

文章编号: 1001- 4810(1999)03- 0207- 06

西安地区全新世古土壤的研究^{*}

侯春红

(陕西师范大学旅游与环境学院,西安 710062)

摘 要: 本文根据磁化率、粒度、 CaCO_3 、 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 含量以及土壤微结构等方面的资料对西安地区的全新世古土壤的性质和类型及环境的特点进行了较为全面的论述。各项资料显示,该地区全新世大暖期的古土壤为温湿气候条件下发育的淋溶褐土,而并非过去所称的半干旱条件下发育的“黑垆土”;该层古土壤发育时的年均降水量应不小于 750mm。全新世古土壤底部之下分布深度达 2m 多的密集根充填物,指示当时存在森林植被。

关键词: 全新世;古土壤类型;环境

中图分类号: P531 **文献标识码:** A

位于马兰黄土之上的全新世古土壤自确定以来,一直被称为“黑垆土”^[1,2]。由于土壤的形成与特定气候、环境条件密不可分,所以通过土壤类型便可反推当时的气候、环境特征。因此,随着全球变化研究的深入,发育于全新世中期大暖期的全新世古土壤逐渐成为研究热点。近年来,虽然关中地区全新世古土壤的研究进展较大,但对其土壤类型的认识却说法不一^[3,4]。为了能准确确定该古土壤的类型以便为恢复全新世大暖期的环境特征提供依据,本文从以下几方面对西安地区的全新世古土壤的性质和类型及环境特点进行了较为全面的论述。

1 研究剖面的宏观形态特征与土壤主要化学成分

1.1 分层与特征

作者对西安地区进行了多个剖面的调查,各剖面基本具有一致的分层。现详细介绍位于西安南郊陕西师范大学建筑工地内的重点研究剖面的特征。

(1) 全新世黄土层 (L_0): 棕黄色,团粒状结构,多孔隙,根孔、蚯蚓孔亦较多,厚 30cm

(2) 全新世古土壤层 (S_0): 黑褐色,略显棕红色,棱柱状-棱块状结构,有较为光亮的粘土胶膜沿节理面发育,大孔隙多,较坚硬,厚 60cm

(3) 过渡层 (C_1): 褐黄色,夹杂深褐色斑块,以团块状结构为主,有一定的棱块状结构发育,具大孔隙,垂直裂隙发育,实为淋溶黄土母质层,厚 40cm

(4) CaCO_3 淀积层 (B_k): 结核大小约为 1cm 左右,稀疏分布在棕黄色黄土中。该层和过渡

* 国土资源部“九五”科技项目(9501104)和岩溶动力学开放研究实验室项目(9801)研究成果

作者简介:侯春红,女,1975年生,硕士研究生。

收稿日期:1999-06-08

层的突出特点是有密集分布的黑褐色根孔填充物存在。随着深度增加,根孔直径减小,间隔加大。根孔向下延伸进入黄土层中,分布深度达 4m 多,其直径在 1~4cm 之间。厚 30cm

(5) 马兰黄土层 (L₁): 棕黄色、团块结构,均质,多孔隙,该层仍存在根孔填充物,且尚有少量直径大于 1cm 的根孔填充物存在。出露厚度 40cm

在该剖面中,古土壤之下、CaCO₃ 淀积层之上存在的淋滤黄土层是过去很少注意到的特殊层位,但它却具有指示土壤具有淋溶特征的重要价值

1.2 主要化学成分

作为土壤性质的指示成分之一的土壤 CaCO₃,不仅其含量能指示土壤剖面的淋溶特征,而且其迁移深度或淀积深度同样能指示当时淋滤作用的强弱^[5],因而土壤 CaCO₃ 含量及 CaCO₃ 淀积深度都是确定土壤类型的重要依据。

