

中国和印度猕猴 (*Macaca mulatta*) 两个种群颅骨的比较

彭燕章 潘汝亮^L 俞发宏 叶智彰 王 红

(中国科学院昆明动物研究所, 昆明, 650107)

2959.848

摘 要

中国云南中南部和印度的猕猴(*Macaca mulatta*)两个种群的颅骨形态以及等位基因的比较研究结果表明: 两者的面宽、颅的形态大小和等位基因频率均存在较大差异。这些差异也分别存在于印度种群(*M. m. mulatta*)与西藏亚种(*M. m. vestita*), 川西亚种(*M. m. lasiotis*), 泰国种群和越南种群之间。在20个血蛋白等位基因中, 仅约8个是各亚种或种群共有的, 代表共同的离征或祖征。因此, 云南中南部标本既不是印度指名亚种, 也不是泰国的 *siamica* 亚种, 其亚种名应重新厘定。大陆型分布的猕猴区域性种群之间的遗传异质性大于同质性。上述差异可能是随机遗传漂变的产物。

关键词 颅骨比较; 种群; 猕猴 颅骨

在非人灵长类中, 猕猴是最重要的生物医学实验动物, 也恐是该属中占据各种生态龛的分布最广和分化最大的一个大陆型种, 中国猕猴的种下分类至今没有定论。不同作者将它们分为1—6个亚种(Allen, 1938; Pocock, 1939; Ellermant等, 1951; Napier等, 1967; Hill, 1974; 全国强等, 1981; 蒋学龙等, 1991; 张荣祖等, 1991)。这些研究结果的共同点是, 在中国有指名亚种(*M. m. mulatta*)的分布, 且除蒋学龙等所列分布区外, 其分布范围乃属各亚种之冠。

根据 Anderson(1928)对云南腾冲和卢撒标本的描述和血蛋白等位基因频率的研究结果(Lai, 1972; Nozawa, 1972; Annenkov, 1972; Melnick, 1988; Fooden等, 1989), 作者对指名亚种在中国的分布表示怀疑。为此, 我们把蒋学龙等限定的西藏亚种(*M. mulatta vestita*), 指名亚种(*M. m. mulatta*)和川西亚种(*M. m. lasiotis*)与印度的 *M. m. mulatta* 颅骨作了比较研究, 其结果将为中国猕猴地理宗及其相互关系, 起源和辐射研究提供重要的基础资料 and 依据。

材料和方法

材料: 成年颅骨标本及产地见表1。

* 中国科学院生物分类区系特别支持费资助课题。印度标本的测量数据由N. G. Jablonski 博士提供, 西藏和云南标本分别测自中国科学院动物研究所和西北高原生物研究所及云南大学生物系, 其中特别得到全国强和何晓瑞先生的大力帮助, 特此致谢。

本文于1991年11月28日收到, 1992年6月27日收到修改稿。

358
42.6

表 1 标本的数量及产地

Table 1 Numbers and locality of researched specimens

亚种名 Subspecies	雄 性 Male	性别不详 Unknown	雌 性 Female	产 地 Locality
中国 <i>mulatta</i>	20	—	16	云南中部和南部 (Middle and south of Yunnan)
印度 <i>mulatta</i>	3	—	3	印度 (India)
西藏 <i>vestita</i>	6	—	5	西藏 (Tibet)
川西 <i>lasiotis</i>	10	5	1	四川西部 (Western Szechuan) 云南北部 (Northern Yunnan)

方法：由于所测10项颅骨变量间的相关性，除惯用的单因子分析把变量分别进行比较外，还把10项变量聚为一体进行多元统计分析，包括多元方差分析，以揭示各亚种的颅骨形态是否有显著性差异。通过判别分析，找出对划分亚种有显著性贡献作用的变量之后，进行判别分类。

