

西藏昌都热底垄石棺墓人骨年代的研究

王 华¹⁾ 李永宪²⁾ 冯玉梅¹⁾ 涂林玲¹⁾ 张会领¹⁾ P5, K85 A

(1)中国地质科学院岩溶地质研究所,广西 桂林,541004;2)四川大学考古系,四川 成都,610041)

摘 要 通过对西藏昌都热底垄石棺墓人骨年代的研究,认为热底垄石棺墓的年代应不早于卡若遗址,不晚于香贝石棺墓,人骨¹⁴C年代应该在距今4 000~2 400 a之间。并论述了人骨测年的方法以及在野外采样的注意事项。在定年方法上,提出对同一样品采用不同的测定技术进行交叉验证,以提高数据的可信度研究方法。

关键词 ¹⁴C测年 热底垄 人骨年代 骨胶原 明胶 交叉定年

The Age of Human Bones from Redilong, Qamdo County, Tibet

WANG Hua¹⁾ LI Yongxian²⁾ FENG Yumei¹⁾ TU Linling¹⁾ ZHANG Huiling¹⁾

(1)Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi, 541004;

2)Department of Archeology, Sichuan University, Chengdu, Sichuan, 610041)

Abstract This paper studied the age of human bone from Redilong in Qamdo County, Tibet, and has reached the conclusion that the age of Redilong stone tomb is neither earlier than Karuo site nor later than Xiangbei stone tomb. Its ¹⁴C age is from 4 000 to 2 400 a. This paper also discusses matters needing attention in field sampling. The authors have adopted several means to date the human bone with the aim of improving the accuracy.

Key words ¹⁴C age dating Redilong age of human-bone ossein glutin crossing age dating

2002年10月,四川大学、西藏文物局联合考古队对西藏昌都县一处古代石棺墓群进行了考古调查,对墓中遗存的人骨提取了测年样品,中国地质科学院岩溶地质研究所实验室采用了多种方法对之进行年代测定并进行了分析研究,本文主要介绍人骨测年的方法和热底垄石棺人骨测试结果,以及人骨采样分析的注意事项。

1 古墓环境和人骨采集

1.1 古墓群的地理环境

古墓群位于西藏东部澜沧江右岸热底垄,海拔3 260 m,地理坐标为N. 31°04. 337', E. 97°11. 999' 隶属西藏自治区昌都县加卡乡卡若村,其南约1 000 m处为卡若新石器时代遗址(中国科学院青藏高原综合考察队,1983)。

热底垄是澜沧江右岸谷坡上的一条小山沟,走

向与河床垂直。沟口与江面高差约100 m,沟底坡降较大,出露有紫红色、紫灰色砂岩,沟的南北两侧坡地有少量灌木、胡柏等低矮植被,沟内无现代居民或建筑物。

在热底垄沟中段南北两侧,共发现5座石棺墓,编号为02XCKRM1至02XCKRM5。其中M1、M2、M3、M4分布在沟南坡地上,M5分布在沟北坡地上,与M1至M4相距约70 m。石棺皆暴露于地表,部分石棺已残损不全,棺中填土亦有流失。经现场勘察,棺室中填土为棕红色亚粘土及棕黄色粉砂,含少量石块,与周围坡地的土质基本一致。

1.2 人骨的清理、取样

石砌棺室平面皆呈长方形,长0.95~1.51 m,宽0.60~0.75 m,现存深度0.11~0.64 m,5座棺室中都有人骨遗存(西藏自治区文物普查委员会等,1985),人骨埋藏深度较浅,可能是填土已被水流冲

责任编辑:高月萱。

第一作者:王华,女,1957年生,高级工程师,长期从事同位素研究。

失的缘故。根据石棺墓形状大小,可以推测石棺墓葬式应为“屈肢葬”或“二次葬”,因此不排除下葬后人骨再次被移动的可能。M1、M2、M4 三墓中的人骨零落散乱且移位严重,可能后期受到扰动;M3、M5 人骨保存较好,尤以 M3 的人骨保存最好。

从 5 座墓中提取的样品,主要是头骨、肢骨等体积较大、形态完整的部分。现场清除残土后,样品用塑料袋包装封存,出土 60 d 后送入实验室进行分析。

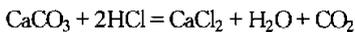
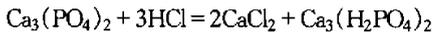
2 实验技术及年代测定

为了对人骨进行准确的定年,实验室对 5 个样品采用了骨胶原 ^{14}C 测年, M3、M5 因人骨相对完整,故样品的数量、重量大于其余三墓,同时采用了明胶 ^{14}C 测年、 ^{230}Th 及 ^{231}Pa 年代测定、样品封闭性检验等多种方法进行对比和研究。

