

# 分辨巨猿第一与第二臼齿的多元分析方法

王 令 红

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

**关键词** 巨猿; 高等灵长类; 臼齿; 主成分分析; 分布概率

## 内 容 提 要

根据齿冠长度或宽度单一性状很难区分巨猿第一臼齿与第二臼齿。本文采用主成分分析方法, 综合第一和第二上臼齿的齿冠长度、齿冠宽度和原尖长指数(新定义)等三个性状, 显示存在有两个类型。合理的解释是它们分别代表第一上臼齿和第二上臼齿。下臼齿的分辨基于齿冠长度和齿冠宽度两个性状。在此二性状构成的坐标系中, 第一与第二下臼齿各自的一系列椭圆代表一定比例的样本分布的范围。在此基础上得到区分此两种牙齿的判别直线。

在高等灵长类的各种牙齿中, 第一臼齿与第二臼齿的区分是最难做的工作之一。再加上很少发现附连于巨猿颌骨上的牙齿, 这就使巨猿这两类牙齿的区分更为困难。吴汝康(1962)曾经注意到, 在广西柳城巨猿洞发现的三个巨猿下颌骨上的第二下臼齿都明显大于它们前面的第一下臼齿, 但在大量的单个牙齿中, 还是不能根据形态结构或尺寸大小把上、下第一臼齿与第二臼齿区分开来。从第一和第二臼齿(合在一起)的齿冠长度或宽度单一性状的分布(图1—4)中, 可以看出它们没有明显的两个集中分布区域。这样, 根据这样的单一性状把第一与第二臼齿分开几乎是不可能的, 或者说可分辨的部分不可能是很多的。