结 果

单因子方差分析结果见表2。从表2可知，云南种群与印度种群的眶后收缩宽 (POSTORB)，两眶间最大宽 (BIORBW) 和枕骨高 (OCHH) 有显著差异。且云南种群的颅骨一般大于印度种群，两者的分离是非常显著的 ($P < 0.001$)。多元方差分析表明，上述两个区域种群的差异也是很显著的 (Hotelling 测验, $P < 0.05$)。在判别分析中，7个变量被选为两个区域种群的鉴别特征 (表3)。分类结果表明，印度种群的个体能百分之百地与云南种群分开，而云南种群的5.40%的标本被判归印度种群。总判别分类正确率为95.30%。

表 2 印度及中国云南中部的猕猴颅骨变量的单因子方差分析结果

Table 2 Univariate test for the cranial variables of both rhesus monkey populations distributing in India and middle-south Yunnan, China

变 量 Variable	中国猕猴原指名亚种 <i>M. m. mulatta</i> in China		印度猕猴指名亚种 <i>M. m. mulatta</i> in India		F 值 F value
	平均数 (\bar{X})	标准差 (SD)	平均数 (\bar{X})	标准差 (SD)	
颅全长 CRANL	1110.56	12.68	112.55	7.190	0.712
颅基长 BASEL	83.29	6.24	81.09	2.87	0.407
颅 宽 CRANW	63.61	4.91	64.49	4.76	0.681
两颧弓间宽 BIZYGW	74.08	8.58	77.45	8.48	0.515
眶后收缩宽 POSTORB	47.83	3.80	44.28	1.33	0.031*
颅 长 CALVL	83.44	4.93	81.89	2.61	0.482
嘴 长 MUZL	36.46	8.77	38.17	6.00	0.648
眶间宽 BIORBW	69.30	6.26	51.04	2.29	0.003**
枕 高 OCHH	22.92	3.21	18.8	4.64	0.009**
前颅基长 ANTBASI	75.30	11.84	75.69	6.73	0.938

* CRANL (颅全长)：自门齿前缘中点至枕骨隆凸尖；BASEL (颅基长)：自眶上缘中点至枕骨隆凸尖；CRANW (颅宽)：两外耳道上缘间宽；BIZYGW (颧弓宽)：两颧弓间最大宽；POSTORB (眶后收缩宽)：眶后收缩间最小宽；CALVL (颅长)：自眉中点至枕骨隆凸尖；MUZL (嘴长)：自眶下缘至门齿槽前缘中点；BIORBW (眶间宽)：两眶外缘最大宽；OCHH (枕高)：自枕骨大孔后缘至枕骨隆凸尖；ANTBASI (前颅基长)：自枕骨大孔前缘至门齿槽前缘中点。

表 3 在判别分析中被Wilks值选择的两个猕猴种群的区别变量

Table 3 The discriminating variables of two rhesus monkey population selected by Wilks labdma in discriminant function analysis

变 量 Variable	Wilks值 Wilks value	显著性测验 Sig. test
眶间宽 BIORBW	0.799	0.003**
两颞弓间宽 BIZYGW	0.831	0.001**
颅基长 BASEL	0.548	0.001**
枕高 OCHH	0.486	0.001**
颅全长 CRANL	0.446	0.001**
颅长 CALVL	0.429	0.001**
前颅基长 ANTBASI	0.412	0.001**

单因子方差分析揭示, 印度种群与西藏亚种和川西亚种之间变量的差异列于表

4 中。除颅骨长(BASEL), 两颞弓最大宽(BIZYGW)和嘴长(MUZL)外, 其余 7 项变量在中国西藏亚种与印度种群间达到了显著或非常显著的差异水平。在中国川西亚种与印度亚种之间, 除颅全长 (CRANL)、两颞弓最大宽、颅长 (CALVL)、嘴长和前颅基长外, 其余 5 项变量均达到显著或非常显著的差异水平。

多因子分析表明, 川西亚种、西藏亚种和印度种群颅骨的形态差异也是非常显著的(Hotelling测验, $P < 0.001$)。

判别分析结果表明, 印度种群的个体能够百分之百地与中国川西亚种和云南种群相区别。

表 4 西藏亚种和川西亚种与印度种群达到显著性差异的颅骨变量

Table 4 Cranial variables approaching significant difference level between *vestita*, *lasiotis*, and *mulatta* in India

