

粤西第四纪洞穴化石的氨基酸 年龄及混杂堆积现象*

陈水挾 王将克 钟月明 罗新华

(中山大学地质学系, 广州 510275)

摘要 分析了肇庆、云浮、封开、阳春等地第四纪洞穴堆积中几十个哺乳动物化石样品的氨基酸外消旋程度及氨基酸年龄, 年代属全新世晚期至晚更新世晚期之间. 发现某些化石地点的同一层堆积中既含有同一时期的化石. 也含有不同时期的化石, 这些洞穴堆积物经历了后期的改造、再搬运, 最终使新老化石混杂堆积在同一层, 即洞穴混杂堆积现象.

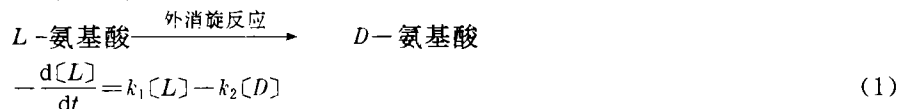
关键词 氨基酸年龄, 洞穴, 混杂堆积, 第四纪, 粤西

分类号 Q911.2

华南地区广泛发育石灰岩洞穴, 内含丰富的洞穴堆积物和哺乳动物化石, 这为研究华南动物群演化、古环境变迁及新构造运动提供了有利的研究材料. 前人对此已进行了细致的研究工作^[1], 但多限于从形态学上对地层和化石组合的年代及其所代表的古环境和古气候的研究, 而没能对每一化石个体进行单独测年. 随着氨基酸测年法的发展, 该方法在洞穴堆积及化石年代研究中, 发挥了很大的作用^[2~4]. 本文利用氨基酸测年法及化石中氨基酸的组成特征, 测定了粤西部分洞穴中的化石年龄, 并对堆积成因作了初步的探讨.

1 化石的氨基酸年龄分析

氨基酸外消旋测年法是利用化石或沉积物中氨基酸外消旋反应进行地质测年的一种第四纪测年法. 研究表明^[5,6], 生物活体中的蛋白质仅由 L-氨基酸组成, 当生物死亡后的成岩过程中, L-氨基酸缓慢转化为 D-氨基酸. 该反应符合一级可逆动力学规律.



积分得:

$$\ln\left(\frac{1 + [D]/[L]}{1 - K'[D]/[L]}\right) - C = (1 + K')k_1t \quad (2)$$

式中, $[D]$, $[L]$ 分别为 D-或 L-型氨基酸的浓度; k_1 , k_2 为正逆反应的速度常数; K' 为平衡

收稿日期: 1994-05-26

* 中山大学科研基金资助项目

常数的倒数; C 为积分常数; t 为反应时间, 即化石的年龄^[3].

在测得化石中 D -及 L -型氨基酸相对量后^[7], 即可根据(2)式推算化石年龄.

本文主要选取了肇庆七星岩 D 洞、云浮蟠龙洞、封开黄岩洞、阳春独石子洞中的哺乳动物牙化石进行氨基酸测年研究.

1.1 封开黄岩洞

位于封开县城北 56km 的狮子岩山麓, 洞口高出当地河面约 15m. 洞厅发育两层堆积, 第一层堆积为黄褐色砂质土堆积, 第二层为灰褐色堆积, 含炭屑及一定数量的螺壳. 该洞出土哺乳动物化石共计 6 目 16 属, 均属大熊猫—剑齿象动物群常见种, 据动物化石组合推断其年代属晚更新世晚期^[6,9]. 中科院考古所及北京大学历史系的¹⁴C 实验室分别对洞口及洞厅的螺壳进行了¹⁴C 测年, 年龄为 10645~11930a BP^[10].

取洞厅几个剑齿象化石的牙釉样品进行分析, 天冬氨酸外消旋程度(D/L ASP)为 0.420~0.468, 用高温模拟实验法推导速度常数 k , 并由此推算化石氨基酸年龄约为 12200~14100a BP.

1.2 阳春独石子洞

独石子洞位于阳春城北 30km、陂面镇东 4km 处. 洞口高出当地河面约 10m. 洞内堆积物厚约 4m, 自上而下可分为 5 层, 其中第 3, 4 层含有哺乳动物化石. 出土的哺乳动物化石种属中, 除犀牛、獾已经绝灭外, 其余都是现生种类. 推测其年代为晚更新世—全新世早期. ¹⁴C 测年结果为 11500a. 化石天冬氨酸外消旋程度分析表明, 肢骨化石为 0.418, 水鹿牙釉为 0.340, 推算化石年龄约为 8300~10500a BP.