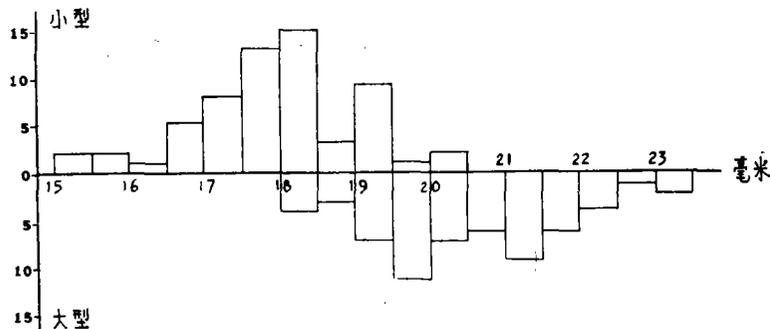


图1  $M^{1,2}$  齿冠长度的分布  
Distribution of crown length of  $M^{1,2}$

近年来, 国际上多元分析的数理统计方法在人类学研究上的应用愈来愈广泛。这给我们带来启发: 不是逐个使用单一性状, 而是同时考虑齿冠长度和宽度, 甚至于其他有用

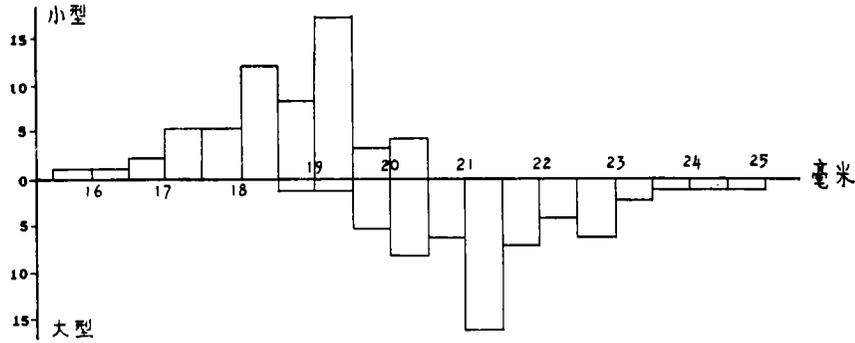


图 2  $M^{1,2}$  齿冠宽度的分布  
Distribution of crown breadth of  $M^{1,2}$

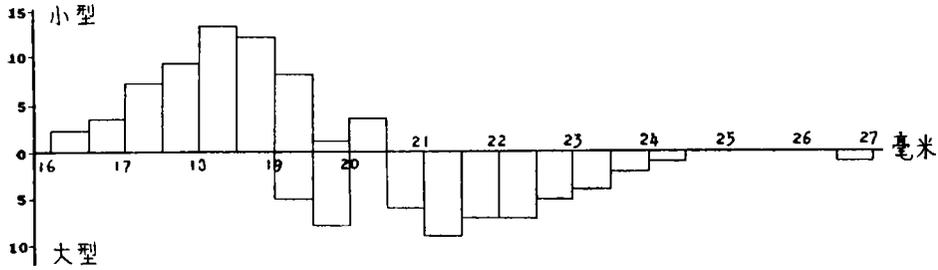


图 3  $M_{1,2}$  齿冠长度的分布  
Distribution of crown length of  $M_{1,2}$

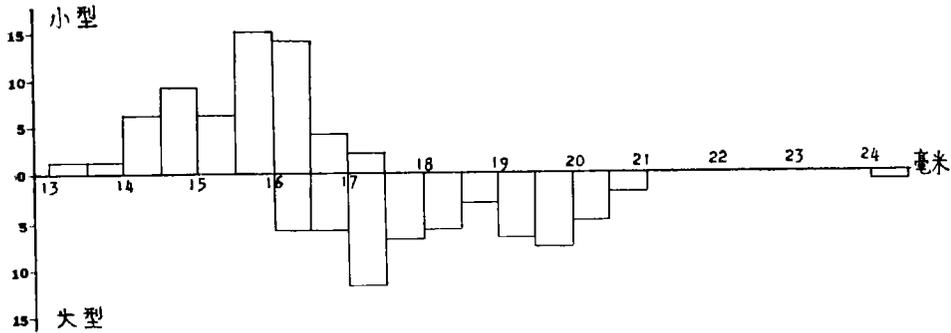


图 4  $M_{1,2}$  齿冠宽度的分布  
Distribution of crown breadth of  $M_{1,2}$

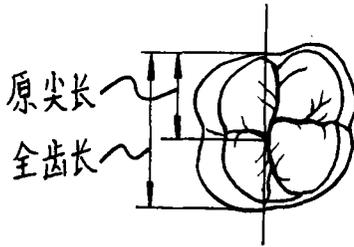
的性状,会不会得到较好的分辨效果呢? 本文的目的正是在这方面进行探索。

### 一、材料与方 法

为使例数尽可能多些,除了引用吴汝康发表的柳城巨猿洞巨猿单个  $M^{1,2}$  的齿冠长度

和宽度测量数据外,我们补充测量了 23 个  $M^{1,2}$  (表 1)。

我们还注意到  $M^{1,2}$  的原尖的近中远中径(即长度)也有所差异,有的大些,有的小些,似乎存在两个类型。于是构成了第三性状:测量原尖在这个方向上的最大长度,其数值除以全部齿冠在同一直线上的长度(为区别于齿冠长度起见,我们称之为“全齿长”),构成“原尖长指数”(图 5,表 2),其公式是



$$\text{原尖长指数} = \frac{\text{原尖长}}{\text{全齿长}} \times 100$$

图 5 新定义的测量项目示意图

Figure showing methods to measure protocone length and total crown length

用主成分分析方法处理以上三个性状的数据,其步骤如下 (Anderson, 1958):

1. 数据标准化,即每一样本的每项指标以下列公式转换为新的指标。

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, n \text{——例数序列} \\ j = 1, 2, \dots, m \text{——指标序列} \end{array}$$

其中  $s_j$  为第  $j$  项指标的标准差。

2. 求出三个新指标之间的相关系数,构成相关矩阵  $R$ 。

3. 用雅可比 (Jacobi) 法求出相关矩阵  $R$  的全部特征值与对应的单位特征向量。

4. 计算每一样本三个指标得分及三个主成分的值。

5. 对三个主成分进行分析。

表 1 新测量的  $M^{1,2}$  齿冠长度和宽度 (单位: 毫米)

大型 (观察)				小型 (观察)			
编 号		长 度	宽 度	编 号		长 度	宽 度
PA 206	M 19	18.9	19.4	PA 206	M 26	17.8	19.9
	M 84	19.8	24.0		M 27	17.0	20.0
	M 111	20.3	22.5		M 32	15.6	18.5
	M 117	19.7	23.1		M 55	17.3	20.1
	M 138	19.4	20.6		M 69	16.0	19.0
PA 143		17.6	20.1		M 112	18.6	19.2
PA 145		21.8	24.4		M 129	18.0	19.7
PA 146		22.0	19.7		M 133	18.7	18.2
PA 149		19.7	20.5		M 135	17.8	17.1
PA 150		20.3	21.1		M 136	16.2	19.4
PA 178		19.5	22.6	PA 144		15.7	17.1
				PA 148		18.1	19.0

单个的  $M_{1,2}$  共 121 个,包括新测量的 11 个(表 3)。它们的分辨基于齿冠长度和宽度两项。于是,问题变为能否找到两个二维正态分布。解决这个问题的步骤如下(以大型  $M_{1,2}$  为例):