2.1 ^{14}C 测年

骨骼材料是 ^{14}C 测年的良好对象,但其成分十分复杂,化学结构易变。骨头中有机物占 30%,无机物主要为 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 占 85%, CaCO_3 占 10%,且其含量会随时间渐丢失(仇士华,1990),骨头在地下埋藏过程中受细菌和酶的腐解,有机质逐渐丢失。在腐解过程中脂肪类物质分解很快,胶原蛋白可慢慢转变为氨基酸等物质,骨质材料受地下水的作用,还不断吸附环境中的各种有机物和无机物。在用有机物做 ^{14}C 测年时,可用的主要是骨胶原和明胶。

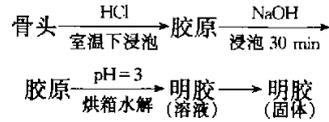
2.1.1 骨胶原的前处理 先清除骨头上粘结的岩屑、粘土,植物残根等杂质。在室温下用盐酸浸泡溶解骨头,将其中的碳酸盐转化成 CO_2 和磷酸盐,去除。因为骨质样品中有外来碳酸盐沉积及其他污染物,无机质部分年代不可靠,因此在样品需要除去。



对含胶原的样品用 2% NaOH 浸泡去腐植酸,蒸馏水清洗至中性,在烘箱中烘干。

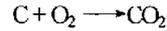
2.1.2 明胶的前处理 M5 号用于做明胶测年的样品主要选用的是头盖骨碎片,骨头组织疏松。M3 号用于做明胶测年的样品主要选用的是大的肢骨,骨质较硬,保存较好。骨头样在 $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$ 盐酸中浸泡,离心机分离出溶液和残渣,再用 NaOH 清洗,除腐植酸,最后把样品倒入放有聚四氟乙烯膜的托盘中,在烘箱内水解成明胶(西藏自治区文物

管理委员会等,1985)。明胶样品的前处理需要一个相当长的过程,流程如下:



2.1.3 样品的化学制备及测量 经过前处理得到的骨胶原和明胶用 Li 法制备成苯,该制备流程全部在真空系统中进行。进行的化学反应步骤为:

(1) 燃烧 CO_2



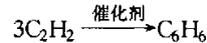
(2) 合成 Li_2C



(3) 水解制 C_2H_2



(4) 合成 C_6H_6



年代测定采用日本 Aloka LSC-LB1 低本底液仪,标准采用中国糖碳, ^{14}C 的半衰期取 5 730 a,年龄数据(BP)以 1950 年为起点。

2.2 铀系 ^{230}Th 及 ^{231}Pa 的测定及可靠性检验

测量同一样品的 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 和 $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ 和的值,可以检验样品的封闭性,如果两个数据一致,则说明样品在保存过程中封闭较好,如果两个数据相差较大,说明样品在埋藏过程中受外部环境的扰动,骨骼中铀及子体发生迁移,特别是铀发生迁移,这样的结果不能代表所测样品的真实年龄。

取骨头样品 2 g,用 1:1 HNO_3 溶解除尽 CO_2 ,用 HClO_4 处理少量不溶物。溶液一分为二,其中一份加入 $\text{U}^{232}\text{-Th}^{228}$ 平衡示踪剂以 FeCl_3 做载体,用 NH_4OH 调 pH 等于 7 进行铀钍共沉淀,沉淀物用 HCl 溶解并配成 $c(\text{HCl})$ 等于 4 mol/L 溶液上离子交换柱进行铀钍分离,洗下的铀和钍液分别调节其 pH 值为 7 和 2,进行电沉积制源片。另一份直接配成 $c(\text{HCl})$ 等于 4 mol/L 溶液,用强酸性阳离子交换柱分离 Th 。

^{230}Th 及 ^{231}Pa 法测定采用美国 EG&G 公司的能谱仪,空白本底 24 h < 24 个计数,分辨率高(夏明,1989)。

2.3 样品年龄的可靠性及测年结果的讨论

从表 1 中可看到 M3 和 M5 两个样品骨胶原的 ^{14}C 年代要比明胶的 ^{14}C 年代偏老一些,这是因为

表 1 ^{14}C 测年结果Table 1 Results of ^{14}C dating age

| 样品号 | 样品名称 | 年代/a |
|-----|------|------------|
| M1 | 骨胶原 | 4000 ± 260 |
| M2 | 骨胶原 | 3640 ± 100 |
| M3 | 骨胶原 | 2600 ± 90 |
| M4 | 骨胶原 | 3120 ± 90 |
| M5 | 骨胶原 | 3770 ± 100 |
| M3 | 明胶 | 2300 ± 100 |
| M5 | 明胶 | 2530 ± 140 |

