

银川盆地晚第四纪孢粉记录的快速气候波动事件

范淑贤 郑宏瑞 刘平贵 郭盛乔

(中国地质科学院水文地质环境地质研究所,河北 正定 050803)

摘要 :笔者根据CK₁孔孢粉研究结果,分析了银川盆地15万年以来的万年尺度和千年尺度的气候波动事件,并利用频谱分析方法得到银川盆地沉积物孢粉记录的气候变化周期。经研究认为,这种万年尺度周期变化的气候波动可与高纬度地区米兰科维奇的轨道变化相对比,而千年尺度准周期可与D/O相对应。它反映银川盆地存在着万年尺度和千年尺度的气候波动事件。

关键词 :银川盆地;频谱分析;孢粉

中图分类号 :Q944.571 文献标识码 :A 文章编号 :1000-3657(2002)04-0431-04

大量的古气候记录揭示,第四纪以来全球气候冷暖变化的波动幅度呈明显增大的趋势。尤其900 Ka B.P. 米兰柯维奇轨道韵律的线性驱动在地球气候长期的周期性变化中的作用已被广泛接受。取自冰芯和深海沉积物^[1~2]的古气候记录表明,这种气候变化具有千年级准周期。如北大西洋 Heinrich事件,格陵兰冰芯快速变暖的Dansgaard/Oeschger事件以及几次D/O事件之后出现的一次 Heinrich事件所组成的Dond事件。西北地区气候变化是否也具有类似的变化周期呢?我们选择银川盆地东北部具有较典型的CK₁孔(惠农县附近)柱状样的孢粉分析进行研究,结果表明:距今150 Ka B.P. 以来,气候变化特征为:反映温干气候的植物花粉以藜科(Chenopodiaceae)、蒿属(*Artemisia*)为主的孢粉组合与反映相对冷湿气候的针叶树种以松属(*Pinus*)、云杉属(*Picea*)、冷杉属(*Abies*)为主的孢粉组合频繁交替变化,这种变化具有100 Ka B.P.、40 Ka B.P.、23 Ka B.P.和千年尺度变化的周期。本文拟就CK₁孔孢粉分析结果所反映的米兰柯维奇轨道周期和Heinrich千年准周期的波动进行分析,并进一

步探讨古气候的演化规律。

1 地质概况

CK₁孔位于银川盆地东北部惠农县上营子镇。该孔深300.36 m,地层为第四纪河湖相沉积,岩性下部为粉细砂与粉砂质粘土及粘质粉砂;上部以中细砂夹砂砾石与砂质粘土、砂土;顶部为粘土、粉砂质粘土、粉砂,厚22.6 m,时代为全新世(Qae4L),下部揭露小部分下更新统,未见底。

2 测年与孢粉

2.1 测年

钻孔岩芯采用古地磁、热发光等方法测年。经测定¹⁴C、布容与松山界线位于深度195 m,年龄为0.78 Ma B.P.,上部布容正向极性中有2个负极性段,分别为119~121 m和170 m,参考热释光测年(113 Ka B.P.)可与布莱克极性亚时(0.11 Ma B.P.)和安比拉亚时(0.46~0.48 Ma B.P.)对比。下部为松山反向极性时;¹⁴C测年结果显示,孔深3.5 m处为5 900±400 a B.P.,孔深13 m处为8 280±280a B.P.,孔深26.6 m处为

收稿日期:2001-11-27;改回日期:2002-07-13

基金项目:原地质矿产部部控项目“银川平原农业生产基地地下水资源和环境地质综合评价”。

作者简介:范淑贤,女,1957年生,工程师,从事孢粉实验研究工作。

12 000±280 a B.P.。

2.2 孢粉分析

从该孔岩芯采集样品129件,平均取样间距约2.4 m,全新统取样间距0.5~1 m,所有的样品都经酸碱处理后。共统计鉴定了孢粉19 221粒,平均每个样品149粒,分属于74科属类型。这些类型花粉均属于银川盆地和周边山区现生的植物花粉。

3 孢粉组合

童国榜^[3]曾就银川CK₁孔孢粉分析的结果详细分析了120 Ka B.P.以来环境演变特征。据此我们选择具有生态意义的针叶树种(松、云杉、冷杉以下简称松科)花粉和落叶阔叶树种(桦*Betula*、桤木*Alnus*、栎*Quercus*、榆*Ulmus*、胡桃*Juglans*、椴*Tilia*以下简称落叶阔叶树种)花粉谱作为周期性研究对象,以讨论CK₁孔孢粉记录所揭示的气候周期性变化。植物是气候的温度计,不同气候环境中形成的植被不同。孢粉含量的组合反映了当时植被茂盛程度,有利于说明气候的变化规律(图1)。

