

元谋古猿牙齿测量数据的统计分析及其在分类研究上的意义

刘武^① 郑良^② 姜础^③

(^①中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; ^②云南省文物考古研究所, 昆明 650118;

^③元谋人陈列馆, 元谋 651300)

摘要 对1986~1998年在云南元谋发现的1266枚古猿牙齿齿冠长和齿冠宽进行的测量和统计分析发现:元谋古猿在牙齿尺寸上具有区分明显的大小两种类型,多数牙齿测量数据在直方图和二维坐标散点分布图上呈现双峰或两个组群的分布现象.变异系数分析显示:元谋古猿牙齿尺寸的变异系数均位于或接近禄丰古猿及现生大猿牙齿尺寸变异系数的分布范围.牙齿尺寸对比及其分布比例表明,元谋古猿与开远和禄丰古猿接近,而与大猩猩、黑猩猩及猩猩等现生大猿类差别较大.过去10余年来在元谋发现的古猿化石代表着一个在形态特征上具有高度性别二态的生物种群,这一生物种在演化分类上与开远和禄丰古猿极为接近.

关键词 人类起源 元谋古猿 牙齿齿冠 测量数据 统计分析

本世纪50年代以来在中国云南的开远、禄丰、元谋和保山4处先后发现了中新世古猿化石^[1~3].其中尤以在禄丰和元谋发现的古猿化石数量最为丰富.元谋自1986年首次发现古猿牙齿化石以来,经过数次发掘和历年的收集,到1998年底已发现了头骨1具,上颌骨8件,下颌骨9件及单个牙齿1400余枚.有关学者根据元谋古猿颅骨、上下颌及牙齿特征的描述和对比,提出了元谋古猿在骨骼和牙齿特征上的表现特点及分类地位的看法.郑良等人^[4]认为元谋古猿化石在尺寸上大小差别较大,可能代表着两种类型或雌雄个体的差别.在分类上元谋古猿可能代表着禄丰古猿属内的一个新种.这些研究提出了许多关于元谋古猿化石特征、分类地位及与其他中新世古猿关系方面需要进一步深入探讨的问题,丰富了中国乃至东亚地区第三纪古猿研究的内容.但必须承认,目前对元谋古猿化石的研究在深度和广度方面都还很不够,研究手段也比较局限.许多涉及元谋古猿化石特征、变异程度、与其他中新世古猿的关系,在演化上的系统地位及其在研究人类起源领域的作用等关键问题尚未得到证实或阐明.特别值得指出的是,在元谋发现的古猿化石中,牙齿化石占有其中的绝大部分.迄今为止,对元谋古猿牙齿化石的研究主要侧重于牙齿形态特征的描述与对比.而对牙齿测量数据的表现特点、分布规律以及与禄丰、开远古猿和现生大猿在牙齿尺寸上的差别程度等方面的统计分析尚未进行.鉴此,本文采用统计分析方法对元谋古猿牙齿测量数据进行处理,并根据数据分析结果对其在元谋古猿分类研究上的意义进行探讨.

1 材料与方法

用于测量的牙齿包括自1986年在元谋发现古猿化石以来在元谋的小河、竹棚及雷老3个地点历年发掘及收集的全部牙齿化石,从中选取保存状态良好、未严重破损磨损的1266枚牙齿进行测量.鉴于目前学术界对小河、竹棚及雷老3处的古猿的生存年代是否存在明显的差异尚缺乏深入的研究,加之本文只是对在元谋地区发现的古猿牙齿化石牙齿测量数据的初步

统计分析,故暂且将在³处发现的古猿牙齿化石合并一起进行测量统计. 牙齿数量分布情况见表1. 由于大多数牙齿的齿根破损缺失,只对齿冠长(即近中-远中径)及齿冠宽(即颊舌径)两个项目进行测量. 参照 Wölfl^[7] 制订的牙齿测量方法,用游标卡尺测量相互垂直的齿冠长与齿冠宽的最大径线,数据精确到0.1 mm.

表1 本研究用于测量的元谋古猿牙齿数量情况

| | I 1 | I 2 | C | P 3 | P 4 | M 1 | M 2 | M 3 | 总计 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 上颌 | 82 | 44 | 75 | 73 | 94 | 118 | 137 | 83 | 706 |
| 下颌 | 32 | 44 | 62 | 53 | 84 | 92 | 115 | 78 | 560 |
| 合计 | 114 | 88 | 137 | 126 | 178 | 210 | 252 | 161 | 1 266 |

在计算出每一部位牙齿齿冠长和齿冠宽数据的平均值、标准差、分布范围和例数等基本数据后,就有关元谋古猿牙齿尺寸表现特点、分布规律及分类地位等问题进行统计分析.

