

“野人”毛发的微量元素谱研究

秦俊法 李民乾 徐耀良 华芝芬 刘民壮
(中国科学院上海原子核研究所) (华东师范大学)

“野人”被称为世界四大怪之一。我们用PIXE技术测定了5份“野人”毛发、10份灵长类或其他野生动物毛发和9份人发,并用模式识别法对这三类毛发作了鉴定和分类。对数据的统计分析表明,“野人”毛发中的所测元素含量均显著高于动物毛发和人发,而动物毛发中的元素含量不全高于人发。这三类毛发的非线性映照图清楚地指明,“野人”、动物和人都各有他们自己的元素谱特征。

关键词:“野人”毛发 微量元素 PIXE 模式识别

随着目睹“野人”事例的不断增多,以及神农架“野人”脚印和毛发的发现,“野人”考察已引起国内外的普遍注意,有人把“野人”称为世界四大怪之一^[1]。毛发的主要形态学特征、毛发横切面及毛小皮印痕的光学显微镜观察表明,“野人”毛发明显不同于任何现存的灵长类动物,它具有人类毛发的某些特征,但又与现代人的毛发有着明显的区别^[2-4]。本文报道用PIXE技术^[5]分析测定“野人”毛发元素谱的研究结果。

一、实 验

1. 毛发来源

五份“野人”毛发由中国“野人”考察研究会刘民壮提供;对比的动物毛发来源见表1所示。考虑到毛发中微量元素含量的个体差异极大,作为对比的人发取自不同地区、不同性别和不同年龄的人。此外还分析了两份采自四川和湖北的可疑毛发。

表1 样品来源
Table 1 Source of samples

编号 Number	分类 Classification	采集地点及特征 Place for sampling and characteristics
1	“野人” “Savage”	贵州黎平, 红色 Liping Guizhou, Red
2	“野人” “Savage”	四川巫溪, 红色 Wuxi Sichuan, Red
3	“野人” “Savage”	湖南邵阳, 红色 Shaoyang Hunan, Red
4	“野人” “Savage”	湖南会同, 红色 Huitong Hunan, Red
5	“野人” “Savage”	湖南通道, 红色 Tongdao Hunan, Red
6	黑熊 Asiatic black bear	湖北神农架 Shennongjia Hubei
7	金丝猴 Golden monkey	上海动物园, 金黄色 Shanghai Zoo, Golden
8	藏猕猴 Tibetan macaque	上海动物园 Shanghai Zoo
9	猕猴 Rhesus macaque	上海动物园 Shanghai Zoo
10	白眉长臂猿 Hoolock gibbon	上海动物园, 棕黑色 Shanghai Zoo, Brown
11	苏门羚羊 Serow	湖北房县, 黑色和白色 Fangxian Hubei, Black and white
12	黑熊 Asiatic black bear	湖北神农架 Shennongjia Hubei
13	猩猩 Orang-Utan	上海动物园 Shanghai Zoo
14	黑猩猩 Chimpanzee	上海动物园, 黑色 Shanghai Zoo, Black
15	棕熊 Brown bear	镇江动物园 Zhenjiang Zoo
16	人发 Human hair	上海, 女, 30岁 Shanghai, Female, 30 years

(续表)

编号Number	分类	Classification	采集地点及特征	Place for sampling and characteristics
17	人发	Human hair	上海, 女, 24岁	Shanghai, Female, 24 years
18	人发	Human hair	上海, 男, 52岁	Shanghai, Male, 52 years
19	人发	Human hair	上海, 男, 23岁	Shanghai, Male, 23 years
20	人发	Human hair	北京, 男, 52岁	Beijing, Male, 52 years
21	人发	Human hair	北京, 女, 47岁	Beijing, Female, 47 years
22	人发	Human hair	北京, 男, 26岁	Beijing, Male, 26 years
23	人发	Human hair	北京, 男, 35岁	Beijing, Male, 35 years
24	人发	Human hair	上海, 男, 23岁	Shanghai, Male, 23 years
25	可疑毛发	Suspectable hair	四川巫溪, 棕色	Wuxi Sichuan, Brown
26	可疑毛发	Suspectable hair	湖北神农架, 黑色	Shennongjia, Hubei, Black

2. 样品制备

首先将毛发在肥皂粉水中浸泡10分钟, 自来水反复冲洗后再用海鸥洗涤剂浸泡1小时, 自来水反复冲洗, 重蒸水淋净。在烘箱内60℃烘干后整齐排列并粘附在靶架上。

3. 测量仪器

靶样用4UH静电加速器产生的3.1MeV质子束轰击, 束流一般为20—30nA。从样品中产生的特征X射线用Si(Li)能谱仪记录, 并储存在PDP-11/34计算机中用AXIL程序作解谱分析。

