科 学 通 报
第 42 卷 第 7 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 4 月

【研究简报】

黄土高原现代植被花粉稳定同位素基本特征

魏明建① 董军社② 张 静③
(①中国地质大学地质矿产系,北京 100083;②中国科学院古脊椎动物与古人类研究所,北京 100044;
③地质矿产部水文地质工程地质研究所,保定 050803)

关键词 黄土高原 现代植被 花粉壳 稳定同位素 气候指标

中国黄土地层的稳定同位素特征与黄土高原气候环境特征的关系前人已做过一些工作,并取得了一些很好的成果. 耿安松等[1]指出黄土地层中碳酸盐的 $\delta^{13}C$ 值越低显示生物活动越强气候越温湿,反之气候越冷干生物活动越弱则碳酸盐的 $\delta^{13}C$ 值越高,可以用做古气候代用指标. 魏明建等[2]做出了较详细的碳酸盐碳、氧同位素序列,其中 $\delta^{13}C$ 序列可与深海沉积同位素气候曲线对比,与磁化率、全氧化铁气候曲线的波动一致,表明是一种较好的气候指标. 同时指出:由于其易迁移所以时间分辨率较低,且记录的气候变化超前于其他指标. 谭桂声等[3]研究了钙质结核碳、氧同位素组成,认为 $\delta^{13}C$ 主要指示古土壤发育时的环境降水量,$\delta^{18}O$ 指示土壤发育时的环境温度,$\delta^{13}C$-$\delta^{18}O$ 直线指示控制古土壤形成环境的古夏季风风场.

为寻找高分辨率的稳定同位素气候指标,林本海等[4]研究了段家坡黄土地层中有机质的碳、氧同位素. 认为有机碳 $\delta^{13}C$ 值在黄土地层中低(-22.0‰～-24.9‰),在古土壤中高(-14.6‰～-22.0‰),其高低波动可作为黄土高原过去植被状况乃至生物量和夏季降水的一个替代性指标. An 等[5]在巴谢剖面研究了有机质的 $\delta^{13}C$,在那里 $\delta^{13}C$ 的负向峰值对应于磁化率和有机质含量的高值. 认为 $\delta^{13}C$ 值愈负,说明当时植被 C_3 植物的比例愈高,指示了夏

参 考 文 献

1 Steiner J, Grillmair E. Possible galactic causes of periodic and episodic glaciation. Geol Soc Amer Bull, 1973, 84:1 003～1 018
2 李四光. 天文、地质、古生物. 北京:科学出版社,1972. 115
3 汤懋苍. 理论气候学概论. 北京:气象出版社,1989. 173-181
4 Crain I K, Crain P L, Plaunt M S. Long period Fourier spectrum of geomagnetic reversals. Nature, 1969, 223:283
5 Irving E, Pullaiah G. Reversals of the geomagnetic field, magnetostratigraphy and relative magnitude of paleosecular variation in the phamerozoic. Earth Rev Sci, 1976, 12:35～64
6 Максимов С И. Цикличность геологических процессов и проблема нефтегазоносности М Недра, 1977. 278
7 Harland W B, Cox A V, Liewellyn P G, et al. A Geological Time Scale, 1989. Cambridge: Cambridge Univ Press, 1990
8 Паренаго П П. О гравитационном потенциале галактики. Астрономич Журн, 1952, 29(3):245～287
9 Bok B J. The Milky Way. Harvard: Harvard Univ Press, 1981. 356
10 徐文耀. 地球主磁场长期变化以及地磁场起源的研究. 见:叶笃正主编. 地球科学进展趋势发展战略研究. 北京:气象出版社,1992. 271～276
11 汤懋苍. 夏季高原地区某些热动参数的估算. 见:1978 年高原气象会议论文集. 北京:科学出版社,1981. 79～86
12 罗先汉. 论全球巨变的银河旋臂成因. 北京大学学报(自然科学版),1992,28(3):361～370

(1996-02-26 收稿,1996-11-18 收修改稿)

季风愈强，气候愈温湿的环境．很明显，段家坡和巴谢黄土地层中有机质的 $\delta^{13}C$ 值与气候的对应关系是相反的．为提高稳定同位素气候指标的时间分辨率，并探索其与气候指标间的实际对应关系和定量转换的可能性，我们考虑植物花粉壳的化学性质稳定，能耐强酸、强碱，堆积后在地层中也不会发生迁移，它的稳定同位素若能和气候环境指标形成定量关系，时间分辨率一定很高．因此我们研究了黄土高原中部现代植被花粉的稳定同位素特征．