(1) 元谋古猿牙齿数据的分布规律的检验. (i) 直方图及正态曲线分析. 通过对元谋古猿单一牙齿测量数据在直方图上的分布频率的分析,检验元谋古猿牙齿尺寸是否存在双峰或二态分布现象,并对数据分布与正态曲线的关系进行分析. (ii) 双变量二维坐标分布. 将元谋古猿牙齿齿冠长和齿冠宽数据置于二维坐标分布图上,分析元谋古猿按照牙齿大小是否存在两个组群. (iii) 因子分析. 采用主成分分析法对齿冠长和齿冠宽两个变量数据进行处理,选取信息量大的第一因子得分数据综合两个变量所包含的信息绘制直方图,进一步检验元谋古猿牙齿尺寸是否存在双峰或二态分布现象.

(2) 元谋古猿与开远、禄丰古猿及现生大猿关系的检验. (i) 变异系数分析. 通过与开远、禄丰及现生大猿CV的对比,推断元谋古猿牙齿数据变异是否达到了两个物种之间差异的程度. (ii) 犬齿面积比例系数分析. 根据元谋古猿齿冠面积数据计算出 C/A^{1+2} , C/P^{3+4} , C/M^{1+2+3} , C/A_{1+2} , C/P_{3+4} , C/M_{1+2+3} 等6项犬齿面积比例系数并与开远、禄丰古猿及现生大猿的对应系数进行对比,确定元谋古猿犬齿尺寸比例以及与开远、禄丰古猿及现生大猿的相似或差别程度,从而分析元谋古猿与它们之间的关系. (iii) 元谋古猿与开远及禄丰古猿牙齿尺寸的比较. 通过³处化石上下颌牙齿面积数据在折线图上的分布对比,分析它们彼此相互之间相似或差别程度.

2 结果与分析

2.1 基本数据分布情况

表2列出了元谋古猿牙齿测量数据的基本统计结果. 本研究所用的大部分牙齿化石产地及层位清楚,标本数量大,除下颌中门齿数量相对较少(29~30枚)外,其余各部位牙齿数量均超过40枚,完全符合统计分析的例数要求. 所以,这批牙齿化石所提供的测量数据是可靠的. 从表2的数据分布看,元谋古猿各部位牙齿齿冠长宽数据的分布范围均比较大,大多数牙齿齿冠宽度大于齿冠长度. 上下颌白齿尺寸均以M2最大,M1最小,即 $M2 > M3 > M1$. 但M1与M3大小差别不明显. 从标准差和数据分布范围看,单个牙齿尺寸变异以上颌犬齿、第3前白齿、第2白齿和第3白齿较为显著,其中尤其以犬齿变异最大.

表2 元谋古猿牙齿测量数据(单位:mm)

| 牙齿 | 齿冠长 | | | | 齿冠宽 | | | | |
|----|-----|------|------|----------|---------|------|------|----------|---------|
| | 平均值 | 标准差 | 范围 | 例数 | 平均值 | 标准差 | 范围 | 例数 | |
| 上颌 | I1 | 9.2 | 0.88 | 7.1~11.6 | 79 | 8.2 | 0.94 | 5.3~10.8 | 81 |
| | I2 | 5.7 | 0.64 | 4.5~7.2 | 43 | 6.6 | 0.88 | 5.1~9.1 | 43 |
| | C | 9.1 | 2.13 | 5.0~13.1 | 74 | 11.6 | 2.95 | 5.7~16.4 | 72 |
| | P3 | 7.5 | 0.77 | 6.0~8.9 | 71 | 10.4 | 1.08 | 7.5~12.8 | 70 |
| | P4 | 7.3 | 0.69 | 5.6~9.1 | 93 | 10.9 | 1.12 | 8.3~13.3 | 92 |
| | M1 | 9.8 | 0.71 | 7.7~11.4 | 110 | 11.1 | 0.90 | 8.3~14.1 | 118 |
| | M2 | 10.9 | 1.08 | 8.7~14.1 | 132 | 12.4 | 1.22 | 9.3~15.7 | 136 |
| | M3 | 9.8 | 1.04 | 7.7~12.3 | 82 | 11.4 | 1.26 | 7.0~14.3 | 83 |
| | 下颌 | I1 | 5.4 | 0.86 | 4.3~7.9 | 29 | 6.4 | 1.09 | 4.6~9.9 |
| I2 | | 5.5 | 0.44 | 4.6~6.5 | 41 | 7.3 | 1.13 | 5.2~10.0 | 43 |
| C | | 7.5 | 1.56 | 5.3~11.6 | 62 | 9.9 | 2.15 | 6.0~14.8 | 62 |
| P3 | | 7.3 | 0.86 | 5.5~8.9 | 50 | 11.1 | 1.52 | 6.4~13.8 | 52 |
| P4 | | 7.6 | 0.75 | 5.8~10.1 | 80 | 10.1 | 0.98 | 7.8~12.9 | 83 |
| M1 | | 10.5 | 0.94 | 8.4~12.6 | 88 | 9.3 | 0.95 | 7.0~11.6 | 90 |
| M2 | | 11.9 | 1.34 | 7.0~16.2 | 110 | 11.0 | 1.23 | 8.4~14.8 | 111 |
| M3 | | 12.0 | 1.45 | 8.7~15.3 | 75 | 10.9 | 1.28 | 8.3~13.8 | 78 |

