

# 延安地区全新世黄土孢粉分析及其植被演化

贺秀斌, 梁一民, 田均良

(中国科学院 水土保持研究所, 陕西杨陵 712100)  
(水利部)

**摘要:** 采用孢粉分析和<sup>14</sup>C测年法, 通过花粉植被化模拟技术, 研究了延安地区全新世的孢粉组合特征及其古植被的演替历史。全新世时期延安地区的气候变化在全球和中国区域气候的格局下, 也呈现出早、中、晚三个气候阶段, 中期(7 500~ 4 500 a)为气候最佳期, 与之相对应的植被演替也分为三个阶段: 中期植被为松、桦、栎、漆为主具亚热带成分的暖温带落叶阔叶林, 早期和晚期的气候较干冷, 乔木花粉的含量减少, 呈现以松、栎为主的暖温带针阔叶混交林。

**关键词:** 孢粉分析; 花粉植被化模拟技术; 延安; 全新世

**中图分类号:** Q 914.7    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1005-3409(2000)02-0124-04

## Pollen Analysis of Holocene Loess and Vegetation Evolution in Yan'an Area

HE Xiu-bin, LIANG Yi-min, TIAN Jun-liang

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences  
and Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi 712100, PRC)

**Abstract:** The authors present pollen assemblages and radiocarbon dating of the Holocene loess in Yan'an area. Using the pollen-vegetation modeling technique, the vegetation evolution during Holocene was reconstructed. Under the background of global and regional climatic changes, Yan'an had been subjected to a whole cycle change of climate. In the middle of Holocene, the climate was at the optimum warm and humid stage, and the vegetation type was dominated by subtropical deciduous broad-leaved forest, which mainly consisted of Pinus, Betula, Quercus and Rhus. During the early and later Holocene, with the dryer and cooler climate, it became coniferous broad-leaved mixed forest, which mainly consisted of Pinus and Quercus.

**Key words:** pollen analysis; pollen-vegetation modeling; Yan'an; Holocene

黄土高原多年的生产实践和科学实验在植被建造上积累了丰富的经验和教训<sup>[2]</sup>, 但是黄土高原是否具有建造森林植被的大气环境和地质水文条件, 还有一定的争议<sup>[3, 6, 9, 11]</sup>。不少人对植被功能和黄土高原植被恢复前景产生怀疑, 直接影响到黄土高原植被建设的进程。本文对延安试区保存的全新世黄土剖面中的孢粉进行分析, 探讨黄土高原在全新世时期森林植被的发展和退化的演替规律。

研究古植被的方法有多种, 有间接与直接的方法。间接方法有根据动物化石、土壤和沉积物性质等推断的方法。如森林动物一般代表森林的存在, 卤化

物、硫酸盐的沉积物反映草原的存在, 另外土壤物化性质<sup>[5]</sup>, 土壤微形态特征也可以间接地反映植被的类型<sup>[1, 3]</sup>。直接方法有孢粉分析, 植物大化石和碳同位素法等<sup>[4, 8]</sup>。植物大化石由于保存条件的限制局限性很大; 碳同位素法尚未成熟, 因此孢粉分析还是一种恢复古植被较为常用的方法。孢粉是孢子和花粉的简称。孢子是孢子植物(苔藓、蕨类)的繁殖器官, 花粉是种子植物的繁殖器官。它们都属于微体化石, 具有数量多, 易保存, 在地层中散布均匀等特点, 有利于研究。

地质时期的黄土高原是否有森林或茂密的林草

\* 收稿日期: 2000-04-03

国家“九五”科技攻关专题(96-004-05-13)。

植被问题一直是学术界争论的焦点<sup>[3, 5, 6, 7, 9]</sup>。大量的孢粉研究表明黄土中的草本花粉含量无论在古土壤发育时期还是黄土沉积期都远远高于木本花粉的含量, 草本花粉以蒿为主要组合<sup>[9]</sup>, 由此推测黄土高原以草原植被为主, 但是也有研究表明利用孢粉数据恢复植被景观的一些理论问题还有待于研究<sup>[6]</sup>, 例如植物的产粉率问题, 即是一棵松树产的花粉多, 还是一棵蒿产的的花粉多; 花粉飘移性问题; 花粉的保存条件问题。上述问题未解决, 影响了孢粉数据的解读。

