

文章编号:1000-0550(2020)02-0349-09

DOI: 10.14027/j.issn.1000-0550.2019.016

天水樊家城黄土剖面记录的全新世环境及人地关系变化研究

温瑞艳, 庞奖励, 黄春长, 查小春, 周亚利, 雷晨, 炊郁达, 毛沛妮

陕西师范大学地理科学与旅游学院, 地理学国家级实验教学示范中心, 西安 710062

摘要 对天水樊家城剖面的地层、磁化率、粒度、CaCO₃等进行分析,探讨了该地区全新世环境演变与人类活动的关系。结果表明:黄土层中磁化率、<5 μm黏粒含量和黏粉比值明显偏低,>50 μm砂粒含量、CaCO₃值明显偏高,而古土壤层中磁化率、黏粒含量则达到峰值,>50 μm砂粒含量、CaCO₃值明显偏低,其风化成壤强度呈现出马兰黄土L₁→过渡性黄土L₁→古土壤S₀逐渐升高、全新世黄土L₀降低的特征。它反映末次冰期结束后(?~8 500 a B.P.),气候逐渐转暖转湿,但仍较干冷,动植物资源不足,难以满足人类的生存和发展的需求,研究区内人类活动的强度很弱。全新世中期(8 500~3 100 a B.P.),气候温暖湿润,人类活动强度增大,原始定居农业得到极大发展,普遍出现以大地湾文化、仰韶文化、马家窑文化、齐家文化为代表的人类文化;其中,6 000~5 000 a B.P.气候出现干凉化趋势,但该时期人类文化依然获得了发展。全新世晚期(3 100 a B.P.以来),东亚季风格局发生转变,气候转为较干冷,致使区域自然环境发生变化,区内逐渐兴盛游牧文化。近代以来随着人口、生产力水平等因素的影响,人类活动对环境的影响持续增强,土地利用方式以农耕为主。

关键词 天水地区;黄土;全新世;环境变化;人地关系

第一作者简介 温瑞艳,女,1991年出生,硕士研究生,资源开发与环境演变,E-mail: rywen@snnu.edu.cn

通信作者 庞奖励,男,教授,E-mail: jlpang@snnu.edu.cn

中图分类号 P532 **文献标志码** A

0 引言

近年来随着全球变化研究的不断深入,全新世环境变化对人类文明起源和生存影响的研究是近年来备受关注的科学问题之一,利用自然地层与文化地层的有机结合来提高时间分辨率,使人类活动的结果(遗迹、遗物)纳入到整个自然环境系统之中,尤其是在自然条件过渡地区进行古人类文明与自然环境演变关系的探讨是解决该问题的主要途径,并取得了显著的研究成果^[1-9]。

天水地区是我国古文明的重要发祥地之一,文化遗址广泛存在,文化内涵丰富且文化序列完整,且在区域内的黄土剖面中普遍存在着不同时代的文化层,这些文化遗址为研究全新世时期人类活动的轨迹提供了有利条件。近些年,一些学者对天水地区全新世环境演变进行了一定的研究。例如,孙爱芝等^[10]通过对黄土高原西部黄土剖面的研究,重建了该

区13 ka B.P.以来详细的植被和环境演变历史;李续彬等^[11]通过对西山坪遗址剖面进行系统分析,初步探讨了该区域古环境演变以及先民活动特征;黄春长^[12]通过对大地湾剖面的孢粉分析,揭示了该遗址在全新世期间植被气候的变迁;夏敦胜等^[13]通过对秦安大地湾黄土剖面的研究,恢复了陇西黄土高原地区全新世期间植被和自然环境变化过程,等等。但是,这些研究主要聚焦于全新世以来自然环境的演变历史,而对人地关系演变方面的研究较少。本文试图通过对樊家城剖面的研究,重建该区域全新世环境演变规律及其对人类发展的影响,探究人地关系的发展轨迹,这对于揭示该区全新世以来人地关系演变的历史规律和内在机制,协调现今人地关系具有重要意义。