1 样品采集

1994年7月26日～8月2日我们用一蜂箱装上脱粉器开始收集花粉，在铜川、志丹、定边、盐池分别采集了约200g鲜花粉．

2 样品处理

2.1 花粉壳样的获得及花粉鉴定结果

将收集过水的花粉称取约5g样品，用冰醋酸浸泡软后，用醋酸酐和硫酸的混合液溶去孢粉内壁和原生质的方法即可得到纯净的花粉壳样．花粉鉴定的结果：(1)铜川花粉鉴定总数507粒，其中禾本科(Gramineae)273粒占54%；蓼属(*Polygonum*)131粒占25.9%；菊科(Compositea)92粒占18.2%．另有龙胆属(*Gentiana*)、鹅耳枥属(*Carpius*)、五加科(Araliacea)和旋花科(Convolulaceae)各两粒，豆粒(Leguminosae)、忍冬科(Caprifoliaceae)和香槐属(*Cladrastis*)各1粒；(2)志丹花粉鉴定总数933粒，其中十字花科(Cruciferae)910粒占97.5%．其余为桑科(Moraceae)7粒，禾本科6粒，蓼属3粒，豆科，大戟科(Euphorbiaceae)，菊科各1粒，茄科(Sloaaceae)，兔丝子属(*Cuseuta*)各2粒，均不足1%；(3)盐池花粉鉴定总数为604粒，其中菊科290粒占48%，香槐属166粒占27.5%，藜科(Chenopodiaceae)88粒，占146%，假龙胆属(*Gentianella*)46粒，占7.6%．其余为旋花科4粒、禾木科、木犀科(Oleaceae)、蓼属、川续断科(Dipsaceae)各两粒、鹅耳枥属、松属(*Pinus*)各1粒，均不足1%．这表明样品的主要植被类型为温带草本植物．

2.2 花粉中水的收集

将野外已收集好的花粉瓶子装上特制的管子后放入温度控制在150℃的干燥箱中，用液氮把从花粉中跑出的水分收集在瓶子中，干燥72 h后，花粉基本上全部被烘干．这套装置和方法可收集到95%的吸附水．

2.3 稳定同位素质谱样的制备

花粉水的氢同位素制样采用金属锌还原活性碳吸附氢气的方法，其转化产率可达99%以上．花粉水的氧同位素采用二氧化碳-水平衡法制样，其转化产率可达100%．烘干花粉和花粉壳的制样采用氢化铜做氧化剂，氧化分解的方法把样品变成 CO_2(将其收集起来送质谱分析有机碳同位素)和 H_2O(按花粉水氢同位素方法制样，送质谱分析氢同位素)，其转换产率高达98%以上．

3 同位素质谱测定及结果

同位素质谱是在MAT241型质谱仪上进行的，其精度：$\delta^{13}C$ 为 $\pm 0.02‰$；$\delta^{13}O$ 为 $\pm 0.2‰$；δD 为 $\pm 1‰$，所有测试结果列于表1．

表 1　花粉稳定同位素测试基本数据及当地 7 月气温表(单位:PDB‰)

项目	花粉水		风干花粉		花粉壳		7 月平均气温/℃
	δD	$\delta^{18}O$	δD	$\delta^{13}C$	δD	$\delta^{13}C$	
定边	-42.2	-5.42	-119.6	-27.37	-196.8	-28.90	22.5
铜川	-102.6	-14.42	-123.8	-27.10	-220.8	-28.75	23.30
盐池	-51.2	-6.97	-121.9	-27.03	-209.6	-28.35	22.3
志丹	-57.4	-7.46	-129.7	-27.33	-237.3	-27.50	21.5
均值	-63.4	-8.75	-123.8	-27.21	-216.1	-28.38	22.4

4　关于黄土高原中部现代植被花粉稳定同位素特征的讨论

首先花粉水的稳定同位素中 $\delta^{18}O$ 取值范围在 -5.42‰ ~ -14.42‰ 之间,均值为 -8.57‰,与本地区夏季大气降水的稳定同位素基本相符(卫克勤等[6],西安为 -8.95‰,高陵为 -7.42‰,延安为 -6.45‰),说明花粉水与大气降水之间并未发生明显的分馏作用. 花粉水的 δD 取值 -42.2‰ ~ -102.6‰之间,均值 -63.4‰,也与该区降水的稳定同位素组成相近. 但花粉风干样的 δD 值为 -119.6‰ ~ -129.7‰,均值为 -123.8‰;花粉壳的 δD 值为 -196.8‰ ~ -237.3‰,均值为 -216.1‰. 从花粉水到花粉风干样,再到花粉壳,δD 值之差分别为 -59.4‰和 -92.3‰,表现出明显的分效应.

风干花粉的 $\delta^{13}C$ 值在 -27.03‰ ~ -27.37‰,平均为 -27.21‰,花粉壳 $\delta^{13}C$ 取值为 -27.5‰ ~ -28.90‰,均值为 -28.38‰;这说明该地区的风干花粉,花粉壳这两种物质的 $\delta^{13}C$也存在着明显的同位素分馏效应. 这与 δD 反映的情况一致.

花粉壳可在地层中保存下来,其稳定同位素特征有较大的地质意义. 我们这次仅测得 4 个花粉壳的 $\delta^{13}C$ 数据不便作定量分析,但从表 1 中所列的当地 7 月平均气温与 $\delta^{13}C$ 值的对应关系上可以看出有负相关关系,即气温越高,$\delta^{13}C$ 值越负.

