

# 湘鄂与闽粤猕猴颅骨的多变量分析

俞发宏 彭燕章 潘汝亮

(中国科学院昆明动物研究所, 昆明 650223)

## 摘 要

本文是中国猕猴湖南-湖北和广东-福建种群颅骨的多变量分析。结果表明, 二者的面宽和颅骨的形态结构除有明显的性二型外, 还存在较大的差异。湖南-湖北种群的颅骨结构相对大于福建-广东种群。它们与云南南部和海南岛猕猴颅骨的判别分析结果表明, 由于地理和生态隔离, 四者雌雄两性颅骨的形态结构均有较大的差异, 达到种群间的显著差异水平 ( $P < 0.01$ ), 分别应属不同的亚种。

**关键词** 颅骨, 种群, 猕猴, 多变量分析

猕猴 (*Macaca mulatta*) 是 *Macaca* 属中与人类共栖, 大陆型分布最广, 分化最大和适应各种生态条件的物种之一。尽管目前对它的研究十分广泛, 几乎涉及各个领域, 但它的隶属关系和种下分类仍是争论的焦点之一。自 Allen (1938) 之后, 不同学者对中国猕猴的种下分类提出了不同的见解, 将其分为 1—6 个不同的亚种 (Anderson, 1970; Napier *et al.*, 1967; Ellerman *et al.*, 1951; Hill, 1974; 蒋学龙等, 1991; 全国强等, 1981; Zhang *et al.*, 1991)。近年彭燕章等 (1993)、张亚平等 (1990) 和 Pan 等 (1993) 通过对中国不同猕猴种群的颅骨多变量分析和 mtDNA 片段多态的研究, 否定了中国有猕猴指名亚种存在的观点, 认为云南中南部猕猴既不是印度的 *M. m. mulatta* 也不是泰国的 *M. m. simica*。海南岛猕猴属岛屿型种群, 与大陆型的其它中国猕猴存在明显的形态差异, 属不同亚种。虽然闽粤 (福建、广东) 和湘鄂 (湖南、湖北) 分布的猕猴始终被划归为福建亚种 (*M. m. littoralis*), 但从它们地理分布环境和猕猴分化的多态性, 对此划分表示怀疑。本文拟通过对此两区猕猴种群颅骨的多变量分析, 结合其生态和地质资料, 探讨它们的分类隶属关系, 以期提供有关的分类资料。

## 1 材料和方法

所用材料均收藏于昆明动物研究所灵长类研究室 (表 1)。采用邵象清 (1985) 和 Levalle *et al.* (1977) 的测量方法, 选取 21 项与颅骨形态结构有密切关系的变量做多变量分析 (表 2)。

表 1 材料 (Materials)

种 群 (Groups)	雌 性 (Female)	雄 性 (Male)	分 布 (Area)	经 度 (Longitude)	纬 度 (Altitude)
云南南部猕猴 (No.1)	14	11	瑞丽, 思茅, 勐腊西双版纳	98—102 °	21—24 °
湘鄂猕猴 (No.2)	8	9	湖南, 湖北	109—116 °	26—32 °
闽粤猕猴 (No.3)	5	7	福建, 广东	110—120 °	22—25 °
海南岛猕猴 (No.4)	5	5	海南岛	108—111 °	18—20 °

表 2 变量 (Key to abbreviations of variables)

