考え、その調査結果を報告する。

研 究 材 料

研究材料は九州歯科大学口腔解剖学第1講座に所蔵してあるアカゲザル下顎骨の晒骨写真(1, 2)で、その年齢および性別は不明であるので、一括して調査した。総数は50体で、すべて第3大臼歯は未萌出の時期にあるものである。Hurme ら (1953)¹⁶⁾、(1961)¹⁷⁾のアカゲザルの乳歯および永久歯の萌出についての研究ならびに桐野ら (1964)¹⁸⁾によるニホンザルの調査では M_3 の萌出期はおよそ6.5才～8.5才であり、著者の使用したも

写真1 アカゲザル下顎骨の側面観

写真2 アカゲザル下顎骨の上面観

のでは M_2 が萌出して間もないものが、最も年齢の高いものである。そうすると M_2 の萌出年代はおよそ3.5才頃であることから、ほぼ性的成熟時（オス・4.5才、メス・3.5才）に至るまでの年齢群と考えられる。この50体の下顎骨について、歯の萌出状態によってみると次のごとくである。すなわち、乳歯群だけのものが22体で、年齢は0.5～1.5才、 M_1 が萌出しているものが21体で1.5～3.5才、 M_2 が萌出しているものが7体で3.5才頃である。

研究方法

下顎骨の計測はすべて右側について行った。その計測方法は上條 (1972)¹⁹⁾ のヒトの基準に従うとともに、斉藤 (1963)²⁰⁾ のイヌならびに秋吉¹³⁾ のブタとニホンイノシシの計測基準も参考にした。計測は1/20mm副尺付きのノギスを使用し、下顎角度の測定に mandibulometer を用いた。

下顎骨の計測項目と方法は以下のごとくである (図1～4)。

1. 下顎骨長：左右の関節突起下顎頭を含み、下顎底水平面に下した垂直面と I_1 の唇側面の歯槽縁を含む垂直面との間の直線距離。
2. 下顎体長：左右の M_1 の近心側における下顎骨外