关于有机质的 $\delta^{13}C$ 的气候意义,不同的作者有不同的看法. Mazany 等[7]在新墨西哥的研究指出,较强的植物代谢活动导致:(1)较宽的树轮;(2)当地大气 CO_2 较贫 $\delta^{13}C$,由此造成当地生产的植物有机质较贫 $\delta^{13}C$. 所以较负的 $\delta^{13}C$ 值指示较强的植物代谢活动. 文献[5]在巴谢黄土剖面的研究指出,较湿热的气候环境中 C_3 型植物的比例较大导致较贫 $\delta^{13}C$ 的植物有机质,所以较贫的 $\delta^{13}C$ 值指示了夏季风较强的气候环境. 花粉的 $\delta^{13}C$ 值与气候指标的对应关系与上述两种看法一致. 实际上我们所测的主要是在 7 月下旬开花的草本植物花粉,它们的 $\delta^{13}C$ 组成主要取决于近地表大气和土壤气体中 CO_2 的 $\delta^{13}C$ 值. 较高的夏季温度导致夏季较强的生物积累和微生物活动,造成 7 月地表大气和土壤气体中 CO_2 较贫 $\delta^{13}C$,最终产生较负 $\delta^{13}C$ 的花粉壳.所以花粉壳的 $\delta^{13}C$ 值可用作表征夏季气候和植物生长量的代用指标.

致谢　本工作为地质矿产部重点基础项目和地质矿产部环境地质开放实验室联合资助项目.

参　考　文　献

1　耿安松,文启忠. 陕西洛川黄土中碳酸盐的某些地球化学特征. 地球化学,1988,(3):265~272

2　魏明建,孙建中. 黄土中碳酸盐的古气候意义. 见:孙建中,赵景波著. 黄土高原第四纪. 北京:科学出版社,1992,124~128

科 学 通 报
第42卷 第7期 Chinese Science Bulletin 1997年4月

【研究简报】

珠江三角洲气溶胶中间四联苯的检出及其环境意义初探

成 玉[①*] 盛国英[①] 傅家谟[①] 闵育顺[②] 李顺诚[③] 陈鲁言[③]

(①中国科学院广州地球化学研究所,广州 510640;②广东省环境资源利用与保护重点实验室,广州 510640;
③香港理工大学土木工程系. * 现工作单位:复旦大学环境科学与工程系,上海 200433)

关键词 间四联苯 检出 环境意义 气溶胶 珠江三角洲

间四联苯(m-四联苯)是一种以C—C键间位相连的4环多环芳烃,分子式为$C_{24}H_{18}$,分子量为306. 又称5′-苯基-1,1′:3′,1″-三联苯.

Beernaert[1]使用GC/MS分析气溶胶多环芳烃时,检测到间四联苯及其他几种四联苯和三联苯. 随后的研究中,在垃圾焚烧炉烟尘颗粒物多环芳烃组分中检测到间四联苯[2, 3]. Hawley-Fedder[4]模拟焚烧炉条件焚烧聚合体(聚苯乙烯),并从焚烧产物中检测到间四联苯. 而在其他污染源(如汽车尾气、民用炉灶、香烟烟雾等等)气溶胶研究中,还未检出间四联苯[5]. 关于国内气溶胶中间四联苯的研究还未见报道. 作者在研究珠江三角洲主要城市大气气溶胶有机质特征与成因时,检测出间四联苯.

1 样品采集

使用大流量TSP和大流量PM-10采样器及20 cm×25 cm石英滤膜,于1994年和1995年分别在广州、深圳、珠海和香港各市(地区)大气环境监测网点,代表不同功能区,共采集了32个气溶胶样品,其中在广州采集了4个季节的样品(1994年1,4,7和10月).

2 间四联苯的分离分析方法

用二氯甲烷超声抽提气溶胶样品,抽滤液过滤后经硅胶层析柱分离出饱和烃、多环芳烃、酯类及极性组分. 多环芳烃组分经GC和GC/MSD鉴定,间四联苯在多环芳烃组分中. 分离分析方法经过QC/QA检验,表明精度和准确度均已达到U.S.EPA610方法(多环芒烃分析方法)要求. 空白实验表明,在多环芳烃馏份中未检出多环芳烃[6].

3 谭桂声,林本海,刘荣谟,等. 洛川黄土剖面古土壤钙质结核碳、氧同位素组成的初步研究. 西北大学学报,1992,(增刊):187~193

4 林本海,刘荣谟. 最近800 ka黄土高原夏季风变迁的稳定同位素证据. 科学通报,1992,37(18):178~180

5 An Zhisheng, Porter S C, Zhou Weijian, et al. Episode of strengthened summer monsoon climate of younger dryas age on the loess plateau of Central China. Quaternary Research, 1992, 39: 45~54

6 卫克勤,林瑞芬. 论季风气候对我国雨水同位素组成的影响. 地球化学,1994,23(1):33~41

7 Mazany T, Lerman J C, Long A. Carbon-13 in the tree-ring cellulose as an indicator of past climates. Nature, 1980, 287: 432~435

(1996-04-29收稿,1996-09-23收修改稿)