

扶风黄土台塬全新世多周期土壤研究

黄春长, 庞奖励, 陈宝群, 黄萍, 侯春红, 韩宇平, 李平华

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要:通过对陕西扶风新店村剖面的土壤学和地层学研究,以及磁化率、全铁和粒度成分分析,认为:周原黄土台塬表面完整的土壤剖面表现为多期发育的复合土壤,是由于全新世季风气候变化,导致以风尘堆积占优势的成黄土期与以生物风化成壤占优势的土壤发育期相互更迭造成的;仰韶文化时期的农业耕作是在下层古土壤(S_0^g),其主要发育时代为8 500~6 000 a B.P.,青铜器时代先周文化时期的耕种土壤是上层土壤(S_0^u),其发育时代是5 000~3 100 a B.P.,这个发育良好的复合土壤又被黄土层(L_0)所埋藏覆盖,因而就成为古土壤;黄土(L_0)是在过去3 100多年来以降尘堆积为主形成的,它在堆积增长的同时被不断地耕种利用发展农业。

关键词:全新世;多周期土壤;旱作农业;黄土台塬;关中盆地

中图分类号:P532;X144 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2001)06-0509-05

关中盆地黄土台塬表面的全新世黄土地层,被土壤学界确定为现代土壤。这样的剖面表现为顶部有40~80 cm厚的黄土覆盖层,堆积形成于最近的3 100多年,地质学界将其命名为黄土 L_0 ,并将其表层现代耕作层命名为MS或者TS;剖面下部为发育良好的褐色土类土壤,形成在全新世中期8 500~3 100 a B.P.,地质学界将其命名为古土壤 S_0 。近年来在周原黄土台塬的野外考察,发现许多与此不同的土壤剖面,对于正确认识关中盆地土壤资源的形成,和新石器时代以来人类对于土壤土地资源开发利用过程具有重要意义。本文主要对周原黄土台塬南部的扶风新店村剖面进行研究。

1 研究地点和土壤剖面

关中盆地西部岐山、扶风县境内的黄土台塬,由于先周时(大约3 100~3 010 a B.P.)曾在此建立都邑,所以得名周原。周原位于北山南麓、渭河以北,海拔600~750 m,塬面地形平坦略有起伏。周原处于我国半干旱-半湿润季风环境敏感带,年均温度12℃左右,年均降水量600~700 mm。新店村位于周原南部地区,海拔610 m,地形平坦略有下凹。土

壤剖面完整地出露在一个取土坑陡坎,土壤学层次与地层学层次都很清晰。对于该剖面的宏观形态特征按照土壤学、地层学原则描述如表1。

根据关中和陕北南部利用 ^{14}C 和TL测年确定的马兰黄土顶界年代和黄土 L_0 底界年代^[1~3],参照眉县清激村剖面的年代序列,考虑剖面发现新石器时代红色陶片和木炭屑的层位关系,初步确定了新店村土壤剖面的年代序列(见表1,图1)^[4~5]

2 研究方法和分析结果

对新店村土壤剖面在野外考察当中作了土壤学和地层学层次划分,进行了初步的宏观形态特征描述。从上向下每4 cm连续采样,共采样115个。在室温干燥之后,作了详细宏观特征描述。使用WCL-1型磁化率仪测定样品磁化率,每个样品测定4次,取平均值。全铁测定采用重铬酸钾容量法。粒度分析采用甲种比重计法。

磁化率反映土壤剖面铁磁性矿物含量的变化。铁磁性矿物主要是在风化成壤过程中产生的。因而磁化率能够正确地界定土壤剖面发生层A和B层。这有利于确定土壤剖面属于单周期土壤(mono-

收稿日期:2001-02-14

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40071006);教育部骨干教师资助计划项目(教技司2000第65号)

作者简介:黄春长(1954-),男,陕西彬县人,陕西师范大学教授,博士生导师,主要从事环境演变研究。

cyclic soil), 还是多周期土壤(polycyclic soil)。新店村剖面磁化率变化在 $20 \times 10^{-6} \sim 160 \times 10^{-6} \text{SI}$ 之间(见图 1)。马兰黄土中磁化率值最低 $20 \times 10^{-6} \sim 50 \times 10^{-6} \text{SI}$, 表明马兰黄土形成在冰期的干旱环境当

中, 几乎没有发生生物风化成壤。全新世剖面也有显著的波动变化, 与两层古土壤的中上部相对应, 出现最大值, 对应于黄土 L_x 和 L_n 出现低值。

表 1 陕西扶风新店村土壤剖面地层学和土壤学特征描述

Tab. 1 Pedological and stratigraphic descriptions of the soil profile at Xindiancun site, Fufeng, Shaanxi