变 量 Variable	西藏亚种 <i>vestita</i>	川西亚种 <i>lasiotis</i>
颅全长 CRANL	*	
颅基长 BASEL		**
颅宽 CRANW	*	*
两颞弓间宽 BIZYGW		
眶后收缩宽POSTORB	**	**
颅长 CALVL	**	
嘴长 MUZL		
眶间宽 BIORBW	**	**
枕高 OCHH	**	**
前颅基长 ANTBASI	*	

注(Note): * $P > 0.05$, ** $P > 0.01$

表 5 中国种群和印度种群的判别分类结果

Table 5 Classification results for researched macaque populations in discriminant function analysis.

原 属 种 群 Original groups	判 别 后 所 归 种 群 Predicted group			
	印度猕猴指名亚种 <i>M. m. mulatta</i> in India	中国猕猴原指名亚种 <i>M. m. mulatta</i> in China	西藏亚种 <i>vestita</i>	川西亚种 <i>lasiotis</i>
印度猕猴指名亚种 <i>M. m. mulatta</i> in India	83.30%	0.00%	16.70%	0.00%
中国猕猴原指名亚种 <i>M. m. mulatta</i> in China	8.10%	67.60%	8.10%	16.20%
西藏亚种 <i>vestita</i>	9.10%	0.00%	72.70%	18.20%
川西亚种 <i>lasiotis</i>	0.00%	23.80%	4.80%	71.40%

上述 4 个种群或亚种的多因子方差分析结果说明, 它们之间颅骨的形态差异是十分明显的(Hotelling测验, $P < 0.001$)。判别分析结果见表 5。它表明, 云南种群67.10%的个体与原种群相一致, 其余8.10%, 8.10%和 16.20%的个体分别判归印度种群、西藏亚种和川西亚种, 印度种群83.30%的个体与原种群相一致, 仅16.70%的个体判归西藏亚种; 西藏亚种72.70%的个体与原种群相一致, 其余9.10%和18.20%分别判归印度

种群和川西亚种；在川西亚种中，71.40%的个体与原种群相一致，23.80%和4.80%的个体分别判归云南种群和西藏亚种。总判别准确率70.67%。这4个种群或亚种在判别函数I和II的分布见图1。单因子方差分析结果说明，在第I判别函数上，印度种群与西藏亚种和川西亚种很明显地分开；云南种群很明显地与西藏亚种分开。在第II判别函数上，印度种群分别与云南种群和西藏亚种，以及川西亚种分别与云南种群和西藏亚种的差异均达到显著水平。

上述分析表明：1) 分布于我国的三个地理种群或亚种与印度种群的差异顺序为：西藏亚种>川西亚种>云南种群；2) 4个地理种群或亚种的颅骨形态有很明显的差异；3) 印度种群与云南种群之间的差异是很明显的。

讨 论

Anderson(1878)称,云南腾冲和卢撒标本密切地相似于印度的*P.rhesus*。这表明它们之间的相似性,但不是真正的*P.rhesus*。从表2和表3可知,云南种群和印度种群的差异主要表现在面宽和脑颅的形态和大小上。在灵长类进化过程中,头骨面宽在很大程度上取决于眼球和眼眶的大小(Schultz, 1973; Levalle等, 1977),而眼球和眶的相对大小又随身体的减小一般表现出增大的异速生长倾向(Schultz, 1958)。不同的种类可能有面颅结构的不同生长方式(Micheida等, 1971)。身体大的灵长类较小者常具有更大的咀嚼装置,而身体的大小差异又表现出头骨的差异(Cramer, 1977)。据此推测,云南种群的身体大小(面较宽)恐较印度种群稍小,虽然后者是印度-阿富汗三种群(亚种)中身体最小和被毛短的(Pocock, 1939)。脑颅的形态和大小不同必然表现出脑形态的差异。这似乎是国外猕猴的脑立体定位图谱不适合中国猕猴的真正原因。至于云南种群和印度种群与*M.m. villosa*, *momahori*, *vestita*和*lasiotis*亚种之间在身体大小,外形和被毛长短的差异还与纬度(海拔高度)和气候有关。这符合Allen定律和Bergman定律。