图1表明,150~65 Ka B.P.(深度130~83m)时期,120 Ka B.P.和76 Ka B.P.时乔木植物花粉含量最高,为89.8%;乔木植物花粉以针叶树种云杉属为主要成分,含量为47%,其次是松属,落叶阔叶少量;草本植物花粉中藜科、蒿属含量较低,仅有少量的藜科、蒿属等;92 Ka B.P.和78 Ka B.P.时期,草本花粉含量较高,藜科花粉为22.5%~40%,蒿属为5%~11.5%,还有少量的水生草本植物。

65~35 Ka B.P.(深度为83~70 m),草本植物花粉占优势,含量为28.4%~52.7%,以蒿属为主,最高为48.6%;乔木植物花粉含量比较平稳,一般在31.5%~42.1%之间,针叶树种明显下降,阔叶树种有所增加。

35~12 Ka B.P.时期(深度为70~26.6 m)时期,乔木植物花粉含量变化大,14.9 Ka B.P.和30 Ka B.P.时期,乔木花粉含量明显增高,为70%左右,落叶阔叶树种花粉含量亦有所提高,而草本植物花粉中的藜科花粉明显降低,在19 Ka B.P.时期,藜科花粉骤增,高达60%左右,针叶树种松属、云杉属

花粉含量几乎为零,只有少量落叶树种花粉,其含量不足5%。

12 Ka B.P.(深度22.6~0 m)至今,草本植物花粉占绝对优势,特别是藜科花粉在7 278 a B.P.时其含量高达89%,其次有少量的蒿属;乔木植物花粉少量,仅占5%~16.8%,只有零散的落叶阔叶树种花粉和松属生存。云杉属花粉几乎为零,只有在6 600 aB.P.时期,落叶阔叶树种花粉有所增加,其含量近为19.7%,而针叶树种中的松属含量不足5%,这时期植被类型与代表层沉积花粉记录非常相似,表明气候与现代相接近。

4 孢粉谱周期

具有时间序列的孢粉资料,经过因子分析、数字滤波分析、谱分析等都均能获得各孢粉类型在时间上的演化趋势和周期变化的信息。这些信息为讨论孢粉植物群演替,气候的变化提供依据。采用方差分析、功率谱分析、和谐波分析所得到孢粉类型在时间上周期是一致的。首先将落叶阔叶树种花粉和松科花粉含量进行等时间距化数学分析,获得反映气候变化的周期(图2),从图2可以看出,落叶阔叶树种花粉和松科花粉的含量变化具有较明显的周期特征。在图2c、2d中落叶阔叶树种花粉和松科花粉的峰值分别为108 Ka B.P.、40 Ka B.P.和23 KaB.P.,图2a、2b

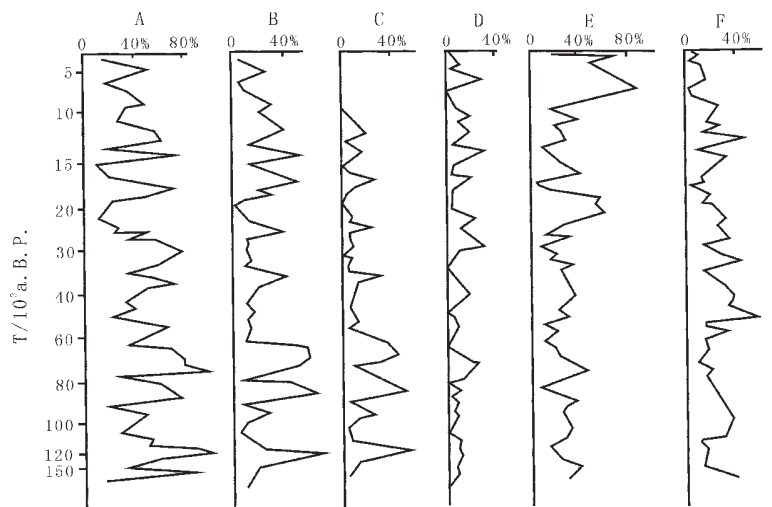


图1 银川盆地CK₁孔孢粉百分含量曲线(据童国榜等,1995,修编)