2.2 元谋古猿牙齿尺寸的分布特点

本文分别采用了3种统计分析方法以直观的图形方式展示元谋古猿单个牙齿尺寸的分布情况.

(1) 直方图分析. 在对上下颌16个牙齿齿冠长和齿冠宽两个测量项目的32组数据做的直方图中, 有17个直方图呈现出明显的双峰或二态分布现象. 图1是其中比较典型的上颌犬齿齿冠长和齿冠宽数据在直方图上的分布情况. 图1显示, 元谋古猿上颌犬齿数据明显地分为大小两组, 数据分布均偏离正态曲线. 齿冠宽与齿冠长相比, 双峰分布现象更为明显, 大小两组之间完全没有重叠. 另外15组齿冠测量数据的直方图双峰分布现象不明显, 似无规律性.

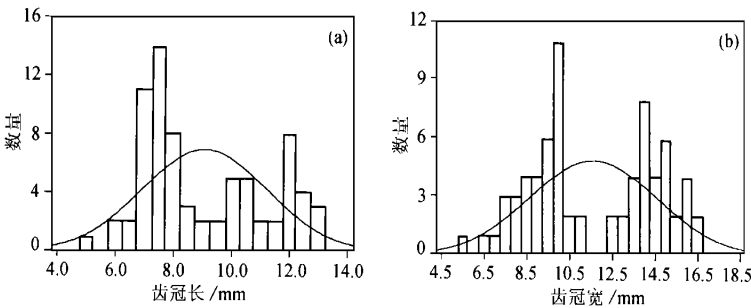


图1 元谋古猿上颌犬齿齿冠长和齿冠宽数据分布的直方图

(2) 散点图分析. 在根据上下颌16个牙齿齿冠长和齿冠宽两项数据绘制的二维坐标散点分布图中, 有5个图出现较明显的大小两种类型分布现象, 两个组群之间重叠不明显. 另有7个图呈现出程度较弱的大、小两种类型分布现象, 两种类型之间数据分布有一定程度的重叠. 图2仍以上颌犬齿为例展示了元谋古猿齿冠长和齿冠宽数据在二维坐标图上的散点分布.

