

古人类活动对土壤发育的影响^{*} ——以河南仰韶村文化遗址为例

查理思^{1, 2} 吴克宁^{1, 2†} 冯力威^{1, 2} 王文静^{1, 2} 鞠 兵^{1, 2}

(1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083)

(2 国土资源部土地整治重点实验室, 北京 100035)

摘 要 选择在河南仰韶村文化遗址内, 分别选取一个受到古人类活动干扰的土壤剖面(简称文化剖面)和没有受到古人类活动干扰的土壤剖面(简称自然剖面), 通过分析和比较两个剖面中炭屑、各种氧化物含量和土壤发育指标数值, 研究古人类活动对土壤发育的影响。研究结果显示, 在古人类用火形成的灰烬层中, 炭屑含量达到最大值 2.38×10^5 粒 g^{-1} , 约为自然剖面最高值的12.35倍, 这使得 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含量相对减少, 均达到最小值, 而 CaO 、 MnO 含量达到最大值, 表明古人类用火产生大量含Ca和Mn物质; 而在古人类居住形成的文化层中, 除 SiO_2 几乎无变化外, 其余物质均出现最大值或达到波峰, 表明古人类居住活动有利于各种氧化物的富集。文化剖面发育指标数值总体高于自然剖面, 在文化剖面内, 文化层和灰烬层的上覆和下伏自然土层中各种元素物质含量基本相同, 表明古人类活动阻碍了各种元素物质向下迁移和聚集, 使下伏自然土层保持在一个相对封闭的环境中, 由此推测古人类活动基本阻碍了土壤发育进程。

关键词 土壤发育; 古人类活动; 仰韶村遗址

中图分类号 S155 **文献标识码** A

道库恰耶夫(Vasili Vasilievich Dokuchaev)在其1883年出版的《俄罗斯黑钙土》一书中, 首次正式提出土壤形成五大因素(气候、地形、母质、生物和时间)学说, 这是土壤学历史上的重大成就, 早已为广大土壤学家所熟知。至于人为活动对土壤的影响, 那时尚未得到应有的重视。而近一个世纪以来人为活动对土壤的影响越来越受到关注^[1]。例如, 20世纪30年代中国土壤学家提出了水稻土是人为作用的产物, 国外一些土壤学家很重视人为作用并称之为土壤变质发生作用(metapedogenesis)^[2-3]。同时, 人为土分类逐渐得到重视^[4-10]。然而目前关于土壤发育过程中的人为因素研究多集中在现代耕作土壤^[11-13]和城市土壤^[14-18], 实际上大约在公元前9 000—7 000年

的新石器时期, 原始农业已出现, 古人类通过种植业和畜牧业等活动介入土壤发育过程, 通过土壤学的研究可以指示当时人为活动的强度和广度^[19]。例如曹志洪^[20]通过对绰墩山遗址中古水稻土的研究, 证明该遗址稻田群是迄今发现最早的灌溉稻田群, 获得新石器时期“火耕水耨”——原始灌溉稻作技术的证据, 并提出古水稻土的诊断技术标准。庞奖励等^[21]在关中地区通过比较古耕作土壤和现代耕作土壤的微形态特征, 发现所谓“堆垫土”实际上由两部分组成, 母质过渡层(BC)主要是全新世晚期堆积的风积物, 表层和犁底层(Ap)是2 000年以来人类不断施加土粪、风尘堆积和农耕活动的综合产物。张玉柱等^[22]通过对青海民和亭盆地喇家遗址古耕作土壤层微形态研究, 发现古人

^{*} 国家自然科学基金项目(41371226)资助 Supported by the National Natural Science Foundation of China (No.41371226)

[†] 通讯作者 Corresponding author, E-mail: wukening@cugb.edu.cn

作者简介: 查理思(1988—), 男, 江西九江人, 博士, 主要从事土壤地理研究。E-mail: chalisi1988921@163.com

收稿日期: 2015-10-14; 收到修改稿日期: 2016-01-04; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2016-03-01

类1 500年前就开始在农业生产过程中大量施加黄土性质的土粪，显著加快土壤的发育成土改造过程，改变了土壤发育的方向，形成大量浓聚物残积黏粒和极少量的淀积黏粒。何毓蓉等^[23]从土壤系统分类的角度研究广汉三星堆遗址的典型古水耕人为土，深化了其诊断层和形成过程的认识。

本文选择在河南仰韶村文化遗址内，分别选取一个受到古人类活动干扰的土壤剖面（简称文化剖面）和没有受到古人类活动干扰的土壤剖面（简称自然剖面）。借鉴古土壤发育特征的研究方法^[24-32]以及指示古人类活动强度的炭屑研究手段^[33-34]，探究古人类活动对土壤发育的影响，以期为考古研究提供定量化土壤数据。

1 材料与方法

1.1 研究区和土壤剖面分层概况

仰韶村遗址位于河南省渑池县城北7.5 km 仰韶村南的台地上。遗址长约900 m，宽约300 m，面积近30万 m²。仰韶村是仰韶文化的命名地，仰韶文化作为重要的新石器时代文化，于1921年被瑞典科学家安特生等发现得名。研究剖面位于仰韶村遗址内，具体位置如图1所示。

文化剖面位于仰韶村进村路西面的缓坡上（111°46′36″E，34°48′53″N），海拔633 m，坡度5~8°。根据颜色、结构、紧实度和层间接触关系等，将剖面分为六层（图2）：表土层