自50年代用淀粉凝胶电泳在人中发现β-球蛋白(转铁蛋白)的遗传多样性以来,蛋白质的变异性已发现在非人灵长类,特别是Macaca属中(Lai, 1972)。在非人灵长类血红蛋白的遗传变异方面,macaques似乎已被广泛研究(Yong等, 1982)。葡糖磷酸异构酶(GPI)在亚洲macaques中已发现是多型的,多于13个电泳表型(Ishimoto等, 1972)。Nozawa等(1977)报道过亚洲macaques的4个6-磷酸葡糖脱氢酶(6-PGI)等位基因。60年代,在不同产地的14—505只*M.mulatta*中先后发现转铁蛋白的7—14个表型(Lai, 1972)。为了进一步比较巴基斯坦、印度北部、中国、泰国北部及越南中部和北部猕猴种群或亚种的差异性,我们引用了Fooden(1989)的血蛋白多型位点上等位基因频率的资料,以资与形态学研究结果相对照。

印度猕猴中的蛋白B等位基因频率大大地大于任何其他种群中发现的频率(Melnick, 1989)。据转铁蛋白的研究结果,Annenkov等(1972)指出,1)可以区分两个种群,即中国-越南种群和印度种群;2)中国和越南种群之间的基因交换或现在存在或已终止;3)中国种群和越南种群与印度种群之间的基因交换显然是不存在的,即使存在其强度是那样的小,以致于基因频率差异达同等水平。根据猕猴线粒体DNA(mtDNA)的研究结果,印度种群与中国-越南-缅甸种群之间的遗传分化较大;中国很可能没有指名亚种分布;从分布上,泰国清迈,越南,缅甸原指名亚种的分布范围同属一个亚种,应恢

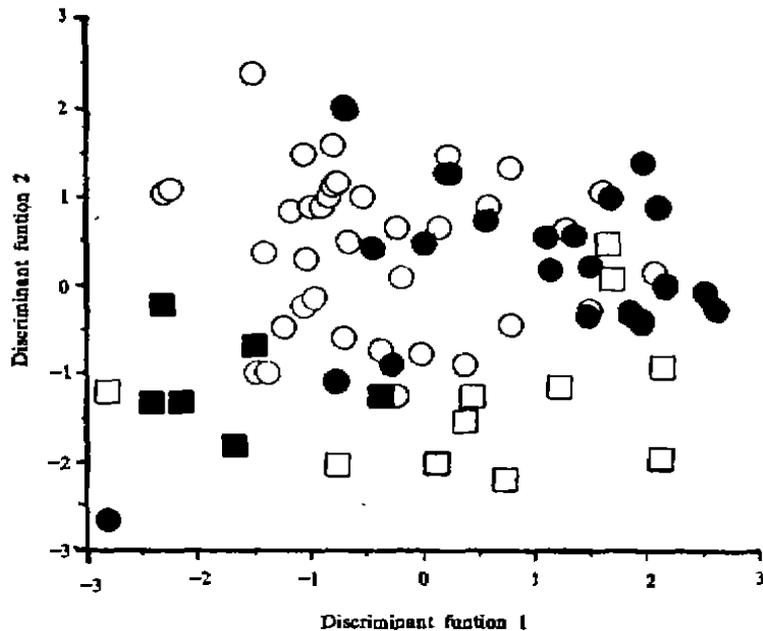


图 1 猕猴个体在判别函数 I 和 II 上的分布。白圈代表中国猕猴指名亚种，黑圈代表川西亚种，白块代表西藏亚种，黑块代表印度猕猴指名亚种。

Fig.1 The individual dispersion for studied rhesus monkeys on the I, II discriminant functions. *mulatta* in China and India were represented by white circles and black squares, separately, Black circles and white squares represent *lasiotis* and *vestita*, separately.

