

大熊猫——剑齿象动物群的聚类分析

王令红 欧阳连

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

关键词 大熊猫——剑齿象动物群 聚类分析

中外学者对我国南方石灰岩溶洞出土的第四纪哺乳动物化石(按照以往的习惯,又可总称为广义的“大熊猫——剑齿象动物群”)已经进行了长期的、广泛的研究。最近有人(计宏祥, 1977; 黄万波, 1979)对这段历史作了详尽的总结。从历史的回顾中可以看到, 随着化石材料的不断积累, 华南溶洞出土的第四纪哺乳动物化石已由单一的“大熊猫——剑齿象动物群”细分为若干个不同时代的动物群。到目前为止, 这类化石地点不能说不多, 化石材料不能说不丰富。但是, 就是在掌握同样资料的情况下, 仍然在如何划分动物群(也即如何确定相应地层的年代)上存在不同的意见。更早的姑且不说, 从上述两篇引文中就可看出, 这种不同还不只在细节上, 而是牵涉到一些相当重要的问题。

分歧的焦点之一是, 尽管各人关于各地点动物群的时代从早到晚(地层从老到新)的顺序大致相同: 柳城巨猿动物群→高坪巨猿动物群、笔架山动物群→巴马巨猿动物群、大新巨猿动物群→观音洞动物群、盐井沟动物群→马坝人动物群、长阳人动物群、柳江人动物群, 但是, 归纳划分的间断在哪里? 则各持己见。简言之, 关键在于是否承认高坪巨猿动物群和笔架山动物群与较晚的动物群有不同的性质, 从而是否承认二者生存于不同的地质年代。

看来分歧的根源不在于材料, 而在于观点。我们试图以华南主要的14个地点的动物群为材料, 用多元分析中的聚类分析的方法来讨论这个问题。

一、材料的选择

华南溶洞中共发现百余种哺乳动物化石, 如果不作适当的取舍和归并, 其后果既会使计算工作量不必要地大大增加, 又可能模糊各地动物群之间的关系。

我们舍去了在更新世早、中、晚期都可能存在的种类, 如猕猴、金丝猴、猩猩、竹鼠、虎、猫、獾、果子狸、野猪、鹿、麂、牛、羊等。留下的是在划分时代上有价值的成分。

此外, 在文章中作了几个归并: 把已定到似锯齿嵌齿象种一级的标本与高坪龙骨洞的古乳齿象归并; 把九滂山洞发现的似高冠剑齿象归并于东方剑齿象, 因为它们的性质较为接近。这样的归并对于反映动物群之间的关系是有益的。如若不然, 所有地点中仅高坪龙骨洞有古乳齿象, 仅九滂山洞有似高冠剑齿象, 在对比时, 这两种化石只能使所属动物群与其他所有动物群的关系都拉远。

最后,有些动物种类不是“大熊猫——剑齿象动物群”的常见成分,这里有柳城巨猿洞偶蹄类的不少新种、高坪龙骨洞的剑齿虎、盐井沟的纳玛象,在计算中没有包括进来。

在作了上述的取舍和归并后,14个地点的化石种类列于表1。以“1”表示有,以“0”表示无。

表1 大熊猫—剑齿象动物群的主要地点及其化石种类

序号	化石	地点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		柳城巨猿洞	建始高坪龙骨洞	柳州笔架山洞	保靖洞沧山洞 ¹⁾	巴马巨猿洞	大新黑洞	武鸣巨猿洞	万县盐井沟 ²⁾	黔西观音洞 ³⁾	桐梓岩灰洞	长阳下钟家湾龙洞	西畴仙人洞	都安九涝山洞	柳江通天岩
1	智人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
2	巨猿	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	硕箭猪	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	华南箭猪	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
5	大熊猫小种	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 ⁴⁾	大熊猫武陵山亚种	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	大熊猫巴氏亚种	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
8	桑氏鬣狗	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	中国鬣狗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10	最后鬣狗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
11	拟豺	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	爪哇豺	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
13	古乳齿象	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	先东方剑齿象	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	东方剑齿象	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
16	亚洲象	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	裴氏獐	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	中国獐	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	巨獐	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
20	柴氏犀	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	中国犀	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	云南马	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	先中国爪蹄兽	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	中国爪蹄兽	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
25	小猪	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	笔架山猪	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1) 另文描述该地点化石。