本文采用最新国际通用花粉植被化模拟技术<sup>[12, 13]</sup>, 研究了延安地区全新世的孢粉组合特征及其古植被的演替历史

1 研究区概况

延安属于暖温带半湿润易旱气候区, 具有过渡性特征, 呈现森林和森林灌丛草原的景观。延安以南分布有典型的暖温带落叶阔叶林, 延安以北现只保存有零星的槐树林, 呈现森林草原特征。历年平均气温为 7~ 9 ; 多年平均降水量 558.4 mm, 最高达 871.2 mm, 最低达 330 mm。

2 研究方法

在野外综合考察的基础上, 选择了杨家畔、万花和高桥三个典型全新世黄土—古土壤剖面, 在野外按土壤发育层次密集采样, 样距 10~ 30 cm。每个样品中可分析到 300~ 500 粒孢粉颗粒, 镜下鉴别各植物属种, 并统计其百分数。然后进行花粉植被化模拟。花粉植被化模拟是近年来从欧洲古植被模拟发展的把花粉资料转化成植被类型的技术。首先从花粉类型中, 根据植物生态特征选择有代表植被意义的植物, 如根据植物生长生活型(乔木/灌木), 植物的叶形态(阔叶/针叶), 物候(常绿/落叶)以及气候的适应性(暖性/寒性, 旱生/湿生)等方面特征。这些植物被称为“功能型植物(Plant Functional Types)”。基于功能型植物的气候指标是以最冷月温度为判定原理, 根据已知的植物地理和植物气候特征, 进一步把不同的功能型植物组合成植被型。在这个组合过程中, 一种花粉可以参与多种功能型植被; 一种功能型植被可以组成不同的植被型<sup>[12, 13]</sup>。表 1 列出了花粉类型及其对应的功能植被型<sup>[12]</sup>。

表 1 花粉类型和花粉的功能植被型

花粉类型	功能型植物
<i>Altingia</i> , <i>Cycas</i> , <i>Melastomaceae</i> , <i>Palmaceae</i> , <i>Piperaceae</i>	热带常绿林类
<i>Casuarina</i> , <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Glyptostrobus</i> , <i>Syzygium</i>	热带季雨林类
<i>Dacrydium</i> , <i>Keteleeria</i> , <i>Podocarpus</i>	亚热带常绿针叶林类
<i>Castanopsis</i> , <i>Cyclobalanopsis</i> , <i>Elaeocarpus</i>	亚热带常绿阔叶林类
<i>Hamamelidaceae</i> , <i>Magnolia</i> , <i>Quercus</i> (常绿类), <i>Theaceae</i>	
<i>Ilex</i>	温带常绿阔叶林类
<i>Rhododendron</i>	寒温带常绿阔叶林类
<i>Carya</i> , <i>Celtis</i> , <i>Fagus</i> , <i>Liquidambar</i> , <i>Myrica</i> , <i>Pterocarya</i> , <i>Rhus</i>	亚热带夏绿阔叶林类
<i>Castanea</i> , <i>Juglans</i>	暖热带夏绿阔叶林类
<i>Quercus</i> (落叶类)	温带夏绿阔叶林类
<i>Acer</i> , <i>Alnus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i>	寒温带夏绿阔叶林类
<i>Pinus</i> (硬木松类)	北方常绿针叶林类
<i>Larix</i>	北方常绿针叶林类
<i>Artemisia</i> , <i>Compositae</i> , <i>Cruciferae</i> , <i>Labiatae</i> , <i>Liliaceae</i> , <i>Ranunculaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> , <i>Umbelliferae</i>	草原草丛—灌木类
<i>Chenopodiaceae</i> , <i>Ephedra</i> , <i>Nitellaria</i> , <i>Tamarix</i>	荒漠草丛—灌木类
<i>Polygonaceae</i>	寒冷荒漠草丛—灌木类
<i>Ericaceae</i>	极地——高山灌丛类
<i>Gramineae</i>	沼泽类
<i>Cyperaceae</i>	草本类
<i>Cupressaceae</i> , <i>Pinus</i>	广延性针叶林类
复合式	
<i>Leguminosae</i>	热带常绿林类/草原草丛
<i>Moraceae</i>	热带常绿林类/温带夏绿
<i>Myricaceae</i> , <i>Myrtaceae</i>	热带常绿林类/亚热带常绿阔叶林类*
<i>Salix</i>	温带/北方夏绿阔叶林类/极地——高山灌丛类
<i>Betula</i>	北方夏绿阔叶林类/极地——高山灌木丛类
<i>Tsuga</i>	温带/亚热带常绿针叶林类
<i>Abies</i> , <i>Picea</i>	温带/北方常绿针叶林类