据野外观察,古土壤层中不见有 CaCO₃ 的薄膜、菌丝、斑点发育,而在距古土壤底部之下 40cm 处可见分散分布的 CaCO₃ 小结核,分布深度在 130~160cm 之间。其次,通过对剖面 12 个样品的 CaCO₃ 含量测定可知(图 1),除顶部由于上覆黄土中 CaCO₃ 向下淋溶而造成含量稍高外,古土壤层 CaCO₃ 含量都很低。而在淀积层中,CaCO₃ 含量很高,一般在 15% 以上,最高为 25.4%。这说明 CaCO₃ 在该古土壤发育过程中受到了强烈淋滤,同时也显示出当时土壤介质处于中、酸性环境

根据以上分析可知,CaCO₃ 在古土壤粘化层底部之下 0.4m 深处的黄土母质中发生淀积,并形成结核层,表明 CaCO₃ 淀积层已迁出古土壤层,这样的淀积层已不属于古土壤剖面的组成部分,这是中酸型淋溶土壤的特点^[1,6]。另外,蓝田县附近王庄全新世古土壤剖面的测定显示其中的 CaCO₃ 含量小于 0.24%,且下伏黄土中的 CaCO₃ 亦很低,具有淋溶土壤的突出特点。由此可见,关中平原的全新世古土壤普遍具有淋溶型土壤的特征

与 CaCO₃ 的淋溶迁移相比,土壤中的 Fe₂O₃ 与 Al₂O₃ 的迁移与淀积反映了土壤发育时期更强的淋滤作用。对该剖面的 Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 含量分析(图 1)表明,古土壤层中的 Fe₂O₃ 与 Al₂O₃ 两者含量变化的趋势相同,均呈现出由少到多的变化规律。有关研究表明黄土中古土壤 Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 在剖面中含量差异为 0.5% 左右就指示它们可能发生了迁移^[5]。所研究的剖面中两者的含量差异都超出了这一标准,说明了这两种氧化物发生了迁移,并在中下部发生一定聚集。在过渡层上部 Fe₂O₃ 与 Al₂O₃ 含量略有下降,到了中、下部则急剧减少。这种变化说明 Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 虽有迁移,但是迁移并不显著。野外观察表明,在过渡层中红色粘土胶膜发育不好,指示 Fe₂O₃ 与 Al₂O₃ 迁移不强烈

2 全新世古土壤的磁化率及颗粒组成

该剖面的磁化率是利用 WCL-1 型磁化率仪 (1.0KHz),间隔 5cm 直接于野外剖面上测定获得的。测定结果如图 2 所示

由于黄土高原黄土-古土壤序列中磁化率变化具有较强的规律性,这一指标得以广泛应用,被视为东亚夏季风强度的替代性指标^[7,8]。目前虽然对磁化率的气候机制有不同的解释,但大多数都承认磁化率与成土作用强度之间存在密切联系^[9,10]。本剖面的磁化率不仅在古土壤层表现为高值,且在过渡层也比较高,因而在曲线上表现出宽幅的高峰区。磁化率异常变化,正是该剖面独特之处的体现。如前所述,该剖面过渡淀积层宏观上具有密集分布的褐色根孔填充