深度/cm	土壤学发生层	地层学划分	颜色	土壤质地和结构特征	地层校正年代 (a. B. P.)
20~0	A_{p1}	表土层 (TS)	浊橙色 (7.5YR6/3)	粉沙质地, 团粒-团块状结构, 含有根系, 少量蚯蚓孔洞和粪粒, 可见微团聚体球形 (0.5~1 mm), 比较疏松易碎。有耕作扰动现象并且含有木炭屑。	3 100~0
45~20	A_{p2}	黄土层 (L_n)	浊橙色 (7.5YR7/3)	粉沙质地, 块状结构, 比较致密, 紧实坚硬, 含有根孔, 偶见蚯蚓孔洞, 微团聚体不太发育。具有犁底层特征。	
125~45	A_{p1}	古土壤 (S_1^1)	浊红棕色 (5YR5/4)	粉沙质地, 团块状结构, 胶结结实, 比较坚硬, 孔隙发育, 大孔隙多为蚯蚓孔洞, 常被粪粒填充, 可见球形微团聚体 (1~2 mm)。有耕作扰动现象且含有木炭屑。其中: 80~100 cm 为粘土质粉沙质地, 弱棱块状结构。90 cm 以下的孔隙中含较多白色钙质假菌丝体。	5 000~3 100
	中部红棕 (5YR4/6)				
200~125	C_k	黄土层 (L_x)	浊橙色 (10YR7/3)	粉沙质地, 块状结构, 疏松易碎, 含有根孔和少量大中孔隙, 球形微团聚体少见。上部偶见沙粒。	6 000~5 000
240~200	A_{p1}		浊红棕色 (5YR5/4)	粉沙质地, 团块状结构, 球形微团聚体发育 (1~2 mm), 一些孔隙含有钙质假菌丝体。耕作扰动现象明显。	
260~240	A_{p2}	古土	浊橙色 (7.5YR4/6)	粉沙质地, 块状结构, 多根孔, 有少量蚯蚓孔和粪粒, 一些孔隙中有钙质假菌丝体。成壤强度相对较弱。	
290~260	A_{p1}	壤 (S_2^1)	浊棕色 (7.5YR5/4)	粉沙质地, 团块状结构, 比较紧实坚硬, 含有根孔, 球形微团聚体很发育 (1~2 mm)。耕作扰动现象很明显, 并且含有红色陶片碎屑和木炭屑。	11 500~6 000
350~290	B_{tx}		浊红棕色 (5YR4/3)	粘土质粉沙质地, 棱柱状结构, 碎裂成棱块, 结构面具有棕色粘土胶膜, 比较粘重, 致密坚硬, 孔隙不发育。下部含有许多白色钙质假菌丝体。顶部有耕作扰动现象, 含有木炭屑。	
	B_k				
375~350	B_k	过渡层 (L_1)	浊红棕色 (5YR5/4)	粉沙质地, 团块状结构, 比较疏松易碎, 含根孔和虫孔。另外, 含有一些球形粘土(来自更早时代的古土壤)团块 (10~20 cm), 似为塬面雨水洗刷沉积物质。	
?~375	C_k	马兰黄土 (L_1)	浊黄橙色 (10YR7/3)	粉沙质地, 块状结构, 比较均一, 疏松易碎成粉末, 含有根孔, 含有较多小钙结核 (1~2 cm)。	?~11 500

全铁含量主要是指次生风化产生的游离态铁 (Fe^{2+} 和 Fe^{3+}), 通常在土壤剖面次生粘化层的含量最高, 因而全铁分析有助于准确界定土壤剖面的 B_{tx} 层。新店村剖面在两层古土壤的中下部出现全

铁含量峰值 5.5%~7.0%, 其余层次全铁含量比较低, 确定剖面确实存在两个粘化层(见图 1)。

粒度分析有助于正确判断黄土层位与古土壤层位关系。新店村剖面粘粒含量与全铁含量变化完全

晚更新世的马兰黄土,与叠复其上的全新世层系形态特征对比强烈,界限分明(见表 1、图 1)。

全新世层系靠下部的土壤层(S_0^s)含有新石器时代红色陶片和木炭屑,无疑也证明它属于全新世。全新世剖面的两个粘化层(S_1^s 和 S_2^s)呈现红棕色调(5YR),粘土质粉沙质地,具有棱柱或者棱块状结构,比较坚实坚硬。其中以下层土壤(S_2^s)的粘化程度最强,结构体表面已经出现棕色胶膜。与之更迭交替出现的黄土层(L_1 和 L_0)则呈现黄橙色调(10YR, 7.5YR),粉沙质地,为团块或者块状结构,通常比较疏松易碎。这些表明新店村剖面全新世土壤褐色土是属于两个周期发育的复合土壤(soil complex)。实验分析数据进一步证实了野外剖面的宏观分析结果,表明新店村剖面两层土壤发育过程中,粘化作用很明显,游离态铁随着粘粒有一定程度的向下迁移,因而在磁化率曲线上峰值出现在两个土壤层的中上部,在全铁和粘粒曲线上,峰值都偏下层位置。在下层土壤(S_2^s)的发育过程中,还有一个短暂的成壤作用减弱阶段,造成了剖面深度 260~240 cm 位置的磁化率、全铁和粘粒含量减小。这在野外剖面的宏观形态特征方面也可以看出来。