(1) 在大型  $M_{1,2}$  的长度和宽度分布坐标图中可以看出两个相对集中的分布区。长度

表 2 M<sup>1,2</sup> 的原尖长指数

大 型 (观 察)				小 型 (观 察)					
编 号		原尖长	全齿长	指数	编 号	原尖长	全齿长	指数	
PA 206	M 1	12.0	20.5	58.5	PA 206	M 13	11.2	17.7	63.2
	M 8	11.2	18.4	60.9		M 15	10.5	17.2	61.0
	M 10	12.5	21.0	59.5		M 16	10.2	17.9	57.3
	M 11	10.3	16.8	61.3		M 17	9.0	17.2	52.3
	M 14	12.0	19.6	61.2		M 22	9.5	16.2	58.6
	M 37	12.9	20.0	64.5		M 23	10.6	17.2	61.6
	M 39	11.7	18.7	62.6		M 24	10.5	17.4	60.3
	M 40	12.4	20.0	62.0		M 25	10.0	17.4	57.5
	M 41	12.8	20.0	64.0		M 28	11.0	16.7	65.9
	M 42	11.2	19.4	57.7		M 29	10.7	17.8	60.1
	M 44	11.6	18.3	63.4		M 49	10.5	17.8	59.0
	M 45	12.6	20.7	60.9		M 51	10.6	16.8	63.1
	M 46	11.5	18.8	61.2		M 53	10.1	17.3	58.4
	M 47	11.8	19.6	60.2		M 54	9.6	17.3	55.5
	M 48	10.1	17.0	59.4		M 56	10.3	17.6	58.5
	M 50	11.5	19.5	59.0		M 57	10.7	17.5	61.1
	M 81	11.2	18.9	59.3		M 58	10.3	17.3	59.5
	M 85	12.2	21.8	56.0		M 59	11.1	18.9	58.7
	M 87	10.2	17.7	57.6		M 60	10.2	16.3	62.6
	M 88	10.3	18.5	55.7		M 61	11.4	18.0	63.3
	M 89	10.2	18.3	55.7		M 63	8.2	14.9	55.0
	M 98	12.3	20.5	60.0		M 64	9.7	16.5	58.8
	M 100	12.2	20.8	58.6		M 66	9.4	16.2	58.0
	M 102	11.7	21.0	58.2		M 67	10.4	16.3	63.8
	M 103	11.1	20.3	54.7		M 91	10.2	16.8	60.7
	M 121	8.7	19.3	45.1		M 93	10.5	16.8	62.5
	M 124	11.9	20.3	58.6		M 125	9.9	16.6	59.6
	M 128	10.5	20.0	52.5		M 94	10.0	15.7	63.7
	M 130	14.2	22.0	64.5		M 104	10.2	16.3	62.6
	M 148	11.4	18.2	62.6		M 105	11.3	17.7	63.8
	M 155	13.3	21.8	61.0		M 110	9.0	14.4	62.5
	M 157	11.6	20.1	57.7		M 119	11.1	19.4	57.2
	M 158	12.0	20.4	58.8		M 122	10.7	18.1	59.1
	M 167	11.5	20.5	56.1		M 131	11.5	18.5	62.2
	M 19	11.4	18.5	61.6		M 137	11.0	19.1	57.6
	M 84	11.5	19.3	59.6		M 143	8.7	16.0	54.4
	M 111	11.2	19.6	62.2		M 144	11.0	16.4	67.1
	M 117	11.9	20.0	59.5		M 146	10.1	17.3	58.4
	M 138	12.8	20.3	63.1		M 150	10.8	18.1	59.7
PA 143		11.1	18.0	61.7		M 151	10.8	18.3	59.0
PA 145		12.5	21.2	59.0		M 152	10.3	18.0	57.2
PA 146		13.4	21.8	61.5		M 159	9.8	16.6	59.0
PA 149		12.5	18.5	67.6		M 160	9.1	15.4	59.1
PA 150		12.4	19.9	62.3		M 161	10.0	17.1	58.5
PA 178		11.7	19.4	60.3		M 162	10.4	17.0	61.2

续表

小 型 (观 察)			
编 号	原尖长	全齿长	指数
M 165	10.3	17.0	60.6
M 26	10.4	16.4	63.4
M 27	11.4	16.7	68.3
M 32	9.9	15.5	63.9
M 55	10.3	16.3	63.2
M 69	9.8	16.3	60.1
M 112	10.9	17.5	62.3
M 129	12.2	18.3	66.7
M 133	11.4	17.9	63.7
M 135	10.6	16.9	62.7
M 136	10.0	16.3	61.3
PA 144	9.4	15.5	60.6
PA 148	10.8	18.5	58.4

表 3 新测量的  $M_{1,2}$  齿冠长度和宽度 (单位: 毫米)

大 型				小 型			
编 号		长 度	宽 度	编 号		长 度	宽 度
PA 206	M 38	20.8	17.1	PA 206	M 15	18.4	17.2
	M 125	21.2	17.4		M 56	18.3	16.1
	M 80	19.6	16.2		M 66	17.5	16.4
	M 103	20.0	17.3		M 118	18.6	15.4
	M 104	22.0	18.6		M 126	17.6	16.3
	M 121	20.8	17.6				

表 4  $M_{1,2}$  三个变量的相关矩阵  $R$ 

	齿冠长度	齿冠宽度	原尖长指数
齿冠长度	1	0.685	-0.243
齿冠宽度		1	-0.003
原尖长指数			1

小的一组其宽度也小, 反之亦然。这说明此二性状存在着一定程度的正相关。考虑到三个巨猿下颌骨(雌雄两性)的下第二臼齿无论在长度或宽度上均大于它们前面的下第一臼齿, 我们在坐标图两个集中区之间划一斜线, 姑且把所有 63 个  $M_{1,2}$  (1962 年发表的 58 个, 新测量 6 个, 剔除异常的 PA 37 一个) 分为两组; 右上方的一组暂定为  $M_2$  (32 个); 左下方的暂定为  $M_1$  (31 个)。