复 *saimiea* 亚种名。

根据上述研究，我们认为：1) 像 Fooden(1989) 指出的那样，形态学研究结果的推论与血红蛋白研究的推论是不矛盾的；2) 中国和印度猕猴种群之间的分化程度确实存在较大差异(表 5, 6 和图 1)，且在 22 个等位基因中，约 8 个是猕猴中共有的，代表共同的离征 (Synapomorphies) 或祖征 (Symplesiomorphies)。它表明种群间的遗传异质大于同质性，似乎与 Melnick(1989) 的认识相反；3) 既然 *M.m. momachori* 亚种能够成立，云南中部和南部的猕猴种群既非指名亚种也不是 *siamica* 亚种，尚需重新命名；4) 泰国种群似应恢复 *siamica* 亚种名。

Macaca 是任何非人灵长类中分布最广和物种最多样的一个属 (Strasser 等, 1987; Fleagle, 1988a)，在大陆种中，猕猴恐是属中之冠 (Wolfheim, 1983)。据 Fleagle (1988a, b) 报道。他们与人类共存的能力、地栖运动能力、手的操作能力和智力均使他们能够占据更广的植被带和气候带，经一系列辐射出现的现生和绝灭的灵长类已具有使他们利用不同生境的形态学和行为学特征。像 *Macaca* 属中的其他种一样，猕猴属多雄群或母系遗传的社会结构。雄性在达到性成熟之前(平均 47 月龄)，几乎总是从出生群迁出，常在几个非出生群中度过一生。基因流动几乎全靠雄性传递和随后的交配成功 (Drichamer 等, 1973; Melnick, 1988)。岛屿型的日本猴 (*M. fuscata*) 和食蟹猴 (*M. fascicularis*) 地方种群的差异乃是建立者效应 (founder effect)，狭口效应 (bottleneck effect) 和随机遗传漂变影响的结果 (Laum, 1972; Nozawa 等, 1982)。但是，对于广泛分布的大陆型猕猴区域性种群间出现的遗传差异，随机遗传漂变可能是决定因素。

M. mulatta 群较其他群 (*M. thibetana*) 更晚进入亚洲, 但它们无疑地都经历了上新世—更新世甚至延续至今的物种形成过程和成功的适应辐射 (Delson, 1975; Crorin 等, 1980)。喜马拉雅山还不高时, 在上新世早期已能足够阻止区系的南北迁移 (Liu Dongsheng 等, 1984)。到晚上新世喜马拉雅山和唐古拉地区已达 3 000 米, 并形成青藏高原。在早更新世青藏高原约为 3 000 米, 晚更新世达 4 000 米, 全新世达 4 500—5 000 米 (Xu Ren, 1984)。相当于 Sharma (1984) 的喜马拉雅山抬升的第五个阶段, 至今仍在继续。这就造成了中国三个大的阶梯, 并使亚洲大陆的气候和植被自然带遭受极大的影响。更新世时期是导致现代类型和生态系统多样性迅速进化和生态改变的一个时期 (Badam, 1984)。像欧洲一样, 作为地质结构运动的结果, 中新世末期特蒂斯海几乎完全干涸, 加重了南欧倾向干旱, 而气候波动影响了亚洲南部和 Sundland (Delson, 1980)。灵长类的动物地理学历史和导致大辐射的适应关键在于新生代森林的分布及其季节性, 导致栖息地差异的植被又可能引起结构和行为的差异 (Napier, 1970)。结构和行为的多样与适应环境的多样性相一致, 而一个种群内的进化改变能够最终导致新种形成 (Fleagle, 1988)。Grant (1985) 提出, 地理宗或种水平的趋异表现出三个主要特征: 1) 基因型差异增加; 2) 在形态学、生态学和行为学方面差异的增加; 3) 更强的隔离。

表 6 猕猴 (*M. mulatta*) 区域种群中多型位点的等位基因频率 (%) 比较
Table 6 Comparison of allele frequency (%) at polymorphic loci in the five geographic population of *M. mulatta*