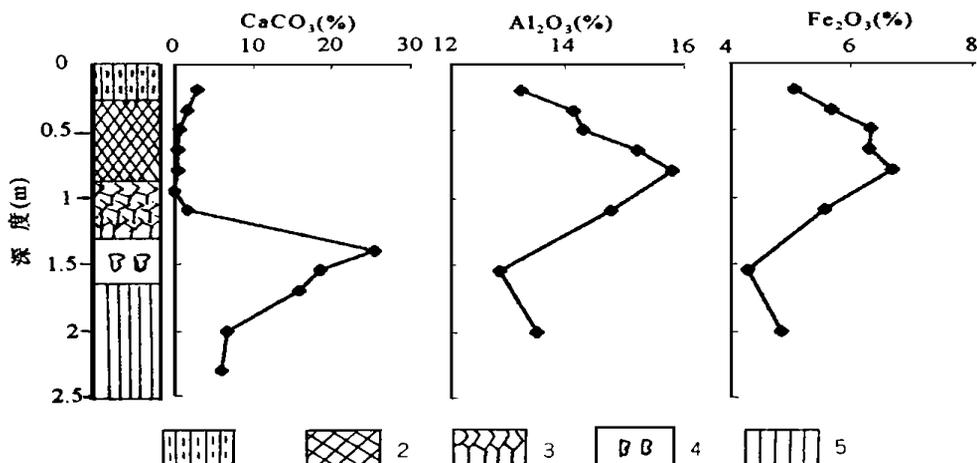


图 1 陕西师大全新世古土壤的化学成分含量图

Fig. 1 Chemical compositions of Holocene paleosol in Shaanxi Normal University

1.全新世黄土层; 2.全新世古土壤层; 3.淋滤黄土层; 4. CaCO₃沉积层; 5.马兰黄土层

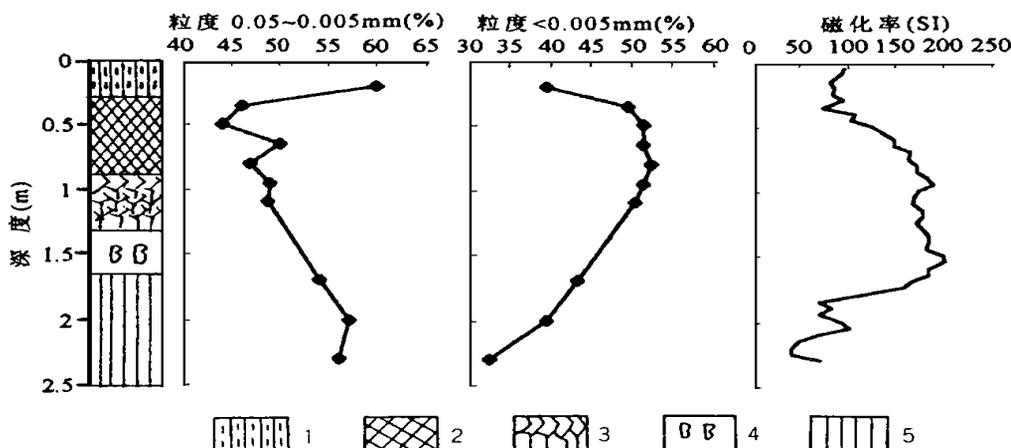


图 2 师大全新世古土壤的磁化率曲线及粒度曲线图

Fig. 2 Magnetic susceptibility curve and grain size curve of Holocene paleosol in Shaanxi Normal University

1.全新世黄土层; 2.全新世古土壤层; 3.淋滤黄土层; 4. CaCO₃沉积层; 5.马兰黄土层

物。对根孔填充物与黄土的磁化率大小进行对比测定,发现填充物的磁化率明显高于黄土。所以过渡层磁化率较高,在曲线上呈现出宽幅高峰状,同时也说明了根孔填充物是来自上覆古土壤并经受过较强成壤作用的物质。从已测磁化率资料得知,发育好的森林型古土壤磁化率值达到 200^[7,8]。西安全新世古土壤磁化率已达这一数值,因而该古土壤属于森林土壤是可能的。从磁化率的波动来看,全新世古土壤发育时存在次级气候振动

颗粒成分能指示土壤化的强弱,是判别土壤性质的重要依据。在该剖面中采集 10 块样品

利用传统的甲种比重计法进行粒度分析。根据分析结果(图 2)可知,古土壤的粘土颗粒含量较高,其中以胶体形式存在的粘粒($< 0.001\text{mm}$)约在 25% ~ 35% 之间。与下伏黄土相比,古土壤中的粘粒与胶粒含量明显增高,说明土壤层的粘化作用相当强烈。从粘粒含量层位变化状况看,古土壤层的中下部粘化最强,这与现代土壤剖面粘化强弱的分布相同,显示出沉积间断条件下发育的土壤的特征^[11]。另外,从各粒级曲线上可见,过渡层也表现出粗颗粒含量减少,粘粒成分增多的特点,尤其是过渡层顶部,这一特点相当明显,反映过渡层特别是顶部受到了一定的风化淋滤作用。同时,该层粘土颗粒含量高也与该层分布的根孔填充物有密切关系。