在黄土高原地区,不仅仅是其南部的扶风黄土台塬存在全新世多周期形成的复合土壤,在西部和北部也都有全新世复合土壤的报道。在黄土高原中部广大的黄土丘陵地区和黄土塬、黄土台塬表面的凸起部位,全新世土壤表现为单层(S_0),是因为黄土

以及黄土类土壤在堆积或者发育的同时,土壤受到严重侵蚀的影响。新店村剖面之所以出现复合土壤,关键是当地地形略微下凹,侵蚀作用微弱,无论是降尘堆积还是土壤发育,都能够比较完整稳定地保存下来,形成完整的地层和土壤学层次。但是,无论目前的全新世土壤剖面表现为单一土壤或者复合土壤,都被 40~80 cm 厚的最新黄土(L_m)所掩埋覆盖,因而成为古土壤。

岐山扶风黄土台塬在全新世有两个最主要的文化繁荣期,一是新石器时代早期,二是青铜器文化的先周时期。新店村剖面在下层古土壤(S_2^s)中发现新石器时代红色陶片和木炭屑,而且该层古土壤中上部有耕作扰动的痕迹,可以肯定新石器时代当地的旱作农业利用的是下层古土壤(S_2^s)。该层古土壤的主要形成发育期是 8 500~6 000 a B. P.,上层古土壤(S_1^s)发育时代为 5 000~3 100 a B. P.^[11],在周原许多地点先周和西周文化层赋存于 L_0/S_1^s (或者 S_0)的界面位置。新店村剖面上层古土壤(S_1^s)的中上部含有木炭屑和耕作扰动痕迹,证明青铜器时代先周文化利用上层土壤(S_1^s)进行农业生产。此后当地农业生产耕作利用的是最新沉积的黄土(L_0)的表层(TS)。随着时间推移,该耕作层随着降尘堆积增长而不断上移,因而其中往往有近代的人为侵人体存在。

中国科学院黄土与第四纪研究室张光宇研究员对化学分析实验作了精心指导,在此谨表感谢。

参考文献:

- [1] 周明富,周卫健,HEAD J. 最近三万年北庄村剖面地层学与 ^{14}C 测年[A]. 见刘东生,黄土·第四纪·全球变化(第 1 集)[C]. 北京:科学出版社,1990. 12-19.
- [2] AN Z S, KUKLA G, PORTER S C, *et al.* Magnetic susceptibility evidence of monsoon variation on the loess plateau of central China during the last 130 000 year[J]. *Quaternary Research*, 1991, 36: 29-36.
- [3] ZHOU W J, AN Z S, JULL A, *et al.* Reappraisal of Chinese Loess Plateau stratigraphical sequences over the last 30 000 years: precursors of an important Holocene monsoon climatic event[J]. *Radiocarbon*, 1998, 40(2): 905-913.
- [4] HUANG C C, ZHOU J, PANG J L, *et al.* A regional aridity phase and its possible cultural impact during the Holocene Megathermal in the Guanzhong Basin, China[J]. *The Holocene*, 2000, 10(1): 135-143.
- [5] HUANG, C C, PANG J L, ZHAO J B. Chinese loess and the evolution of the East Asian monsoon[J]. *Progress in Physical Geography*, 2000, 24(1): 75-96.
- [6] 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.
- [7] 陕西省农业勘察设计院. 陕西农业土壤[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1980.
- [8] 刘东生,黄土与环境[M]. 北京:科学出版社,1985.
- [9] 朱显谟,祝一志. 试论中国黄土高原土壤与环境[J]. 土壤学报,1992, (4): 351-357.
- [10] 张德二. 我国历史时期以来降尘的天气气候学初步分析[J]. 中国科学(B 辑), 1984, 3: 278-288.
- [11] 黄春长. 渭河流域 3 100 多年前资源退化与入地关系演变[J]. 地理科学, 2001, 21(1): 30-35.

