

渭河阶地全新世土壤粒度成分高分辨率研究*

丁 敏 黄春长 周群英 毛龙江

(陕西师范大学旅游与环境学院 西安 710062)

〔摘要〕 通过对渭河阶地全新世土壤的野外考察和粒度成分的高分辨率分析研究,揭示了该区域褐色土的成壤作用过程与季风气候变化的关系。研究表明渭河第二级阶地褐色土形成在全新世气候最适宜期(8500 ~ 3100a B. P.) ,从 8500a B. P. 开始该土壤开始发育,老官台文化兴起。从 3100 a B. P. 开始的气候干旱化和沙尘暴堆积形成了黄土 L₀ 层。西周时期对应于该干旱期的初期。

关键词 粒度分析 气候变化 全新世 渭河阶地

中图分类号 S15 文献标识码 A 文章编号 1001-4675(2002)04-0069-03

渭河阶地的土壤是全新世沙尘暴堆积和环境演变的产物。这些土壤是渭河流域数千年农业文明发展的基础。因此,土壤学家、环境变迁和考古学家都在从不同的角度,利用不同的方法和手段研究渭河阶地的土壤。为了揭示过去一万多年来季风演变、沙尘暴堆积对于渭河阶地成壤过程的影响,以及某些重要的古文化发展与资源环境演变的关系,经过广泛的野外考察,本项目选择长安沣西 SLC 剖面进行高分辨率分析。

1 研究地点和地层概况

长安县沣西 SLC 剖面位于渭河南岸的第二级阶地上。全新世黄土和土壤出露在 4 ~ 5m 高的取土坑陡坎,剖面完整,层次清楚。虽然剖面所在区域在新石器和青铜器时代都有人类活动,但该剖面黄土堆积和土壤发育良好,受近代人类活动的扰动很少。根据野外观察分析,可将 SLC 剖面全新世地层作以下划分,从上往下依次为:

(1)表土层(TS),深度在 0 ~ 25cm 之间,相当于耕作层(A_{Pl})。

(2)黄土层(L₀),深度在 25 ~ 80cm 之间,黄土的特征比较明显。

(3)古土壤(S₀),深度在 80 ~ 132cm 之间,为褐色土类型。

(4)过渡黄土层(L₁),深度在 132 ~ 144cm 之间,含有钙结核。

(5)黄土层(L₁),深度在 144cm 以下,未见底界,是典型的马兰黄土。

通常将全新世与晚更新世的界限定为 11,500a B. P.,该界限在 SLC 剖面被鉴定在 170cm 深度。同时在剖面 125 ~ 115cm 层位发现老官台文化期(8 000 ~ 7 000a B. P.)典型陶片等文化遗物,故可以将处在 132cm 深度的 S₀/L₁ 界限年代确定为 8 500a B. P.。同时在 SLC 剖面 72 ~ 62cm 发现典型的西周绳纹灰陶片等文化遗物,故可将 L₀/S₀ 界限(80cm)确定为 3 100a B. P.。

2 研究方法和分析结果

在对 SLC 剖面进行详细的野外观测研究的基础上,在该剖面自上而下每 2cm 连续采样,从 0 ~ 250cm 层段,共采得 125 个样品。这些样品在实验室内经自然风干后,将每个样品在陶瓷研钵内研磨至 ≤ 2mm。然后,称取研磨好的土样 50g,采用比重计法作粒度分析实验。对实验结果都进行了温度和分散剂的校正。对个别异常样品,作了重复分析验证。