图1 剖面采样位置示意图

Fig. 1 Schematic diagram and sampling sites in the study area

（0~20 cm）、过渡层1（20~70 cm）、灰烬层（70~100 cm）、文化层（100~140 cm）、过渡层2（140~220 cm）和古土壤（220~400 cm）。其中，灰烬层为古人类用火遗迹，文化层为古人类居住遗迹，两者水平分布，形状平整规则，其炭屑含量明显高于自然剖面，并在两者中均发现仰韶时期红陶片和中原龙山文化时期灰陶片，其旁锥型灰坑为古人类生活垃圾或粮食储备所挖的土坑，可证明灰烬层、文化层为古人类活动遗迹。自然剖面位于仰韶村安特生路东面缓坡上（111°46′36″E，34°48′51″N），海拔621 m，坡度5°~8°。根据颜色、结构、紧实度和层间接触关系等，将剖面分为四层（图3）：表土层（0~20 cm）、黄土层

（20~170 cm）、过渡层（170~320 cm）和古土壤（320~400 cm）。

1.2 样品采集与分析

2个研究剖面厚度均为4 m，间隔10 cm从上至下连续采样，共采集密集样品80个，每个剖面分层底部采样，共采集分层样品10个。密集样品的矿质全量、炭屑测定和分析在中国科学院地质与地球物理研究所完成，矿质全量采用碳酸锂—硼酸熔融、X射线荧光光谱分析（XRF）法测定。炭屑的提取采用孢粉流程法，炭屑统计采用Clark的点接触法；分层样品的年代测定在北京大学考古文博学院完成，采用AMS¹⁴C法测定，测试结果经过树轮法校正，并假定各层之间沉积速率一致。

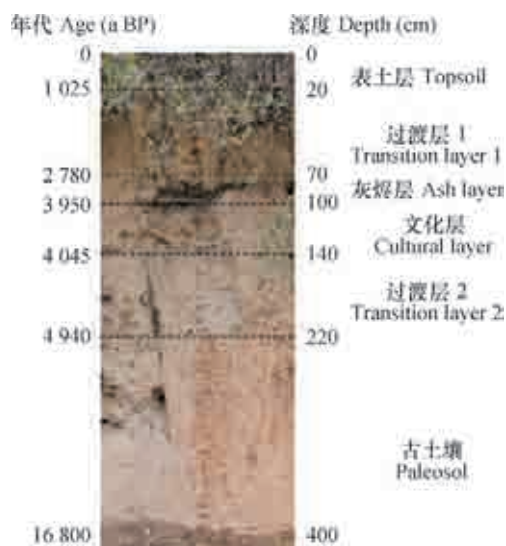


图2 文化剖面层次划分及年代

Fig. 2 Layers and ages of the cultural profile

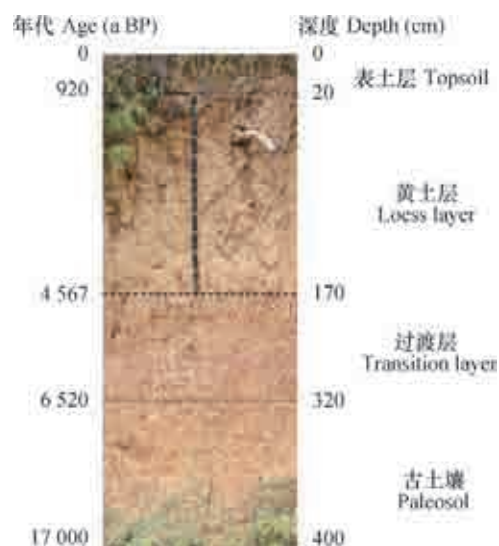


图3 自然剖面层次划分及年代

Fig. 3 Layers and age of the natural profile

2 结果

2.1 矿质元素组成及分布特征

文化剖面的矿质元素和炭屑分析结果 (图4) 表明该剖面化学组成以 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 为主, 含量分别为 $656.1 \sim 719.3$ 、 $104.4 \sim 148.0$ 、 $39.8 \sim 56.4 \text{ g kg}^{-1}$ 。在过渡层1中, Al_2O_3 和 Fe_2O_3 的含量几乎不变, 而 SiO_2 的含量略有减少。在灰烬层中, 三者含量变化基本一致且变化幅度较大, 凸现最低值, 而此时炭屑含量达到最大值 $2.38 \times 10^5 \text{ 粒 g}^{-1}$, 约为自然剖面最高值的12.35倍, 表明约

3 950 ~ 2 780 a BP 古人类的用火行为增加了土壤中炭屑含量, 相对减少 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 的含量。在文化层中, Al_2O_3 和 Fe_2O_3 含量变化基本一致且变化幅度较大, 凸现最大值, 而 SiO_2 变化不大, 表明约 4 045 ~ 3 950 a BP 古人类居住活动增加了铁铝氧化物的含量。在过渡层2和古土壤中, 排除一个异常波动点, 总体而言, Al_2O_3 和 Fe_2O_3 含量逐步稳定增加, 而 SiO_2 含量略有波动减少, 古土壤中表现得尤为明显, 这表明土壤经历了脱硅富铝化阶段。

CaO 、 K_2O 、 MgO 、 Na_2O 含量分别为 $6.3 \sim 23.8$ 、 $23.3 \sim 28.1$ 、 $14.8 \sim 20.2$ 、 $11.6 \sim 17.8 \text{ g kg}^{-1}$ 。在过渡