図1 下顎骨外側面より見た計測部位

図2 下顎骨上面より見た計測部位

図3 下顎骨後面より見た計測部位

図4 下顎枝内面の下顎孔の計測部位

側縁間距離。

3. 下顎体高： $\overline{M_1}$ の近心側歯槽縁中央尖端より下顎底までの高さ。

4. 下顎枝高：下顎頭の最高位より下顎底水平面に下した垂線の長さ

5. 下顎角間幅：左右のゴニオン（下顎枝の後縁と下縁の交叉する点で最も外方に突出している点）間の直線距離

6. 下顎枝幅：下顎枝高に垂直で下顎枝の最小幅。

7. 筋突起高：コロニオン（筋突起の尖端）より下顎底水平面に下して垂線の距離。

8. 下顎頭間幅：左右のコンジリオン・ラテラーリス（関節突起下顎頭の側端）間の直線距離。

9. 筋突起間幅：左右のコロニオン間の直線距離。

10. 下顎角度：下顎枝後縁切線と下顎底水平面とのなす角度。

11. 下顎切痕幅：コロニオンと内外コンジリオン間の中点とを結ぶ直線距離。

12. 下顎切痕高：コロニオンと下顎頭最高点の間の結合線より下顎切痕最深部に下した垂線の距離。

13. 下顎頭の厚さ：下顎頭の前後的距離。

14. 下顎頭の長さ：下顎頭の厚さに対して直角で、内外コンジリオン間の距離。

15. 下顎孔垂直距離：関節突起尖端から下顎底水平面に下した垂線において、下顎孔最低点から下顎底水平面に平行に走る線との交点と関節突起尖端との距離。

16. 下顎孔水平距離：下顎孔最低点から下顎水平面に平行に走る直線において、下顎枝後縁との交点と、下顎孔最低点間の距離。

17. 下顎孔直径：下顎孔の開口方向に対して直角方向に測った孔の直径。

18. オトガイ孔直径：オトガイ孔の開口方向に対して直角方向に測った孔の直径。

19. オトガイ孔の高さ：下顎底よりオトガイ孔直下までの距離。

20. オトガイ孔部の下顎体高：オトガイ孔を通る下顎体の高さ。

以上の各計測値間の示数値は以下のごときものである。

$$1. \text{ 下顎切痕示数} : \frac{\text{下顎切痕高}}{\text{下顎切痕幅}} \times 100$$

$$2. \text{ トムソンの下顎示数} : \frac{\text{下顎骨長}}{\text{下顎頭間幅}} \times 100$$

$$3. \text{ 下顎枝示数} : \frac{\text{下顎枝幅}}{\text{下顎枝高}} \times 100$$

$$4. \text{ 下顎幅示数} : \frac{\text{下顎角間幅}}{\text{下顎頭間幅}} \times 100$$

$$5. \text{ 下顎頭示数} : \frac{\text{下顎頭の長さ}}{\text{下顎頭の厚さ}} \times 100$$

$$6. \text{ 下顎体示数} : \frac{\text{下顎体高}}{\text{下顎体幅}} \times 100$$

$$7. \text{ オトガイ孔示数} : \frac{\text{オトガイ孔の高さ}}{\text{オトガイ孔部の下顎体高}} \times 100$$

$$8. \text{ 下顎孔示数} : \frac{\text{下顎孔垂直距離}}{\text{下顎枝高}} \times 100$$

次に下顎骨の肉眼的観察については以下のごとき部について行った。

1. オトガイ孔の開口方向

前方、前上方、前下方および外方の4方向に分類した。

2. 顎舌骨筋線の発育

＋：最後臼歯部の舌側部から前下方に向かって隆起し、稜として認められるもの。

±：最後臼歯部の舌側遠心部のみ、僅かに隆起し、前下方へ向って平坦になり、明瞭でないもの。

3. 咬筋粗面の発育

＋：下顎角部外面の骨表面の凹凸が認められ、隆起が認められるもの。

±：隆起がほとんど認められず、平坦なもの。

4. 翼突筋粗面の発育

＋：下顎角部内面は隆起が少なく、下顎枝上方において、僅かの隆起を認めるもの。

±：隆起がほとんど認められず、平坦なもの。

5. 翼突筋窩の発育

＋：下顎頭の内コンジリオンより下顎枝内面に向ってやや陥凹しながら移行し、ある程度の窩を形成するもの。

±：下顎頭の内側部から下方に向ってほとんど陥凹なく移行し、面がなめらかなもの。

計測値の取り扱いには各項目の平均値（ $\bar{X}$ ）、標準偏差（SD）および変動係数（V）を算出した。二つの平均値の差の検定はF検定およびt検定によって危険率5%以下で有意差ありとした。また各計測値間の相関係数（r）を算出し、有意性の検定を行った。

調 査 成 績

1. 咀嚼筋付着部の発育状態

下顎骨における咀嚼筋付着部の発育状態は表1に示す通りである。顎舌骨筋線はすべて±で、それほど明瞭な線稜を示しているものは認められない。咬筋粗面もほと

んどが±で+は2例である。これに対して翼突筋粗面は88%が+で大部分を占めている。翼突筋窩は±が92%と大部分であった。

表1 咀嚼筋附着部の発育状態

	+		±		計
	N	%	N	%	
顎舌骨筋線	0		50	100.0	50
咬筋粗面	2	4.0	48	96.0	50
翼突筋粗面	44	88.0	6	12.0	50
翼突筋窩	4	8.0	46	92.0	50

2. オトガイ孔部について

オトガイ孔部の計測成績は表2に示す通りである。オトガイ孔の直径は0.91mmで、オトガイ孔の高さは4.22mm、オトガイ孔部の顎体高は10.72mmである。オトガイ孔示数は40.12で、オトガイ孔の位置は中央よりも下方にあるということになる。

次にオトガイ孔の開口方向について調査したのが表3である。前上方へ向って開口しているのが56%で最も多く、次で前方の26%である。これを歯の萌出状態によって開口方向を比較してみると、いずれも前上方が多いが、M₁の未萌出の年齢期で63.6%からM₁萌出の年齢期では52.4%、そしてM₂萌出の年齢期の42.9%と、加齢的に減少を示しており、M₂萌出の年齢期では前下方

表2 オトガイ孔部の計測成績

	N	X (mm)	SD	C.V.
孔の直径	50	0.91	0.15	16.90
オトガイ孔の高さ	49	4.22	0.91	21.48
オトガイ孔部の顎体高	49	10.72	1.31	12.22
オトガイ孔示数(%)	49	40.12	10.24	25.52

表3 オトガイ孔の開口方向

開口方向		前方	前上方	前下方	外方	計
M ₁ 未萌出	N	7	14		1	22
	%	31.8	63.6		4.6	100.0
M ₁ 萌出	N	5	11	5		21
	%	23.8	52.4	23.8		100.0
M ₂ 萌出	N	1	3	3		7
	%	14.2	42.9	42.9		100.0
合計	N	13	28	8	1	50
	%	26.0	56.0	16.0	2.0	100.0

が前上方と同じく42.9%を示している。すなわち加齢的にオトガイ孔の開口方向は変化しているようである。

3. 下顎孔部について

下顎孔部の計測成績は表4の通りである。下顎孔の直径は1.85mmでオトガイ孔の約2倍の直径を示している。下顎孔垂直距離は15.64mm、下顎孔水平距離は9.28mmである。下顎孔示数は56.75でその位置は下顎枝の中央よりもやや上方にある。

表4 下顎孔部の計測成績

	N	X (mm)	SD	C.V.
孔の直径	50	1.85	0.40	21.72
下顎孔垂直距離	50	15.64	1.23	7.89
下顎孔水平距離	50	9.28	1.09	11.79
下顎孔示数(%)	50	56.75	4.91	8.65

4. 下顎切痕と下顎頭部について

下顎切痕と下顎頭の部についての計測成績は表5に示す通りである。下顎切痕幅は12, 16mm、切痕高は4.25mm、また下顎頭の厚さは4.59mm、長さは8.94mmである。すなわち下顎切痕はあまり深くはなく、下顎頭は内外側方向が前後方向よりも大きいことを示している。

表5 下顎切痕と下顎頭の計測値

	N	X (mm)	SD	C.V.
下顎切痕幅	50	12.16	2.36	19.38
下顎切痕高	49	4.25	0.55	12.93
下顎頭の厚さ	50	4.59	0.49	10.58
下顎頭の長さ	50	8.94	0.74	8.26