1.3 肇庆七星岩 D 洞

七星岩 D 洞位于肇庆市北约 3km 处. 洞口高出湖面约 7m. 系地下水沿水平裂隙渗透发育而成的. 洞内发育两套岩性差异较大的黄色砂土堆积. 一套属河流相堆积, 分布于洞的大部分地点; 另一套属落水洞堆积, 分布于第 III 观察点处. 洞内堆积自上而下可分为 5 层, 如图 1 所示. 其中第 3, 4 层产哺乳动物化石或螺壳等. 该洞经历次发掘, 出土大量的哺乳动物化石, 共计有 6 目 20 个属种. 化石动物群年代为晚更新世—全新世^[11].

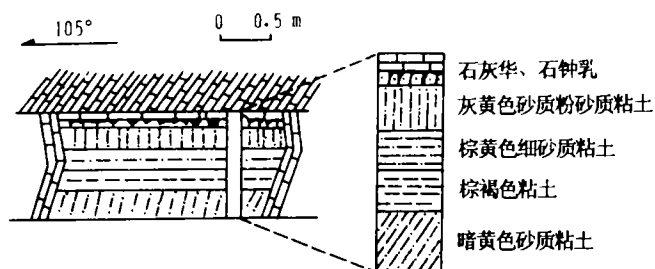


图 1 D 洞 I 处剖面图

Fig. 1 Generalised section of location I in D Cave

第 3, 4 层共 16 个化石样品的天冬氨酸外消旋程度(D/L 值)分析结果列于表 1 中, 并

据式(2)推算化石样品的年龄.式(2)中,平衡常数 $K=1$,积分常数 C 取 0.14,反应速度常数 k 则由下式推导:

$$\lg k(a^{-2}) = 70.326 - 7298.9/T \quad (3)$$

式(3)中 T 为化石埋藏环境的古温度的累计平均值.但本文计算中,参照当地近百年来平均温度及对该洞的实测温度.推算的年龄值列于表 1 中.

表 1 肇庆七星岩 D 洞化石的氨基酸年龄

Tab. 1 Amino acid ages of fossils from D cave in Qixingyan of Zhaoqing

第 4 层(上层)				第 3 层(下层)			
样品号	化石名称	D/L ASP	推算年龄/a	样品号	化石名称	D/L ASP	推算年龄/a
L38	水牛牙釉	0.394	9030	L12	巨獭牙釉	0.725	22100
L72	剑齿象牙	0.322	6870	L13	羊 牙	0.676	19500
L74	黄牛牙	0.156	2290	L68	漠 牙	0.384	8670
70	牛 牙	0.216	3920	L70	猪 牙	0.596	16100
77	牛 牙	0.215	3900	L71	牛 牙	0.335	7200
94	牛 牙	0.163	2470	69	牛 牙	0.473	10400
96	马 牙	0.198	3370	71	猪 牙	0.390	8970
99	水鹿牙	0.204	3540				
158	牛 牙	0.155	2170				

1.4 云浮蟠龙洞

该洞位于云浮县城北 1.5km 处的狮子山西南坡下,洞口距当地河面约 15m,洞全长 520m.在距洞口 40km 处,有一个妖魔洞,洞内发育大量堆积物,该堆积自上而下可分为 5 层(图 2).其中第 3 层黄褐色泥质粉砂质粘土及第 1 层黄褐色、灰褐色粉砂质泥质粘土,含大量哺乳动物化石.共发掘化石 349 枚,分属 6 目 22 个属.从形态学观点,该化石群为晚更新世—全新世动物群.

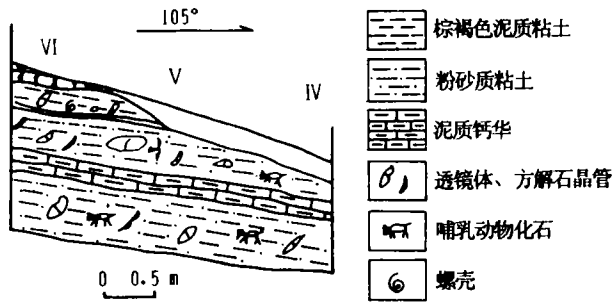


图 2 妖魔洞堆积层剖面图

Fig. 2 Section of Yaomo Cave

该洞 1、3 层堆积中 26 个化石样品的天冬氨酸年代分析结果列于表 2 中,年龄推算方法与肇庆 D 洞的方法相同.