1 区域概况

天水地区位于甘肃省东南部、青藏高原东北缘,

收稿日期:2018-12-11; 收修改稿日期:2019-02-12

基金项目:国家自然科学基金项目(41471071,41271108);中央高校基本科研业务费项目(GK201601006)[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41471071, 41271108; The Fundamental Research Funds for Central Universities, No. GK201601006]

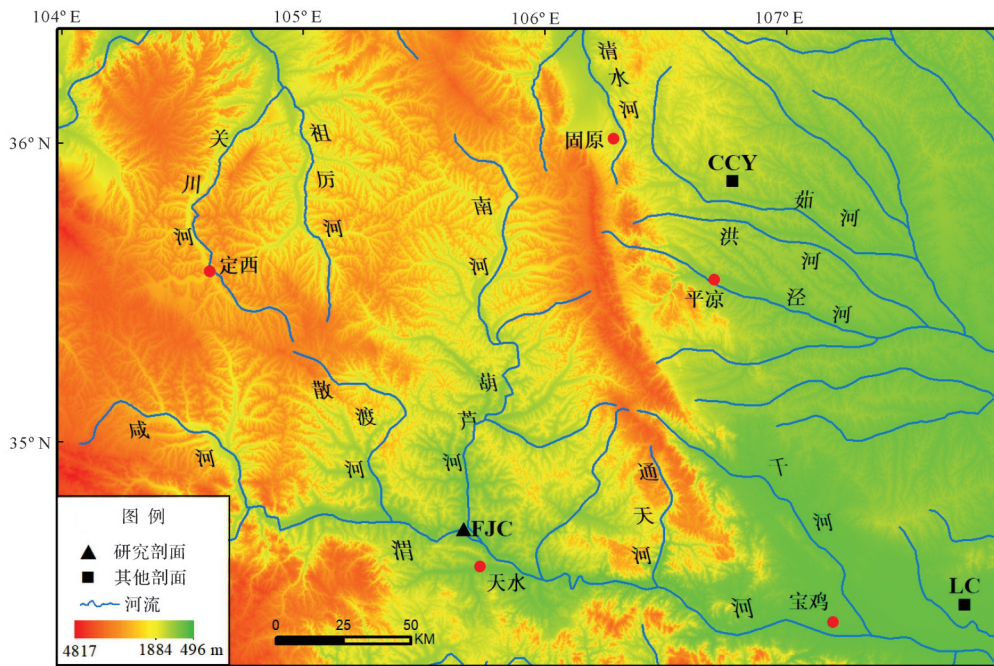


图1 天水地区樊家城剖面地理位置示意图
Fig.1 Location of the FJC profile in Tianshui area

渭河自西向东横贯市区中部,处于陇山山地与黄土高原的过渡地带。地处我国东部湿润区、西北干旱区及青藏高原高寒区三大自然区域的交汇地带,该区域对我国季风气候和全球变化的响应十分敏感。区内整体地势西北高东南低,南部和东部为山地地貌,北部广大地区属黄土丘陵地貌,有大量面积不等的平坦台地,成为历史以来人类活动的重要场所(图1)。

研究区属于温带干旱—半干旱大陆性季风气候区,气候温和,年平均气温 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,无霜期141~200 d,年降雨量450~600 mm,年蒸发量1 294 mm,受大陆季风气候影响,降水季节分布不均衡,冬春季少,夏秋季多。地带性植被为温带落叶阔叶林,土壤种类多样,主要土壤区有温带草原黑垆土、黄绵土区和温带落叶阔叶林棕壤—灰褐色土区,前者主要分布于渭河南北的广大黄土高原地区,后者主要分布于陇山林区、秦岭林区及林间草地。

2 研究材料和方法

2.1 研究材料

樊家城遗址是天水地区重要的仰韶文化时期遗存,其古文化堆积层厚0.5~2 m,发现有大量石斧、石刀、骨锥、陶片等文物^[14]。本文选取樊家城剖面

(FJC)为研究对象,其位于天水市樊家城村旁($34^{\circ}42'38''\text{ N}$, $105^{\circ}38'59''\text{ E}$,海拔1 190 m),距樊家城史前文化遗址约1 km,剖面所在地是十分平坦的台地,为樊家城遗址外缘的天然陡坎。剖面出露厚度大于2.5 m,全新世地层完整且层序清晰,剖面断续可见夹有少量陶片。结合野外观察和室内理化指标的综合分析,FJC剖面自上向下依次划分为:表土层(MS)→全新世黄土(L_0)→古土壤($S_{0上}$)→黄土夹层(L_x)→古土壤($S_{0下}$)→过渡黄土(L_1)→马兰黄土(L_1),地层详细特征见表1。