骨胶原的沉淀物中可能有其他来源的碳污染,而骨胶原转变为溶于水的明胶离心时,去除了不溶解的残渣,如腐植酸、植物须根等。

人和动物的骨骼等硬组织主要以羟基磷灰石 $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$ 形式存在,在死亡之前硬组织中基本上不含铀及子体,但死亡之后羟基磷灰石不断从周围地下水中交换吸附铀并将其保留。随着铀的放射性衰变,其子体 ^{230}Th 和 ^{231}Pa 等在化石中不断增长,其增长规律符合以下数学模式(陈铁梅等,1991)

$$\frac{^{230}\text{Th}}{^{238}\text{U}} = \frac{^{238}\text{U}}{^{234}\text{U}} (1 - e^{-\lambda_{230}t}) + \left(1 - \frac{^{238}\text{U}}{^{234}\text{U}}\right) \times \frac{\lambda_{230}}{\lambda_{234}} [(1 - e^{-(\lambda_{230} - \lambda_{234})t})] \quad (1)$$

$$\frac{^{231}\text{Pa}}{^{235}\text{U}} = 1 - e^{-\lambda_{231}t} \quad (2)$$

通过 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 和 $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ (因样品无法代表真实年龄,数据没有采用)两放射性测量和对比检验,(因篇幅有限 $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ 原理及计算较复杂不做详细叙述),发现它们的在地下埋藏的系统是不封闭系统。骨骼埋藏的早期,铀的迅速加入是实际发生的过程,是伴随样品中有机物的分解而进行的。当然在铀的早期加入过程结束后,并不能保证样品将永远处于对铀的封闭状态,于各种外部环境的扰动可能导致后期铀的加入。从墓群采样现场上看,人骨埋藏深度均较浅,有的石棺已残损不全,棺中填土亦有流失,不排除下葬后人骨再次被移动。同时热底堇石棺墓处于坡面片流侵蚀力较强的环境中,因此不排除埋藏介质与流水改变人骨的铀含量,破坏石棺墓的封闭性。因此,表 2 铀系样品的测年结果,不能代表样品的真实年龄。

表 2 铀系测年结果

Table 2 Results of uranium series dating age

| 样品号 | 铀含量/ $\times 10^{-6}$ | 比值 | | 年代/a |
|-----|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|
| | | $\text{U}/^{238}\text{U}$ | $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ | |
| M3 | 5.596 | 1.43 | 0.05 | 3100 ± 300 |
| M5 | 4.854 | 1.39 | 0.09 | 9500 ± 600 |

用骨胶原 ^{14}C 法对 5 个样品所测得的年代,均落在 B P 4 000 ~ 2 600 a 左右(未经校正),其中 M3、M5 两个样品的年代分别为 B P 2 600 ± 90 a 和 3 770 ± 100 a 左右。

用明胶 ^{14}C 法对 5 个样品中相同的 2 个样品 (M3、M5) 所测定的年代,分别为 B P 2 300 a 和 B P 2 530 a 左右。

从上述年代数据的比较中不难发现,骨胶原、明胶两种 ^{14}C 法测定的年代数据差距不太大,综合起来看,两种方法的测定结果基本可以互证,具有较高的置信度。

3 人骨年代的考古学分析

古代墓葬中的人骨年代,在一般情况下代表墓主的死亡时间,且与墓葬的建造和墓主的埋葬时间最为接近,在考古年代学的研究中,人骨年代与墓葬时代之间具有很强的“共时性”,是考古研究中判断墓葬年代的重要证据。

根据分析比较,将骨胶原、明胶两种 ^{14}C 法测定的年代数据作为热底堇石棺墓考古断代的主要依据,即墓群的考古学年代应当大致在 B P 4 000 ~ 2 400 a 之间。

从考古现象上分析,5 座墓中均未出土陶器等时代标志较明显的遗物,但 M3 出土有一件磨制骨针(西藏自治区文物管理委员会文物普查队,1989),骨针类型与其南约 1 km 处的卡若遗址(B P 5 000 ~ 4 000 a)的骨针基本相同;M5 出土有一件弧背小铜刀,类型与昌都东邻的贡觉县香贝石棺墓(约 B P 2 500 ~ 2 000 a)出土物相似(王仁湘,1994)。据此,初步推断热底堇石棺墓的年代应不早于卡若遗址,不晚于香贝石棺墓,这个推测与骨胶原、明胶两种 ^{14}C 测年法提供的年代数据是基本吻合的。

两种 ^{14}C 测年法提供的数据为距今 4 000 ~ 2 330 a 之间,其间约有近 1 700 a 的差距,这个差距在排除了 ^{14}C 测年法自身“系统误差”和“统计误差”后,认为可能代表 5 个样品自身在年代上的不同。