孟后突臼齿长 (PGM3): 孟后突基部到第三臼齿远端的距离 (distance from the base of the anterior surface of the postglenoid process to the distal root of the upper M3);
颧额前缘宽 (INFRMAL): 两颧额连线间的距离 (distance between the points on the lateral margins of the frontal processes of the left and right zygomatic bones at the zygomaticofrontal suture);
眶后窝最小宽 (POSTORB) (minimum width of the postorbital constriction);
梨状孔宽 (PIRW) (width of the piriform aperture);
乳突最大宽 (BIMASTW) (distance between the right and left mastoid processes);
枕骨大孔长 (FORMAGL) 和宽 (FORMAGW) (length and width of the foramen magnum);
孟后突牙槽长 (PGA): 孟后突基部到前牙槽中点的距离 (distance from the base of the anterior surface of the postglenoid process to the alveolare);
颅长 (CRANL): 枕骨外凸隆到门齿槽中点的距离 (cranial length: distance from the top of the occipital protuberance to the alveolare);
颅宽 (CRANW): 两外耳道上缘宽度 (cranial width: the distance between the points on the left and right suprameatal crests above the external acoustic meatus);
颧弓距 (BIZYGW): 两颧弓在颧额骨连线中点的距离 (maximum width of the zygomatic arches at the midpoint of the zygomaticotemporal suture);
颧下窝长 (TEMFOSL) 和宽 (TEMFOSW): (length and width of the infratemporal fossa.)
颅盖长 (CALVL): 从眉间点到枕骨凸隆的距离 (distance from glabella to the top of the occipital protuberance);
嘴长 (MUZL): 自门齿槽中点到眶下缘的距离 (distance from orbital to alveolare);
前颅基长 (ANTBASI): 枕骨大孔前缘中点到门齿中点的距离 (distance from the anterior point of the foramen magnum in the midsagittal plane to the alveolare);
咬肌力臂长 (MAM): 自下颌关节突顶点到下颌底部的距离 (moment arm of the masseter from the top of the mandibular condyle to the anterior border of the angle of the mandible);
下颌高 (MANDH): 下颌骨在M1和M2之间的高度 (height of the mandible between lower M1 and M2);
下颌联合长 (MANDSYM): 下颌下缘的中线点到下门齿槽缘的距离 (length of the mandibular symphysis in the inferior mandibular margin between the midline and infradentale);
下颌骨的宽 (MANCROW): 下颌骨在M1和M2之间的宽 (width of the mandibular corpus between the lower M1 and M2);
眶外侧距 (BIORW): 两眶眶外侧缘内间距 (maximum distance between the orbits at the lateral edges of the orbits at the zygomatico-temporal suture) .

用 T-检验 (T-test) 方法求出此两区猕猴种群有关变量的平均值 (Mean) 标准差

(SD) 和显著性检验结果。

在判别分析中, 先对所有变量进行  $\lambda$ -选择, 再进行判别分类分析, 并用 ONE WAY 方法检验判别分类的置信度。

为减少误差, 提高运算的准确性, 所有统计学分析, 均在同性别之间进行。

## 2 结 果

表 3 列示了闽粤和湘鄂雌雄猕猴颅骨 21 项变量的单因子方差分析结果。上述变量经 Wilks' 值的判别分类表明, 无论是雌性还是雄性, 两个种群之间均达极显著差异水平 ( $P < 0.001$ ), 判别置信度分别为 81.67% 和 93.75% (表 4)。而它们雌雄两性颅骨的判别分析结果表明, 它们均有较显著的性二型差异 (表 5)。

表 3 湘鄂和闽粤猕猴颅骨有关变量的平均值、标准差和 T 检验结果

The Mean, SD and the results of T-test on the variables of the skulls between No.2 and No.3

变 量		Group No.2		Group No.3		T- 检验
		平均值	标准差	平均值	标准差	
PGA	雌性 (Female)	82.0	10.3	72.2	9.7	
	雄性 (Male)	85.13	10.4	82.7	5.4	
PGM3	雌性 (Female)	34.0	4.9	29.6	4.6	
	雄性 (Male)	35.9	3.5	35.3	7.8	
CRANL	雌性 (Female)	114.7	6.4	115.0	6.6	
	雄性 (Male)	124.2	8.9	122.8	10.8	
INFRMAL	雌性 (Female)	65.3	8.0	61.3	2.9	
	雄性 (Male)	65.5	5.1	61.4	7.3	
BIZYGW	雌性 (Female)	77.35	4.1	74.5	6.0	*
	雄性 (Male)	83.3	7.4	81.1	7.9	
POSTORB	雌性 (Female)	46.6	1.3	44.9	1.0	
	雄性 (Male)	46.4	1.8	49.0	8.4	
PIRW	雌性 (Female)	12.7	0.3	12.5	2.3	
	雄性 (Male)	13.1	0.9	12.3	1.3	
BIORBW	雌性 (Female)	57.1	5.7	62.5	3.6	
	雄性 (Male)	64.5	8.7	67.6	5.5	
BIMASTW	雌性 (Female)	65.3	2.7	62.4	5.2	
	雄性 (Male)	70.0	5.5	66.7	7.2	*
FORMAGL	雌性 (Female)	14.7	3.3	16.9	1.2	
	雄性 (Male)	16.3	1.0	16.0	1.3	
FORMAGW	雌性 (Female)	14.6	0.8	15.4	1.1	
	雄性 (Male)	15.1	0.7	14.6	1.3	
TEMFOSL	雌性 (Female)	28.4	2.0	28.3	3.7	
	雄性 (Male)	32.0	4.4	31.5	3.4	
TEMFOSW	雌性 (Female)	23.1	3.3	23.1	1.3	
	雄性 (Male)	26.1	4.0	24.6	2.8	