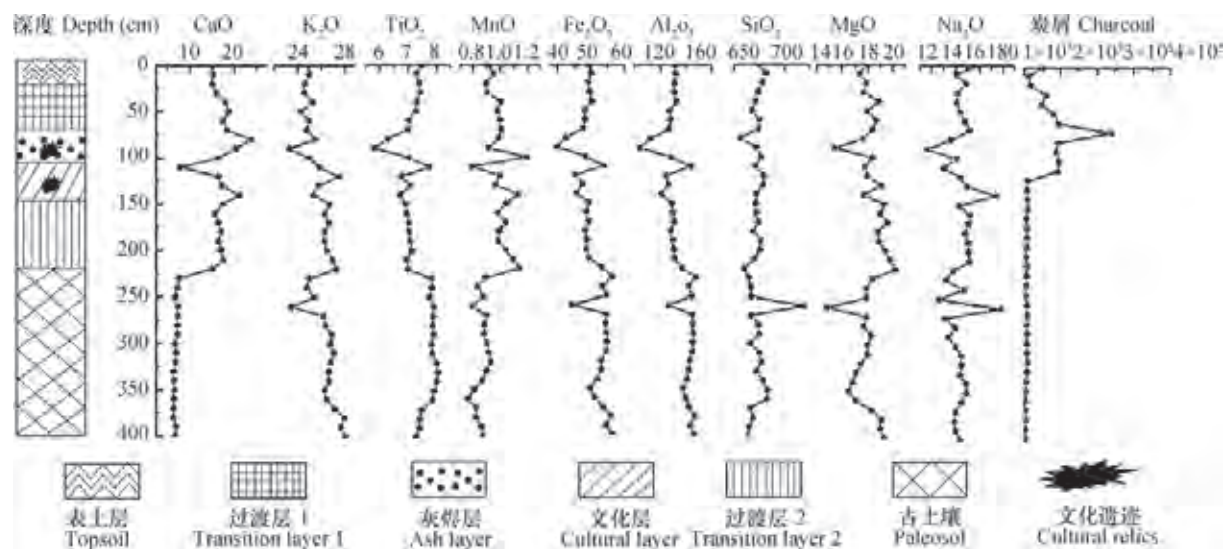


图4 氧化物和炭屑含量在文化剖面中的分布

Fig. 4 Distribution of oxides and charcoal grains in the cultural profile

层1中, K_2O 、 MgO 、 Na_2O 三者含量几乎不变, 而 CaO 含量逐步稳定增加。在灰烬层中, 四者含量变化幅度大, CaO 含量达到最大值, 而 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含量均在灰烬层中达到最小值, 表明古人类用火行为产生丰富的含 Ca 物质, 使得 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含量相对减少。在文化层中, 四者含量变化幅度大且基本一致, 相继出现波峰, 表明古人类居住易于含 Ca 、 K 、 Mg 和 Na 物质的富集。在过渡层2中和古土壤中, 四者含量变化不大, 总体表现为过渡层2中的含量高于古土壤的含量, 以 CaO 表现尤为明显。

MnO 和 TiO_2 含量分别为 $0.76 \sim 1.20$ 、 $5.81 \sim 8.06 \text{ g kg}^{-1}$ 。在过渡层1中, 两者含量几乎不变。在灰烬层中, 两者含量变化波动大, TiO_2 出现最小值, MnO 出现最大值, 表明古人类用火产生了丰富的含 Mn 物质。在文化层中, 两者含量变化同样波动大, TiO_2 出现波峰, MnO 出现波谷, 表明古人类活动有利于含 Ti 物质的富集。在过渡层2和古土壤中, 两者含量基本不变, 总体表现为过渡层2中 TiO_2 含量高于古土壤, 而 MnO 的情况相反。

自然剖面的矿质元素和炭屑分析结果 (图5) 表明该剖面化学组成以 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 为主, 含量分别为 $645.0 \sim 689.8$ 、 $134.0 \sim 157.7$ 、 $49.6 \sim 60.6 \text{ g kg}^{-1}$ 。在黄土层中, 三者含量略有波动, 仅在130 cm处, SiO_2 出现最低值, Al_2O_3 和 Fe_2O_3 则出现波峰。在过渡层中, Al_2O_3 和 Fe_2O_3 含量逐步增加, 而 SiO_2 含量基本不变。在古土壤

中, Al_2O_3 和 Fe_2O_3 含量开始减少且波动较大, 而 SiO_2 含量开始增加且波动较小, 特别是在270 cm处, SiO_2 出现波峰, Al_2O_3 和 Fe_2O_3 则出现最小值。总体而言, 黄土层中 SiO_2 含量最高, 古土壤层中 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 含量最高, 古土壤较相邻黄土质过渡层具有较低 SiO_2 含量、较高 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 含量的特征, 表明古土壤具有更强的脱硅富铝化特性。三者含量在130 cm和270 cm处出现异常波动, 表明约3 594 a BP和4 957a BP古土壤发育经历了较强的异常环境作用, 而这两次环境作用效果正好相反。

CaO 、 K_2O 、 MgO 、 Na_2O 含量分别为 $5.7 \sim 13.8$ 、 $23.5 \sim 27.7$ 、 $17.3 \sim 22.2$ 、 $9.9 \sim 18.2 \text{ g kg}^{-1}$ 。在黄土层中, CaO 含量随着深度增加而增加, 而 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含量则基本保持不变, 仅在130 cm处, 四者含量均出现波谷。在过渡层, 四者含量变化基本一致, 均开始逐步减少。在古土壤中, CaO 含量继续减少, 仅上部出现一次峰值, 这主要是因为上覆自然土层中 Ca 迁移淀积的结果。 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含量则开始有所增加, 显示了易移元素的迁移集聚特征。