表 2 云浮蟠龙洞化石氨基酸年龄

Tab. 2 Amino acid ages of fossils from Panlong Cave in Yunfu

第 3 层(上层)				第 1 层(下层)			
样品号	化石名称	D/L ASP	推算年龄/a	样品号	化石名称	D/L ASP	推算年龄/a
L01	剑齿象牙	0.280	6000	L07	中国犀牙	0.372	8800
L03	中国犀牙	0.205	3800	L08	水牛牙	0.301	6600
L04	野猪牙	0.168	2700	L09	水鹿牙	0.344	7700
L05	羊牙	0.276	5900	L10	野猪牙	0.333	7600
L06	水鹿牙	0.151	2300	L24	羊牙	0.270	5700
100	水鹿牙	0.428	10700	L25	水鹿牙	0.332	7600
101	黄牛牙	0.149	2200	L26	黄牛牙	0.247	5000
124	象牙	0.537	14600	102	黄牛牙	0.143	2100
160	猪牙	0.195	3500	103	水鹿牙	0.207	3900
193	剑齿象牙	0.348	8100	123	黄牛牙	0.495	13100
194	水鹿牙	0.113	1200	161	猪牙	0.271	5700
196	猪牙	0.219	4200	195	水鹿牙	0.298	6600
				197	剑齿象牙	0.327	7400
				198	猪牙	0.188	3300

2 混杂堆积现象探讨

从对肇庆 D 洞和云浮蟠龙洞化石的氨基酸外消旋分析结果中我们注意到,这些化石个体的外消旋程度并不是处于某个接近值,而是处于一个外消旋程度范围。

从表 1 可知,肇庆七星岩 D 洞第 4 层堆积基本上都是全新世时期的化石,按年龄组合,可分为两组。天冬氨酸 D/L 值分别为 0.216~0.155(推算年龄约 4000~2000a BP)及 0.394~0.322 间(推算氨基酸年龄约 9000~6800a BP)。第 3 层堆积中的化石为全新世晚期至晚更新世晚期,按年龄大小组合也可以分成两组。天冬氨酸 D/L 值分别为 0.437~0.335(相应年龄约 10000~7000a BP),0.725~0.596(相应年龄约 22000~16000a BP)。

云浮蟠龙洞的 26 个化石样品的氨基酸分析有类似的结果。根据年龄组合,该洞第 3 层的化石可分为三组,化石天冬氨酸 D/L 值分别为 0.219~0.113(相应年龄为约 4000~1200a BP,该组化石占所测样品总数的约 60%),0.384~0.276(相应年龄约 8000~6000a BP),及 0.537~0.428(相应年龄 14600~10700a BP)。第 1 层(下层)堆积的化石按年龄组合也可分成三组,化石的天冬氨酸 D/L 值分别为 0.207~0.143(相应年龄约 4000~2000a BP); 0.372~0.247(年龄约 6000~8000a BP,该组占所测样品总数的约 70%),及 0.495(相应年龄约 13100a BP)。

从上面这些化石年龄分组的情况,不难得出这样的结论,即该洞洞穴堆积是不同时期堆积物混杂堆积在一起的。洞内堆积物的堆积过程可能有下面两种情况。一种可能情况是由于山洪暴发等原因,使水动力增加,而把附近年代较老的含动物化石堆积冲刷、剥蚀,然后在水动力较缓的某处堆积下来。下一次更强的水动力又将上次搬来的年代较老的化石和“原地”年代较新的化石一并灌进洞中,这样就造成了新老两组化石相杂堆积于同一层

中. 另一种可能的情况是由于雨水增多及山洪暴发, 一方面洪水将远处年代较老的化石从洞口搬进洞中, 而山坡上年代较新的化石则随雨水从落水洞口注入洞内. 这样也可能造成新老两组化石相杂堆积在同一层的现象.

与七星岩 D 洞相似, 蟠龙洞堆积中的化石也存在新老混杂堆积的现象. 但后者上下堆积层不存在明显的下老上新的关系. 从推算的氨基酸年龄数据看, 该洞以全新世早期至中期的动物化石为主. 从化石年代组合情况来看, 第 3 层以 1000~4000a BP 这一时期的堆积为主(占 60%), 堆积物当然也是这一时期灌进洞中的. 第 1 层以 6000~8000a BP 这一时期的堆积为主(70%), 由于同时还含有年代较新的 2000~4000a BP 时期的化石, 因此, 其堆积物灌进洞里的时期, 估计也应是这一时期, 比第 3 层的灌进时间要稍早一些.