等位基因频率 Allele frequency	巴基斯坦北部 N. Pakistan	印度北部 N. India	中国 China	泰国北部 N. Thailand	越南中、北部 C. or N. Vietnam	
酸性磷酸(酯)酶 ACP N = 502	A	100	100	98	100	—
	C	0	0	2	0	—
	D	0	0	0	0	—
		219	214	76	31	0
腺苷脱氢酶 ADA N = 502	1	0	0	1	3	—
	2	97	99	92	94	—
	3	3	0	7	3	—
	4	0	1	0	0	—
		216	214	76	31	0
腺苷酸激酶 AK N = 502	1	100	—	—	—	—
	2	0	—	—	—	—
	3	0	—	—	—	—
	4	0	—	—	—	—
		187	0	0	0	0
血清白蛋白 Alb N = 502	A	98	40	98	95	—
	B	2	60	2	5	—
	C	0	—	—	—	—
	D	0	—	—	—	—
	D'	0	—	—	—	—
		32	214	76	31	0

续表 6

等位基因频率 Allele frequency		巴基斯坦北部 N. Pakistan	印度北部 N. India	中国 China	泰国北部 N. Thailand	越南中、北部 C. or N. Vietnam
碳酸酐酶 I CA-I	A	100	100	96	85	—
	A2	0	0	0	0	—
	B	0	0	0	0	—
	C	0	0	0	3	—
	D	0	0	0	0	—
	D2	<1	0	4	12	—
	D3	0	0	0	0	—
	D4	0	0	0	0	—
	N = 502	219	238	76	46	—
碳酸酐酶-I 对照 CA-I control	X+	—	100	—	100	0
	X-	—	0	—	0	—
	N =	0	24	0	15	0
碳酸酐酶-I CA-I	A	29	—	—	60	—
	A2	0	—	—	0	—
	B	71	—	—	40	—
	C	0	—	—	0	—
	G	0	—	—	0	—
N =	184	0	0	5	0	
细胞脂酶 Cell ES	1	100	100	100	100	—
	2	0	0	0	0	—
	2'	0	0	0	0	—
	3	0	0	0	0	—
	4	0	0	0	0	—
N = 502	219	214	76	31	0	
胆碱脂酶 ChE	1	100	100	100	100	—
	2	0	0	0	0	—
	3	0	0	0	0	—
	4	0	0	0	0	—
N = 502	219	214	76	31	0	
心肌黄酶 Dia	A	6	6	10	29	—
	C	67	77	81	46	—
	D	27	18	9	25	—
	G	0	0	0	0	—
	其它 other	0	0	0	0	—
N = 502	22	214	76	31	0	
群特异组分 Gc	A	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—
	N =	0	0	0	0	0
血红蛋白-α HbA	1	100	100	100	100	—
	2	0	0	0	0	—
	6	0	0	0	0	—
	M'	0	0	0	0	—
	P	0	0	0	0	—
	N = 502	219	240	76	58	0

续表 6

等位基因频率 Allele frequency	巴基斯坦北部 N. Pakistan	印度北部 N. India	中国 China	泰国北部 N. Thailand	越南中、北部 C. or N. Vietnam
1	100	100	—	100	—
2	0	0	0	0	—
3	0	0	0	0	—
5	0	0	0	0	—
6	0	0	0	0	—
N = 502	219	26	0	58	0
1	<1	1	14	21	—
2	100	99	83	75	—
3	0	0	3	4	—
N = 502	219	214	76	31	0
1	100	100	100	100	—
2	0	0	0	0	—
3	0	0	0	0	—
N = 502	219	214	76	31	0
A	96	84	97	99	—
B	1	16	3	1	—
C	0	0	0	0	—
D	0	0	0	0	—
N = 502	219	238	76	46	0
1	100	100	97	96	—
2	0	0	0	2	—
3	0	0	3	2	—
4	0	0	0	0	—
5	0	0	0	0	—
N = 502	219	214	76	31	0
1	100	100	97	100	—
2	0	0	3	0	—
3, 4	0	0	0	0	—
6	0	0	0	0	—
7	0	0	0	0	—
N = 502	219	214	76	31	0
1	92	93	96	96	—
2	0	0	3	2	—
5	0	3	0	0	—
9	8	3	0	2	—
其它 other	0	1	1	0	—
N = 502	216	214	76	31	0
A	0	0	0	0	—
B	0	0	0	1	—
C	100	100	100	99	—
D	0	0	0	0	—
N = 502	32	314	76	46	0