续表 3

变 量		Group No.2		Group No.3		T- 检验
		平均值	标准差	平均值	标准差	
MUZL	雌性 (Female)	39.4	3.1	37.0	5.9	*
	雄性 (Male)	44.5	4.9	44.6	9.9	
MAM	雌性 (Female)	40.1	4.2	40.1	7.9	
	雄性 (Male)	40.1	4.1	39.5	2.4	
MANDH	雌性 (Female)	19.1	2.7	17.8	1.4	
	雄性 (Male)	20.5	2.5	19.5	1.9	
MANDSYM	雌性 (Female)	25.0	2.0	23.7	3.7	
	雄性 (Male)	29.1	4.8	27.5	4.3	
MANCORW	雌性 (Female)	8.1	0.9	8.7	1.0	
	雄性 (Male)	8.50	1.0	8.2	0.6	
CRANW	雌性 (Female)	65.7	2.5	62.7	3.6	
	雄性 (Male)	67.7	4.0	67.5	4.6	
CALVL	雌性 (Female)	85.9	3.8	84.1	6.3	
	雄性 (Male)	89.2	3.3	88.5	7.5	
ANTBSI	雌性 (Female)	77.6	3.9	78.3	10.0	
	雄性 (Male)	87.9	9.5	85.0	10.0	

表 4 湘鄂和闽粤猕猴颅骨变量的判别分析结果

Results from discriminant analysis for the variables of the skulls of Group No.2 and Group No.3

标本 (Case)			判别结果 (Predicted result)		判别置信度 (possibility)
			No.2	No.3	
雌性	No.2	8	7 (87.5%)	1 (12.5%)	91.7%
Female	No.3	5	0	5 (100%)	
雄性	No.2	9	8 (88.9%)	1 (11.1%)	93.7%
Male	No.3	7	0	7 (100%)	

表 5 湘鄂和闽粤猕猴颅骨的性二型判别分析结果

Results from discriminant analysis for the dimorphism of the specimens in Group No.2 and Group No.3

标本 (Case)			判别结果 (Predicted result)		判别置信度 (possibility)
			雌 (Female)	雄 (Male)	
No.2	Female	8	7 (87.5%)	1 (12.5%)	82.3%
	Male	9	2 (22.2%)	7 (77.8%)	
No.3	Female	5	5 (100%)	0	75.3%
	Male	7	2 (28.1)	5 (71.9%)	

对闽粤和湘鄂猕猴与海南岛和滇南猕猴颅骨的判别分析表明 (表 6 和表 7), 虽然滇南猕猴与其它种群有一定的重叠分布, 但闽粤与湘鄂猕猴之间无论雌性还是雄性仍有极显著的差异。

表 6 湘鄂、闽粤、琼和滇南雄性猕猴颅骨的判别分析结果

Results from discriminant analysis for male specimens of Groups No.1, No.2, No.3 and No.4

种群 (Group)	标本 (Case)	判别结果 (Predicted result)			
		No.1	No.2	No.3	No.4
No.1	9	6 (66.7%)	1 (11.1%)	2 (22.2%)	0
No.2	9	1 (11.1%)	6 (66.7%)	0	2 (22.2%)
No.3	7	0	1 (14.3%)	6 (85.7%)	0
No.4	6	1 (20%)	0	0	5 (80%)
判别置信度 (possibility)		73.3%			