(2) 把原坐标作正交坐标变换, 即在每组中找到一个新的坐标系, 使原数据在新的横、纵轴上的投影成为相关系数为 0 的两个新变量 (Agterberg, 1974)。

(3) 样本在坐标图一定区域的概率即为在新的坐标系二轴上的概率之乘积。于是, 可在该坐标图上画出一系列椭圆, 以表示二元随机变量(齿冠长度和宽度)的数值落在椭圆范围内的概率(Agterberg, 1974)。

(4)  $M_1$  和  $M_2$  两组所有相同的样本分布概率的椭圆的交点显然都在同一直线上, 它即是  $M_1$  和  $M_2$  的判别线(Kendall, 1975)。

## 二、结果与讨论

### 1. 上臼齿的辨别

$M^{1,2}$  齿冠长度、宽度和原尖长指数相关阵(表 4)的特征值(以及据此换算的每一因子的贡献率和累计贡献率)及其对应的单位特征向量(因子负荷量)列于表 5。每个样本的三个主成分数值  $z_1, z_2, z_3$  列于表 6。

表 5 相关矩阵  $R$  的特征值和特征向量

	特 征 值	贡 献 率	累计贡献率	特征向量(因子负荷量)		
				齿冠长度	齿冠宽度	原尖长指数
第一因子	$\lambda_1 = 1.726$	57.6%	57.6%	0.706	0.666	-0.238
第二因子	$\lambda_2 = 0.996$	33.2%	90.8%	0.002	0.334	0.942
第三因子	$\lambda_3 = 0.275$	9.2%	100.0%	-0.708	0.666	-0.234

表 6  $M^{1,2}$  各样本的主成分得分

(观察确定)大型						小 型					
样本编号		$z_1$	$z_2$	$z_3$	样本编号		$z_1$	$z_2$	$z_3$		
PA 206	M 1	2.550	0.206	-0.279	PA 206	M 13	-0.385	0.735	-0.455		
	8	0.387	0.333	-0.077		15	-0.793	0.118	0.266		
	10	1.885	0.145	-0.777		16	-0.051	-0.938	-0.032		
	11	0.930	0.667	-0.014		17	-0.173	-2.341	0.788		
	14	0.345	0.278	-0.500		22	-1.296	-0.696	0.542		
	37	1.643	1.648	-0.938		23	-1.017	0.065	-0.479		
	39	0.741	0.832	-0.610		24	-1.049	-0.339	-0.424		
	40	1.791	1.127	-0.191		25	-0.657	-0.983	0.137		
	41	0.568	1.143	-0.875		28	-1.545	1.310	-0.393		
	42	0.927	-0.442	0.194		29	-0.356	-0.033	0.355		
	44	0.090	0.973	-0.312		49	-0.048	-0.421	-0.119		
	45	1.272	0.496	-0.481		51	-0.828	0.807	0.407		
	46	0.623	0.439	-0.295		53	-0.085	-0.630	-0.158		
	47	0.851	0.259	-0.081		54	-0.201	-1.604	-0.277		
	48	0.037	-0.208	0.124		56	-0.353	-0.602	0.096		
	50	0.146	-0.560	-0.653		57	-0.748	0.086	-0.036		
	81	0.738	0.026	0.219		58	-0.854	-0.343	0.377		
	85	2.130	-0.817	-0.470		59	0.185	-0.483	-0.233		
	87	0.685	-0.451	0.511		60	-1.466	0.545	0.640		

