

# 北京猿人和丁村人的氨基酸年龄测定

周义华

(国家海洋局海洋环境保护研究所)

关键词 天门冬氨酸;异亮氨酸;外消旋

## 内 容 提 要

本文试图用北京猿人和山西丁村人所在地层中伴生动物化石内的天门冬氨酸、异亮氨酸外消旋程度推算北京猿人和山西丁村人地点的年龄和山顶洞所经历的平均温度。

## 一、周 口 店

笔者测定了北京周口店地区第一地点和第四地点及山顶洞共十一块动物化石和牙齿

表 1 周口店地区动物化石和牙齿釉质中氨基酸外消旋反应值测定结果  
Table 1 The racemization reaction rate of amino acid in the animal fossils from Zhoukoudian

标 本 编 号	采样地点及层位	其它方法测定 的年代	D/L 天 门冬 氨酸	D/L 丙氨酸	D/L 谷氨酸	D/L 亮氨酸	Kasp:Kglu :Kiso
e <sub>1</sub> (骨)	山顶洞	18340*(年)	0.0835 0.0868	0.027	0.059		
e <sub>2</sub> (牙珐瑯)	山顶洞	18340*(年)	0.109	0.050	0.067		
m <sub>1</sub> (骨)	第1地点 3—4 层	310000(年)** 290000(年)**	0.60	0.55	0.043	(0.18)	3.8:2.5:1
b <sub>1</sub> (骨)	第1地点 8—9 层	—	0.402	0.45	0.030	(?)	
b <sub>2</sub> (牙釉质)	第1地点 8—9 层	—	0.313	0.37	0.17	0.10 (0.14)	2.4:1.1:1
K (骨)	第1地点 10 层	462000(年)***	0.534	0.45	0.33	(0.23)	2.5:1.4:1
S <sub>10</sub> (骨)	第1地点 10 层	462000(年)***	0.56	—	—	0.136	3.6(?):6.4:1
S <sub>11</sub> (骨)	第1地点 11 层	—	0.72	—	—	0.169	4.8(?):2.8:1
d (骨)	第4地点	320000(年)**	0.566	0.57	0.39	≈0.05	14.7:9.3:1

\* <sup>14</sup>C 年龄(考古所等)。

\*\* 热释光年龄。

\*\*\* 裂变径迹年龄。

注: (D/L) 丙氨酸、(D/L) 谷氨酸及 ( ) 内数据由 Bada 测定。

釉质标本。同时,还测定了两块美国骨化石标本及一组标准 D/L 天门冬氨酸与一个试验空白,所得结果列入表 1 和表 2。

表 2 中国科学院地化所与美国斯克瑞普斯海洋研究所分别测得的 D/L 天门冬氨酸比例的对比

Table 2 A comparison between D/L of aspartic acid determined by Institute of Geochemistry, Academia Sinica and that by Scripps Oceanographic Institution, U. S. A.

样 品	中 国 ( 贵 阳 )	美 国
D/L 标准天门冬氨酸	0.0982	0.100
	0.405	0.420
	0.643	0.645
r (骨), 加利福尼亚 SDI-4669 SDM-16709	0.177	0.17*
q (骨)佛罗里达 85019	0.49	0.54*

\* 美国三个不同实验室的平均测定值 (Bada *et al.*, 1979)

年代计算:

将测得的 D/L 天门冬氨酸比例列入下式,即可进行年龄计算。

$$\ln \left[ \frac{1 + D_{\text{天门冬}}/L_{\text{天门冬}}}{1 - D_{\text{天门冬}}/L_{\text{天门冬}}} \right] - 0.14 = 2 \cdot K_{\text{天门冬}} \cdot t \quad (1)$$

式内:  $t$ ——标本经受外消旋反应的时间(地质年代)。

$K_{\text{天门冬}}$ ——天门冬氨酸外消旋反应常数。

0.14——由实验得出的系数。

$K$ 值可用两种方法确定。一种是用“外推法”计算;另一种使用“校正法”求出。本文采用后一种方法求出  $K$  值。该法基于用其它年代测定法测出的年龄,并且,测出该样 D/L 氨基酸比值,代入式(1)或式(2),计算出它的  $K$  值,然后,用此  $K$  值计算附近地层标本的年龄。这就是最常用的应用氨基酸外消旋反应测定骨化石、贝化石等相对年龄的方法。