MnO 和 TiO_2 含量分别为 $0.79 \sim 0.95$ 、 $7.21 \sim 8.20 \text{ g kg}^{-1}$ 。在黄土层中, 两者均在上部略有减少, 在底部突现波峰。在过渡层中, TiO_2 含量继续增加, 但波动明显; MnO 则在中部达到峰值后开始减少。在古土壤中, 两者均在上部略有增加, 从中部开始减少。

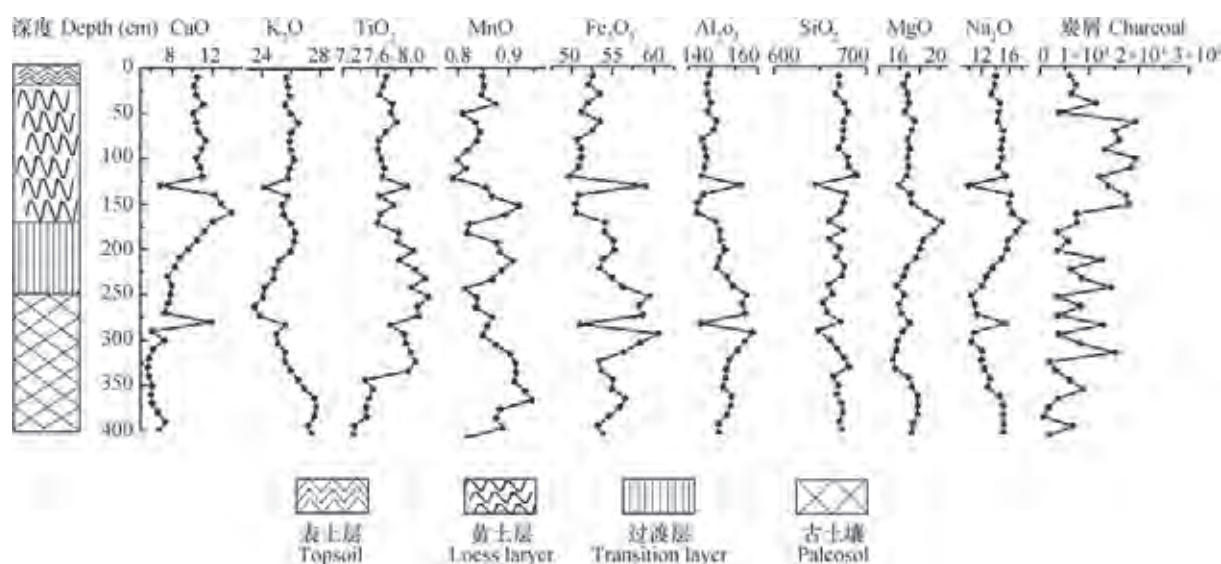


图5 氧化物和炭屑含量在自然剖面中的分布

Fig. 5 Distribution of oxides and charcoal grains in the natural profile

2.2 土壤发育指标

由于灰烬层和文化层为古人类添加的外来物所造成，已不是一般的土壤物质，故其发育指标值意义不大，但可以关注其上覆和下伏自然土层的发育程度，并通过与自然剖面的发育程度比较，从而获得古人类活动对土壤发育程度的影响。反映土壤发育的指标有多种，本研究对其中的硅铝率（Sa）、硅铝铁率（Saf）、土壤风化淋溶系数（ba）进行分析。

文化剖面的土壤发育指标（图6）Sa、Saf和ba值分别介于7.63~10.94、14.19~20.35、0.18~0.29，三者数值变化规律基本相同。在过渡层1中，三者数值随深度增加略有增加，三者平均值分别为8.82、16.46、0.23。在过渡层2中，三者数值基本无变化，三者平均值分别为8.78、16.38、0.22。在古土壤中，三者数值随深度略有增加，在350 cm处达到波峰，并在270cm出现一次

异常波峰，表明土壤发育经历了强烈的异常环境作用，其后开始略有减少，三者平均值分别为8.02、15.01、0.19。

自然剖面发育指标（图7）Sa、Saf和ba值分别介于6.98~8.64、12.96~16.25、0.15~0.23，三者数值变化规律基本一致。在黄土层中，三者数值随深度增加而增加，略有波动，在底部均达到最大值，但在130 cm处，出现一次异常波谷，三者平均值分别为8.26、15.71、0.21。在过渡层中，三者数值减小，其中Sa、Saf值变化略有波动，三者平均值分别为8.18、15.45、0.20。在古土壤中，三者数值增加，并在270 cm处，出现一次异常波峰，三者平均值分别为8.01、14.97、0.19。