现场清理中,曾发现5座墓之间存在的差异。①M5分布在沟北,其余4墓分布在沟南,反映出埋葬时在墓区的选择上有所不同;②M1~M4均为立嵌四面石板构筑成棺室,而M5则是用大小不一的块石分层叠砌四壁形成的石室,反映出在墓型和建墓方法上的不同;③M5的墓向为北偏西 5° ,而M2、M3、M4墓向为北偏西 $40^\circ\sim 50^\circ$,M1则为正EW向,反映了埋葬习俗上的细微差异。这些差别,在 ^{14}C 数据中似乎也能观察到与之有关的表现,例如,M1的年代数据(1个)居于最早段(B P 4 000 \pm 260 a);M5的年代数据(3个)居于中段偏早(B P 3 770 \pm 100~2 550 \pm 130 a);M2、M3、M4的年代数据(5个)居于中段偏晚(B P 3 640 \pm 100~2 330 \pm 130 a)。

考古资料显示,西藏高原青铜器的出现不晚于B P 3 000 a前后(西藏自治区文物管理委员会文物普查队,1989)。M5中出土的铜刀表明,其时已有成熟的铜质工具,而M5人骨的3个数距落在B P 3 770 \pm 100~2 550 \pm 130 a之间,与迄今发现的西藏最早铜器的年代很接近,因此可以认为,M5的这件铜刀是西藏早期铜器的代表物之一。

4 结论

这次对人骨样品采用多种测年方法相互印证,增加了数据的可信度。在分析过程中,用铀系测年来检验样品的封闭性。如果封闭性差的样品用铀系测年可能造成很大的误差。在考古分析过程中,用棺墓中的实物与测年数据相结合进行断代。

(1)西藏昌都热底垄石棺墓人骨年代应该在B P 4 000~2 400 a之间,不早于卡若遗址,不晚于香贝石棺墓,属于西藏早期铜器时期。

(2)相对 ^{14}C 方法来说,铀系法可能更适合旧石器时代或新石器时代早期样品的测定,而 ^{14}C 测年法适用考古课题的范围则更大一些。

(3)考古工作人员在野外采样工作中应接受实验室人员的指导,综合多方面的证据进行断代。

在考古研究中,借助现代技术判断遗物、遗迹的年代与性质是一个重要的分析环节。而利用物理技

术对考古样品进行年代测定,首要目标当然是提高数据的置信度。基于这个目的,选用“考古共时性”最强的样品,对同一样品采用不同的测定技术进行交叉验证,并提倡实验室专业人员与考古学者互相渗透、合作攻关,应是一个值得探索和坚持的方向。

参考文献

- 陈镁梅等译. 1991. 铀放射射的不平衡及其在环境研究中的应用. 北京: 海洋出版社.
- 仇士华. 1990. 中国 ^{14}C 年代研究. 北京: 科学出版社.
- 王仁湘. 1994. 关于曲贡文化的几个问题. 西藏考古. 1. 成都: 四川大学出版社.
- 夏明. 1989. 铀系年代学方法及实验技术. 兰州: 兰州大学出版社.
- 西藏自治区文物管理委员会, 四川大学历史系. 1985. 昌都卡若. 北京: 文物出版社.
- 西藏文物管理委员会文物普查队. 1989. 西藏贡觉县香贝石棺墓群清理简报. 考古与文物, (6): 11~14.
- 中国科学院青藏高原综合考察队. 1983. 西藏地貌. 北京: 科学出版社, 82.

References

- Chen Tiemei et al (translate). 1991. The imbalance of U radioactive series and its appliance in the study of environment. Beijing: Ocean Publishing Company (in Chinese).
- Chou Shihua. 1990. The study of ^{14}C age in China. Beijing: Science Press (in Chinese).
- The Tibet Comprehensive Reviewing Team of China Academy of Science. 1983. Tibet Physiognomy. Beijing: Science, Presses (in Chinese).
- The Tibet Municipality Cultural Relic Administering Council, The History Department of Sichuan University. 1985. Changdu karuo. Beijing: Cultural Relic Publishing Company (in Chinese).
- The General Investigating Team of Cultural Relic Tibet. 1989. The newsletter on cleaning up Xiangbei stone tomb in Gongjue county Tibet. Archeology and the Cultural Relic, (6): 11~14.
- Wang Renxiang. 1994. Several problems on Qugong culture. The Archeology Tibet (1), Chengdu: Publishing House of Sichuan University (in Chinese).
- Xia Ming. 1991. The experimental technique and method of U-series age. Lanzhou: Publishing Company of Lanzhou University (in Chinese).