2) 在计算工作完成后,才注意到该地点新发表的材料(计宏祥, 1977) 还有嵌齿象等种类。

3) 若把该地点的中国爪蹄兽与柳城巨猿洞的先中国爪蹄兽归并为爪蹄兽一类,可能更合适。

4) 另文描述该亚种。

二、方法与结果

我们先将表一的原始数据,按下式作数据标准化变换

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{N - 1}$$

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, N; \\ j = 1, 2, \dots, V. \end{matrix}$$

式中 X_{ij} 为第 i 个地点第 j 种化石变量的观测值; N 为地点数目; V 为化石变量数; \bar{X}_j 为第 j 种化石的平均值; S_j 为 j 种化石的标准差; X'_{ij} 为经标准化后的新数据。

经变换后的新数据, 代入下式求各地点动物群之间的距离系数

$$d_{ik} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^V (X'_{ij} - X'_{kj})^2}{V}} \quad i \neq k$$

其中 X'_{ij} 和 X'_{ki} 为 i 地点和 k 地点的第 j 种化石的新变量数。计算结果列表 2。用均值

表 2 各地点动物群之间的距离系数 d_{ik}

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0													
2	2.20	0												
3	2.12	1.16	0											
4	2.30	1.0	1.10	0										
5	2.23	1.18	1.46	1.18	0									
6	2.30	1.36	1.52	1.36	0.86	0								
7	2.30	1.24	1.41	1.04	0.37	0.94	0							
8	2.50	1.54	1.58	1.44	0.99	1.06	1.06	0						
9	2.40	1.36	1.41	1.11	0.67	0.94	0.55	0.91	0					
10	2.47	1.54	1.67	1.28	0.98	1.19	1.05	1.16	0.89	0				
11	2.56	1.54	1.51	1.44	0.99	1.2	1.06	1.17	0.91	1.02	0			
12	2.48	1.41	1.56	1.30	0.78	1.17	0.86	1.14	0.86	0.60	0.99	0		
13	2.53	1.50	1.64	1.39	1.06	0.87	1.13	1.22	0.98	1.08	1.09	1.06	0	
14	2.39	1.46	1.41	1.32	0.87	0.94	0.78	0.91	0.55	0.89	0.91	0.86	0.98	0

表 3 各地点动物群与两个重心之间的距离系数 d_{E1}

化石 类 I 重心 地点	d_{E1}																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	1	0	$\frac{2}{3}$	0	0	0	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	1	0	0	1	0	0	1	$\frac{1}{3}$	0	0	1	$\frac{1}{3}$
2	0	$\frac{4}{9}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{4}{9}$	1	1	0	$\frac{1}{9}$	0	0	1	$\frac{1}{9}$	0	$\frac{4}{9}$	1	0	1	1	0	1	$\frac{4}{9}$	1	0	0	$\frac{4}{9}$	
3	0	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	0	$\frac{4}{9}$	0	$\frac{1}{9}$	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{4}{9}$	0	0	$\frac{1}{9}$	
4	0	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	$\frac{4}{9}$	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	$\frac{4}{9}$	
5	0	$\frac{4}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	0	0	$\frac{4}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	$\frac{1}{9}$	
6	0	$\frac{4}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{4}{9}$	0	1	0	$\frac{4}{9}$	0	0	0	$\frac{4}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	1	0	0	1	1	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	$\frac{1}{9}$	
7	0	$\frac{4}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	0	0	$\frac{1}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	$\frac{1}{9}$	
8	0	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{4}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	0	0	$\frac{4}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	$\frac{1}{9}$	