我们选择了二组受污染较轻的标本分别进行计算。一组用山顶洞(e)的<sup>14</sup>C法测出的年代为“校准”,计算第一地点3—4层(m)的年龄。另一组以第一地点第10层(S<sub>10</sub>)裂变迹年代为“校准”,计算了第一地点11层的年龄,其测定结果请参阅表3。

山顶洞堆积以来平均古温度的计算:

若已知其它方法测出的标本年龄,并测出它的 D/L 天门冬氨酸比值,即可求出  $K_{\text{天门冬}}$  值;然后,用“阿累尼乌斯”方程计算出标本从堆积以来所经历的平均古温度。

$$\ln \left[ \frac{K_1}{K_2} \right] = \frac{E_0(T_2 - T_1)}{R \cdot T_2 \cdot T_1} \quad (2)$$

表 3 应用天门冬氨酸外消旋反应测得的年龄  
Table 3 The dating results obtained on racemization of aspartic acid

标本	层位及已知年代	D/L 天门冬氨酸值	$K_{\text{天门冬}}$	测得年龄
e <sub>1</sub> (骨)	山顶洞, 1.83 (万年), <sup>14</sup> C	0.0963	$3.3 \times 10^{-6} \text{yr}^{-1}$	
e <sub>2</sub> (珊瑚)	山顶洞, 1.83 (万年), <sup>14</sup> C	0.0963	$3.3 \times 10^{-6} \text{yr}^{-1}$	
m (骨)	第 1 地点, 3—4 层	0.60	$1.2 \times 10^{-6} \text{yr}^{-1}$	20.0 (万年)
s <sub>10</sub> (骨)	第 1 地点, 10 层, 46.2 (万年) 裂变径迹	0.56		
S <sub>11</sub> (骨)	第 1 地点, 11 层	0.72		68.7 (万年)

式中:  $E_a$ ——活化能。

$R = 1.987$  卡/度。

$K_1$ ——用  $D/L$  天门冬计算的外消旋反应速度常数。

$K_2$ ——人牙在  $37^\circ\text{C}$  时的外消旋反应速度常数为  $8 \times 10^{-4} \text{yr}^{-1}$ 。

$T_1$ ——绝对温度 + 样品经历的平均温度。

$T_2$ ——绝对温度 +  $37^\circ\text{C}$  (人体温) =  $310^\circ\text{C}$ 。

将以 <sup>14</sup>C 法测出的山顶洞的年龄和样品 e 的  $D/L$  天门冬氨酸比值代入式 (2), 求出山顶洞堆积以来的平均温度为  $8.3^\circ\text{C}$ 。

## 二、丁 村

本文通过丁村遗址群丽蚌化石样品中的 D-别异亮氨酸和 L-异亮氨酸的测定结果, 由公式 (3) 计算出丁村人的生活时代, 样品产地和地层资料及  $D/L$  比值列于表 4。

表 4 丁村样品的  $D/L$  氨基酸比值及年代  
Table 4 Ages and  $D/L$  ratios of amino acid of Dingcun

样品编号	样品产地及原编号	样品种类	样品所在地层资料	$D/L$ 比值	测定结果 (年)
8	丁家沟东南 (7701)	丽蚌	产细石器, $26400 \pm 800$ (年)*	0.101	—
4	敬家沟西南 (54:100)	丽蚌	丁村人产地 $Q_2^3 \sim Q_3^2$	0.273	70800
15	丁村西砂坑 (8001)	丽蚌	与丁村人层位相当	0.267	69300
7C	吉家沟 (76007)	丽蚌	与丁村人层位相当	0.385	93100
3	解村西 (54:96)	丽蚌	前丁村文化 ( $Q_2$ )	0.480	>120000
1A	大柴沟	丽蚌	泥灰层、产东方倭鼠 ( $Q_1$ )	>1	$Q_1$

\* <sup>14</sup>C 年龄 (考古所, 1978)

$$\text{Ln} \left[ \frac{1 + (D/L)}{1 - 0.725(D/L)} \right] = 1.725K_1 \cdot t \dots \quad (3)$$