续表

(观察确定)大型				小型			
样本编号	$z_1$	$z_2$	$z_3$	样本编号	$z_1$	$z_2$	$z_3$
PA 206 M 88	1.613	-1.061	-0.393	PA 206 M 61	-0.551	0.664	-0.703
89	0.609	-1.500	-0.266	63	-1.947	-1.988	0.579
98	2.071	0.525	-0.310	64	-1.406	-0.842	-0.175
100	2.346	-0.165	-1.296	66	-1.363	-0.985	0.214
102	1.356	-0.400	-0.607	67	-1.577	0.713	0.093
103	2.620	-1.181	-0.336	91	-1.100	-0.087	0.132
121	2.024	-4.074	0.567	93	-1.434	0.357	-0.025
124	1.341	-0.108	-0.107	125	-1.253	-0.297	0.845
128	1.061	-2.242	-0.235	94	-1.770	0.614	-0.102
130	1.530	1.546	-1.126	104	-1.365	0.446	0.130
148	0.304	0.850	-0.112	105	-0.238	0.685	-0.305
155	1.935	0.656	-0.738	110	-1.842	0.196	-0.259
157	1.631	-0.420	-0.451	119	0.335	-0.904	-0.172
158	1.972	-0.012	-0.645	122	-0.395	-0.434	0.055
167	1.992	-0.788	-0.348	131	-0.205	0.576	-0.011
19	-0.196	0.349	-0.134	137	-0.078	-1.064	-1.018
84	2.182	0.713	0.541	143	-2.232	-2.278	0.466
111	1.612	1.141	-0.160	144	-2.629	1.384	-0.521
117	1.784	0.505	0.410	146	-0.883	-0.792	-0.001
138	0.396	1.011	-0.213	150	-1.007	-0.507	-0.364
PA 143	-0.486	0.515	0.566	151	-0.449	-0.622	-0.520
PA 145	3.251	0.630	-0.205	152	0.031	-1.166	-0.910
PA 146	1.274	0.385	-1.413	159	-1.272	-0.904	-0.822
PA 149	0.167	2.252	-0.677	160	-1.806	-1.098	-1.182
PA 150	1.043	0.889	-0.448	161	-0.928	-0.804	-0.133
PA 178	1.440	0.629	0.341	162	-0.490	0.355	0.656
				165	-0.588	-0.014	0.037
				26	-0.599	0.952	0.376
				27	-1.253	2.345	0.423
				32	-2.150	0.808	0.734
				55	-0.723	0.936	0.687
				69	-1.505	-0.157	1.027
				112	-0.455	0.504	-0.175
				129	-0.741	1.835	-0.108
				133	-0.912	0.696	-0.717
				135	-1.673	0.193	-0.699
				136	-1.345	0.261	1.016
				PA 144	-2.477	-0.399	0.403
				PA 148	-0.475	-0.631	0.233

从表 5 和表 6 可知:

(1) 第一主成分的三个因子负荷量中,对应于长度和宽度二指标的数量大体相当,而对应于原尖长指数(它与齿冠长度成负相关)的则是负值。这表示第一主成分反映样本的大小情况,可称之为大小因子。

$z_1$  正值的样本有 46 个,包括观察时定为大型的 43 个;  $z_1$  负值的样本有 57 个,包括观察时定为小型的 55 个。这就是说,用第一主成分区分大型与小型  $M^{1,2}$  的结果与原先的观察结果吻合率超过 95% (103 个样本中 98 个相吻合)。不吻合者是大型的 M 59、M 119、M 152, 小型的 M 19、PA 143。它们在观察中被判为相反。

(2) 第二主成分以原尖长指数的因子负荷量为最大,高达 0.942。该主成分主要反映原尖的相对大小,不妨称之为原尖因子。第三主成分的因子负荷量有正有负,对应于长度者为负,对应于宽度者为正,因此可以反映长度与宽度的比例。如长度大而宽度小,该样本的  $z_3$  偏于负值;反之偏于正值。不妨把第三主成分称为形状因子。现在问题是能否把这两个因子用于判别  $M^1$  与  $M^2$ 。

以  $z_2$  作横轴,  $z_3$  作纵轴,把大型与小型  $M^{1,2}$  的样本以不同的记号点在坐标图上(图 6)。可以看出,大型与小型  $M^{1,2}$  都有两个比较集中的分布区(总共 103 个样本中 49 个在集中区内),这就是说,无论是大型还是小型  $M^{1,2}$ ,都有可能存在两种不同的类型。两类集中区内样本及其三个性状的平均值列于表 7。从大型和小型的两类平均值的比较中得到了相同的结果:第一类具有比第二类稍大的长度、稍小的宽度和相当明显地小的原尖长指数。

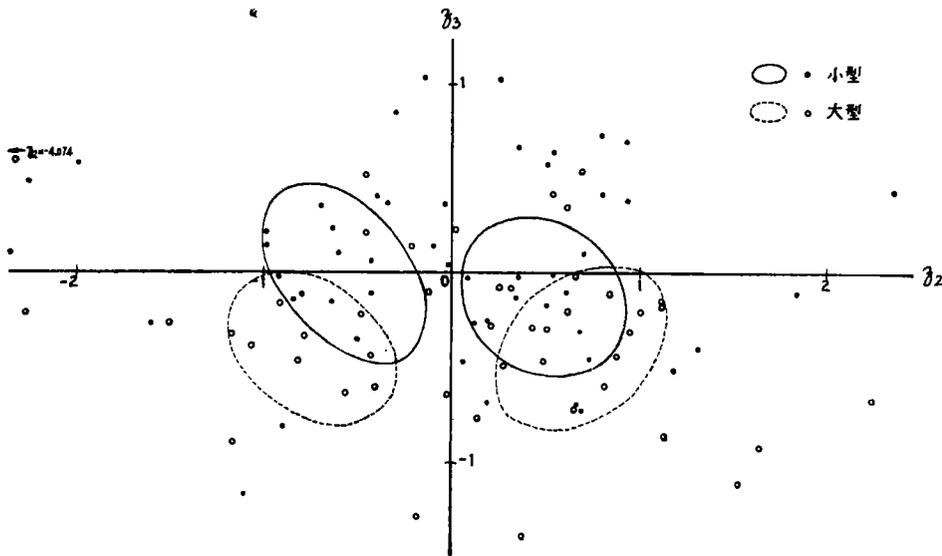


图 6 大型和小型  $M^{1,2}$  的第二和第三主成分坐标图

Coordinate chart of second and third principal components of large and small  $M^{1,2}$