可以看出，文化和自然剖面发育程度随深度增加而增加，在古土壤中达到最高，并且此时两者发育指标数值相近，表明两者环境背景相似。

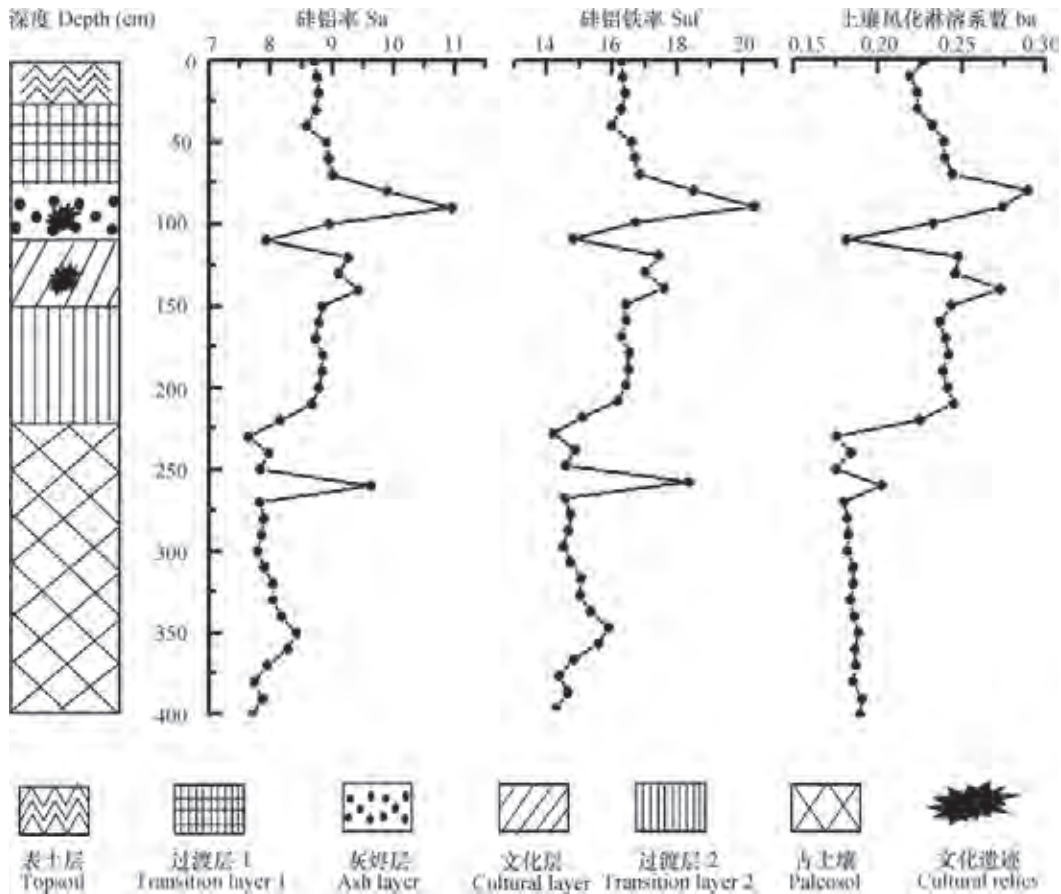


图6 文化剖面土壤发育指标数值分布图

Fig. 6 Distribution of Sa, Saf, and ba in the cultural profile

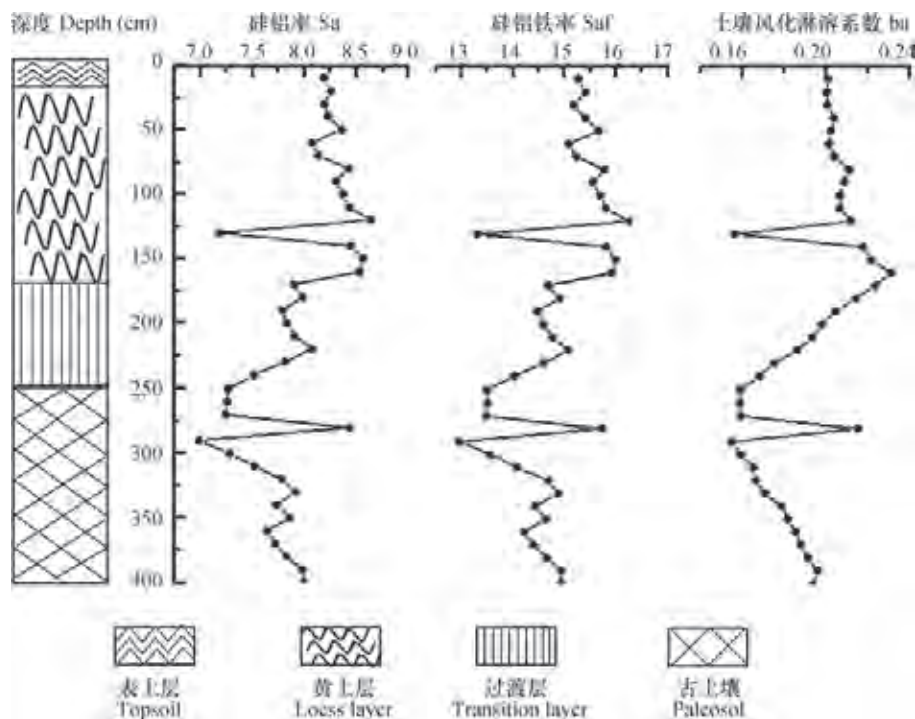


图7 自然剖面土壤发育指标数值分布图

Fig. 7 Distribution of Sa, Saf and ba in the natural profile

3 讨论

通过比较灰烬层和文化层的上覆（过渡层1）和下伏自然土层（过渡层2）的矿质元素含量和发育指标数值，从局部角度来探究古人类活动对土壤发育的影响。在上覆自然土层中， SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 MnO 、 TiO_2 平均值分别为673.20、129.80、48.90、17.30、24.80、18.30、14.60、0.96、7.23 g kg^{-1} ，Sa、Saf和ba平均值分别为8.82、16.46、0.23；在下伏自然土层中，各元素含量平均值分别为671.0、130.00、49.00、17.10、26.50、19.20、15.10、1.05、6.98 g kg^{-1} ，各发育指标平均值分别为8.78、16.38、0.22。可以发现，下伏自然土层中各元素物质含量与上覆自然土层基本相同，尤其以 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 表现明显。由此推测古人类活动阻碍了各种元素物质向下迁移和聚集，发育指标显示下伏自然土层较上覆自然土层略有发育，由此推测古人类活动基本阻碍了土壤发育进程。