这一新老相混杂的堆积现象在化石形态及沉积动力学方面, 也可得到证实. 首先, 从化石形态方面, 该两次堆积所含化石的石化程度有深有浅. 在化石属种方面, 有更新世广布种, 同时还伴有 1000~2000a BP 间的陶片, 这就说明了这些堆积物在年代上可能有新有老的现象. 其次, 该两处堆积中的化石均比较零碎, 堆积物中含粒径较大的角砾等, 说明当时的水动力是较强的, 蟠龙洞和七星岩 D 洞都处在西江下游, 西江上游地区的生物残骸, 在水量充沛季节可能被流水带至低洼处埋藏起来, 当遇到特大的暴雨时, 山洪暴发、洪水泛滥将埋藏在河床低洼处的不同时期动物遗骸(化石)混搅改造, 把新老时期的堆积物一同灌进洞中, 形成混杂堆积.

3 结 语

(1) 根据化石中氨基酸外消旋程度推算的化石地质年龄, 一般来说, 是比较准确的. 以前发表的一些数据及本文测定的化石氨基酸年龄数据, 与已知的¹⁴C 年龄是比较接近的. 氨基酸测年法提供了一种可以测定几千至几百万年的重要地质测年法. 另外, 由于本方法是利用化石的原生组分—氨基酸进行测年的, 因此, 它提供了化石本身的直接年龄, 而不是象¹⁴C 或铀系列那样的间接年龄.

(2) 粤西某些洞穴堆积的化石氨基酸年代分析, 揭示了某些洞穴中晚更新世和全新世不同时期的堆积物及化石混杂堆积在同一层的现象. 这不但为研究当时的环境和气候条件的变迁提供了年代方面的证据, 也对传统的形态学研究提出了新的研究课题.

参 考 文 献

- 1 计宏祥. 中国南方第四纪哺乳动物群所反映的自然环境变迁, 古脊椎动物与古人类, 1982, 20(2): 148~154
- 2 王将克, 陈水挾, 罗红红等. 广西某些第四纪洞穴化石的氨基酸年龄. 人类学学报, 1989, 8(2)
- 3 吴佩珠, 钱方. 用氨基酸测年法对“元谋人”年代的初步研究. 人类学学报, 1991, 10(3)
- 4 周义华. 北京猿人和丁村人的氨基酸年龄测定. 人类学学报, 1989, 8
- 5 王将克, 陈水挾, 钟月明等. 氨基酸生物地球化学. 北京: 科学出版社, 1991
- 6 Miller G H, Hare P E. Biogeochemistry of amino acids. Wiley and Sons Inc., New York, 1980
- 7 王光华, 周良模, 陈水挾等. 化石中氨基酸对映体在手性(一)毛细管柱上的分离. 分析化学, 1987, 15

- 8 宋方义. 广东封开黄岩洞洞穴遗址. 考古, 1983(1)
- 9 黄万波. 广东高要、罗定、封开等地洞穴及其堆积物概述. 古脊椎动物与古人类, 1963, 7(1): 79~83
- 10 中国社会科学院考古研究所实验室. 放射性碳素测定年代报告(八). 考古, 1981(4)
- 11 黄玉昆, 王将克, 袁家义等. 广东肇庆七星岩更新世洞穴堆积及哺乳动物化石. 中山大学学报, 1975(1): 66~76

Study on the Amino Acid Ages of Fossils Teeth and Mixed - Deposition Phenomenon in Some Caves

Chen Shuixia * *Wang Jiangke* *Zhong Yueming* *Luo Xinhua*

Abstract The degree of amino acid racemization and ages of dozens of fossils teeth in deposit of some caves distributing in Zhaoqing, Yunfu, Fengkai, Yangchun in west Guangdong province were analyzed in this paper. The ages of these fossils were dated to be 2000~20 000a BP, which suggests that they deposited from late stage of late Holocene to late stage of late Pleistocene. On the basis of these data, it was found that not only the fossils of the same period, but also the fossils of different periods were deposited in the identical layer in some caves. Therefore, it was inferred that the cave deposit may have undergone reformation and transportation once again before depositing in the cave, which made fossils of various periods mix up in the same layer. This paper provides some new evidences and a new method for studying more details on the evolution of Quaternary mammal and on the paleoenvironment and paleoclimate.

Keywords amino acid, cave, Quaternary, mixed - deposition, west Guangdong province

* Department of Geology, Zhongshan University, Guangzhou 510275