表 7 湘鄂、闽粤、琼和滇南雌性猕猴颅骨的判别分析结果

Results from discriminant analysis for female specimens of Groups No.1, No.2, No.3 and No.4

种群 (Group)	标本 (Case)	判别结果 (Predicted result)			
		No.1	No.2	No.3	No.4
No.1	11	7 (72.5%)	2 (18.2%)	0	2 (18.2%)
No.2	8	1 (12.5%)	6 (77%)	0	1 (12.5%)
No.3	5	0	0	5 (100%)	0
No.4	5	0	1 (20%)	0	4 (80%)
判别置信度 (possibility)		75.3%			

### 3 讨 论

猕猴 (*M.mulatta*) 经上新世-更新世至全新世的适应性辐射, 对环境压力作出了适应性反应 (Delson, 1980)。在 *Macaca* 的大陆型种中, 由于猕猴的生态价, 迁移和克服障碍的能力较大, 在印度及中国占据了较大的纬度带和不同的植被类型, 达到了种的最大多样性和丰富度 (Medway, 1970; Fleagle, 1988; 彭燕章等, 1993)。现今的海南岛由于中更新世海水的侵入而与大陆隔离, 岛上的猕猴几乎不能与大陆上相同种群之间发生基因交流, 增大了它们的遗传歧异。从表 6 和表 7 所列判别分类结果看, 其它大陆型种群与海南岛猕猴由于生境和位置的差异, 造成了它们地理和生态隔离, 导致颅骨形态发生较大变化。猕猴遗传学研究结果也表明, 大陆型种群的遗传变异 (29%) 和岛屿型种群的遗传变异 (24%) 存在明显的差别 (Fooden, 1990)。

在灵长类的进化中, 身体的大小表现出颅骨的差异 (Cramer, 1977), 眼眶的大小对面颅的形态结构有很大的影响 (Schultz, 1973; Levalle *et al.*, 1977)。身体较大者, 具有更发达的咀嚼装置。由表 3 知, 湘鄂猕猴相对较大的颅骨结构和发达的咀嚼装置, 除与它们的生境有关外, 也与它们对食物的选择有关。

猕猴属多雄群或母系遗传社会结构。雄性在达到性成熟之前, 几乎总是从出生群中迁出, 而在几个非出生群中生存。基因流动几乎全靠雄性传递和随后的交配成功 (Melnick, 1988)。与猕猴属的其它种一样, 闽粤和湘鄂猕猴种群颅骨的性二型也十分显著 (表 6 和表 7)。而广泛分布的大陆型猕猴, 区域性种群间出现的遗传差异主要取决于随机遗传漂

变 (彭燕章等, 1993)。

灵长类的动物地理学历史和辐射适应的关键在于新生代森林的分布和季节性气候的变化, 导致栖息地的植被、形态结构和行为的差异 (Napier, 1970)。更新世是导致现代动物类型和生态系统多样性迅速进化和改变的一个重要地质时期。从化石分布看, 猕猴在中国的分布较为广泛, 它甚至分布到亚洲灵长类北限 ( $40^{\circ} 21' N$ )。而从云南江川发现的猕猴化石 *M. jianchuanensis* 推断, 在中新世晚期, 中国北方与 Dhok Pathan 之间仍有动物的自由迁移 (潘悦容等, 1992)。在更新世之前, 当喜马拉雅山和青藏高原还未隆起时, 中国南北的气候、植被和地理环境差异相对较小, 均属南亚热带常绿阔叶林带林, 冬季温暖、潮湿, 夏季干燥、闷热 (Wang, 1984)。动物的生存环境相对稳定, 身体的结构差异相对较小。随喜马拉雅山和青藏高原的迅速抬升, 中国的地质及地理结构发生了巨大变化, 使亚洲大陆的气候和植被自然带受到极大的影响, 导致中国地理结构从西向东三大阶梯结构的形成, 引起中国南、北或东、西之间动物的生态和地理隔离, 导致动物区域化 (陈鹏, 1986)。