$M^{1,2}$  的两种类型代表了什么? 就我们所观察到的现代人和现代猩猩、黑猩猩、大猩猩头骨标本而言,第二上臼齿的原尖长度总是大于它们前面的第一上臼齿的原尖长。因此有理由推断第一类样本可能是第一上臼齿,第二类样本可能是第二上臼齿。

下面将要谈到在  $M_{1,2}$  的二维坐标图上可以划出判别线区分  $M_1$  与  $M_2$ 。用同样的办法也可以在图 6 确定大型和小型  $M^{1,2}$  各自的判别线。因为  $M^1$  与  $M^2$  有了比较明显的集中分布区,并因此显示出判断上的特征,为避免原始数据作过多的变换,我们略去此步工作。

表 7  $M^{1,2}$  在集中分布区内的样本

$z_1$ 确定 类别	大 型		小 型	
	第一类 ( $M^1$ )	第二类 ( $M^2$ )	第一类 ( $M^1$ )	第二类 ( $M^2$ )
样 本	PA 206 M 50	PA 206 M 46	PA 206 M 16	PA 206 M 13
	59	14	22	15
	88	39	24	19
	85	40	25	57
	102	44	49	67
	103	45	53	93
	119	11	56	94
	157	98	64	105
	167	111	66	104
		148	122	110
		138	150	112
		155	146	131
		PA 145 PA 150	161	
		PA 148		
例 数	9	14	14	12
长度平均值	20.68	20.06	18.11	17.96
宽度平均值	20.37	21.36	18.44	18.76
原尖长指数平均值	57.03	61.63	58.61	62.53

今后如果在柳城巨猿洞发现新的  $M^{1,2}$ , 或者在别的地点发现相同类群的  $M^{1,2}$ , 可以照下列方法估计其属于大型还是小型, 是  $M^1$  还是  $M^2$ :

$$z_1 = 0.706 \times \frac{\text{齿冠长度(毫米)} - 18.92}{1.63} + 0.666 \times \frac{\text{齿冠宽度(毫米)} - 19.62}{1.66} - 0.238$$

$$\times \frac{\frac{\text{原尖长}}{\text{全齿长}} - 0.6020}{0.0336}$$

若  $z_1 > 0$ , 判为大型;  $z_1 < 0$ , 判为小型。

$$z_2 = 0.002 \times \frac{\text{齿冠长度(毫米)} - 18.92}{1.63} + 0.334 \times \frac{\text{齿冠宽度(毫米)} - 19.62}{1.66} + 0.942$$

$$\times \frac{\frac{\text{原尖长}}{\text{全齿长}} - 0.6020}{0.0336}$$

$$z_3 = -0.708 \times \frac{\text{齿冠长度(毫米)} - 18.92}{1.63} + 0.666 \times \frac{\text{齿冠宽度(毫米)} - 19.62}{1.66}$$

$$- 0.234 \times \frac{\frac{\text{原尖长}}{\text{全齿长}} - 0.6020}{0.0336}$$

根据待测样本的  $z_2$  和  $z_3$  的数值, 在图 6 点出样本所在位置, 看它在  $M^1$  还是  $M^2$  集中

区内,或者更接近于哪个集中区。

## 2. 下臼齿的辨别

下臼齿的辨别是在已经把大型与小型  $M_{1,2}$  分开的基础上进行的。

根据大型  $M_{1,2}$  的齿冠长度和宽度的分布(图 7),并参参照连于巨猿下颌骨 II 和 III 的  $M_1$  和  $M_2$  在坐标图上的位置,画出直线 AB,并初步认为它就是  $M_1$  与  $M_2$  的分界线。这个假设是下步工作的基点,在“材料与方法”一节中我们已经讲了这个假设在一定程度上成立的理由。

大型  $M_1$  组和  $M_2$  组经正交坐标变换后样本新的变量的数值、平均数和标准差列于表 8。两组 50% 和 90% 样本分布的范围分别以图 7 的两个椭圆表示。两组的标有 90% 的椭圆的交点 CD 的连线即为大型  $M_1$  与  $M_2$  的判别线。

小型  $M_1$  组和  $M_2$  组的相应数值也列于表 8,图 8 中的 A'B', 50% 和 90% 椭圆以及 C'D' 具有同样意义。比较图 7 与图 8,可看出大型的分辨效果较小型为好。