通过比较文化剖面 and 自然剖面的矿质元素含量和发育指标数值，从整体角度来探究古人类活动对土壤发育的影响。在文化剖面中， SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 MnO 、 TiO_2 平均

值分别为673.10、134.90、50.60、12.60、26.00、18.10、14.40、0.94、7.34 g kg^{-1} ，Sa、Saf和ba平均值分别为8.53、15.94、0.22；在自然剖面中，各元素含量平均值分别为670.00、143.80、54.00、9.00、25.80、19.00、14.00、0.86、7.77 g kg^{-1} ，各发育指标平均值分别为7.94、14.82、0.19。可以发现，自然剖面发育程度高于文化剖面，一是其脱硅富铝化程度较高，二是其发育指标数值低，由此推测古人类活动基本阻碍了土壤发育进程。

4 结论

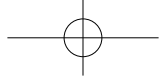
不同古人类活动对各种元素物质的迁移聚集产生不同的影响。在灰烬层中，由于古人类燃烧产生大量的炭屑，这使得 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、 MgO 和 Na_2O 含量相对达到最小值，但 CaO 、 MnO 含量达到最大值，说明古人类用火产生大量含Ca和Mn物质；而文化层中，除 SiO_2 几乎无变化外，其余氧化物或出现最大值或波峰，说明古人类居住活动有利于各氧化物的富集。

文化和自然剖面底部的古土壤发育指标数值最小且相近，说明两者均是在相同自然环境基础上发育，然而文化剖面发育指标数值总体较自然剖面

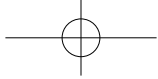
大,表明文化剖面总体发育程度弱于自然剖面。在文化剖面内,上覆自然土层和下伏自然土层各元素物质含量基本相同,表明古人类活动基本阻碍了各种元素物质向下迁移和聚集,从而使下伏自然土层保持在一个相对封闭的环境中,由此推测古人类活动基本阻碍了土壤发育进程。

参 考 文 献

- [1] 龚子同, 张甘霖. 人为土壤形成过程及其在现代土壤学上的意义. 生态环境, 2003, 12 (2) : 181—191
Gong Z T, Zhang G L. Anthropedogenesis and its significance in modern pedology (In Chinese). Ecology and Environment, 2003, 12 (2) : 181—191
- [2] Yaalon D H, Yaron B. Framework for man-made soil changes: An outline of metapedogenesis. Soil Science, 1966, 102: 272—277
- [3] Bidwell O W, Hole F D. Man as factor of soil formation. Soil Science, 1965, 99: 65—72
- [4] Gong Z T, Zhang G L, Luo G B. Diversity of anthrosols in China. Pedosphere, 1999, 9 (3) : 193—204
- [5] Amundson R, Jenny H. The place of humans in the state factor theory of ecosystems and their soils. Soil Science, 1991, 151 (1) : 99—109
- [6] 张甘霖, 王秋兵, 张凤荣, 等. 中国土壤系统分类土族和土系划分标准. 土壤学报, 2013, 44 (4) : 769—775
Zhang G L, Wang Q B, Zhang F R, et al. Criteria for establishment of soil family and soil series in Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2013, 44 (4) : 769—775
- [7] 姜洪涛, 施斌, 刘瑾. 人为土的工程分类与利用研究. 工程地质学报, 2010, 18 (3) : 363—369
Jiang H T, Shi B, Liu J. Engineering classification of anthrosols and its application (In Chinese). Journal of Engineering Geology, 2010, 18 (3) : 363—369
- [8] 黄佳鸣, 麻万诸, 章明奎. 闽北地区水耕人为土的发生和系统分类研究. 土壤通报, 2013, 44 (4) : 769—775
Huang J M, Ma W Z, Zhang M K. Genetic characteristics and taxonomy of stagnic anthrosols in the Northern Fujing (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2013, 44 (4) : 769—775
- [9] 闫湘, 常庆瑞, 王晓强, 等. 陕西关中土垫旱耕人为土样区的基层分类研究. 土壤学报, 2005, 42 (4) : 537—544
Yan X, Chang Q R, Wang X Q, et al. Basic soil categories of earth-cumulic orthic anthrosols area in Guanzhong, Shaanxi Province (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2005, 42 (4) : 537—544
- [10] 徐详明, 何毓蓉. 不同水热条件下水耕人为土诊断层特性的动态模拟. 山地学报, 2010, 28 (4) : 431—436
Xu X M, He Y R. Dynamic change of soil properties in diagnostic horizon of stagnic anthrosols under different hydrothermal condition (In Chinese). Journal of Mountain Science, 2010, 28 (4) : 431—436
- [11] 何园球, 李成亮, 刘晓利, 等. 水分和施磷量对筒育水耕人为土中磷素形态的影响. 土壤学报, 2008, 45 (6) : 1081—1086
He Y Q, Li C L, Liu X L, et al. Effects of soil moisture content and phosphorus application rate on form of soil inorganic phosphorus in red paddy soil (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2008, 45 (6) : 1081—1086
- [12] 潘继花, 张甘霖. 土垫旱耕人为土中某些痕量元素的迁移富集特征及其原因. 土壤学报, 2009, 46 (6) : 982—990
Pan J H, Zhang G L. Migration and enrichment of some trace elements in earth-cumuli-orthic anthrosols (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2009, 46 (6) : 982—990
- [13] 陈留美, 张甘霖. 水耕土时间序列的植硅体及其闭留碳演变特征. 土壤通报, 2011, 42 (5) : 1025—1029
Chen L M, Zhang G L. Phytoliths and its occluded organic carbon in a stagnic anthrosols chronosequence (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2011, 42 (5) : 1025—1029
- [14] 张甘霖, 朱永官, 傅伯杰. 城市土壤质量演变及其生态环境效应. 生态学报, 2003, 23 (3) : 539—546
Zhang G L, Zhu Y G, Fu B J. Quality changes of soils in urban and suburban areas and its eco-environmental impacts—A review (In Chinese). Acta Ecologica Sinica, 2003, 23 (3) : 539—546
- [15] 张甘霖, 赵玉国, 杨金玲, 等. 城市土壤环境问题及其研究进展. 土壤学报, 2007, 44 (5) : 925—930
Zhang G L, Zhao Y G, Yang J L, et al. Urban soil environment issues and research progresses (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2007, 44 (5) : 925—930
- [16] 杨金玲, 张甘霖, 赵玉国, 等. 土壤压实指标在城市土壤评价中的应用与比较. 农业工程学报, 2005, 21 (5) : 51—54
Yang J L, Zhang G L, Zhao Y G, et al. Application and comparison of soil compaction indexes in the evaluation of urban soils (In Chinese). Transactions of the CSAE, 2005, 21 (5) : 51—54
- [17] 魏宗强, 颜晓, 吴绍华, 等. 人工封闭对城市土壤功能的影响研究进展. 生态环境学报, 2014, 23 (4) : 710—715
Wei Z Q, Yan X, Wu S H, et al. Effects of