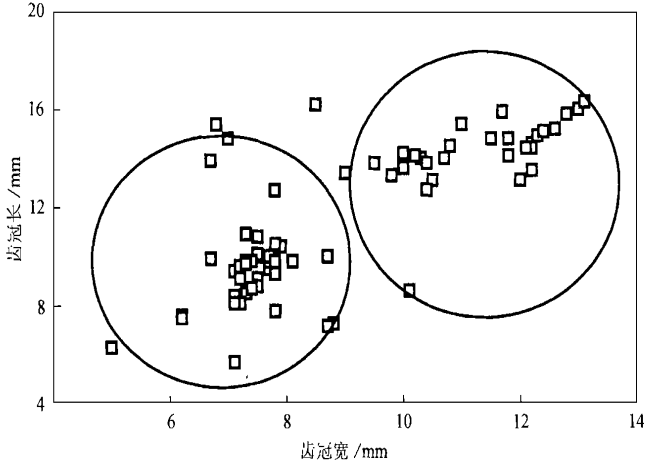


图2 元谋古猿上颌犬齿齿冠长和齿冠宽数据的二维坐标散点分布图

(3) 因子分析. 为进一步研究元谋古猿牙齿尺寸所呈现的大小两种类型的表现程度及不同测量项目在这种表现中的作用, 采用因子分析方法对上下颌牙齿齿冠长及齿冠宽数据进行了处理. 因子分析是在多变量数据情况下, 研究各变量间的关系, 寻找出支配多个指标间相互关系的少数几个公共因子, 在不损失或很少损失原有信息的前提下, 将原来多个彼此相关的指标转换为新的少数几个(最多等于原变量个数)彼此独立的综合指标(因子)的一种统计分析方法. 在新形成的公共因子中, 第一因子代表总变量信息的最大部分, 第二因子次之, 如此类推. 研究所用的各牙齿测量数据均由两个变量, 即齿冠长和齿冠宽组成. 通过因子分析方法可以最大限度地将齿冠长和宽两个变量所包含的信息集中到一个新形成的因子中, 进而再用直方图来检验牙齿数据的分布情况. 对元谋古猿上下颌 16 个牙齿的两项测量数据分别进行的因子分析显示, 第一因子在各牙齿因子分析中的贡献率大多在 80% 以上(表 3), 基本能够反映出各牙齿的两个测量项目所包含的信息. 在此基础上采用第一因子得分绘制的 16 个直方图中, 有 10 个直方图呈现出明显的双峰分布现象. 这一结果进一步证实元谋古猿多数牙齿的测量尺寸具有明显的大小差异并分为两组. 图 3 与图 4 分别为采用下颌中门齿齿冠长数据及采用下颌中门齿齿冠长和齿冠宽数据进行因子分析后第一因子得分数据绘制的直方图.

表 3 第 1 因子在元谋古猿各牙齿因子分析中的贡献率(单位: 百分比)

| | I 1 | I 2 | C | P3 | P4 | M1 | M2 | M3 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 上颌 | 79.8 | 83.9 | 65.9 | 81.7 | 82.3 | 88.9 | 93.4 | 86.2 |
| 下颌 | 51.3 | 69.3 | 98.7 | 73.0 | 74.3 | 91.4 | 91.7 | 94.6 |

由于第一因子代表了全部因子变量信息最大的部分, 所以, 通过分析对应于这一因子的变量载荷可以基本反映出各变量在群体差异研究中所起的作用. 在对元谋古猿牙齿数据进行的因子分析中, 上下颌全部 16 个牙齿的齿冠宽均较齿冠长拥有更大的因子载荷, 表明在元谋古猿牙齿测量数据所呈现出的大小两种尺寸的变异现象中, 齿冠宽发挥了主要的作用.