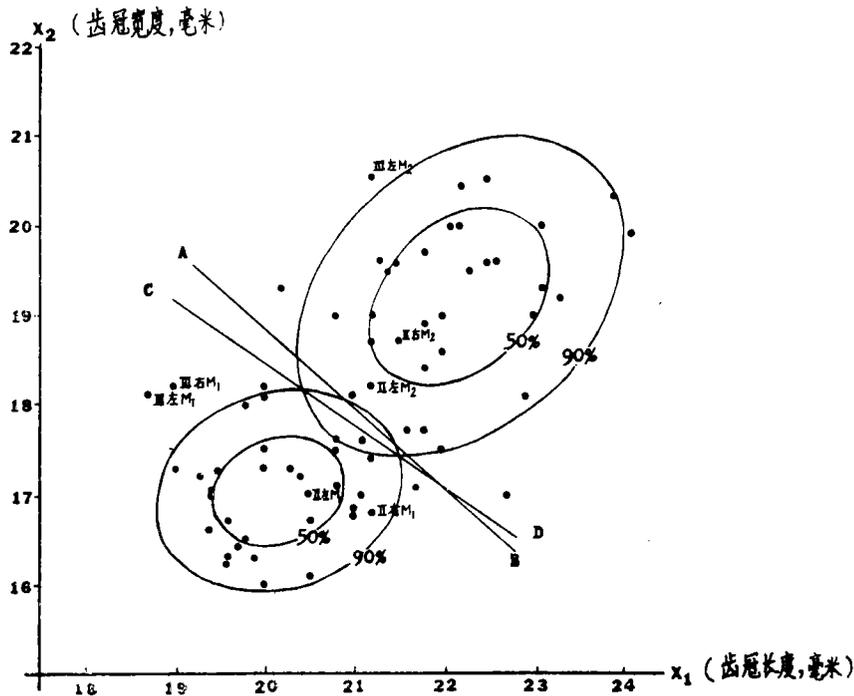


图 7 大型  $M_{1,2}$  分辨图示

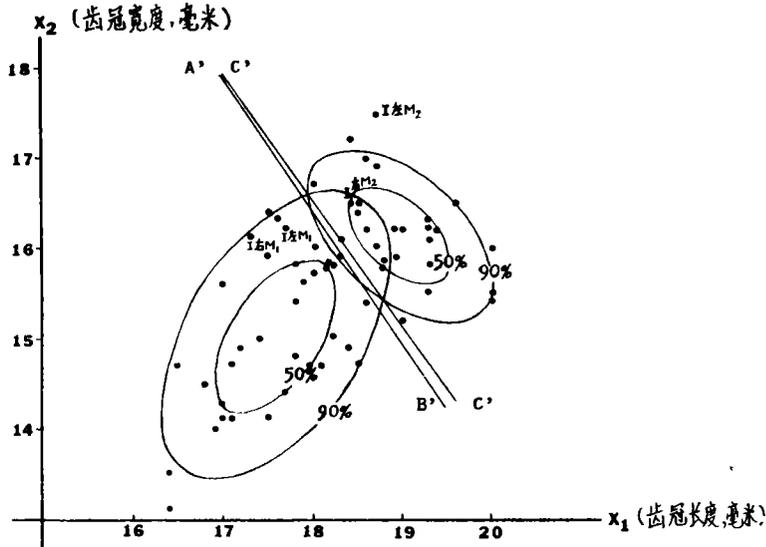
Graph for discriminating of large  $M_{1,2}$

今后若有同种类的  $M_{1,2}$  发现,用图 7 或图 8 可以很容易地估计其是  $M_1$  还是  $M_2$ ,只需根据齿冠长度和宽度的数值确定其坐标点位于判别线何侧即可。

综观上、下臼齿两部分描述,上臼齿的辨别效果明显好于下臼齿,这主要是因为除齿冠长度和宽度以外,还找到了有用的第三性状——原尖长指数。这说明,用多元分析方法处理如此少的变量的情况下,引进另一变量(它与原有变量没有很大相关),将会大大改善