根据对 SLC 剖面地层划分和粒度分析结果,绘制成粒度成分分布图(图 1)。粒度分析结果显示,

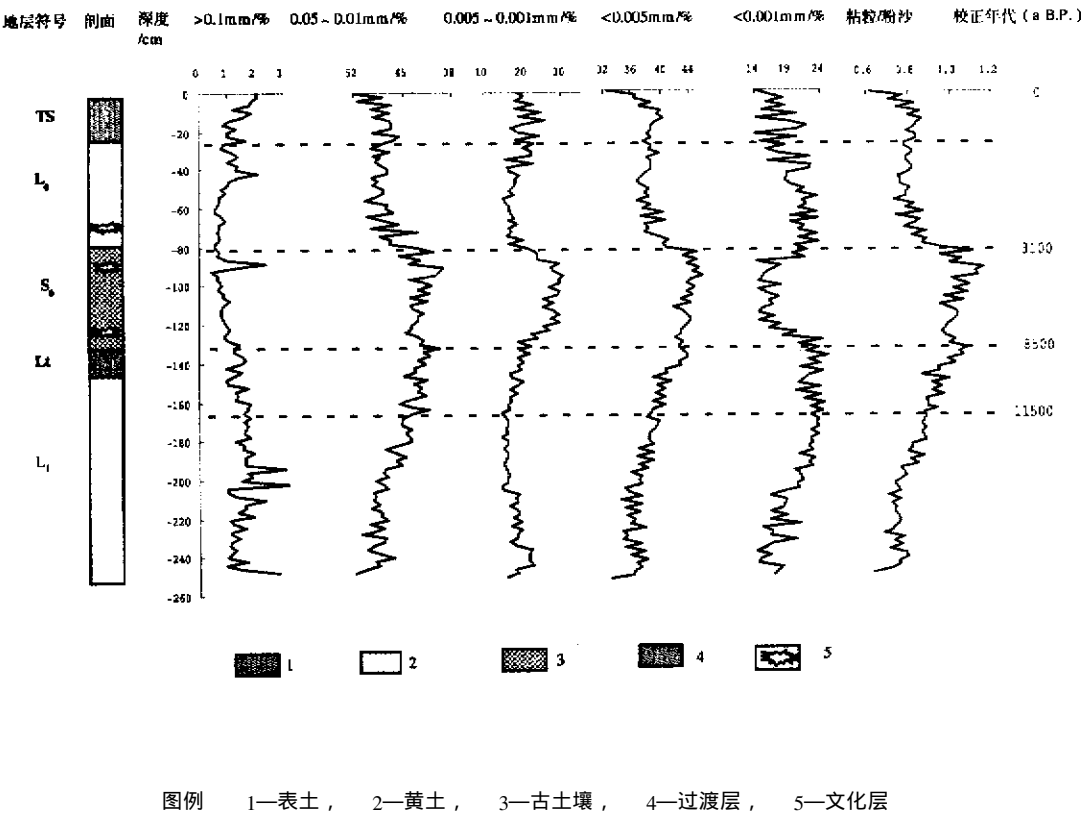
* 基金项目:国家自然科学基金项目(40071006),陕西省科技攻关项目(2000KR07),教育部人文社科重大项目(2000ZDXM770012)
本实验得到葛森老师的悉心指导和李晶、宋琦、王秀兰等同学的热情帮助,在此表示衷心的感谢!
收稿日期:2002-07-10,修订日期:2002-09-12

剖面中粉沙(0.05~0.01mm)的含量在38%~52%之间。其中,黄土层 L_0 和 L_1 的粉沙含量高于古土壤 S_0 。粘粒($<0.005\text{mm}$)的含量变化在35%~45%之间,与粉沙的含量呈现大致相反的变化趋势。剖面粒度分布的变化规律,进一步验证在野外对该剖面地层划分的可靠性。

3 讨论与结论

前人所做的粉尘在空气中悬浮和搬运性能的实验结果表明,粉沙(0.05~0.01mm)颗粒是易浮动,易分散的(Moldvay,1962)^[1]。因此,黄土剖面中该粒级粉沙粒的含量变化可反映西北季风和沙尘暴的强

弱变化;而R.A.拜格诺(1959)^[2]的风洞实验显示,粒径 $<0.005\text{mm}$ 的粘粒在没有粗颗粒掺杂时,是被风吹动的。并且,黄土地层的褐土型古土壤的粘化层中存在流胶状等形态的粘土和Fe、Mn质淀积胶膜,表明在风尘堆积之后的风化成壤过程中,粘粒胶体物质发生过迁移和富集(安芷生等,1979,1980)^[3,4]。从这个意义上来说,粉尘粒组,由于其主要矿物是石英和长石等,在褐土型古土壤形成过程中,不会发生显著变化;而粘粒组尤其是粒径 $<0.001\text{mm}$ 的细粘粒和胶粒含量会随成壤作用的增强而发生变化。而且,气候越温湿,受到的次生改造作用越强。况且,粘粒/粗粉沙的比值则可比较客观的反映成壤环境,即当时的粉尘搬运动力和沉积环境的变化^[5]。