丁村人所在地层及其它各样均以 8 号样为“校准”求出  $K$  值并计算了它们的年代。

### 三、初步结论

1. 本次测定的两块美国化石标本 (q、r) 中的 D/L 天门冬氨酸比值, 与国际上其它三个实验室测定的平均值很接近, 空白试验中未发现其它任何一种氨基酸, 表明只要严格控制操作程序, 实验室的污染是完全可以避免的。因此, 被鉴定的周口店地区骨化石标本受实验室污染的可能性极小。但从表 1 中获得的天门冬氨酸: 谷氨酸: 异亮氨酸的反应速度常数之比例不符合未被污染标本所具有的模式—Kasp: Kglu: K<sub>150</sub> = -10: 3—4: 1 (Bada, 1972), 因此, 我们所测定的标本均受到不同程度的污染, 这些污染可能是在地质体中受地下水、细菌等作用的次生产物。

2. 通过以山顶洞 (e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>) <sup>14</sup>C 测定的 1.83 万年为“基准”, 推算出来第一地点 3—4 层的年龄不小于 20 万年; 以第一地点 10 层 (s<sub>10</sub>) 裂变径迹法测定的 46.2 万年为“基准”推算出第 11 层的年龄是 68.7 万年。但用山顶洞标本作“基准”推算第一地点上部 3—4 层的年龄是否恰当, 尚待更多工作, 仅作参考。

3. 根据已知年龄标本 (e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>) 算出山顶洞堆积至今所经历的平均古温度是 8.3°C, 说明山顶洞时期堆积以来的温度低于现在的温度, 这可能是受冰期影响的结果。

4. 由表 4 可见, D-别异亮氨酸与 L-异亮氨酸比值随地层新老显示规律性变化。4 号、15 号与 7C 样品分别产于不同地点并有一定距离, 但 D/L 比值较为接近, 说明所在地层的时代基本相同。

5. 根据表 4 的数据和野外剖面观察, 我们认为“丁村人”的年龄应为 70000—90000 年前。

6. 3 号样品的 D/L 值为 0.48, 与 8 号样品的 D/L 比值相差较大, 如以后者的 K 值为“校准”, 其误差必然增大, 故 3 号样的年龄应大于 126000 年。

以上试验所用标本大部分系中国科学院古脊椎动物与古人类研究所提供, 在工作中得到他们的大力支持与帮助, 特此表示感谢。

美国斯克瑞普斯海洋研究所的 Bada 和中国科学院地球化学研究所的严作鹏, 胡成一、向明菊等和笔者一起完成周口店样品的实验工作, 在此一并致谢。

(1988 年 3 月 3 日收稿)

### 参 考 文 献

- 周义华, 1985. 根据氨基酸外消旋程度探讨渤海湾西岸全新世海岸变迁. 海洋通报, 4: 21—26.  
周义华, 1982. 氨基酸外消旋法地质年龄测定. 地质地球化学, (11): 61—64.  
郭士伦, 1982. 测定地质和考古年代的裂变径迹法. 第三届全国第四纪学术会议论文集, 50—56.  
钱方、吴锡浩、浦庆余, 1982. 北京及河北地区磁性地层的初步划分. 第三届全国第四纪学术会议论文集, 63—65.  
Bada, J. L., R. A. Schroeder and G. F. Carter, 1974. New evidence for the antiquity of man in North America deduced from aspartic acid racemization. *Science*, 184: 791—793.  
Bada, J. L., B. P. Luyendyk and J. B. Maynard, 1970. Marine sediments dating by the racemization of amino acids. *Science*, 170: 730—732.

## AMINO ACID DATING OF PEKING MAN AND DINGCUN MAN

Zhou Yihua

*(Institute of Marine Environmental Protection, State Oceanic Administration, Dalian)*

**Key words** Aspartic acid; Leucine; Racemization.

### Abstract

The racemization reaction rates of aspartic acid and isoleucine acid are determined in some animal fossils from strata where Peking Man and Dingcun Man were found. On the basis of the result from the determination, the accumulation ages and ancient environment of the strata are estimated. The accumulation ages of the third and fourth strata at No. 1 Location of Zhoukoudian were about 200,000 years ago and that of the eleventh stratum about 687,000 years ago. The average temperature which Shandong has undergone since it began accumulation is 8.3°C, which is under the present temperature. Based on the *D/L* values of amino acid racemization in a kind of shell fossil from some sections of Dingcun, Shanxi, it is estimated that the living ages of Dingcun Man were about 700,000—900,000 years ago.