表 8  $M_{1,2}$  经正交坐标变换后的变量 ( $v_1, v_2$ ) 的数值

		大 型				小 型			
		$M_1$		$M_2$		$M_1$		$M_2$	
(初步确定)		$v_1$	$v_2$	样本编号	$v_1$	$v_2$	样本编号	$v_1$	$v_2$
PA 208 M	13	24.18	8.50	PA 208 M 1	31.29	-2.00	PA 208 M 17	6.90	23.09
	14	24.09	9.39	2	31.57	-1.71	19	7.41	22.11
	21	24.19	8.82	3	28.45	-1.06	20	6.93	23.23
	31	25.54	8.43	4	27.98	-2.41	22	7.10	22.03
	35	25.92	9.14	5	29.87	-1.60	23	7.22	21.28
	37	25.06	9.14	6	28.81	-1.55	24	6.77	20.88
	41	25.54	8.43	7	27.98	-2.70	25	6.65	21.99
	43	25.09	10.09	8	28.24	-1.28	26	6.54	21.80
	44	24.33	8.03	30	29.59	-1.47	27	6.88	21.07
	45	24.05	8.45	32	28.46	-1.91	28	6.61	20.19
	77	24.11	9.17	34	27.83	-2.27	42	5.99	22.28
	85	25.03	8.50	36	27.68	-1.57	50	6.90	23.09
	91	26.30	8.47	40	27.94	-0.15	51	6.75	22.76
	92	24.33	8.34	71	29.74	-2.31	54	6.56	21.57
	96	24.82	7.94	72	31.16	-2.43	55	6.79	22.90
	105	25.71	8.57	73	29.79	-0.97	57	6.26	22.80
	106	24.83	9.97	74	29.02	-1.62	58	7.23	21.64
	107	24.31	8.57	82	30.51	-1.66	59	7.65	22.42
	111	25.12	9.01	83	30.02	-2.17	63	6.78	22.54
	113	25.60	9.15	94	29.05	-2.89	64	6.42	21.24
	117	25.06	10.00	99	28.14	-3.54	65	6.83	19.85
	119	24.31	9.42	102	30.10	-2.38	67	6.05	21.25
	124	24.85	9.43	116	29.86	-1.04	69	7.32	22.06
PA 38		23.97	8.80	122	30.14	-0.75	79	6.90	23.09
PA 40		23.84	9.60	PA 33	29.08	-0.84	81	6.62	23.15
PA 43		24.11	9.17	PA 34	28.16	-0.78	89	6.56	22.88
PA 280 M	38	25.46	8.78	PA 35	30.43	-0.89	100	7.55	22.44
	80	24.02	8.35	PA 36	29.80	-1.53	108	6.69	21.18
	103	24.78	9.25	PA 39	28.94	-0.84	109	7.74	22.32
	125	25.94	8.92	PA 41	29.37	-0.97	114	6.80	21.01
	121	25.64	9.25	PA 42	28.94	-0.70	66	5.99	23.22
				PA 208 M 104	28.75	-1.90	118	7.45	22.97
							126	6.13	23.19
平均数 $\bar{v}$		24.846	8.938		29.272	-1.621		6.818	22.107
标准差 SV		0.701	0.556		1.061	0.756		0.460	0.923
								4.092	24.513
								0.627	0.355

图 8 小型  $M_{1,2}$  分辨图示Graph for discriminating of small  $M_{1,2}$ 

工作成果。

### 三、结 论

高等灵长类的第一与第二臼齿，在总体上说，只是在某些性状上存在着不大的差别。有时还不能排除个别情况下完全相似的可能性。因此，单个  $M_{1,2}$  经常难以得到正确的辨别。尤其象巨猿这样一类化石，很少发现在原位上的牙齿，鉴别起来就更困难。

多元分析的数理统计方法同时考虑有必要地多的性状，使巨猿第一与第二臼齿的差别显示得更清楚一些。用主成分分析综合  $M_{1,2}$  的齿冠长度、宽度和原尖长指数三个性状，结果表明其中两个不同类型的存在，较合理的解释是它们分别代表  $M^1$  和  $M^2$ 。下臼齿的区分的依据是观察柳城巨猿洞的三个下颌骨以及百余个单个牙齿。齿冠长度和宽度二元变量坐标图上一系列不同置信区间的椭圆代表了  $M_1$  或  $M_2$  的样本分布概率。因此可在相对意义上判别任一待测样本。

主成分分析显露了巨猿上臼齿的原尖长在判别  $M_{1,2}$  上的作用。这一性状对于其他高等灵长类可能具有同样重要的意义，但这需要进一步工作的证明。

(1982年4月16日收稿)

### 参 考 文 献

- 吴汝康, 1962. 巨猿下颌骨和牙齿化石. 中国古生物志新丁种第11号. 科学出版社.  
 Agterberg, F. P., 1974 *Geostatistics*. Elsevier Scientific Publishing Company, Ottawa.  
 Anderson, T. W., 1958. *Introduction to multivariate statistical analysis*. John Wiley and Sons, New York.  
 Kendall, M. G., 1975. *Multivariate analysis*. Charles Griffin, London.

## DISTINGUISHING FIRST FROM SECOND MOLARS OF *GIGANTOPITHECUS* BY MULTIVARIATE ANALYSES

Wang Linghong

(*Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica*)

**Key words** *Gigantopithecus*; High Primates; Molar; Principal component analysis; Distribution probability

### Abstract

It is difficult to distinguish M1 from M2 of *Gigantopithecus* through any single trait such as crown length and breadth, as showed by their distributions.

The present paper applies the method of principal component analysis to distinguish first upper molars from second ones, and the variables used are crown length, crown breadth and protocone length index (newly defined). The results show the existence of two categories in M<sup>1,2</sup>. A reasonable explanation for this is that they represent M<sup>1</sup> and M<sup>2</sup> respectively. The role played by protocone length (mesiodistal diameter) to discriminate between M<sup>1</sup> and M<sup>2</sup> of *Gigantopithecus* becomes clear due to the principal component analysis. This trait is likely to be of significance for other high primates in the same aspect.

The distinguishing of lower molars is based on the observation of the three *Gigantopithecus* mandibles with teeth as well as the over 100 isolated teeth. Two series of ellipses in the coordinate chart of crown length and breadth represent the ranges of different sample distribution probabilities of M<sub>1</sub> and M<sub>2</sub>, respectively, and discriminatory lines are drawn between M<sub>1</sub> and M<sub>2</sub>.