5. 下顎骨各部の計測値について

下顎骨各部の計測成績は表6に示す通りである。下顎

表6 下顎骨各部の計測値

	N	X (mm)	SD	C.V.
下顎骨長	50	50.08	4.80	9.59
下顎体幅	50	24.38	1.56	6.41
下顎体高	50	12.38	1.20	9.70
下顎枝高	50	27.74	2.78	10.03
下顎角間幅	50	31.31	2.54	8.12
下顎枝幅	50	21.01	2.35	11.20
筋突起高	50	32.20	3.32	10.31
下顎頭間幅	50	54.80	2.60	4.74
筋突起間幅	49	50.13	2.90	5.79
下顎角度(度)	50	102.72°	4.00	3.89

骨長は50.08mmであるが、下顎骨の幅については下顎体幅24.38mm、下顎角間幅31.31mm、下顎頭間幅54.80mm、筋突起間幅50.13mmと下顎頭間幅が最も大きい。また高さについては下顎体高12.38mm、下顎枝高27.74mm、筋突起高32.20mmである。下顎枝幅は21.01mm、下顎角度は102.72°である。

6. 計測値間の示数値について

下顎切痕示数は36.71で、切痕が浅いことがうかがえる。トムソン示数は91.41で、下顎骨長に対して下顎頭間幅がやや大きいことを示している。下顎枝示数は75.97、下顎幅示数は57.20である。下顎頭示数は196.04と下顎頭の厚さに対して長さは約2倍の大きさである。下顎体示数は50.95である。

表7 下顎骨各示数値について

	N	$\bar{X}$ (mm)	SD	C.V.
下顎切痕示数	49	36.71	10.00	27.25
トムソン示数	50	91.41	6.08	6.65
下顎枝示数	50	75.97	6.94	9.15
下顎幅示数	50	57.20	4.17	7.30
下顎頭示数	50	196.04	21.83	11.13
下顎体示数	50	50.95	5.24	10.29

7. 各計測値間の相関について

表8は各計測値相互間の相関をみたものである。下顎

体幅は下顎角間幅との間に有意の相関が認められるものの、その他の計測値との間には有意相関は認められない。また下顎角度も下顎角間幅との間に有意相関が認められるが、他とは全く有意相関が認められない。しかしその他の各計測値間ではほとんどが高度の有意相関を示していた。

表9では2つの計測値間の相関を示したものであるが、下顎頭の厚さと長さとの間および下顎孔垂直距離と水平距離との間にのみ有意の相関関係が認められた。

8. 歯の萌出年代別による計測値の比較

1) M_1 の未萌出年代と萌出年代の比較

アカゲザル50体の下顎骨について、 M_1 が未だ萌出していないものと、 M_1 が萌出しているものに別けて、各計測値ならびに示数値の比較をしてみた。その結果は表10、11、12に示す通りである。下顎骨各部の大きさは勿論 M_1 が萌出したものが大きい、その発育度は各部において差が認められる。すなわち、両者間にほとんど差がないものとしては下顎体幅、下顎角度、下顎切痕高、オトガイ孔の直径と高さならびにオトガイ孔の顎体高がある。また下顎骨長、下顎体高、筋突起高および下顎切痕幅などはその差が著名である。

また示数値は下顎切痕示数、トムソン下顎示数、下顎体示数および下顎孔示数において有意差が認められる。

2) M_2 の未萌出年代と萌出年代の比較

前述の M_1 が萌出している28体の下顎骨について、 M_2

表8 下顎骨各計測値間の相関関係について

	下顎骨長	下顎体幅	下顎体高	下顎枝高	下顎角間幅	下顎枝幅	筋突起高	下顎頭間幅	筋突起間幅
下顎体幅	0.15								
下顎体高	0.89*	0.20							
下顎枝高	0.66*	0.02	0.51*						
下顎角間幅	0.46*	0.36*	0.59*	0.39*					
下顎枝幅	0.79*	0.13	0.67*	0.60*	0.24				
筋突起高	0.87*	0.17	0.72*	0.72*	0.40*	0.77*			
下顎頭間幅	0.76*	0.18	0.67*	0.63*	0.47*	0.78*	0.75*		
筋突起間幅	0.74*	0.23	0.68*	0.59*	0.43*	0.66*	0.78*	0.75*	
下顎角度	0.05	-0.01	0.20	-0.27	0.30*	-0.06	-0.16	-0.06	-0.16

* …… 5%以下の危険率で有意の相関が認められるもの

が萌出しているものと未萌出のものに別けて、各計測値ならびに示数値の比較を試みた。その結果は表13, 14, 15に示す通りである。M₂が萌出したものは未萌出のものに比べて大きい。特に下顎骨長、下顎体幅、下顎体高、下顎角間幅、筋突起高および下顎切痕幅では高い有意の差が認められる。また示数値についてはトムソン下顎示数が1%の危険率で有意の差が認められ、下顎切痕示数および下顎幅示数も5%の危険率で有意の差が認められる。しかし、その他はほとんど差が認められない。

表9 下顎骨各計測値間の相関関係について

	N	r	Sig.
下顎切痕幅と切痕高	49	-0.20	
下顎頭の厚さと長さ	50	0.34	*
下顎孔垂直距離と水平距離	50	0.37	*
下顎孔とオトガイ孔の直径	50	0.18	
オトガイ孔の高さと同部の顎体高	49	-0.10	