3 全新世古土壤的微结构特征

土壤微结构是在各成土因素共同作用下形成的,能反映土壤的特征、形成过程和性质。为鉴别该古土壤微结构类型,在该剖面各层中共选择 7 块样品进行磨片观察。观察得知,古土壤中粗颗粒含量一般在 50% 左右,以石英占绝对优势;粘土颗粒含量较高,主要以填充粒间孔隙的形式存在;胶结物主要呈填隙状,并有一部分以面状或块状形式存在,呈现粒状基底-孔隙胶结微结构;古土壤中的孔隙含量较多,约占薄片面积的 10% ~ 20%,主要是根孔和虫孔。

古土壤微结构的另一特征是有光性定向粘土发育。光性定向粘土是在土壤发育过程中形成的新生体,是微细的粘土成分在成壤过程中发生移动产生的。光性定向粘土的含量、发育强弱与土壤发育的气温、降水量有密切关系,气候越温湿偏热,光性粘土发育越好,反之相反。在该古土壤中,由于有机质较多,光性定向粘土在单偏光镜下一般呈暗棕色,正交偏光镜下为较透亮的红棕色,这种红色是温度较高环境下发育的土壤的特征^[12]。光性粘土主要分布于裂隙和孔洞内,其含量一般在 5% ~ 10% 之间,以流胶状的形式为主,块状少量。同时,粗颗粒间也有光性定向粘土发育,以斑点状形式存在,反映了光性定向粘土是同生的,即在土壤发育过程中形成的。光性定向粘土以土壤中、下部发育最好,说明中下部成壤过程最强。在过渡层上部可观察到约 3% 左右的光性定向粘土发育,以流胶状形式存在,分布于裂隙孔洞内,这部分光性粘土应是从上覆古土壤粘化层中迁移下来的,它代表了铁铝氧化物的移动和较强的成壤过程。

通常认为光性粘土含量大于 3% 或以块状形式存在者为淋溶淀积型,是森林土壤所具有的特征^[13]。显然全新世土壤光性粘土属淋溶淀积型。但是该古土壤层中块状光性定向粘土含量少,而且颜色普遍偏暗,光性不很均一,这可能反映出古土壤发育时气候的湿热程度不高,因而淋滤作用并不十分强烈。当然,光性粘土颜色偏暗,应与该层古土壤残留的有机质含量高有关。

4 讨论与结论

首先,根据 CaCO_3 含量以及淀积深度,可确定出西安附近全新世古土壤是不具有 CaCO_3 淀积层的淋溶型中、酸性土壤,其剖面构型为 A-B₁-C(淋滤黄土层)-B₂-C 发育在半干旱条件下的黑垆土最明显的特征是土壤剖面中常见粉状及菌丝 CaCO_3 ,且 CaCO_3 淀积层分布深度小^[11]。由此可以判定该古土壤不可能是黑垆土。其次,据该土壤粘化强及中下部略显棕红色的特点分析,它应当是在温湿或湿热条件下形成的,可能的类型是淋溶褐土、棕壤和黄棕壤。但

是从土壤中的块状光性定向粘土含量较少,颜色普遍偏暗判断,该土壤不可能是发育在湿热环境条件下的黄棕壤。第三,现代淋溶褐土、棕壤和黄棕壤的区别是淋溶褐土的 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 迁移不明显,棕壤和黄棕壤的铁、铝氧化物都有迁移,但黄棕壤的迁移更显著。如前所述,该古土壤的 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 只在土壤内部发生迁移,迁移并不显著。这表明,该层古土壤不可能属于黄棕壤,而且棕壤的特征也不明显,应当是淋溶褐土。