续表 6

等位基因频率 Allele frequency	巴基斯坦北部 N, Pakistan	印度北部 N, India	中国 China	泰国北部 N, Thailand	越南中、北部 C. or N. Vietnam
F	83	88	80	83	—
F ⁺	0	0	0	0	—
F ⁻	0	0	0	0	—
甲状腺结合前蛋白 TBPA					
S	17	12	20	17	—
S'	0	0	0	0	—
N = 502	32	342	78	44	0
B	4	2	2	3	5
C	26	45	23	28	80
D	7	22	20	7	13
E	1	2	9	14	3
F	14	4	9	19	15
转铁蛋白 Tf					
F'	0	3	3	0	13
G	26	16	28	24	17
H'	<1	1	5	3	3
Cp ₃ D					
Dp'	0	0	0	0	0
其它 other	21	5	<1	2	1
N =	219	688	106	59	67

综上所述, 猕猴已对整个区域生态系统变化的选择做出了反应, 产生了不同地理宗。似乎正处于 Grant(1985) 提出地理学物形成的第二阶段-地理学地理宗阶段。

参 考 文 献

- 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.
- 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.
- Allen G M. 1938. The mammals of China and Mongolia. Part I. *Am. Mus. (Nat. Hist.)*, New York, 279—293.
- Anderson J. 1978. anatomical and zoological researchers: comprising an account of the zoological results of the two expedition to western Yunnan in 1868 and 1875, and a monograph of two cetacean genera, *Platanista* and *Orcella*, London 56—57.
- Annenkov H A, Mirvis A B, Kortikadze H F. 1972. Geographical transferrin polymorphism in *Macaca mulatta*. *Primates* 13(2):235—242.
- Badam G L. 1984. Paleostocene faunal succession of India. In Whyte O O. (ed). The Evolution of the East Asian Environment. Vol. I. *Centre of Asian Studies*, Hong Kong. 746—775.
- Cramer D L. 1977. Craniofacial morphology of *Pan paniscus*. In Szalay F S (ed). 10. Contribution to primatology, S. Karger, New York.
- Cronin J, Cann E R, Sarich V M. 1980. Molecular evolution and systematics of the genus *Macaca*. In Lindburgh D G. (ed). The Macaques: Studies in Ecology, Behavior and Evolution. *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 31—51.
- Delson E. 1975. Evolution history of the Cercopithecidae. In Szalay F S. (ed). Approaches to Primate Paleobiology. *Contrib. Primatol.*, Vol. 5. S. Karger, Basel, 167—214.
- Delson E. 1980. Fossil macaques, phyletic relationships and scenario of deployment. In Lindburgh D G. (ed). The Macaques: Studies in Ecology, Behavior and Evolution. *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 10—30.
- Drichamer L C. Vessey S H. 1973. Group changing in free-ranging male rhesus monkeys. *Primates*, 14(4):359—368.
- Ellerman J R, Morrison-Scott T C S. 1951. Checklist of Palearctic and India Mammals. *Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, London, 1758—1945.
- Fleagle J G. 1988a. Primate adaptation, and evolution. One: adaptation, evolution, and systematics. *Academic Press, Inc.*, San Diego. 1—10.