*..... 5%以下の危険率で有意の相関が認められるもの

表10 M₁の萌出前と萌出後における下顎骨各部の計測値比較

	M ₁ の未萌出のもの			M ₁ の萌出しているもの			X ₁ -X ₂	
	N	X ₁ (mm)	SD	N	X ₂ (mm)	SD	t	Sig.
下顎骨長	22	46.28	2.01	28	53.07	4.20	6.98	*
下顎体幅	22	24.85	1.48	28	24.02	1.55	1.91	
下顎体高	22	11.55	0.65	28	13.03	1.14	5.42	*
下顎枝高	22	25.99	1.51	28	29.11	2.80	4.70	*
下顎角間幅	22	30.50	2.23	28	31.95	2.63	2.13	△
下顎枝幅	22	19.50	1.62	28	22.19	2.17	4.85	*
筋突起高	22	29.82	2.49	28	34.07	2.63	5.80	*
下顎頭間幅	22	53.28	1.64	28	55.99	2.61	4.25	*
筋突起間幅	21	48.37	2.40	28	51.45	2.53	4.30	*
下顎角度(度)	22	102.51°	3.25	28	102.88°	4.56	0.31	

* 1%以下の危険率で有意の差があるもの

△ 5%以下の危険率で有意の差があるもの

表11 M₁の萌出前と萌出後における下顎骨各部の計測値比較

	M ₁ の未萌出のもの			M ₁ の萌出しているもの			X ₁ -X ₂	
	N	X ₁ (mm)	SD	N	X ₂ (mm)	SD	t	Sig.
下顎切痕幅	22	10.25	1.63	28	13.66	1.64	7.32	*
下顎切痕高	21	4.41	0.49	28	4.13	0.56	1.84	
下顎頭の厚さ	22	4.42	0.43	28	4.72	0.49	2.25	△
下顎頭の長さ	22	8.57	0.41	28	9.24	0.81	3.52	*
下顎孔垂直距離	22	15.15	0.97	28	16.03	1.30	2.67	△
下顎孔水平距離	22	8.96	0.74	28	9.61	1.22	2.53	△
下顎孔直径	22	1.62	0.31	28	2.04	0.37	4.27	*
オトガイ孔直径	22	0.88	0.15	28	0.93	0.15	0.99	
オトガイ孔の高さ	21	4.01	0.80	28	4.38	0.96	1.39	
オトガイ孔部の顎体高	21	10.35	1.53	28	11.00	1.06	1.76	

* 1%以下の危険率で有意の差があるもの

△ 5%以下の危険率で有意の差があるもの

表12 M₁ の萌出前と萌出後における示数値の比較

	M ₁ の未萌出のもの			M ₁ の萌出しているもの			$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	
	N	$\bar{X}_1$	SD	N	$\bar{X}_2$	SD	t	Sig.
下顎切痕示数	21	44.73	8.43	28	30.68	6.13	6.76	*
トムソン下顎示数	22	87.10	3.65	28	94.79	5.45	5.68	*
下顎枝示数	22	75.16	5.91	28	76.61	7.16	0.77	
下顎幅示数	22	57.29	3.78	28	57.14	4.53	0.12	
下顎頭示数	22	194.59	21.99	28	197.19	22.04	0.42	
下顎体示数	22	46.69	3.77	28	54.48	3.41	7.37	*
オトガイ孔示数	21	40.02	11.27	28	40.20	9.61	0.06	
下顎孔示数	22	58.45	4.38	28	55.41	4.95	2.26	△

* …… 1 % 以下の危険率で有意の差があるもの

△ …… 5 % 以下の危険率で有意の差があるもの

表13 M₂ の萌出前と萌出後における下顎骨各部の計測値比較

	M ₁ 萌出 M ₂ 未萌出のもの			M ₂ の萌出しているもの			$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	
	N	$\bar{X}_1$ (mm)	SD	N	$\bar{X}_2$ (mm)	SD	t	Sig.
下顎骨長	21	51.32	2.96	7	58.31	2.70	5.51	*
下顎体幅	21	23.50	0.85	7	25.56	2.19	3.65	*
下顎体高	21	12.59	0.92	7	14.33	0.59	4.65	*
下顎枝高	21	28.56	2.74	7	30.76	2.47	1.88	
下顎角間幅	21	31.16	2.49	7	34.30	1.32	3.16	*
下顎枝幅	21	21.76	1.96	7	23.47	2.41	1.89	
筋突起高	21	33.29	2.08	7	36.40	2.90	3.11	*
下顎頭間幅	21	55.67	2.50	7	56.96	2.89	1.13	
筋突起間幅	21	50.90	2.30	7	53.13	2.66	2.14	△
下顎角度 (度)	21	102.93°	4.78	7	102.71°	4.15	0.11	

* …… 1 % 以下の危険率で有意の差があるもの

△ …… 5 % 以下の危険率で有意の差があるもの

表14 M₂ の萌出前と萌出後における下顎骨各部の計測値比較

	M ₁ 萌出 M ₂ 未萌出のもの			M ₂ の萌出しているもの			$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	
	N	$\bar{X}_1$ (mm)	SD	N	$\bar{X}_2$ (mm)	SD	t	Sig.
下顎切痕幅	21	13.11	1.39	7	15.30	1.23	3.71	*
下顎切痕高	21	4.18	0.63	7	3.97	0.29	0.83	
下顎頭の厚さ	21	4.67	0.51	7	4.87	0.43	0.93	
下顎頭の長さ	21	9.08	0.80	7	9.70	0.70	1.82	
下顎孔垂直距離	21	16.00	1.26	7	16.14	1.51	0.26	
下顎孔水平距離	21	9.35	1.17	7	10.37	1.13	2.02	
下顎孔直径	21	1.97	0.33	7	2.26	0.42	1.87	
オトガイ孔直径	21	0.93	0.16	7	0.90	0.14	0.62	
オトガイ孔の高さ	21	4.38	0.99	7	4.36	0.95	0.06	
オトガイ孔部の顎体高	21	10.74	0.90	7	11.79	1.17	2.47	△