种分化时, 由于地理隔离和生境差异引起动物性状的变化以适应不同的食物条件和水文条件。而基因流, Founder effect, 遗传漂变和地理隔离是导致种间差异的主要原因 (Melnick, 1988)。从地理分布看, 尽管闽粤和湘鄂均属中国第三阶梯结构, 由于不同的地理位置造成了它们地理和生境的差异。湖南和湖北隶属于华中区西部山地亚区, 植被类型为亚热带常绿阔叶林 (云南植物编写组, 1987)。由于稠密的人口分布, 猕猴的生境受到较大的破坏, 食物的相对短缺促使它们不断迁移栖息地。它们与云南南部猕猴、川西猕猴颅骨和肩胛骨的形态差异也表明, 由于生境差异形成了各自适应环境的运动方式 (俞发宏等, 1993; 彭燕章等, 1993)。广东和福建属华南区, 地形较为复杂, 气候炎热多雨, 受太平洋季风气候影响显著, 植被以热带雨林, 季风雨林和热带常绿阔叶林为主, 食物资源丰富。与湖南和湖北相比, 动物生存环境相对稳定。而云南南部属华南区滇南山地亚区。猕猴活动主要以森林环境为主, 但由于受印度洋和太平洋季风气候的双重影响和青藏高原的直接作用, 气候炎热, 植被相对多样化, 以热带雨林, 季风林或针叶林为主。

从以上各区植被和气候条件推断, 广东-福建和湖南-湖北及云南南部猕猴颅骨形态结构的差异, 主要是由于地理隔离和生态隔离引起各区生境、食物和水文条件的差异, 从而导致它们颅骨性状的适应性变化。而它们之间颅骨结构的差异也反映出青藏高原的隆起主要发生在晚上新世以后, 而且是分阶段抬升演变的。

### 参 考 文 献

- 云南植物编写组. 1987. 云南植被. 北京: 科学出版社.
- 全国强, 汪松, 张荣祖. 1981. 我国灵长类的分类和分布. 野生动物, 3: 7—14.
- 陈鹏. 1986. 动物地理学. 北京: 北京高等教育出版社.
- 邵象清. 1985. 人体测量手册. 上海: 上海辞书出版社, 30—65.
- 张亚平, 施立明. 1990. 猕猴属五个种 mtDNA 多态性研究. 遗传学报, 17(1): 23—33.
- 俞发宏, 彭燕章, 潘汝亮等. 1993. 中国滇、川、湘鄂猕猴 (*Macaca mulatta*) 肩胛骨的比较研究. 兽类学报, 13(2): 81

—87.