续表 3

化石 类 I 重心 地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
	d_{Ei}	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	1	0	$\frac{2}{3}$	0	0	0	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	1	0	0	1	0	0	1	$\frac{1}{3}$	0	0	1	$\frac{1}{3}$
9	0	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	0	0	$\frac{1}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	1	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	1	$\frac{1}{9}$	
10	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	1	0	$\frac{4}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	$\frac{1}{9}$	1	0	$\frac{1}{9}$	0	0	1	$\frac{1}{9}$	
11	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	1	0	$\frac{4}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	$\frac{1}{9}$	1	0	$\frac{1}{9}$	0	0	1	$\frac{1}{9}$	
12	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	1	0	$\frac{4}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	$\frac{1}{9}$	1	0	$\frac{1}{9}$	0	0	1	$\frac{1}{9}$	
13	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	1	0	$\frac{4}{9}$	0	0	0	$\frac{4}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	1	0	1	0	1	1	0	$\frac{1}{9}$	0	0	1	$\frac{1}{9}$	
14	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{4}{9}$	0	1	1	$\frac{4}{9}$	0	0	0	$\frac{1}{9}$	1	$\frac{1}{9}$	0	0	0	1	$\frac{1}{9}$	1	0	$\frac{1}{9}$	0	0	1	$\frac{1}{9}$	
类 II 重心	1	0	1	1	0	0	1	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	1	0	0	1	0	0	0	$\frac{2}{3}$	0	1	0	0	0	0	0	

表中圆括号上面的数字,为第 i 地点 j 属化石 X_{ij} ,与类 I 重心 \bar{X}_i 的欧氏距离,圆括号内的数字,为第 i 地点 j 属化石 X_{ij} ,与类 II 重心 \bar{X}_i 的欧氏距离。

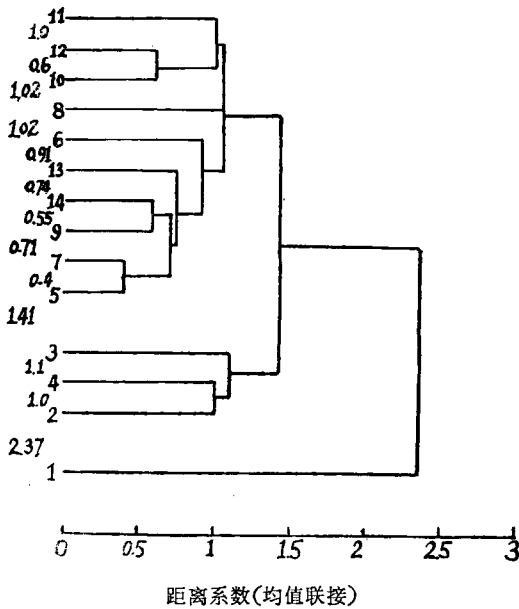


图 1 各地点动物群聚类图

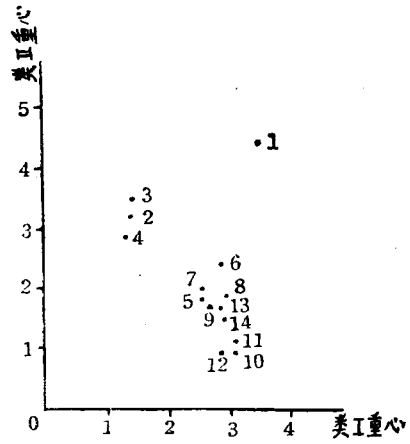


图 2 各地点动物群与两重心距离聚类图

联接, 聚类结果见枝状图(图 1)。

下面聚类的方法, 详见耿良玉(1979)介绍。原则是取匹配数(即共同存在同一种类化石)最多者为一个重心。于是把 2、3、4 地点作为重心 I; 10、11、12 地点为重心 II。然后求各地点动物群与上述两重心间的距离系数 d_E (表 3)。

耿良玉(1979)处理的问题是在两类事物中寻找一个界线, 他的归类原则是: 如 $d_E(X, I) < d_E(X, II)$, 则 X 属于 I。在我们的问题中, 并没有预先假定分为几类, 显然不能套用同一原则。我们以各地点动物群到类 I 重心与类 II 重心的距离分别作为横轴与纵轴建立坐标系, 看他们的聚类情况, 得到与前一方法相同的结果(图 2)。