* …… 1 % 以下の危険率で有意の差があるもの

△ …… 5 % 以下の危険率で有意の差があるもの

表15 M₂の萌出前と萌出後における示数値の比較

	M ₁ 萌出			M ₂ 未萌出のもの			M ₂ の萌出しているもの			$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	
	N	$\bar{X}_1$	SD	N	$\bar{X}_2$	SD	N	$\bar{X}_2$	SD	t	Sig.
下顎切痕示数	21	32.22	6.29	7	26.06	1.94				2.53	△
トムソン下顎示数	21	92.23	3.25	7	102.47	2.60				7.54	*
下顎枝示数	21	76.68	7.61	7	76.40	6.10				0.09	
下顎幅示数	21	56.04	4.04	7	60.43	4.59				2.41	△
下顎頭示数	21	196.29	24.02	7	199.90	15.84				0.37	
下顎体示数	21	53.60	3.04	7	56.40	4.24				1.91	
オトガイ孔示数	21	41.19	9.88	7	37.26	8.74				0.93	
下顎孔示数	21	59.39	5.31	7	52.49	1.74				1.89	

* …… 1%以下の危険率で有意の差があるもの

△ …… 5%以下の危険率で有意の差があるもの

考察ならびに総括

アカゲザル50体の下顎骨について形態学的研究を行った。これらの下顎骨はすべてM₃が未萌出のもので、乳歯期よりM₂が萌出直後のものまで、いわゆる性的成熟期に達する以前の若年期のものである。したがって、乳歯期、M₁の萌出した年代およびM₂の萌出した年代と3期に別けて、下顎骨の成長過程を追求することができた。以下、アカゲザル下顎骨の形態と発育状態ならびに他の哺乳類と比較しながら検討してみる。

1. 咀嚼筋付着部の発育状態

顎舌骨筋線の発達状態について、Shulz (1933)²¹⁾はヒトについて4型に分類しているが、秋吉¹³⁾はブタとイノシシの調査でⅡ, Ⅲ, Ⅳの3型に分類している。また池田¹⁰⁾もイヌについて同様の方法で調査を試みている。著者のアカゲザルでは、まだ若年期ということもあって、Schlzの1型、秋吉のⅡ型に該当するもののみしか認められなかった。これはまだ下顎骨が発育過程にあるためと考えられ、成長していくとともに筋肉の発育が強くなってくれば、顎舌骨筋線も発達してくると思われる。

下顎枝の下顎角部の外面と内面に見られる咬筋粗面および翼突筋粗面の発達状態は、後者の方が発達が良く、また翼突筋窩に比べても翼突筋粗面の発達は著しい。咬筋粗面や翼突筋窩の発達が良いものは、M₁やM₂が萌出しているものに多く認められることから、歯の萌出とともに筋肉の発達が増大していくものと考えられる。

咀嚼筋の下顎骨停止部の発達状態はまだ成長期であるために、きわめて弱く、秋吉¹³⁾のブタやイノシシ、池田¹⁰⁾のイヌでは著明に発達したⅡ型も認められており、

サルも壮年期に達したものは良く発達しているものと思われる。しかし、これら筋付着部の発達状態は食性の違いによる差異あるいは動物種によっても差異が認められる。特に咬筋粗面は食肉類においては今井 (1956)²²⁾が述べているように深い陥凹を示している咬筋窩を形成している。これに対してアカゲザルの場合は窩は形成しておらずブタやイノシシなどの雑食動物と同様な形態をしている。

2. オトガイ孔

下顎体外面にはオトガイ孔が存在するが、その個数はヒトと同じく1コである。ヒトの場合、野川ら (1960)²³⁾は複オトガイ孔のあることを報告しているが、今回の調査においてはサルには認められなかった。しかし池田¹⁰⁾や菅野¹¹⁾のイヌ、吉村¹²⁾のタヌキ、秋吉¹³⁾のブタやイノシシでは多くのオトガイ孔が見られるとしており、特に前・中・後の3コが大きく、なかでも中オトガイ孔が最も大きいとしている。その直径は0.91mmで、他の動物に比べたら小さく、歯の萌出とは関係なく、年齢が進んでも大きさには差はない。その位置は歯の萌出状態によって変動が見られ、乳歯群だけの場合は第1乳臼歯の直下に、第1大臼歯が萌出して混合歯群の場合は第1と第2乳臼歯の間の方に、第2大臼歯が萌出して永久歯群になると第2小臼歯の下方に存在している。池田¹⁰⁾はイヌの中オトガイ孔がP₁とP₂の間付近からP₂の下方に多く存在していると述べており、吉村¹²⁾のホンダヌキもほぼ同じ位置としている。次にその存在位置の高さであるが、示数値40.12という数値より判断すれば、中央よりやや下方に相当し、上條¹⁹⁾のヒトではほぼ中央に存在しているのに比べて、低い位置にある。この示数値については歯の萌出状態に対応しての変動は

ほとんど認められない。他の動物と比べると、秋吉¹³⁾のブタやイノシシでは中央より高位にあり、菅野¹¹⁾のビーグル犬は示数値が約44、吉村¹²⁾のホンダヌキでは約48、池田のイヌでは約37となっており著者の成績はイヌに近いといえる。