据其它方面研究^[14],全新世大暖期比现今气候温暖湿润,因此当时土壤发育程度比现代土壤高,而关中平原现代土壤为褐土。这也表明全新世大暖期发育的土壤不可能是黑垆土。另外,据剖面密集分布的根孔填充物的规模以及西安附近蓝田、长安等剖面也显现出根孔填充物的特征,认为该土壤上发育的植被类型不可能是草原和森林草原,应当是森林。因此,西安附近全新世古土壤不是草原环境下的淋溶湿草原土,而应是暖温带、落叶阔叶林环境下发育的淋溶褐土。据各项分析资料推断,西安地区全新世古土壤发育时的年均降水量至少在 750mm 以上,年均温度为 $15^{\circ}C$ 左右。

致 谢 本文是在赵景波教授、黄春长教授的精心指导下完成的,并得到韩宇平同志的帮助,在此作者表示真挚的感谢!

参考文献:

- [1] 中国科学院南京土壤研究所.中国土壤 [M].北京:科学出版社,1978 280~ 294.
- [2] 朱湿谟.黄土高原土壤与农业 [M].北京:农业出版社,1990 82~ 93.
- [3] 周昆叔.周原黄土及其与文化的关系 [J].第四纪研究,1995(2): 174~ 179.
- [4] 郭正堂等.全新世与上次间冰期气候差异的古土壤记录 [J].第四纪研究,1993(1): 42~ 53.
- [5] 赵景波.西北黄土区第四纪土壤与环境 [M].西安:陕西科学技术出版社,1994 14~ 17.
- [6] 赵景波.古土壤 $CaCO_3$ 淀积类型 [J].地理学报,1995,50(1): 35~ 40.
- [7] 刘秀明等.黄土频率磁化率与古气候冷暖变化 [J].第四纪研究,1990(1): 42~ 50.
- [8] Barbara A. Maher. Paleorainfall reconstructions from pedogenic magnetic susceptibility variation in the Chinese loess and paleosols [J]. Quaternary Research, 1995, Vol. 44. No. 3 383~ 391.
- [9] 刘秀铭等.中国黄土磁性矿物特征及其古气候意义 [J].第四纪研究,1993(3): 281~ 287.
- [10] Zhou L. P. Oldfield F. Wimtle A. G. Partly pedogenic origin of magnetic variations in Chinese Loess. Nature, [J], 1990, 246 737~ 739.
- [11] 徐启刚,黄润华编著.土壤地理学教程 [M].北京:高等教育出版社,1990 188~ 190.
- [12] Cremaschi, M. , Paleosols and Vetusol in the central Po Plain (Northern Italy): A study in Quaternary geology and soil development. Edizion Unicopi, Milano, 1987 1~ 306.
- [13] 曹升虞.土壤微形态及其在土壤发生、分类研究中的应用.土壤专报(第 37号) [R].科学出版社.
- [14] 施雅风等.中国全新世大暖期气候与环境的基本特征.中国全新世大暖期气候与环境 [C].北京:海洋出版社,1992 1~ 19.

HOLOCENE PALEOSOL IN THE REGION OF XI'AN

HOU Chun-hong

(*Department of Tourist and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China*)

Abstract Holocene paleosol has been called as loessial soil since its existence was determined. Recently, some researchers determined Holocene paleosol around Xi'an as luvic phaeozem or brown earth. However, these opinions about the paleosol are not uniform. In this paper, the characteristics, the types and the forming environment of the Holocene paleosol are discussed by applying the materials of magnetic susceptibility, grain size, contents of CaCO_3 , Fe_2O_3 and Al_2O_3 , soil micromorphology. These materials reveal that the Holocene paleosol around Xi'an is luvic cinnamon soil developing in warm and humid climate, but not developing in subarid climate. During the forming period of Holocene paleosol, the mean annual rainfall in Xi'an would be 750 mm or more, and the mean annual temperature would be about 15°C . There are dense root-infilling with more than 2 m deep, under the bottom of Holocene paleosol, which suggests the existence of the forest at that time.

Key words Holocene; Paleosol type; Environment