二、定量方法

大多数动物和人的毛发直径约为60—150μm(表2), 它大于或接近质子在毛发中的射程(3.1MeV质子在毛发中的射程约为60μm), 因此不能把按次序排列的单层毛发看作是薄靶, 必须对靶厚效应进行修正。

表2 各类毛发直径^[4]

Table 2 Diameter of different hair

毛发种类 Species	“野人” “Savage”	金丝猴 Golden monkey	猕猴 Rhesus macaque	白眉长臂猿 Hoolock gibbon	苏门羚羊 Serow	猩猩 Orang-Utan	黑熊 Asiatic black bear	人 Human
直径(mm) Diameter	0.06	0.03—0.04	0.03—0.04	0.05	0.15	0.10	0.13	0.06

当质子射入头发时, 在它的射程内特征X射线的产生截面将随质子能量的降低而减小^[6]。另一方面, 在靶内不同深处产生的特征X射线在穿出靶样时强度将逐渐减弱。假定厚靶中的元素是均匀分布的, 而且组成毛发的有效原子序数近似地可用碳(Z=6)代替, 则Si(Li)探测器探测到的靶中元素的特征X射线数目应为^[7]:

$$\begin{aligned}
 N_i &= I_0 \cdot \frac{N_0}{A_i} \cdot W_i \cdot \Sigma_i \cdot T_i \cdot \left(\frac{\Omega}{4\pi} \right) \cdot \int_{E_0}^E \sigma_i(E) e^{-\mu_i(E)} dE \\
 &= W_i \cdot I_0 N_0 \cdot \left(\frac{\Omega}{4\pi} \right) \cdot \frac{\Sigma_i}{A_i} \cdot T_i \sigma_i(E_0) \left[\int_{E_0}^E \sigma_i(E) e^{-\mu_i(E)} dE \right] \cdot \frac{1}{\sigma_i(E_0)}
 \end{aligned}$$

由此, 靶中*i*元素相对于Zn元素的含量比为:

$$\frac{W_i}{W_z} = W_{iz} = \frac{N_i}{N_z} \cdot \frac{\frac{T_z \Sigma_z}{A_z} \cdot \sigma_z(E_0)}{\frac{T_i \Sigma_i}{A_i} \cdot \sigma_i(E_0)} \cdot \frac{\int_{E_0}^E \sigma_z(E) e^{-\mu_z \xi(E)} dE}{\int_{E_0}^E \sigma_i(E) e^{-\mu_i \xi(E)} dE} \cdot \frac{\sigma_i(E_0)}{\sigma_z(E_0)} = \frac{N_i}{N_z} \cdot \frac{1}{R_{iz}} \cdot \frac{1}{K_{iz}}$$

$$\text{式中, } R_{iz} = \frac{\frac{T_i \Sigma_i}{A_i} \cdot \sigma_i(E_0)}{\frac{T_z \Sigma_z}{A_z} \cdot \sigma_z(E_0)}, K_{iz} = \frac{\int_{E_0}^E \sigma_i(E) e^{-\mu_i \xi(E)} dE}{\int_{E_0}^E \sigma_z(E) e^{-\mu_z \xi(E)} dE} \cdot \frac{\sigma_z(E_0)}{\sigma_i(E_0)},$$

R_{iz} 用 i 、Zn 元素含量已知的薄靶测定, 称相对灵敏度因子。 K_{iz} 仿照文献[8]计算, 其中 $\sigma(E)$ 、 μ 、 ξ 分别取自文献[6]和[9], K_{iz} 称靶厚校正因子。

R_{iz} 及 K_{iz} 的测定或计算结果见图 1。

本研究采用相对法定量, 各类毛发中元素含量皆对发中锌含量归一, 这样就大大降低了靶厚的影响^[10], 因有效原子序数不同而引起的吸收校正差异也明显缩小^[11]。