- Fleagle J G. 1986b. Primate adaptation and evolution. Six: Old World Monkeys. *Academic Press Inc.*, New York, 159—201.
- Fooden J, Lanyon M, S 1989. Blood-protein allele frequencies and phylogenetic relationships in *Macaca*: A review. *Amer. J. Primatology*. 17: 209—241.
- Grant V. 1985. The evolutionary process: A critical review of evolution theory. *Columbia Univ. Press*, New York.
- Hill W C O. 1974. Primates: Comparative anatomy and taxonomy. Vol. VII. Cynopithecinae. *John Wiley and Sons*, New York, 531—582.
- Ishimato G. 1972. Blood protein variations and Asian macaques: I. serum proteins and hemoglobin. *J. Anthropol. Soc. Nippon* 80: 250—274.
- Lai L Y C. 1972. Transferrins in *Macaca irus*. *Folia Primatol.* 17: 193—274.
- Lavelle C L B, Sheillis R P, Poole D F. 1977. Evolutionary changes to the primate skulls and dentition. *Charles C. Thomas, Publisher, Springfield, Illinois, USA.*
- Liu Dongsheng (Tung-sheng), Ding Mengling. 1984. The Characteristics and evolution of the paleoenvironment of China since the late Tertiary. In Whyte R O. (ed), *The Evolution of the East Asian Environments*, Vol. 1, *Centre of Asian Studies*, HongKong, 11—40.
- Meinick D J. 1988. The genetic structure of a primate species: Rhesus macaques and other cercopithecine monkeys. *Internat. J. Primatol.* 9(3): 195—231.
- Micheida M D, Lamey, 1971. Flexion and metric age changes of the cranial base in the *Macaca mulatta*. *Folia Primatol.* 14: 84—94.
- Napier J R. Napier P H. 1967. A handbook of living primates. *Academic Press London.*
- Napier J R. 1970. Paleocology and catarrhine evolution. In Napier J R, Napier P H. (eds). *Old World Monkeys: Evolution, Systematics, and Behavior*. *Academic Press*, New York, 76.
- Nozawa K T Shotake, Ohmura Y. Tanabe Y. 1977. Genetic variations between species of Asian Macaques. *Jap. J. Genet.* 52: 15—30.
- Nozawa K T. Shotake, Kawamoto Y. Tanabe Y. 1982. Population genetics of Japanese monkeys: I. Blood protein polymorphism and population structure. *Primates* 23(2): 252—274.
- Schultz A E. 1958. Cranial and dental variability in colobus monkeys. *Proc. Zool. Soc. London* 130: 79—104.
- Schultz A E. 1973. The skeleton of the Hylobatidae and other observations on their morphology. In Rumbaugh D M. (ed), *Lesser Apes*. S. Karger, New York, 18—29.
- Strasser E. Delson E. 1987. Cladistic analysis of cercopithecoid relationship. *J. Hum. Evol.* 16: 81.
- Wolfheim J H. 1983. Primates of the World: Distribution, abundance, and conservation. *Univ. Wash. Press*, Seattle.
- Xu Ren (Hsu Jen) 1984. Changes of the vegetation in China since the Late Tertiary. In R. O. Whyte (ed), *The Evolution of the East Asian Environment*. Vol I. *Centre of Asian Studies*, Hong Kong, 426—432.
- Yong H S. Dhaliwa S S. 1982. Glucose phosphate isomerase and 6-phospho gluconate dehydrogenase polymorphism in Malaysia leaf monkeys. *Primates* 23(2): 312—315.
- Zhang Yongzu, Qiang Q Tigong Z. Southewick C H. 1981. Distribution of Macaques (*Macaca*) in China. *Acta Theriologica Sinica* 11(3): 171—185.

CRANIAL COMPARISON BETWEEN THE POPULATIONS OF RHESUS MONKEYS (*MACACA MULATTA*) DISTRIBUTING CHINA AND INDIA

PENG Yanzhang PAN Ruliang YU Fahong YE Zhizhang WANG Hong
(*Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming, 650107*)

Abstract

Combined with the biochemical information of the blood protein examined in various geographical population (Pakistan, India, China, Thailand, and Vietnam) of *M. mulatta*, the morphological variation of the skulls of *Macaca mulatta*, distributing in China and Northern India were analyzed. Using univariate analysis, ONE-WAY, multivariate analysis of variance and discriminant function analysis. It was suggested that, 1) The facial breadth and structure of the cranium exhibit significant difference-

(下转24页)