Fig. 1 Sporopollen content curves of well CK₁ of the Yinchuan basin
A—乔木植物花粉百分含量数 B—松科(松属、云杉属、冷杉属) C—云杉属;
D—落叶阔叶树种花粉(桤木属、桦属、栎属、榆属、朴属、椴属) E—藜科 F—蒿属

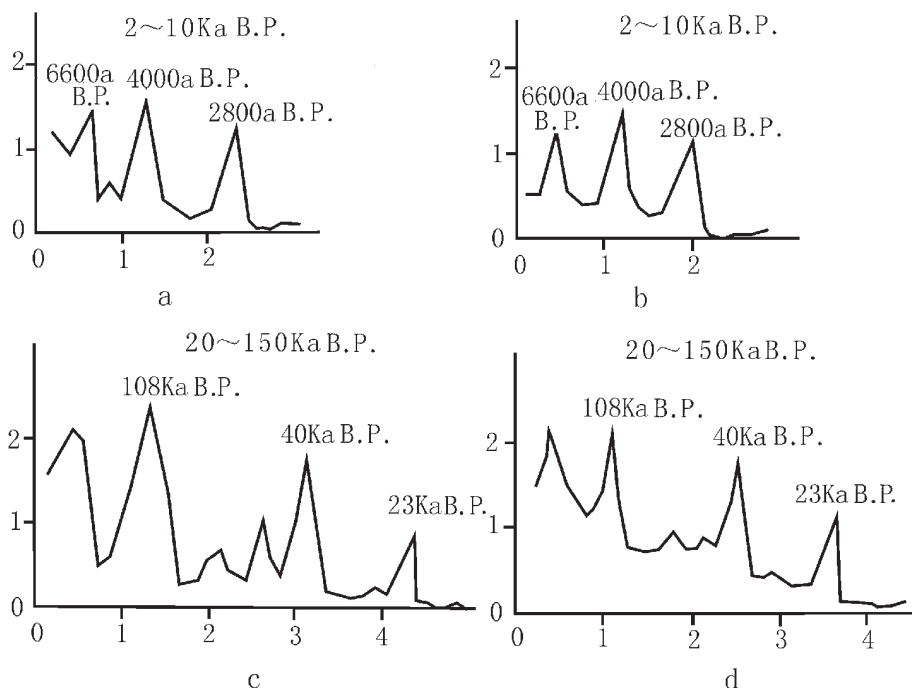


图2 频谱分析揭示CK₁孔松科(a、c)落叶阔叶树种(b、d)花粉含量变化周期

Fig. 2 Variation cycles of the pollen contents of *Pinus* (a and c) and deciduous and broadleaf trees (b and d) from well CK₁ revealed by frequency spectrum analysis

中,落叶阔叶树种花粉和松科花粉的峰值为6 600 a B.P.、4 000 a B.P.和2 800 a B.P.

银川CK₁孔孢粉谱中落叶阔叶树种花粉和松科花粉的含量变化,反映了银川盆地中更新世以来的孢粉植物群演化过程,因而也反映了古气候的交替变化,这种变化具有108 Ka B.P.、40 Ka B.P.、23 Ka B.P.、6.6 Ka B.P.、4 Ka B.P.和2.8 Ka B.P.周期。频率强度峰的位置、窄度及强度都可以识别出不同的变化周期,还可以确定哪种周期表现得更强些。在20~150 Ka B.P.时段内,108 Ka B.P.周期表现的最强,随着时间的推移,气候的周期向着短周期时间尺度上变化。在10 Ka B.P.以来,气候周期明显变短,波动剧烈。特别是4 Ka B.P.周期表现得强些,说明此时的气候周期在加强。每个周期的早期是以森林或森林草原为主的茂盛时期,气候温暖,晚期是以草原或荒漠草原为主的时期,气候偏冷偏干。

从孢粉周期变化中可以看出,气候波动的周期存在不同时间尺度的周期变化,其周期大体为100 Ka B.P.、40 Ka B.P.和1~2 Ka B.P.。长时间尺度上大致以100 Ka B.P.为一个周期,100 Ka B.P.以来以40 Ka B.P.