三、结论与讨论

从上述距离法和重心法两个结果中得到相同的结论: 广义的“大熊猫—剑齿象动物群”可以细分为柳城巨猿洞动物群, 高坪龙骨洞、柳州笔架山、保靖洞沧山三个地点的动物群, 以及其他九个地点的动物群三组。这个结论证明了确实存在着一个从更新世早期柳城巨猿动物群向更新世中、晚期通常所称的狭义的“大熊猫—剑齿象动物群”过渡的动物群。这个过渡类型的动物群可以高坪龙骨洞这一地点为代表, 或可称为“高坪巨猿动物群”。其特点是含有较多的早更新世所特有的种类, 它们包括巨猿(中更新世仍有残余)、桑氏鬣狗、古乳齿象(似锯齿嵌齿象为代表)、先东方剑齿象、云南马、小猪和笔架山猪。另外, 大熊猫武陵山亚种表现了为该动物群所特有、与较早的或较晚的大熊猫都不同的性质。

关于过渡类型动物群的时代问题, 从动物群本身的性质的比较, 以及从以上聚类分析的结果上看, 它与柳城巨猿动物群的差别较之它与狭义的“大熊猫—剑齿象动物群”差

别为大, 是否因此就应该属于中更新世呢? 考虑到更新世三个阶段在时间间隔上不是等分的, 早更新世约占整个更新世三分之二的的时间, 我们认为, 把过渡类型动物群确定为早更新世晚期是适当的。

第三组, 即更新世中、晚期狭义的“大熊猫—剑齿象动物群”还能不能再细分为不同的类型呢? 以上聚类分析的结果表明确有困难。一个非常重要的原因是, 这里九个地点的化石种类的异同, 在相当大的程度上取决于被发现的“机会”。也就是说, 象大熊猫巴氏亚种、爪哇豹、东方剑齿象、巨獭、中国犀这样一些在划分更新世中期或晚期方面没有什么时代意义的种类模糊了九个地点动物群之间的差别。因为在计算上, 有无这些种类与有无智人、巨猿、硕箭猪、中国鬣狗、最后鬣狗、亚洲象和爪蹄兽那样的种类是作为同等价值看待的。从这里也可以看到, 前面叙述的对材料进行适当的取舍和归并是必要的。

如果只留下在划分更新世中期或晚期上有意义的种类, 情况应该有所改变。因为对化石材料本身的分析, 可以看出如下规律: 更新世中期的动物群似乎应含有一种早期残存的种类, 如巨猿、嵌齿象或爪蹄兽; 在华南尚未发现早于晚更新世的智人; 还没有肯定的证据证明亚洲象存在于华南中更新统地层中。

参 考 文 献

- 计宏祥, 1977: 华南第四纪哺乳动物群的划分问题。古脊椎动物与古人类, 15 (4): 271—277。
 耿良玉, 1979: 四川盆地中部侏罗—白垩系界线的统计分析。科学通报, 24 (19): 894—898。
 黄万波, 1979: 华南洞穴动物群的性质和时代。古脊椎动物与古人类, 17 (4): 328—343。

SUBDIVISION OF AILUROPODA-STEGODON FAUNA BY APPLYING CLUSTER ANALYSIS

Wang Linghong Ouyang Lian

(*Institute of Vertebrate Palaeontology and Palaeoanthropology, Academia Sinica*)

Key Words Ailuropoda-Stegodon Fauna Cluster Analysis

Abstract

Subdivision of the Ailuropoda-Stegodon Fauna from South China is an subject in discussion. 14 most important sites yielding various members of the fauna are chosen in the present paper for establishing the relationship among the different aspects of the fauna by means of cluster analysis. The results acquired indicate that the Ailuropoda-Stegodon Fauna in a broad sense comprises the following types or faunas: Liucheng Gigantopithecus Cave fauna aged Early Pleistocene, a fauna represented by the fossils from Gaoping Dragon-bone Cave (Hubei), Bijianshan (Guangxi) and Dongpaoshan (Hunan) aged later period of Early Pleistocene, and the Ailuropoda-Stegodon Fauna in a strict sense aged Middle and Late Pleistocene. The main point emphasized here is to prove existence of the fauna transitional from Liucheng Gigantopithecus Cave fauna to the Ailuropoda-Stegodon Fauna in a strict sense.