本文地层年代框架主要依据光释光(OSL)测年结果,并结合区域地层对比及地层中所见文物确定,有关OSL测年的详细过程及结果另有撰文讨论。黄土高原地区全新世的地层已经建立了比较可靠的年代框架^[15-16],樊家城剖面的地层序列与关中梁村^[15](LC)和宁夏长城塬^[16](CCY)剖面可进行良好的对比(图2)。同时在樊家城剖面黄土夹层(L_x)中发现仰韶文化时期的红色陶片。结合OSL测年数据,初步划分了研究剖面的地层和年代框架(图2)。该剖面记录了整个全新世的环境变化历史,并大致分为早期、中期和晚期三个阶段。

2.2 研究方法

野外自剖面顶部向下2 cm为间距进行连续采样,共采集119个全岩样品。所有实验测定均在陕西

表1 天水地区樊家城剖面地层特征

Table 1 Stratigraphic description of the FJC profile in Tianshui area

地层	深度/cm	剖面分层描述
表土(MS)	0~20	浊橙色(7.5YR6/4),典型旱耕土,团粒结构,疏松多孔,植物根系发达
近代黄土(L ₀)	20~44	浊黄橙色(10YR6/3),较上覆(MS)和下层(S ₀)地层颜色较浅,粉砂质地,团块状结构,比较疏松,根系减少
古土壤(S _{0上})	44~98	灰棕色(7.5YR6/2),团块状结构,致密紧实,生物多见
黄土夹层(L _x)	98~122	浊黄橙色(10YR6/3)粉砂质地,块状结构,夹有仰韶时期红色陶片
古土壤(S _{0下})	122~160	浅灰棕色(7.5YR7/2),CaCO ₃ 相对较少,团块状结构,致密坚硬
过渡黄土(L ₁)	160~210	浊黄橙色(10YR7/3),粉砂质地,典型块状结构,结构面上下分布有粉霜状CaCO ₃ ,下界与L ₁ 黄土呈过渡态
马兰黄土(L ₁)	210~238 (未见底)	浊黄橙色(10YR7/4),典型马兰黄土,粉砂质地,块状结构,十分均一、疏松