- anthropogenic soil sealing in urban areas of soil function: A review (In Chinese). *Ecology and Environment*, 2014, 23 (4): 710—715
- [18] 陈立新. 城市土壤质量演变与有机改土培肥作用研究. *水土保持学报*, 2002, 16 (3): 36—39
Chen L X. Study on quality evolution of city soil and effect of soil amelioration by organic fertilizer application. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2002, 16 (3): 36—39
- [19] 龚子同, 张甘霖. 人为土研究的新趋势. *土壤*, 1998, 30 (1): 54—56
Gong Z T, Zhang G L. The new trend of research on anthrosol (In Chinese). *Soils*, 1998, 30 (1): 54—56
- [20] 曹志洪. 中国史前灌溉稻田和古水稻土研究进展. *土壤学报*, 2008, 45 (5): 784—791
Cao Z H. Study on prehistory irrigated paddys and ancient paddy soils in China (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2008, 45 (5): 784—791
- [21] 庞奖励, 黄春长, 张旭. 关中地区古耕作土壤和现代耕作土壤微形态特征及意义. *中国农业科学*, 2006, 39 (7): 1395—1402
Pang J L, Huang C C, Zhang X. Micromorphological features of old cultivated and modern soil in Guanzhong areas of Shaanxi Province, North China (In Chinese). *Scientia Agricultura Sinica*, 2006, 39 (7): 1395—1402
- [22] 张玉柱, 黄春长, 庞奖励, 等. 青海民和官亭盆地喇家遗址古耕作土壤层微形态研究. *土壤学报*, 2015, 52 (4): 1002—1013
Zhang Y Z, Huang C C, Pang J L, et al. Micromorphology of ancient plow layer of paleosol in the Lajia ruins in the Guanting Basin, Minhe County, Qinghai Province. *Acta Pedologica Sinica*, 2015, 52 (4): 1002—1013
- [23] 何毓蓉, 徐祥明, 吴晓军, 等. 古水耕人为土诊断层的特征与形成过程——以广汉三星堆遗址水耕人为土为例. *山地学报*, 2008, 26 (6): 672—677
He Y R, Xu X M, Wu X J, et al. Diagnostic horizons characteristics and forming processes of ancient stagic anthrosols— A case study on Sanxingdui site, Guanghan, Sichuan Province (In Chinese). *Journal of Mountain Science*, 2008, 26 (6): 672—677
- [24] 黄成敏, 王成善. 晚第三纪以前形成古土壤的鉴别、分类及其在古环境研究中的应用. *地球科学进展*, 2006, 21 (9): 911—917
Huang C M, Wang C S. Identification, classification and application in paleoenvironment research of pre-neogene palesols (In Chinese). *Advances in Earth Sciences*, 2006, 21 (9): 911—917
- [25] 唐克丽, 贺秀斌. 第四纪黄土剖面多元古土壤形成发育信息的揭示. *土壤学报*, 2002, 39 (5): 609—617
Tang K L, He X B. Revelation of information on genesis of multi-paleosol from quaternary loess profile (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39 (5): 609—617
- [26] 胡雪峰, 鹿化煜. 黄土高原古土壤成土过程的特异性及发生学意义. *土壤学报*, 2004, 41 (5): 669—675
Hu X F, Lu H Y. Peculiarities in soil-forming processes of paleosols in the loess plateau and their pedogenic implication (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2004, 41 (5): 669—675
- [27] 刘良梧, 龚子同. 宣城第四纪红色粘土剖面的发育特征. *第四纪研究*, 2000, 20 (5): 464—468
Liu L W, Gong Z T. Characteristics of development of quaternary red clay in Xuancheng, Anhui Provinve. *Quaternary Sciences*, 2000, 20 (5): 464—468
- [28] 韩春兰, 王秋兵, 郭月. 辽宁朝阳凤凰山剖面古土壤序列土壤发育特征研究. *土壤通报*, 2010, 41 (6): 1281—1297
Han C L, Wang Q B, Guo Y. A study on the genetic features of a paleosol sequence at Fenghuang Mountain in Chaoyang, Liaoning Province (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2010, 41 (6): 1281—1297
- [29] 张琳, 李福春, 吴枫. 青藏高原东北缘拉脊山南坡黄土剖面的土壤发育特征. *干旱区地理*, 2011, 34 (5): 733—738
Zhang L, Li F C, Wu F. Soil development characteristics of a loess profile on south slope of Laji Mountain, northeastern Tibetan Plateau (In Chinese). *Arid Land Geography*, 2011, 34 (5): 733—738
- [30] 庞奖励, 黄春长, 周亚利, 等. 汉江上游谷地全新世风成黄土及其成壤改造特征. *地理学报*, 2011, 66 (11): 1562—1573
Pang J L, Huang C C, Zhou Y L, et al. Holocene Aeolian loess and its pedogenic modification in the upper Hangjiang River valley, China (In Chinese). *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66 (11): 1562—1573
- [31] 李徐生, 韩志勇, 杨守业, 等. 镇江下蜀黄土剖面的化学发育强度与元素迁移特征. *地理学报*, 2007, 62 (11): 1174—1184
Li X S, Han Z Y, Yang S Y, et al. Chemical weathering intensity and element migration features of the Xiashu Loess Profile in Zhenjiang (In Chinese). *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62 (11): 1174—1184