オトガイ孔の開口方向は乳歯群の時には前上方乃至前方が多く、歯の萌出とともに前方が減少して、前下方が多くなっていく傾向にある。ビーグル犬はほとんど前方か前上方であり、池田のイヌも前方が大部分であるとしている。ホンダヌキも前方に、ブタやイノシシも前方または前上方に開口している。上條¹⁹⁾は動物は前方に開口し、ヒトは後上方に開口していると述べているがアカゲザルでは前下方への開口が多く見られる。

3. 下顎孔

下顎孔の直径は全体で平均1.85mmであるが、歯の萌出年代別に比較してみると、M₁未萌出時では1.62mm、M₁萌出時では1.97mm、M₂萌出時では2.26mmと次第に大きくなっている。次に下顎孔の上下的な位置であるが、下顎孔示数によってみると、56.75%、中央よりもやや下方ということになる。これを歯の萌出年代別に比較してみると、M₁未萌出時は58.45、M₁萌出時は56.39、M₂萌出時は52.49と、歯が萌出して年齢が進むに従って徐々に上方に向い、ほぼ中央付近に位置するようになる。上條¹⁹⁾によるとヒトでは下顎底より40%のところにあると述べており、サルがやや高い位置にあるといえる。食肉類では菅野¹¹⁾のビーグル犬では示数値の扱い方が異なるが、かなり低い位置にあり、池田¹⁰⁾もイヌについての調査で示数値が約78%と述べており、著者のものよりもかなり低い位置にあることが判る。一方雑食性では秋吉¹³⁾のブタは46、イノシシは42という示数値で、これらは中央よりも高位にあり、各動物種によって差異が認められる。下顎孔とオトガイ孔の直径について、その相関を求めてみたが、有意の相関関係は認められなかった。しかし下顎孔の垂直距離と水平距離の間には1%以下の危険率で有意の順相関が認められた。

4. 下顎頭

下顎頭の厚さと長さについて計測したが側方に細長い形態をしている。下顎頭示数は196.04で、長さは厚さのほぼ2倍近くあることになる。また下顎頭示数は歯の萌出によっての変動はほとんどみられない。次に示数値を他の動物と比較してみると、秋吉¹³⁾のブタやイノシシでは100をわずかにこす数値で、下顎頭の長さよりも厚さがやや大きく、肉眼的にはほぼ正方形に近い形であると述べている。また菅野¹¹⁾や池田¹⁰⁾のイヌおよび吉

村¹²⁾のタヌキでは34~40の示数値である。これらの値は著者の示数値算出法とは分母と分子が逆になっているので、単純に比較できないが、著者のものをそちらに合せると約50位の数値となり、肉食動物の方がより左右方向に細長い形態をしていることになる。池田(1983)²⁴⁾は哺乳動物の顎関節の比較形態学的研究の中で、下顎頭の幅に対する厚さの関係は雑食動物が最も大きく、草食動物や肉食動物の方が、より左右に細長い下顎頭を有していると述べている。著者のアカゲザルは雑食動物に比べると、かなり異なり、むしろ草食や肉食動物に近いといえる。

これは織田(1937)²⁵⁾や小林(1975)²⁶⁾が述べているように、それぞれの食性の違いによる咀嚼運動の差異によってもたらされた形態であると考えられる。下顎頭の厚さと長さとの間には有意の順相関関係が認められており、従って厚さと長さの間はほぼ均衡のとれた大きさの関係を示しているものと考えられる。

5. 下顎切痕

下顎切痕については、その幅が、12.16mm、高さが4.25mmで示数値は36.71である。切痕の幅と高さとの間における相関では、有意ではないが逆相関が認められる。歯牙萌出年代別では下顎切痕幅がM₁の未萌出時からM₁そしてM₂の萌出時へと次第に増大しているのに対し、下顎切痕高は僅かではあるが減少している。従って下顎切痕示数はM₁未萌出時で最も大きく、その後順次減少している。すなわち加齢的に切痕が浅くなっている。ヒトの場合、上條¹⁹⁾の資料から九州人では示数値が42.6でサルよりも大きい。しかし、ヒトの場合現代人から江戸時代、中世、古墳時代、石器時代へと順次示数値が減少しているということは、過去から現代へと切痕が深くなっていることを示している。その他の動物の切痕示数についてみると、吉村¹²⁾のタヌキ30.9、菅野¹¹⁾のビーグル犬31.8、池田の洋犬34.0、和犬29.6、雑犬32.9といずれも浅く、秋吉¹⁴⁾のブタ55.3、イノシシ53.6は比較的深いことを示している。

6. 下顎骨各計測値と歯牙萌出状態との関係

下顎骨の各計測値を歯牙萌出年代別に比較してみると、図5、6、7のごとくである。下顎骨の長さ、幅、高さにおいては歯牙萌出とともに大きさを増しているが、下顎角度には全く変化は認められない。特に著しい増大を示しているのは下顎骨長、下顎体高、筋突起高であり、下顎体幅など幅径の増大はそれほど著しいものではない。このことはトムソン下顎示数値が歯牙の萌出とともに増大していることによっても、下顎骨長の加齢的