图例 1—表土, 2—黄土, 3—古土壤, 4—过渡层, 5—文化层
图1 陕西长安沣西 SLC 全新世黄土剖面粒度分析结果

Fig.1 The analyzed results of fraction of the Holocene loess-palaeosol at the SLC site, Chang'an County, Shaaxi Province

在 SLC 剖面粒度分析结果表明,125~80cm 对应 8500~3100a B.P.,处于全新世气候最适宜期。当时成壤作用非常旺盛,粘化作用和碳酸盐的淋溶淀积作用强烈,形成褐土型的粘化层。

粒径 $<0.001\text{mm}$ 细粘粒和胶粒含量的剖面变化,表明在成壤过程中该粒级物质在剖面下移明

显。这是在土壤剖面物质质地较粗,孔隙度大,地下水位深,雨水丰富的情况下淋移淀积作用的结果。由此可知 SLC 剖面古土壤 S_0 形成过程中,降水量是相当大的。

SLC 剖面的粒度特征分布特征,尤其是粘粒/粉沙比值的趋势清楚的反映了渭河阶地全新世的气候

变化规律,早全新世气候逐渐变暖。在全新世中期(8 500~3 100a B.P.)气候最为温湿,成壤作用最强烈,形成褐色土类土壤。当时的年平均降水量可能比现代要高出200~300mm。

全新世晚期(3 100 a B.P.)以来,气候突然变得干旱,西北强烈季风和沙尘暴覆盖了褐土 S_0 ,使之成为古土壤。这与关中盆地其它剖面的研究结果相吻合(黄春长,2001)^[6]从SLC剖面文化层的出现位置,可以看出,关中老官台文化(8 000~7 000 a B.P.)兴起在全新世最适宜期的开端,温暖湿润的气候、良好的环境和土地资源条件,促进了新石器旱作农业文化的发展。而西周时期(3 000~2 720 a B.P.)则处在气候干旱化的初期。

参 考 文 献

[1] Moldvay L. On the governing Sedimentation from eodoin surpension [J]. Acta Universitatis Szegediensis. 1962 ,14 ,75 ~ 109.
[2] 拜格诺 R. A. 风沙和荒漠沙丘物理学[M]. 北京 地质出版社 , 1959.
[3] 安芷生, 魏兰英. 淀积铁质粘立胶膜及其成因意义[J]. 科学通报 ,1979 ,29 228 ~ 231.
[4] 安芷生, 魏兰英. 离石黄土中的第五层古土壤及其古气候意义 [J]. 土壤学报 ,1980 ,17 ,1 ~ 10.
[5] 刘东生, 等. 黄土与环境[M]. 北京 :科学出版社 ,1985. 121 ~ 151.
[6] 黄春长. 渭河流域 3100 年前资源退化与人地关系演变[J]. 地理科学 ,2001 21(1) 30 ~ 35.

High-solution Analysis on the Fraction of Holocene Soil on the Second Terrace of Weihe River

DING Min HUANG Chunchang ZHOU Qunying MAO Longjiang
(College of Tourism and Environment Sciences , Shaaxi Normal University , Xi 'an 710062 , China)

Abstract The soils on the terraces of Weihe River are the results of the deposit of Holocene sand-dust storms and the environment evolution. These soils are the development base of the agricultural civilization for several thousand years in the Weihe River watershed. Therefore , many pedologists , experts in environment evolution and archaeologists research the soils from the different angles with the different methods and means. In this paper , the high-solution analysis on the fraction of Holocene soil on the second terrace of Weihe River is carried out so as to reveal the monsoon evolution , influence of the deposit of sand-dust storms on the formation process of the soil , and the relationship between the development of some important ancient cultures and the evolution of the resources and environment. The relationship between the formation process of drab soil and the monsoon climate change is revealed by the field investigation and the high-solution analysis on the fraction of Holocene soil on a terrace of Weihe River. The analyzed results show that the drab soil on the second terrace of Weihe River formed in the period(8 500~3 100 a B.P.) of Holocene epoch under the most ideal climate conditions. The soil began to develop from 8 500 a B.P. , and the Laoyitai culture was risen. The L_0 layer of the loess formed under the arid climate and the frequent occurrence of sand-dust storms from 3 100 a B.P. , i.e. , Western Zhou Dynasty.

Key words analysis on fraction , climate change , Holocene epoch , terrace of Weihe River