本文仅将研究结果简要归纳如表 4 所示. 从表 4 展示的元谋古猿牙齿测量数据双峰或二

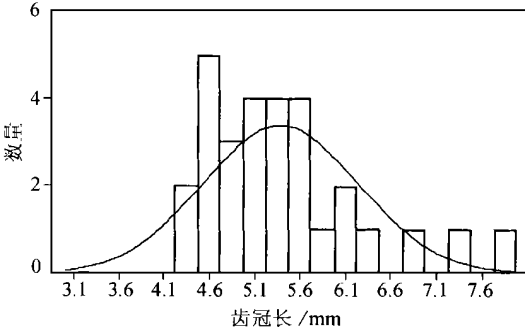


图3 元谋古猿下颌中门齿齿冠长数据的分布

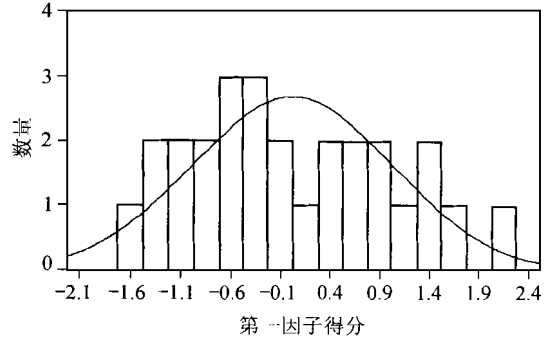


图4 元谋古猿下颌中门齿齿冠长和齿冠宽第一因子得分的分布

态分布出现情况看,上下颌犬齿、上颌第3前臼齿、下颌第4前臼齿、上下颌第2臼齿及下颌第3臼齿的尺寸具有较明显的大小两类分布现象,其中以上颌犬齿最为显著。

表4 元谋古猿牙齿测量数据双峰或二态分布出现情况

| | 上颌 | | | | 下颌 | | | |
|----|-----|----|-----|------|-----|----|-----|------|
| | 直方图 | | 散点图 | 因子分析 | 直方图 | | 散点图 | 因子分析 |
| | 长 | 宽 | 长+宽 | 长+宽 | 长 | 宽 | 长+宽 | 长+宽 |
| I1 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 | 微显 |
| I2 | 有 | 无 | 微显 | 有 | 无 | 有 | 微显 | 有 |
| C | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |
| P3 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 微显 | 微显 | 有 |
| P4 | 微显 | 微显 | 微显 | 微显 | 有 | 有 | 微显 | 有 |
| M1 | 无 | 微显 | 无 | 微显 | 微显 | 无 | 微显 | 微显 |
| M2 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 微显 | 有 |
| M3 | 无 | 无 | 无 | 微显 | 有 | 有 | 有 | 有 |

2.3 变异系数分析

在以上数据分析中发现,元谋古猿牙齿尺寸具有较大的变异分布范围,多数牙齿呈现出明显的大小两种尺寸类型。然而,元谋古猿牙齿尺寸上的这种变异是否超出了开远、禄丰古猿及现生大猿单一种内的变异范围则需要进一步澄清的问题。为此,采用变异系数分析方法来对比元谋古猿牙齿尺寸变异程度与其他中新世古猿及现生大猿牙齿变异程度的差别。变异系数是变量标准差与均数之比的百分比($CV = (s / X) \times \%$),可在消除单位不同或均数相差悬殊情况下比较不同样本之间数据变异程度的差异。根据元谋古猿上下颌各牙齿齿冠长和齿冠宽的平均值与标准差计算了变异系数并与禄丰古猿及现生大猿的变异系数进行了对比(表5)。在所计算的元谋古猿上下颌各牙齿的32个变异系数中,除上下颌犬齿的变异系数偏高外,其余元谋古猿牙齿尺寸的变异系数均位于或接近禄丰古猿及现生大猿牙齿尺寸变异系数的分布范围。由于学术界基本倾向于认为到目前为止发现的禄丰古猿代表着一个种^{8,9},因此本文变异系数对比分析强烈提示元谋古猿牙齿尺寸所呈现出的变异很可能尚未达到种间的变异范围。

表5 元谋古猿牙齿测量数据变异系数与其他人猿超科成员的比较^{a)}

| | | 元谋古猿 | | 禄丰古猿 | | 大猩猩 | | 黑猩猩 | | 猩猩 | |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | MD | BL | MD | BL | MD | BL | MD | BL | MD | BL |
| 上颌 | I 1 | 9.6 | 11.5 | 7.6 | 9.1 | 12.5 | 8.8 | 9.1 | 6.4 | 11.2 | 11.2 |
| | I 2 | 11.2 | 13.3 | 10.4 | 11.0 | 12.9 | 11.5 | 11.5 | 7.6 | 11.3 | 12.9 |
| | C | 23.4 | 25.4 | 17.3 | 18.4 | 20.9 | 21.3 | 14.4 | 13.8 | 16.0 | 17.3 |
| | P 3 | 10.3 | 10.4 | 11.3 | 11.1 | 11.0 | 8.3 | 10.6 | 7.8 | 9.2 | 8.9 |
| | P 4 | 9.5 | 10.3 | 8.8 | 9.5 | 8.4 | 7.6 | 8.6 | 6.5 | 10.7 | 9.0 |
| | M 1 | 7.2 | 8.1 | 9.0 | 8.9 | 7.1 | 7.2 | 5.9 | 5.0 | 7.1 | 6.5 |
| | M 2 | 9.9 | 9.8 | 9.9 | 9.8 | 8.3 | 7.6 | 6.7 | 5.7 | 10.2 | 8.3 |
| | M 3 | 10.6 | 11.1 | 12.0 | 11.2 | 10.2 | 9.8 | 8.5 | 6.4 | 12.2 | 9.7 |
| | 下颌 | I 1 | 15.9 | 17.0 | 8.0 | 11.6 | 15.9 | 12.8 | 10.8 | 5.9 | 11.7 |
| I 2 | | 8.0 | 15.5 | 8.5 | 14.1 | 11.6 | 13.3 | 9.6 | 6.5 | 12.9 | 10.1 |
| C | | 20.8 | 21.7 | 17.5 | 15.7 | 18.9 | 17.9 | 13.0 | 11.2 | 20.2 | 14.1 |
| P 3 | | 11.8 | 13.7 | 15.0 | 15.1 | 12.1 | 15.3 | 10.3 | 13.2 | 10.5 | 13.8 |
| P 4 | | 9.9 | 9.7 | 11.7 | 9.6 | 8.7 | 8.8 | 7.3 | 8.9 | 9.3 | 9.0 |
| M 1 | | 9.0 | 10.2 | 9.2 | 10.4 | 7.2 | 7.8 | 6.0 | 5.4 | 6.9 | 7.1 |
| M 2 | | 11.3 | 11.2 | 10.2 | 10.5 | 7.1 | 8.6 | 6.2 | 5.5 | 7.9 | 8.4 |
| M 3 | | 12.1 | 11.7 | 9.7 | 10.3 | 8.3 | 10.5 | 7.4 | 6.4 | 9.7 | 10.0 |