(编辑 徐象平)

Polycyclic soil on the Zhouyuan loess tableland in Fufeng county in Shaanxi province

HUANG Chun-chang, PANG Jiang-li, CHEN Bao-qun, HUANG Ping,
HOU Chun-hong, HAN Yu-ping, LI Ping-hua

(College of Tourism and Environmental, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Pedological and stratigraphic observation indicate that the Chernozem soil (S_0) on the Zhouyuan loess tableland is polycyclic soil. Magnetic susceptibility, total Fe and grain-size analysis in the profile of soil complex at Xindiancun, Fufeng County identified two well developed soils (S_0^+ & S_0^-) overlying each other, and separated by a thin eolian loess bed, and then, buried by the most recent eolian loess (L_n). This soil complex has been developed because of the change in the intensity of eolian dust-fall and pedogenesis controlled by the change in strength in the northwest and southeast monsoon. The lower soil (S_0^-) was developed between 8 500~6 000 a B. P. and cultivated by the early Neolithic people for arable farming. The upper soil (S_0^+) was developed between 5 000~3 100 a B. P. and cultivated by the Bronze-age people. The recent loess (L_n) as the agricultural soil has been cultivated since the West Zhou Dynasty while it grows thicker because of eolian dust deposit.

Key words: Holocene; polycyclic soil; arable farming; loess tableland; Guanzhong basin

• 学术动态 •

曲安京教授将在 2002 年国际数学家大会作特邀报告

国际数学家大会 ICM 是全球数学界最高层次、最具权威性的学术研究论坛,素有“数学界奥林匹克”之誉。该会议由国际数学家联盟(IMU)组织,每 4 年举行一次,首次举行于 1897 年(瑞士苏黎世),至今共举行了 23 次,迄今已有过百年的历史。在陈省身先生和中国数学会的积极争取下,下一届 ICM(2002 年)将在中国召开,这是 ICM 首次在发展中国家举行。

近年来,参加 ICM 的数学家一般在 4 000 人左右,会议为期 10 天,主要内容是进行学术交流,并颁发两项数学奖,即菲尔兹奖(Field's)和奈望林纳(Nevanlinna)奖。前者有“数学中的诺贝尔奖”之誉,每次奖 2~4 人(邱成桐是目前为止惟一曾获此奖的华裔数学家);后者奖给对理论计算机科学有重大贡献的数学家,每次奖 1 人。在大会上,所有数学分支的带头人聚集一堂,交流思想,总结现状,探讨今后前进的方向。大会进行学术交流的形式很多,主要是由国际数学家大会指定的大会程序委员会邀请的大会报告,包括 plenary speech(1 小时)和 invited speech(45 分钟)两种形式。近几届国际数学家大会把数学分为 19 个方面,介绍该方面近年来最重要的成就。

中国在 1932 年由熊庆来等人最先参加 ICM(瑞士苏黎世),在 1986 年美国伯克利 ICM 上中国数学会正式加入 IMU。在中国所参加的历次 ICM 中,截止到上届德国柏林 ICM(1998 年),中国数学家尚未收到过大会 1 小时学术报告的邀请。关于中国数学家收到邀请在大会上作 45 分钟报告的情况是:华罗庚教授收到 1954 年荷兰阿姆斯特丹 ICM 的邀请;吴文俊教授收到 1958 年英国爱丁堡 ICM 的邀请;著名数学家陈景润 1978 年收到芬兰赫尔辛基 ICM 的邀请;陈景润、冯康收到 1983 年波兰华沙 ICM 的邀请,但以上数学家都因故未能成行。实际参加并作了 45 分钟报告的有:吴文俊教授和台湾张圣容教授,1986 年在美国伯克利;中国青年数学家田刚,林访华,1990 年在日本京都;张恭庆(中国数学会理事长)、马志明(中国科学院应用数学研究所)、励建书(美国马里兰大学)、李俊(美国),1994 年在瑞士苏黎世;中国旅美中青年数学家张寿武、阮永斌、夏志宏、侯一钊,1998 年在德国柏林。其中共有 6 位中国大陆的数学家曾收到国际数学家大会作 45 分钟报告的邀请,即著名数学家华罗庚、吴文俊、陈景润、冯康、张恭庆、马志明。

日前,我校曲安京教授收到 2002 年北京国际数学家大会的邀请,将在大会上作 45 分钟的学术报告。曲安京教授 1999 年起担任西北大学数学系博士生导师,现为西北大学数学与科学史研究中心主任、中国数学会数学史分会常务理事、国际东亚科学技术与医学史学会会员、大不列颠数学史学会会员;主要从事中国古代数理天文学与中国古代算法理论研究,取得了多项重要学术成果,为国内外科学史界所瞩目。他曾经出访美国、英国、德国、荷兰、日本、韩国、新加坡等地作学术交流,并应邀在剑桥大学、柏林工业大学、麻省理工学院等 10 余所研究机构发表学术演讲,目前正在日本京都产业大学作访问学者。

(赵继伟)