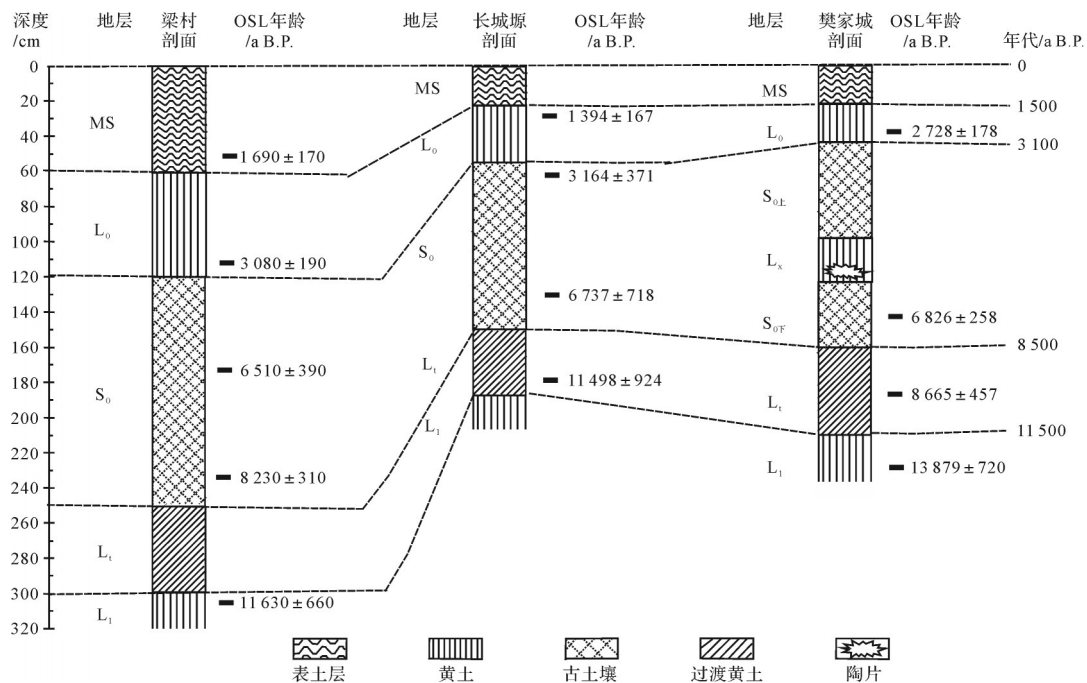


图2 天水地区樊家城剖面地层年代

Fig.2 Stratigraphic chronology of the FJC profile in Tianshui area

师范大学所属实验室完成。颜色描述采用标准比色卡(中国科学院南京土壤研究所制,1989年)。磁化率测量采用英国 Bartington 公司生产的 MS-2B 型磁化率仪,称取自然风干的样品 10 g 粗研磨至粒径小于 2 mm,置于无磁性样品盒中进行测量,每个样品测三次,结果取其平均值。粒度测定采用美国 Beckman 公司生产的 LS13320 型激光粒度仪,称取自然风干的样品 0.5 g 置于 500 mL 的烧杯中,先后加入 10 mL 10% 的 H₂O₂ 和 HCl,加热使其充分反应,然后在烧杯中注入蒸馏水直至溶液中和,再加入 5 mL 0.5 mol·L⁻¹ 的 (NaPO₃)₆ 分散剂后上机测量。CaCO₃ 测定采用荷兰 Eijkelkamp 公司的碳酸钙测定仪。OSL 测年采用单片再生剂量法 (SAR),用丹麦生产的 RISØ-TL/OSL-20 型自动释光断代仪测定,释光信号通过

9235QB15 光电倍增管检测,滤光片为 Hoya U-340 型。

3 实验结果与分析

3.1 磁化率

磁化率是表征黄土中铁磁性矿物含量的多少和粒径大小,是含铁硅酸盐“就地”风化形成的,与风化成壤强度密切相关,在一定范围内,随着气温和降水量的增高而增高,能够作为气候演变研究的一个良好代用指标^[17-19]。FJC 剖面的磁化率值介于 (86.63~116.27)×10⁻⁸ m³·kg⁻¹,不同地层单元的磁化率值差异明显(表2、图3)。L₁、L₁、S_{0下}、L_x、S_{0上}、L₀、MS 土壤层,磁化率平均值分别为:96.46×10⁻⁸ m³·kg⁻¹、89.41×10⁻⁸ m³·kg⁻¹、109.65×10⁻⁸ m³·kg⁻¹、108.35×10⁻⁸ m³·kg⁻¹、

109.35×10⁻⁸ m³·kg⁻¹、99.63×10⁻⁸ m³·kg⁻¹、101.91×10⁻⁸ m³·kg⁻¹,可见FJC剖面自马兰黄土到近代黄土L₀,磁化率呈现黄土层低古土壤层高的谷峰变化规律,表现出明显的成壤强度差异。表土层MS的磁化率平均为101.91×10⁻⁸ m³·kg⁻¹,略高于近代黄土层,应是

受人类耕作活动的影响。值得注意的是,在古土壤S₀中深度为98~122 cm处磁化率出现低谷,明显低于古土壤(S_{0上}和S_{0下})。说明其经历了微弱的成壤改造,对应于黄土夹层L_x,记录了一个干凉化的气候恶化阶段。

表2 天水地区樊家城剖面磁化率、粒度、CaCO₃值

Table 2 Magnetic susceptibility, grain size and CaCO₃ percentages of the FJC profile in Tianshui area