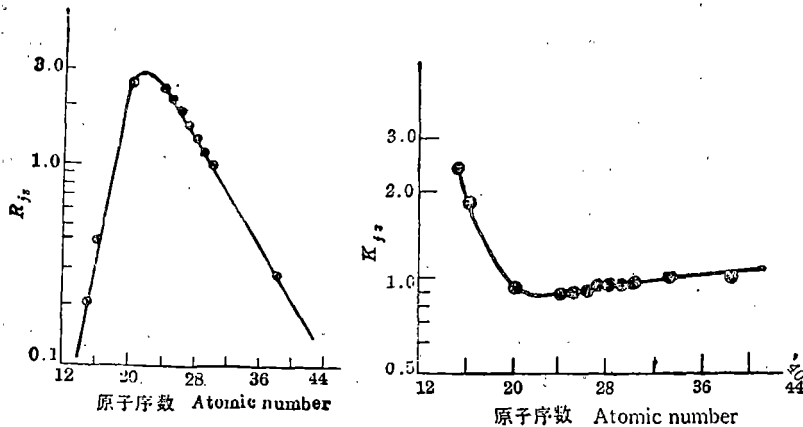


图 1 毛发分析用的相对灵敏度因子 R_{iz} 及靶厚校正因子 K_{iz}

Fig. 1 Relative sensitivity factor R_{iz} and correction factor for target thickness K_{iz} used in hair analysis.

金丝猴、猕猴的毛发直径小于其它毛发, 但计算结果表明, 除 P、S 外, 其余元素的差异均在 3% 以内。

三、结 果

1. “野人”动物毛发和人发中的元素含量相对值(与锌元素的比值)列于表 3 和图 2。表 3 中仅列出算术平均值及标准差, 几何均值及中位值的差异与算术平均值一致。统计分析表明: ①“野人”毛发中的 Ca、Cr、Mn、Fe、Co、Cu、Sr 含量均显著高于一般动物和人 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 这与 H. A. 施罗德关于“野生动物比人有较多的 Cr、Cu、Co、Mn”的结论一致^[12]; 也与国内科学工作者得出的“野人”毛发中有较高的 Fe/Zn 比值的结论相一致^[13]。②动物毛发中的 Fe 含量非常显著地高于人发 ($P < 0.001$), Cr、Mn、Co 含量显著高于人发 ($P < 0.05$), 但 Sr 含量非常显著地低于人发 ($P < 0.001$) (见表 4)。

2. “野人”、动物和人的毛发元素谱非线性映照图^[14](NLM)示于图 3。由图可见, “野人”毛发的元素谱不同于动物和人, 动物毛发的元素谱也与人发有区别, 可疑毛发中有一份(产

表3 各类毛发中元素含量相对值

Table 3 Contents of the elements in hair of “savage”, animal and human(the ratio with respect to Zn)

	P	S	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Sr
(1) “野人” “Savage”	1.87 ±0.97	9.51 ±5.71	0.66 ±0.34	0.034 ±0.019	0.063 ±0.038	0.376 ±0.240	0.068 ±0.037	0.037 ±0.023	0.337 ±0.230	1.33 ±0.91
(2) 动物 Animal	0.75 ±0.59	4.04 ±3.11	0.029 ±0.021	0.012 ±0.003	0.013 ±0.003	0.082 ±0.031	0.0183 ±0.0037	0.0145 ±0.0036	0.055 ±0.010	0.0073 ±0.0036
(3) 人 Human	0.69 ±0.76	4.03 ±4.00	0.066 ±0.120	0.008 ±0.002	0.0103 ±0.0026	0.039 ±0.006	0.0153 ±0.0018	0.0129 ±0.0014	0.060 ±0.009	0.073 ±0.014

表4 各类毛发中元素含量的t-检验值

Table 4 t-Test value of element contents in hair of “savage”, animal and human

比 较 Comparison	P	S	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Sr
(1) (2)	2.14	1.80	3.41**	2.58*	2.91*	2.72*	3.02**	1.84	2.75*	3.24**
(1) (3)	2.12	1.70	3.10**	3.00**	3.08**	3.15**	3.21**	1.93	2.69*	3.07**
(2) (3)	0.18	0.02	0.85	2.86*	2.15*	4.28***	2.13*	0.86	1.17	4.55***

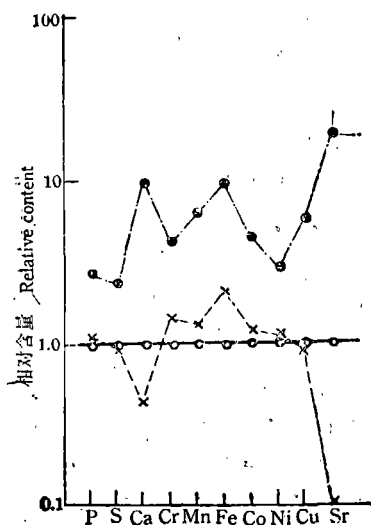
* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$ 