a) 变异系数数据除元谋古猿为本文数据外,其余均引自文献¹⁹⁾

2.4 犬齿面积比例系数对比分析

在研究第三纪古猿与现生大猿及人科成员的相互关系时,犬齿与其他牙齿的尺寸比例一直受到高度重视. 因为无论是化石或现生的大猿类,其犬齿相对于其余牙齿尺寸的差别程度均明显大于人类. 所以,通过对犬齿与其余牙齿尺寸比例的对比分析将会提供有关化石分类地位的参考信息. 依据元谋古猿牙齿齿冠长和齿冠宽数据计算了上下颌各牙齿的齿冠面积,在此基础上进一步计算了上下颌犬齿面积与门齿、前臼齿及臼齿面积的比例,并与禄丰、开远古猿及现生大猿类的相应比例系数进行了比较. 从表6提供的对比数据看,元谋古猿各项犬齿面积比例系数与开远及禄丰古猿接近,而与大猩猩、黑猩猩、猩猩等现生大猿类差别较大.

表6 犬齿面积比例系数在元谋古猿及其他人猿超科成员中的分布

| 面积比 | 元谋古猿 | 禄丰古猿 | 开远古猿 | 大猩猩 | 黑猩猩 | 猩猩 | 人属 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $C \dot{A}^{1+2}$ | 0.95 | 0.93 | | 1.29 | 0.84 | 0.79 | 0.72 |
| $C \dot{P}^{3+4}$ | 0.68 | 0.65 | 0.58 | 0.67 | 0.88 | 0.54 | 0.38 |
| C / \dot{M}^{1+2+3} | 0.30 | 0.26 | 0.25 | 0.31 | 0.40 | 0.30 | 0.13 |
| $C \dot{A}_{1+2}$ | 1.04 | 0.84 | | 0.98 | 0.74 | 0.69 | 0.70 |
| $C \dot{P}_{3+4}$ | 0.49 | 0.42 | | 0.74 | 0.90 | 0.71 | 0.40 |
| C / \dot{M}_{1+2+3} | 0.21 | 0.18 | | 0.35 | 0.42 | 0.36 | 0.14 |

2.5 元谋古猿牙齿数据与开远及禄丰古猿牙齿尺寸的比较

自1956年在云南开远发现森林古猿牙齿化石以来,先后在云南的禄丰、元谋和保山发现了古猿化石. 这些古猿在演化上的分类地位及彼此之间的相互关系一直为学术界所关注. 根据在这3处发现的古猿上下颌各牙齿齿冠长和齿冠宽数据的乘积计算出各牙齿的齿冠面积,然后分别绘制出这3处古猿上颌及下颌牙齿面积数据的折线分布图(图5). 3个地点发现的古猿的牙齿尺寸非常接近,其中元谋古猿与开远古猿彼此之间在牙齿数据上更为接近. 禄丰古猿的牙齿尺寸较元谋古猿与开远古猿的牙齿尺寸稍大.