为一个周期为主,10 Ka B.P.以来,则以1~2 Ka B.P.为一个周期。其中108 Ka B.P.周期变化与地球轨道变化的偏心率100 Ka B.P.周期相符合,而地轴倾斜度的41 Ka周期以岁差的23 Ka B.P.周期变化在本区具有明显的记录;10 Ka B.P.以后,6.6 Ka B.P.周期可与北大西洋Heinrich事件约7 Ka B.P.周期大约相对应,4 Ka B.P.周期在北大西洋的海洋冰川漂移碎屑事件也有记录,而2.8 Ka B.P.周期可与D/O 2.8 Ka B.P.周期相对应,说明了本区20 Ka B.P.前气候变化主要直接受太阳辐射变化所驱动,因为23 Ka B.P.岁差周期变化可导致低纬度太阳辐射较大幅度波动^[4]。10 Ka B.P.之后,气候变化发生了实质性变化,气候快速由温暖变为冷干的气候波动,而且波动的周期性越来越短。这可能是北大西洋环流变化对气候突变的作用。因此银川盆地气候冷暖变化的周期受控于地球轨道变化,而更短尺度的气候变化则叠加于轨道尺度气候变化之中。

银川盆地近15万年以来的孢粉演化,较完整地记载了自然环境的演化,在地球转动轨道控制下,气候的变化格局与黄土高原可以对比^[5]。由于受贺兰

山、阴山、秦岭、吕梁山和太行山等周边山脉的形成对银川盆地气候环境的影响,古气候的演变有独自的特点,孢粉的变化周期后一个较前一个周期的落叶阔叶树种花粉有不同程度的减少,而喜冷的藜科花粉有所加强。特别是1万年以来藜科花粉显著增加。而降水量变化在时间尺度上可与ENSO系统1~3 Ka B.P.的长周期变化进行对比。在ENSO系统盛行时段,银川盆地温度升高,降水量较少,发育了以藜科和蒿属为主的草原植被,反之,则温度降低,降水量增加,高山针叶分布范围增加。气候朝着越来越干旱的方向发展,气候的周期性在缩小,波动频率在增加。

4 结 论

(1)150 Ka B.P.以来气候的周期变化基本反映了银川盆地的古气候演化特征,总体特征是气候的周期为高频率低幅度,周期越来越短,早期温暖,晚期凉爽。冷暖期的气候反差较大。

(2)银川盆地150 Ka B.P.以来孢粉较完整记录

自然环境的演化过程,且有独特的特点,冷暖干湿波动频繁,幅度较大,气候偏干。3万年以后藜科增多。气候向着干旱方向发展。

(3)150 Ka B.P.以来植物群在草原和森林草原之间频繁变迁,有时出现短暂的森林或荒漠草原,显示了植被对气候的敏感性。

本文在编写中得到陈云研究员和徐建明副研究员的指导,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 秦蕴珊,李铁刚. 苍树溪末次间冰期以来地球气候系统的突变[J]地球科学进展 2000,15(3):242~240.
- [2] 刘嘉麒,倪云燕,储国强. 第四纪的主要气候事件[J] 第四纪研究 2001,3(21):239~248.
- [3] 董国榜,石英,范淑贤,等. 银川盆地晚第四纪环境特征[J] 地球科学 1995,20(4):421~426.
- [4] 吴智勇. 米兰柯维奇韵律层及其年代地层意义[J] 地层学杂志, 1995,19(2):156~160.
- [5] 石建省,李铮华,魏明建,等. 黄土的古气候记录与第四纪气候旋回[C]见:黄土与古气候演化,地质出版社,1998.107~117.

Late Quaternary sporopollen records ad rapid climatic fluctuation events in the Yinchuan basin

FAN Shu-xian, ZHENG Hong-rui, LIU Ping-gui, GUO Sheng-qiao

(Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Zhengding 050803, Hebei, China)

Abstract: On the basis of the analysis of sporopollen from well CK₁, the authors studied the events of climatic fluctuations of 10 ka and 1 ka scales since 150 ka BP and obtained the climatic change cycles from the sporopollen records of sediments in the Yinchuan basin by the frequency spectrum analysis. The study indicates that the climatic cyclic fluctuations of the 10 ka scale may be correlated with the variations of the Earth's orbital elements in the Milankovitch theory in the high-latitude areas, while the quasi-cycle of the 1 ka scale corresponds to D/O. This suggests that there exist climatic fluctuation events of 10 ka and 1 ka scales in the Yinchuan basin.

Key words: Yinchuan basin; frequency spectrum analysis; sporopollen