地层	样品数 /个	项目	磁化率 /×10 ⁻⁸ m ³ ·kg ⁻¹	<5 μm /% 黏粒	5~10 μm /% 细粉砂	>50 μm /% 砂粒	黏粒/粉砂	CaCO ₃ /%
MS	10	范围	94.53~109.97	19.3~26.4	11.5~13.7	8.6~15.9	0.30~0.41	12.20~14.15
		均值	101.91	22.86	12.35	12.62	0.35	12.99
L ₀	12	范围	95.93~104.27	14.2~21.2	11.6~16.7	12.3~16.6	0.20~0.31	12.16~12.87
		均值	99.63	18.88	12.73	15.06	0.29	12.56
S _{0上}	27	范围	102.30~116.27	18.4~24.8	11.2~15.5	10.9~16.2	0.27~0.39	11.92~12.99
		均值	109.35	21.79	13.55	13.40	0.34	12.52
L _x	12	范围	106.70~110.20	17.1~20.1	10.1~11.7	15.7~19.90	0.27~0.32	11.76~12.59
		均值	108.35	17.80	10.82	17.62	0.28	12.19
S _{0下}	19	范围	90.57~112.00	13.6~20.6	10.4~17.2	10.6~17.7	0.18~0.32	11.61~15.04
		均值	109.65	18.34	14.85	12.81	0.30	12.96
L ₁	25	范围	86.63~91.80	11.4~17.6	13.2~19.5	9.40~13.20	0.15~0.24	14.57~15.83
		均值	89.41	14.28	14.48	11.28	0.19	15.16
L ₁	14	范围	93.73~103.13	11.8~16.3	11.9~15.9	12.3~15.7	0.16~0.23	13.54~15.47
		均值	96.46	13.68	13.40	13.96	0.19	14.90
黄土层*	63	范围	86.63~110.20	11.4~21.2	10.1~19.5	9.4~19.9	0.15~0.32	11.76~15.83
		均值	96.53	15.79	13.60	13.82	0.23	14.04
古土壤层*	46	范围	90.57~116.27	13.6~24.8	10.4~17.2	10.6~17.7	0.18~0.39	11.61~15.04
		均值	108.59	19.81	13.89	13.16	0.30	12.70

注:黄土层的均值为近代黄土(L₀)、黄土夹层(L_x)、过渡黄土(L₁)和马兰黄土(L₁)的均值;古土壤层的均值为两层古土壤(S_{0上}和S_{0下})的均值。