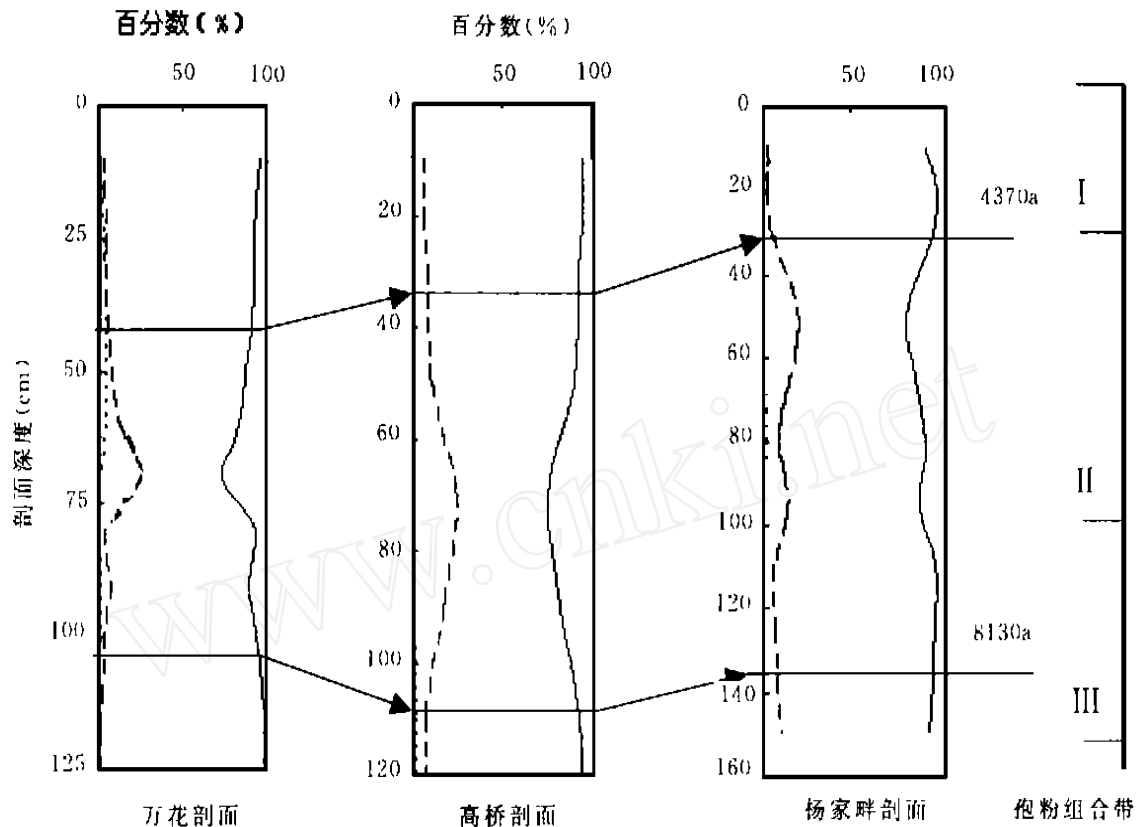


图1 各剖面的发育年龄及其孢粉组合特征

### 3 结 果

三剖面的结构基本相同,由下至上为黄土母质层,古土壤黏化层和盖层组成。<sup>14</sup>C 年龄显示古土壤发育期在 4 370~8 130 年之间,鼎盛时期大约在 5 500 年。共采集孢粉样品 38 个,镜鉴花粉 15 257 粒,发现 99 个植物属,其中蕨类植物 15 种。三剖面的孢粉组合特征基本相同,可分为 3 个组合带(图 1)。

I: 木本 7%,其中以松(*Pinus*)为主,约 5%,其次有栎属(*Quercus*)和柏(*Cupressus*),偶见榛(*Corylus*)和臭椿(*Ailanthus*)。草本以蒿(*Atrypa*) (72%~82%)为主,菊科(*Compositae*)、蓼属(*Polygonum*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)和禾本科(*Gramineae*)分别达 3%~5%。植被为含松树的疏林草原。

II: 乔木花粉占 20%~30%,花粉组合以松、栎、桦(*Betula*)、蒿、藜(*Chenopodium*)、菊、禾本科、十字花科(*Cruciferae*)为主要组合形式,发现有罗汉松(*Podocarpus*)、栗(*Castanea*)、铁杉(*Tsuga*)、朴(*Celtis*)、漆(*Rhus*)、胡桃(*Juglans*)等亚热带和暖温带针叶林和夏绿阔叶林类植物;喜湿性草灌也常见,

如堇菜(*Viola*)等以及水蕨(*Ceratopteris*)和水龙骨科(*Polypodium*)等蕨类植物。可分为以下两个亚带:

II 1: 有松、栎、榛、栎、胡桃、臭椿等,蒿、藜、禾本科明显减少。菊科、十字花科含量增高,出现蓼、堇菜、石竹(*Caryophyllaceae*)、领春木(*Euptelea*)等科属;特别是有漆属,罗汉松和杜鹃(*Ericaceae*)的出现。阔叶树种有所增加,且有亚热带的成分出现,为全新世气候最佳期。

II 2: 有松、鹅耳枥(*Carpinus*)、栎、栗、铁杉、榛、臭椿、朴、榆(*Ulmus*)等乔木,蒿、藜、菊科、禾本科、十字花科。新出现打碗花(*Calystegia*)、豆科(*Leguminosae*)、石竹、唇形科(*Labiatae*)等;

III: 木本极少,仅见个别松属和榛属的花粉。草本种类较丰富,除以蒿(50%~92%)为主外,菊科、蓼属、禾本科、十字花科、毛茛科都在 10%。

根据花粉植被化模拟规律,上述各组合带的植被类型分别为:

I: 温带针阔混交林

II 1: 具亚热带成分的暖温带针阔混交林;