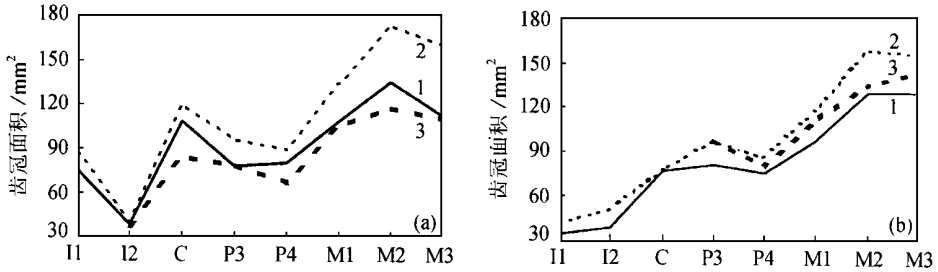


图5 云南3个地点古猿牙齿面积数据的分布
(a) 上颌; (b) 下颌. 1——元谋古猿, 2——禄丰古猿, 3——开远古猿

3 讨论与认识

3.1 元谋古猿牙齿尺寸分布特点及其意义

在对早期人类及化石高等灵长类,尤其是第三纪古猿的研究中,常常引起争论的焦点之一就是,在同一个地点发现的化石材料所呈现出的形态特征与测量数据的差别与变异到底是分类上的差别,还是性别上的差别^[1]. 在禄丰古猿化石研究的早期阶段,曾经提出过在禄丰发现的化石可能代表着两个种^[12,13]. 在随后的研究中,多数学者逐渐倾向于支持禄丰古猿是由在形态特征上具有高度性别差异的个体组成的一个生物种^[10,14~17],吴汝康^[1]将其修订为禄丰古猿属同名种. 在这一过程中,对牙齿测量数据的分析与研究发挥了重要的作用. 对禄丰古猿牙齿测量数据的分析显示,禄丰牙齿尺寸分布明显分为大小两群,多数牙齿数据在直方图和散点图上的分布呈明显的双峰或两群现象^[9,19],而代表这种差异的禄丰牙齿数据的变异系数均未超过已知的现生大猿单一种的变异范围^[10,19]. 所以,有关学者认为对牙齿尺寸的分析支持禄丰古猿代表着一个种的观点,同时也进一步证实禄丰古猿牙齿尺寸的高度性别二态现象.

郑良等人^[9]在对元谋古猿化石进行研究时,注意到元谋古猿牙齿化石依尺寸和形态可分为两种类型并提出这两种类型分别相似于禄丰古猿的雌、雄性. 但同时又指出元谋古猿的大、小两种类型之间也存在明显的差异,有的不能用性别差别来解释,有可能代表着两种不同类型的古猿. 本文通过对元谋古猿牙齿测量数据的统计分析揭示了元谋古猿牙齿大小的表现特点、数据的分布与变异范围. 由于用于本研究的牙齿化石来源可靠、测量的各部位牙齿数量均较大,完全可以满足统计分析的需求. 所以,统计分析的结果基本上可以反映当时古猿群体的真实情况. 统计分析的结果显示元谋古猿牙齿测量数据分布的主要特点是,多数牙齿呈现出大小两种尺寸类型的双峰分布现象,牙齿数据变异范围较大. 为进一步研究造成这种现象的原因,计算了元谋古猿牙齿测量数据的变异系数,并与禄丰古猿及现生大猿牙齿测量数据的变异系数进行了对比. 如前所述,变异系数的对比结果显示绝大多数元谋古猿牙齿测量数据的变异系数均位于或接近代表着单一生物种的禄丰古猿及现生大猿牙齿尺寸变异系数的分布范围. 所以本文作者认为对元谋古猿牙齿测量数据的分析支持在元谋发现的古猿代表着一个生物种的观点.

Kelley 等最近在对禄丰古猿牙齿尺寸的性别二态研究中,采用了他们在1995年建立的可靠性较高的鉴定现生大猿及中新世古猿犬齿性别的方法^[18,19],对附在下颌骨上的禄丰古猿犬齿的性别进行了鉴定,然后将附在对应下颌骨上的白齿分为雌雄两组,连同未进行性别鉴定的单个牙齿的测量数据一起,绘制了直方图和二维坐标散点分布图. 结果表明,禄丰古猿下颌白齿明显地按照鉴定的雌雄个体分为两群,未进行性别鉴定的单个牙齿则分别归入雌雄组群.