- [32] 王丽娟, 庞奖励, 黄春长, 等. 甜水沟全新世黄土—古土壤序列发育程度及意义. 地理科学进展, 2011, 30 (3) : 379—384
- Wang L J, Pang J L, Huang C C, et al. Weathering intensity of the TSG Holocene loess-paleosol sequence and its significance (In Chinese). Progress in Geography, 2011, 30 (3) : 379—384
- [33] 李小强, 周新野, 尚雪, 等. 黄土炭屑分级统计方法及其在火演化研究中的意义. 湖泊科学, 2006, 18 (5) : 540—544

- Li X Q, Zhou X Y, Shang X, et al. Different size method of charcoal analysis in loess and its significance in the study of fire variation (In Chinese). Journal of Lake Science, 2006, 18 (5) : 540—544
- [34] 郭小丽, 赵文伟, 孙静会, 等. 我国古环境中炭屑的研究现状与展望. 冰川冻土, 2011, 33 (2) : 342—348
- Guo X L, Zhao W W, Sun J H, et al. Advances of charcoal study for paleoenvironment in China (In Chinese). Journal of Glaciology and Geocryology, 2011, 33 (2) : 342—348

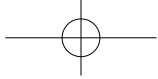
Influence of Ancient Human Activities on Development of Soil——A Case Study of Yangshao Village Cultural Relic Site, Henan Province

ZHA Lisi^{1, 2} WU Kening^{1, 2†} FENG Liwei^{1, 2} WANG Wenjing^{1, 2} JU Bing^{1, 2}

(1 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

(2 Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China)

Abstract 【Objective】In recent years, the issue of influences of human activities on soil development has been drawing more and more attention, however, present researches are main focused on impacts of modern cultivation and urban activities on soil, with little attention to those of ancient human activities on soil. As a matter of fact, ancient human activities have left so many traces in the soil that it is feasible to expose the influence of ancient human activities on soil genesis and development, and intensity and range of the activities through pedological researches and hence to provide archaeologists with certain scientific basis in their work. 【Method】In this paper, two soil profiles in the Yangshao Village cultural relic site of Henan Province, one containing obvious evidence of ancient human activities (cultural profile in short) and the other free of any ancient human disturbance (natural profile in short), were chosen for comparison. By referring to the method for studying genetic features of paleosol and the means of explore for charcoal grains that may indicate intensity of ancient human activities this paper focused on analysis of the two profiles for comparison in content of various oxides and soil weathering and development indices, S_a , S_{af} and b_a , and hence for influences of ancient human activities on soil formation and development. 【Result】Results show that ancient human activities varied in influence on migration and accumulation of various oxides. In the ash layer formed by ancient human using fire, the number of charcoal grains was the highest, reaching 238, 153 pcs g^{-1} , which was about 12.35 times the maximum in the natural profile, thus leading to relatively lower SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , MgO and Na_2O contents, or down to the minimum, while bringing the contents of CaO and MnO up to the maximum, which indicates that the use of fire by the ancient human beings generated a great deal of materials abundant in Ca and Mn . In the cultural layer formed by Living of ancient humans, all oxides expect SiO_2 , came to the maximum or peak, which indicates that the living of ancient humans facilitated accumulation of various oxides. As the ash and cultural layers were formed with foreign objects that were brought in by ancient human activities, they were no long ordinary soils, so in comparing the two profiles in soil weathering and development indices, it is necessary to rule out the two layers. 【Conclusion】It was found that the cultural profile was on the whole higher than the natural profile in soil weathering and development indices, which indicates that the use of fire and living activities of ancient



human beings inhibited soil weathering processes. Besides, the two profiles were more or less the same in content of oxides, which indicates that ancient human activities did not affect much contents of various oxides in the soil. However, the comparison of the two profiles in variation of the contents of oxides reveals that in the cultural profile, except for the ash and cultural layers, the fluctuation of the content of various oxides in all the other layers was less in frequency and magnitude than that in the natural profile, particularly in the subsoil layer, which indicates that the use of fire by ancient human beings inhibited downward transportation and accumulation of various elements, thus keeping the subsoil in a relatively enclosed environment. Meanwhile, the fluctuation of the soil weathering and development indices in value was also less in frequency and magnitude in all the other layers of the cultural profile than that of the natural profile, especially the index of ba. The assumption that the use of fire and living activities of ancient human beings impeded weathering of the subsoil further confirms the above conclusion.

Key words Soil development; Ancient human activities; Yangshao Village cultural relic site

(责任编辑：檀满枝)