- 彭燕章, 潘汝亮, 俞发宏. 1993. 中国和印度猕猴 (*Macaca mulatta*) 两个种群颅骨的比较. 兽类学报, 13(1): 1—10.
- 蒋学龙, 王应祥, 马世来. 1991. 中国猕猴的分类及分布. 动物学研究, 12(3): 241—247.
- 潘悦容, 张兴永, 潘汝亮. 1992. 云南发现的猕猴化石及其地层意义——附一新种 *Macaca jianchuanensis* sp. nov. 记述. 人类学学报. 11(3): 303—311.
- Allen G M. 1938. The mammals of China and Mongolia. Part I. Am Mus Nat Hist. New York. 279—293.
- Anderson J. 1970. Anatomical and zoological researches: comprising an account of the zoological results of the two expedition to western Yunnan in 1868 and 1875, and a monograph of two cetacera. London: Platanista and Orcella, 56—57.
- Cramer D L. 1977. Craniofacial morphology of *Pan paniscus*. In: Szalay F S ed. Contribution to Primatology. New York: S. Karger, 10.
- Delson E. 1980. Fossil macaques, phyletic relationships and scenario of deployment. In: Lindburgh D G ed. The Macaques: Studies in Ecology, Behavior and Evolution. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 10—30.
- Ellerman J R, Morrison-scott T C S. 1961. Checklist of Palaearctic and India Mammals. London: Brit Mus Nat Hist, 1758—1945.
- Fleagle J G. 1988. Primate Adaptation and Evolution. One: adaptation, evolution, and systematics. San Diego: Academic Press, Inc, 1—10.
- Fooden J. 1990. Blood-protein allele frequencies and phylogenetic relationships in *Macaca*: A review. Am J Primatol. 17: 209—241.
- Hill W C O. 1974. Primates: Comparative Anatomy and Taxonomy. Vol VII. Cynopithecinae. New York: John Wiley and sons, 531—582.
- Levalle C L *et al.* 1977. Evolutionary Changes to the Primate Skull and Dentition. Illinois: Charles C. Thomas Publisher, Springfield.
- Medway L. 1970. The monkeys of Sundaland: ecology and systematics of the cercopithecids of a humid equatorial environment. In: Napier J R and Napier P H eds. Old World Monkey. New York: Academic Press, 513—554.
- Melnick D J. 1988. The genetic structure of a primate species: Rhesus macaques and other cercopithecine monkeys. Int J Primatol, 9(3): 195—231.
- Napier J R, Napier P H. 1967. A Handbook of Living Primates. London: Academic Press.
- Napier J R. 1970. Paleoecology and catarrhine evolution. In: Napier J R and Napier P H eds. Old World Monkeys: Evolution, Systematics, and Behavior. New York: Academic Press, 76.
- Schultz A E. 1973. The skeleton of the Hylobatidae and other observations on their morphology. In: Rumbaugh D M ed. : Lesser Apes. New York: S. Karger, 18—29.
- Wang P X. 1984. Progress in late cenozoic paleoclimatology of China. In: Whyte R O ed. The Evolution of the Paleoenvironment of China Since the Late Tertiary. VOL. I. Hong Kong: Center of Asian Studies, 166—187.
- Zhang Y Z, Qiang Q, Tigong Z *et al.* 1991. Distribution of Macaques (*Macaca*) in China. Acta Theriologica Sinica, 11(3): 171—185.

# THE MULTIVARIATE ANALYSIS ON THE RHESUS SKULLS FROM HUNAN, HUBEI, FUJIAN AND GUANGDONG

Yu Fahong Peng Yanzhang Pan Ruliang

(*Kunming Institute of Zoology, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223*)

## Abstract

This paper carried out the multivariate analysis on the skulls of rhesus monkeys distributing in Hunan, Hubei, Fujian and Guangdong provinces, China. The results of ONEWAY analysis on 20 variables of the skulls showed that the rhesus group of Hunan-Hubei has relatively larger skull and more well-developed masticate organs than those of Guangdong-Fujian group. There are significantly different skull characteristics between Hunan-Hubei group and Fujian-Guangdong group. Hainan island group could be evidently identified from other groups. Those differences might be the results of the geographical and ecological isolations. It is suggested that the rhesus monkeys distributing in Hunan-Hubei and Fujian-Guangdong belong to two different groups or subspecies of *Macaca mulatta*.

**Key words** Skull, Multivariate analysis, Rhesus monkey, *Macaca mulatta*

## 消息与动态

### 三峡工程淹没区旧石器时代考古培训班结业

为更有效地抢救三峡工程淹没区的旧石器时代文物和脊椎动物化石, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 受国家文物局和三峡工程淹没区文物保护规划小组的委托, 举办三峡工程淹没区旧石器时代考古培训班(下简称培训班)。培训班于1995年10月23日至12月7日在四川省丰都县高家镇举办。

培训班的学员共28名, 主要来自四川和湖北两省三峡库区各市、县的文物机构。学员中有大专以上学历的占60%, 文化素养良好, 且有多年从事地方文物工作经验, 对做文物工作的意义有较深认识, 学习自觉性高, 在培训班突出重点, 兼顾一般, 强化实践的培训方针指导下, 取得了满意的结果。在野外工作中, 每个学员初步掌握了发掘技能, 在室内标本整理方面, 初步懂得石制品分类原则、如何分类以及分类观察和测量统计等技能, 最后通过笔试, 全体学员达到了优良水平, 90分以上者约达65%, 表明课堂所学的理论知识掌握的比较牢固。此次培训班为三峡库区文物抢救工作培养了一批初级的旧石器考古技术力量, 无论对三峡地区或四川和湖北两省的旧石器时代考古都将起到积极作用。

(张森水)