图2 三类毛发中元素含量比较

○ 人 × 动物 ● “野人”

Fig 2. Comparison of element contents in three kinds of hair

○ Human × Animal ● “Savage”

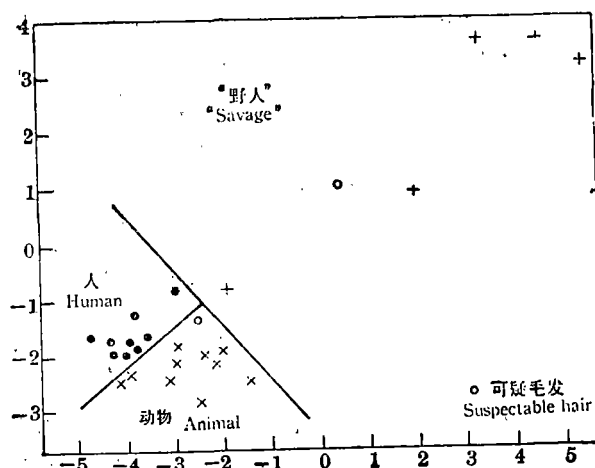


图3 “野人”动物和人发的非线性映照图

Fig.3 The NLM of element spectrum for hair of “savage”, animal and human

自四川巫溪)可能属于“野人”。

四、讨 论

虽然对“野人”的考察已经历了几十年,但目前还只停留在目睹、脚印、毛发或照片上,

所以它仍然是一个自然之谜。本研究对“野人”、动物和人的毛发中元素含量实行多元素非线性映照处理,发现“野人”毛发具有与动物和人发显著不同的元素谱特征。

毛发中元素含量与许多因素(如年龄、性别、颜色、生活环境、采样季节等)有关。本研究采集的样本包括了不同地区、不同颜色、不同年龄、不同性别、不同种属的毛发,照理即使是同类毛发,元素含量的差异也是极大的。但多元素综合分析结果表明,“野人”、动物和人均可相互区分,这说明它们各具有自己的元素谱特征。这似乎可以说明,“野人”既不同于猴、猿、猩猩、熊等现存已知动物,亦与现代人有区别。毛发形态学的光学显微镜鉴定也证实了这点^[8]。

参 考 文 献

- [1] 黄万波等,世界四大怪,天津科技出版社,1981年。
- [2] 刘民壮,自然杂志,7(1984),12:920。
- [3] 杨庆恩和杨荣芝,自然杂志,7(1984),12:923。
- [4] 刘民壮,自然科学年鉴,1983年,1:14。
- [5] Li Mingian et al., Nucl. Instr. Meth., 181 (1981) 37.
- [6] S. A. E. Johansson and T. B. Johansson, Nucl. Instr. Meth. 137 (1976), 473.
- [7] 任炳刚等,质子X荧光分析和质子显微镜,原子能出版社,1981年,第101页。
- [8] 王树德等,复旦学报(自然科学版),19(1980),3:351。
- [9] C. F. Williamson et al., CEA-R3042, 1966.
- [10] J. L. Campbell, Nucl. Instr. Meth., 142(1977),263.
- [11] H. Kubo and R. Bernthal, Anal. Chem., 50 (1978),7: 899.
- [12] H. A.施罗德,痕量元素与人,科学出版社,1979年,第26页。
- [13] 杨福家和赵国庆主编,离子束分析(第一版),复旦大学出版社,1985年10月,第93页。
- [14] 徐耀良等,中国科学院上海原子核研究所年报,1984年,第43页。

Study of trace element spectrum for hair of "savage"

Qin Junfa Li Minqian Xu Yaoliang Hua Zhifen

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Academia Sinica)

Liu Minzhuang

(East China Normal University)

Abstract

"Savage" is called as one of four mysteries in the world. The element spectra of "savage" hair have been determined by PIXE. Using the pattern mapping method, we have identified and classed the hair of "savage", animal and human.

The samples from 5 "savage" and from 10 primates or other animals are provided by the Community of the "Savage" Investigation of China, and 9 human hair samples are gathered from Shanghai and Beijing.

The statistical analysis shows that the mean contents of all 10 elements determined in hair of "savage" are significantly higher than those in hair of human and animal, while the contents in hair of animal are not consistently higher than those in human hair. The nonlinear mapping algorithm (NLM) of these three kinds of hair indicates clearly that the "savage", animal and human have their own hair element spectrum characteristics.

Keywords: "savage" hair trace element PIXE pattern mapping

(1987年6月17日收到)