図5 M₁ と M₂ の萌出状態による下顎骨計測値の比較

図6 M₁ と M₂ の萌出状態による下顎骨計測値の比較

図7 M₁とM₂の萌出状態による示数値の比較

な増大に比べ下顎頭間幅の増大率の小さいことを示している。すなわち歯の萌出によって下顎骨が前後方向へ大きくなっているということである。ところが菅野¹¹⁾のビーグル犬ではトムソン下顎示数が約151で下顎骨の幅が長さの約9%ということであり、また池田¹⁰⁾のイヌについてもほぼ同様のことがいえる。さらに秋吉¹⁴⁾のブタでは184、イノシシでは206と長さが幅の2倍前後になっており、下顎骨が前後方向に細長いといえる。アカゲザルではM₂が萌出した時点では102.5でほぼ長さと幅が同じといえる。ヒトでは上條¹⁹⁾の資料により九州人87.4と幅が長さに優っている。下顎枝示数は下顎枝幅と筋突起高との間の示数値であるが、およそ76で、歯の萌出によっての変化はほとんどない。他の動物ではビーグル犬が57前後、洋犬が60、和犬が65、雑犬が63、ブタが49、イノシシが58となっており、いずれよりも著者の方が大きい示数値を示している。これはヒトの57.3よりも大きく、下顎枝は高さに対して幅が他の動物よりも相対的に大きいことを示している。

下顎幅示数は下顎角間幅と下顎頭間幅との間の示数値であるが、57.20でM₂萌出時には60.43となり、歯の萌出によって僅かに増大している。すなわち増大とともに下顎角間幅と下顎頭間幅との大きさの差が少しずつ小さ

くなったということである。ヒトでは84.3で両者間の大きさの差はサルよりもずっと小さい。またブタやイノシシでは約96でヒトよりも更に示数値が大きくなっている。イヌの場合はおよそ83~87前後でヒトとよく似ている。

下顎体示数は下顎体高と下顎体幅との間の関係を示したもので、サルでは50.95で、M₁の未萌出時からM₁萌出時にかけて急に増大し、その後の増大は少ない。M₂萌出時には56.4となっている。これは下顎体幅よりも下顎体高の加齢的な増大が大きいことによるものと思われる。この値はイノシシの56.7に近く、ブタの62.0よりは小さい。またイヌの42~46に比べると大きい。

次に関節突起の高さ（下顎枝高）と筋突起高とを比較してみるとアカゲザルでは前者が27.74mm、後者が32.20mmと筋突起の方が少し高い。この関係は動物の種類によってかなりの差異がある。すなわちヒトは両者の高さはほぼ同じ位であるが、イヌやタヌキなど食肉類では、筋突起は関節突起の約2倍の高さであり、ブタでは関節突起がやや高く、イノシシでは筋突起の方がやや高いといった関係にある。このことは前述の下顎頭の形態とも関連して、各動物の咀嚼運動と関係しているものと考えられる。石島(1958)²⁷⁾はヒト、オランウータン、ブタなどでは関節突起と筋突起とはほぼ同高であり、ウサギや象では関節突起が筋突起より高く、肉食類では関節突起が低いと述べている。Hoshi¹⁵⁾はcondyle height indexによって哺乳類の下顎骨の食性による比較を行っている。すなわち肉食類のindexは他よりも著しく低いことを述べている。下顎骨各計測値間の相関では、下顎角度がいずれの項目とも相関が認められず、また下顎体幅では下顎角間幅との間で相関が認められる以外は他の項目との間には全く相関が認められなかった。また下顎角間幅と下顎枝幅との間にも相関がなかった。しかし、その他の各計測値間には有意の相関が認められた。池田¹⁰⁾はイヌについて下顎骨長、筋突起高、下顎角間幅および下顎枝角をそれぞれ下顎骨の長さ、高さ、幅および角度の代表として相関を調べているが、著者の場合とはほぼ同様に下顎枝角との間以外はすべて有意の順相関があったと述べている。すなわち下顎骨の長さ、幅、高さの三方向に関しては相互に深い関連性があることが考えられる。

結 論

霊長類マカク属の一種であるアカゲザル50体の下顎骨について、形態学的研究を行った。これらの下顎骨はす

べて M_3 が未萌出の、いわゆる若年期のものである。また、これを歯の萌出年代別に分類して、下顎骨の發育状態を検討した。その結果以下のような結論が得られた。

1. 下顎骨における咀嚼筋付着部の發育状態は、若年期であるため弱かった。しかしその中で翼突筋粗面の發育は比較的に良好であった。

2. オトガイ孔はその直径が平均 0.91mm で、歯の萌出とは関係ない。孔の位置は乳歯群の場合は m_1 の直下に、第 1 大臼歯が萌出して混合歯群の場合は m_1 と m_2 の間の下方に、第 2 大臼歯が萌出して永久歯群になると P_2 の下方に存在している。また孔の位置の高さは中央よりもやや下方にあり、ヒトのほぼ中央にあるのに比べると低い。オトガイ孔の開口方向は乳歯群の時には前上方乃至前方が多く、大臼歯の萌出とともに前下方へ開口するものが多くなっていく。

3. 下顎孔の直径は平均 1.85mm であるが、歯の萌出とともに次第に大きくなり、 M_2 の萌出した時点では 2.26mm となる。下顎孔の高さは中央よりもやや下方にあるが、歯の萌出につれて上方へ移り、 M_2 萌出時にはほぼ中央付近となる。

4. 下顎頭の形態は左右方向に細長く、楕円形をしている。これは肉食動物の方がより細長い形態をしており、ブタやイノシシでは下顎頭の幅と厚さが同じで正方

形に近い形をしているのとは異っている。

5. 下顎切痕はその示数値 36.71 から判断して、ヒトよりは浅くイヌよりも深い。またブタやイノシシに比べると浅い。また歯の萌出にともなう、浅くなっていく。

6. 下顎骨の各計測値は歯牙の萌出とともに大きさを増大しているが、下顎角度については全く変動はない。また下顎骨の長さが高さが幅に比べると増大率は大きい。

7. トムソン下顎示数は 91.41 で、下顎骨長に対して下顎頭間幅がやや大きいことを示している。加齢的には示数値は大きくなり、歯牙萌出とともに下顎骨の長さの増大が幅の増大よりも著しいことを示している。

8. 関節突起の高さと筋突起の高さを比較すると、筋突起が僅かに高い。イヌなどの肉食類では筋突起が関節突起の約 2 倍の高さであり、各種動物によって差異が見られる。

稿を終るに臨み、本研究に終始御懇切なる御指導と御校閲を賜った恩師九州歯科大学口腔解剖学第 1 講座山田博教授に深甚なる謝意を表します。また本研究に御協力いただいた九州歯科大学口腔解剖学教室の医局員諸先生に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 茂原信生：人類学講座，2，霊長類，雄山閣，東京，1977，3—42，105—146。
- 2) 河合雅雄・岩本光雄・吉場健二：世界のサル，毎日新聞社，東京，1968，148—153。
- 3) Rumbaugh, D.M. : *Anatomy, Dentition, Taxonomy, Molecular Evolution, and Behavior*. S.Karger, Basel, 1973, 2—95.
- 4) Clark, G. : *The Antecedents of Man, An Introduction to the evolution of the Primates*. Quadrangle Books, Chicago, 1960, 75—125.
- 5) Swindler, D.R. : *Dentition of Living Primates*. Academic Press, London, 1976, 1—299.
- 6) 中川三省：カニクイザル (*Macacus irus*) の歯科学的研究。九州歯会誌 24 : 735—758, 1971。
- 7) 馬場博史：ニホンザル (*Macaca fuscata*) の歯の形態学的研究。九州歯会誌 32 : 741—768, 1979。
- 8) 花田道成：アカゲザル (*Macaca mulatta*) の乳歯形態について。九州歯会誌 33 : 351—366, 1979。
- 9) Ikeda, J. and Watanabe, T. : Morphological Studies of *Macaca fuscata*, III. Craniometry. *Primates* 7 : 271—288, 1966。
- 10) 池田一郎：犬の下顎骨の比較形態学的研究。九州歯会誌 36 : 883—904, 1982。
- 11) 菅野 明：ビーグル犬の下顎骨についての計測学的研究。九州歯会誌 36 : 871—882, 1983。
- 12) 吉村和夫：ホンダヌキの下顎骨についての比較解剖学的研究。九州歯会誌 37 : 663—679, 1983。
- 13) 秋吉興一：ブタ *Sus scrofa domesticus* とニホンイノシシ *Sus scrofa leucomystax* の下顎骨についての比較形態学的研究。九州歯会誌 34 : 9—24, 1980。
- 14) 清川幸雄：イノシシの下顎骨の形態学的研究。九州歯会誌 29 : 191—217, 1975。
- 15) Hoshi, H. : Comparative morphology of the mammalian mandible in relation to food habit.

Okajimas Fol. anat. Jap. **48** : 333—345, 1971.

- 16) Hurme, V.O. and Wngenen, G. V. : Basic data on the the emergence of deciduous teeth in the monkey (*Macaca mulatta*). *Proc. Am. Phil. Soc.* **97** : 291—315, 1953.
- 17) Hurme, V.O. and Wagenen, G.V. : Basic data on the emergence of permanent teeth in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Proc. Am. Phil. Soc.* **105** : 105—140, 1961.
- 18) 桐野忠大・佐伯政友：高崎山野生ニホンザルの口腔内諸形態一歯の加齢的变化（萌出，咬耗）一．高崎山の野生ニホンザル（伊谷純一郎・他編）．勁草書房，東京，1964，124—135．
- 19) 上條雍彦：口腔解剖学 1 骨学，アナトーム社，東京，1972，141—348．
- 20) 斉藤弘吉：犬科動物骨格計測法，国際文献，東京，1963，45—68．
- 21) Schulz, H.E. : Ein Beitrag zur Rassenmorphologie des Unterkiefers. *Z. Morph. Anthropol.* **32** : 275—366, 1933.
- 22) 今井倭武：家畜の下顎骨について．獣医畜産新報 **174** : 9—12, 1956．
- 23) 野川孝男・荒谷龍：日本人下顎骨複オトガイ孔，下顎隆起の出現頻度について．東京歯科大学解剖学教室業績集 **15** : 291—293, 1960．
- 24) 池田研二：数種哺乳動物の顎関節の比較形態学的研究．九州歯会誌 **37** : 559—587, 1983．
- 25) 織田健太郎：下顎骨の形態学的研究．日本歯科口腔科学会誌 **19** : 1—38, 1937．
- 26) 小林茂夫：ヒトの歯と動物の歯．日歯医師会誌 **28** : 920—928, 1975．
- 27) 石島公德・高山良光：下顎枝の比較解剖学的研究．東京歯科大学解剖学教室業績集 **8** : 1—3, 1958．