II 2: 暖温带夏绿阔叶林。

III: 温带夏绿阔叶林。

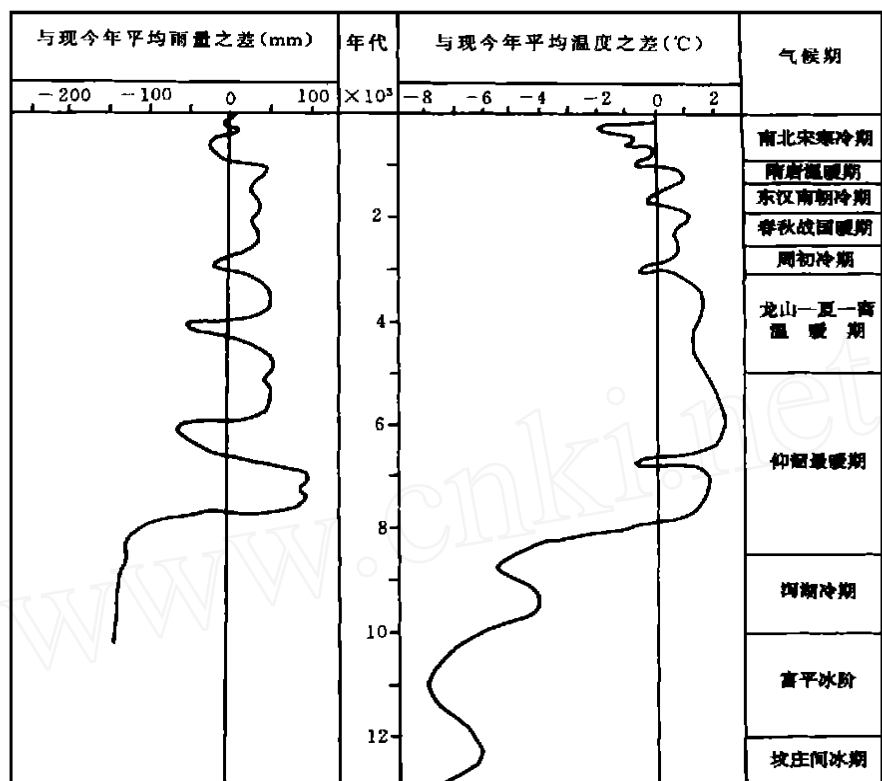


图 2 黄土高原全新世气候演化框架

4 讨 论

上述分析表明,全新世时期延安地区的植被演替在全球和黄土高原区域气候的格局下(如图 2),呈现出早、中、晚三个阶段,早期(10 000~ 7 500 a)为气候较干冷,与之相对应的植被为组成单一的寒温带夏绿阔叶林,中期(7 500~ 4 500 a)孢粉数量大,种类丰富,水蕨及其它蕨类显著,植被繁茂,气候暖湿,为松、栎、栎为主的暖温带落叶阔叶林,并出现漆树等亚热带树种;晚期的气候趋向干冷,乔木花粉的含量减少,呈现以松、栎为主的暖温带针阔混交林。

参考文献

1 龚子同,陈鸿昭,刘良梧 中国古土壤与第四纪环境[J] 土壤学报,1989,26(4)  
2 梁一民 加速植被建设,再造山川秀美的黄土高原[J] 水土保持通报,1998,18(3)  
3 唐克丽 武功黄土沉积中埋藏古土壤微形态及其发生学探讨[J] 科学通报,1981,26(3)  
4 赵景波 西安附近黄土中古土壤发育时的植被与气候[J] 科学通报,1984,29(7)  
5 季耿善 黑垆土形成的环境[J] 土壤学报,1992,26(4)  
6 朱志诚 对黄土地层古植被研究中困难问题的探讨[J] 科学通报,1982,27(24)  
7 孙建中 黄土高原全新世的古环境 中国西部第四纪冰川与环境[M] 北京:科学出版社,1991  
8 吕厚东,吕厚远 植物中的硅酸体[J] 生物学通报,1992(10)  
9 刘东生,等 黄土与环境[M] 北京:科学出版社,1985  
10 田均良,彭祥林 黄土高原土壤地球化学[M] 北京:科学出版社,1994  
11 史念海 论历史时期我国植被的分布及其变迁[M] 中国历史地理论(3),1991  
12 于革,孙湘君,秦伯强,等 花粉植被模拟的中国全新世植被分布[J] 中国科学(D 辑),1998,28(1)  
13 Prentic I C, Guiot J, Huntley B. Reconstructing Biomes from Palaeo Ecological Data: A General Method and Its Application to European Pollen Data at 0 and 6ka[M] J. Climate Dynamics, 1996, 12

5 结 论

1. 全新世时期延安地区的气候变化在全球和中国区域气候的格局下,呈现出早、中、晚三个气候阶段,与之相对应的植被演替也分为三个阶段:温带针阔混交林,具亚热带成分的针阔混交林和暖温带夏绿阔叶林及温带夏绿阔叶林。
- 2 该区植被在全新世的演替过程中,虽植被面貌变化较大,但始终保持以松、栎为优势的稳定林型。