Kelley 等人^[9]认为这一结果再次证明禄丰古猿牙齿尺寸的高度性别二态。本研究虽然由于标本条件所限未对元谋古猿牙齿进行性别鉴定,但对牙齿测量数据的分析结果与Kelley 等国外学者对禄丰牙齿数据的分析结果极为相似。我们认为本研究对元谋古猿牙齿测量数据的分析所揭示出的牙齿尺寸大小两种类型的变异现象也是性别二态的反映,说明当时生活在元谋地区的古猿是由在形态特征上性别差异显著的一个种群所组成。

3.2 元谋古猿与开远、禄丰古猿及现生大猿的关系

根据元谋古猿牙齿齿冠面积数据计算的6项犬齿面积比例系数与开远、禄丰古猿及现生大猿相应系数的对比结果看(表6),元谋古猿各项犬齿面积比例系数与开远及禄丰古猿接近,而与大猩猩、黑猩猩、猩猩等现生大猿类差别较大。这一结果提示元谋古猿在系统分类上与开远及禄丰古猿接近,而与大猩猩、黑猩猩、猩猩等现生大猿类较远。在元谋古猿与开远和禄丰古猿关系的分析方面,本文进行的上下颌牙齿齿冠面积数据的折线图对比显示元谋、禄丰和开远3处古猿牙齿的尺寸比较接近,其中元谋与开远更为接近。这一结果与郑良等人^[9]在研究元谋古猿时“元谋古猿有比禄丰古猿更接近开远古猿的特征”的看法吻合。综合本文对元谋古猿牙齿测量数据的统计分析与对比结果,我们认为中新世生活在云南不同地区的古猿也许在系统分类上比较接近。

致谢 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所徐庆华先生及美国伊利诺大学Jay Kelley 博士提供了部分参考文献,并就研究中涉及的一些问题与作者进行了多次讨论;全文蒙攀登专项首席科学家邱占祥教授审阅。谨致谢意。本工作为国家“九五”攀登专项基金(批准号:95-专-01)资助项目。

参 考 文 献

- 1 吴汝康. 云南开远发现的森林古猿牙齿化石. 古脊椎动物学报, 1957, 1: 25~31
- 2 吴汝康. 云南开远森林古猿的新材料. 古脊椎动物学报, 1958, 2: 32~42
- 3 吴汝康, 韩德芬, 徐庆华, 等. 世界首次发现的腊玛古猿头骨化石. 科学通报, 1981, 26(11): 1018~1021
- 4 张兴永. 云南开远新发现的腊玛古猿化石. 人类学学报, 1987, 6(2): 81~86
- 5 和志强主编. 元谋古猿. 昆明: 云南科技出版社, 1997. 1~270
- 6 郑良, 张兴永. 古猿化石. 见: 和志强主编. 元谋古猿. 昆明: 云南科技出版社, 1997. 21~58
- 7 Wolpoff M H. Metric trends in hominid dental evolution. Cleveland: The Press of Case Western Reserve University, 1971. 1~244
- 8 吴汝康. 禄丰大猿化石分类的修订. 人类学学报, 1987, 6(4): 265~271
- 9 Kelley J, Havcan J M. A simulation test of hominoid species number at Lufeng, China: implications for the use of the coefficient of variation in paleotaxonomy. J Hum Evol, 1998, 35: 577~596
- 10 Wood B A, Xu Q. Variation in the Lufeng dental remains. J Hum Evol, 1991, 20: 291~311
- 11 吴汝康. 灵长类的两性二态问题. 人类学学报, 1987, 6(3): 255~261
- 12 Wu R, Oxnard C E. Ramapithecines from China: evidence from tooth dimensions. Nature, 1983, 306: 258~260
- 13 Wu R, Oxnard C E. Ramapithecus and Sivapithecus from China: some implications for higher primate evolution. Am J Primatol, 1983, 5: 303~344
- 14 吴汝康, 徐庆华, 陆庆五. 禄丰西瓦古猿和腊玛古猿的关系及其系统地位. 人类学学报, 1986, 5(1): 1~30
- 15 吴汝康, 王令红. 禄丰古猿的两性差别. 人类学学报, 1987, 6(3): 169~174
- 16 Kelley J, Eiler D. Hominoid dental variability and species number at the late Miocene site of Lufeng, China. Am J Primatol, 1989, 18: 15~34
- 17 Kelley J, Xu Q. Extreme sexual dimorphism in a Miocene Hominoid. Nature, 1991, 352: 151~153
- 18 Kelley J. Sexual dimorphism in canine shape among extant great apes. Am J Phys Anthropol, 1995, 96: 365~389
- 19 Kelley J. Sex determination in Miocene catarrhine primates. Am J Phys Anthropol, 1995, 96: 390~417

(1999-04-28 收稿, 1999-09-08 收修改稿)