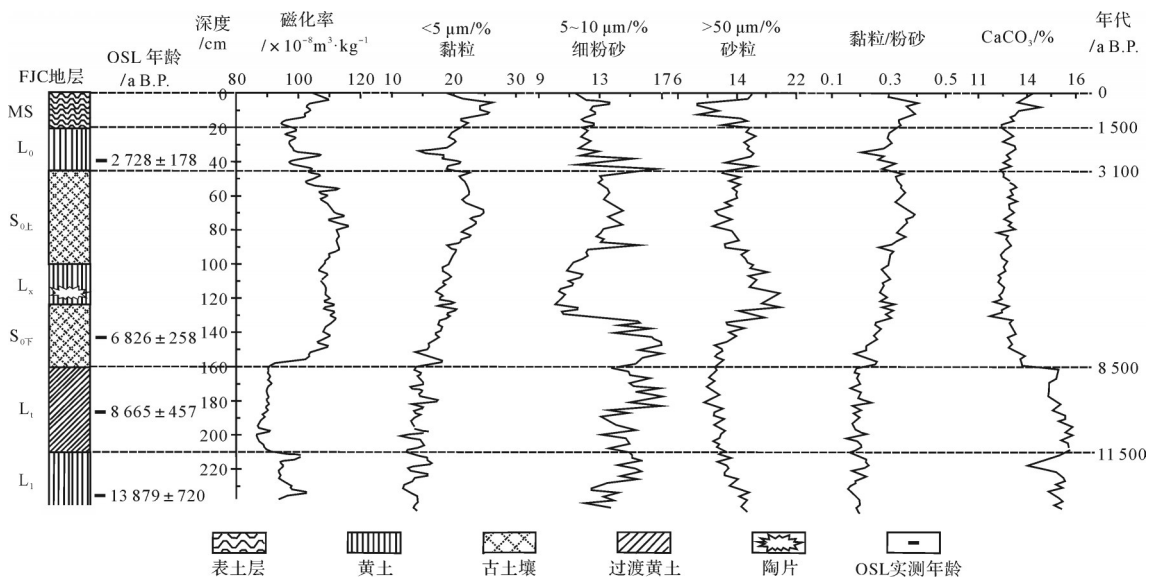


图3 天水地区樊家城剖面磁化率、各粒度参数和CaCO₃值变化曲线

Fig.3 Magnetic susceptibility, grain size and CaCO₃ curves for the FJC profile in Tianshui area

3.2 粒度组成

黄土中的硅铝酸盐类矿物在风化成壤过程中分解形成了细小的黏粒,导致黏粒含量增加,且其含量与成壤强度呈正相关关系,因而粒度是良好的成壤强度替代指标^[20-22]。粒度分析结果表明(表2、图3),FJC剖面的黏粒($<5\ \mu\text{m}$)含量变化在11.4%~24.8%之间,剖面中细粉砂($5\sim 10\ \mu\text{m}$)含量变化在10.1%~19.5%之间,砂粒($>50\ \mu\text{m}$)为9.4%~19.9%。剖面各种粒度指标的变化与地层层序变化基本吻合。古土壤层中黏粒含量和细粉砂含量较为丰富,平均为19.81%和13.89%,黄土层含量(15.79%和13.60%)较低;而砂粒含量的变化与黏粒变化呈相反的趋势,古土壤层和黄土层分别为13.16%和13.82%。同时,粒度变化曲线在古土壤 S_0 中深度为98~122 cm处出现较明显的突变,对应于黄土夹层 L_x 。该层的黏粒和细粉砂含量(平均为17.80%和10.82%)明显低于古土壤 S_0 ,砂粒含量(平均为17.62%)则显著高于上下相邻的古土壤层。粒度分析同时证明,古土壤层为黏土质粉砂质地,黄土层为粉砂质地。

3.3 CaCO_3 含量

黄土中 CaCO_3 作为易溶盐类,在风化成壤过程中会发生淋溶迁移,因而可以作为探索大气降水或湿润程度的指标^[23]。FJC整个剖面 CaCO_3 含量变化在11.61%~15.83%之间,古土壤层 CaCO_3 含量均值为12.70%,黄土层均值为14.04%,暗示了黄土堆积时期和古土壤发育时期气候环境存在差异。古土壤发育时期,气候相对温暖湿润, CaCO_3 随水向下淋溶,淋溶到过渡层(L_1)和木兰黄土层(L_1)淀积起来;而木兰黄土堆积时期,气候寒冷干旱,淋溶作用微弱,使得 CaCO_3 含量峰值区出现在过渡层和木兰黄土层。

4 讨论

FJC剖面理化参数指示的成壤强度变化不仅记录了气候变化历史,也指示了人类活动变化的历史。木兰黄土 L_1 (? $\sim 11\ 500\ \text{a B.P.}$):磁化率($96.46\times 10^{-8}\ \text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$)、 $<5\ \mu\text{m}$ 黏粒含量(13.68%)在剖面中呈现谷值,而 $>50\ \mu\text{m}$ 砂粒含量(13.96%)、 CaCO_3 (14.90%)呈现峰值,指示风化成壤较弱,冬季风较为强盛,气候寒冷干旱。过渡性黄土 L_1 (11 500~8 500 a B.P.)的磁化率、黏粒含量和细粉砂含量呈现波动上升趋势,砂粒含量相对降低,这些变化表明全新世早期风化成壤作用较 L_1 有所增强,风尘堆积速率较晚更新世有

所降低,冬季风逐渐减弱,而夏季风逐渐增强,气候开始由干冷向暖湿过渡,但仍比较干冷。 L_1 和 L_1 以十分纯净为特征,反映其发育时期生物活动弱,动植物资源不足,难以满足人类的生存和发展的需求。在区域上未发现此时期的文化遗址,剖面该层位也并未发现陶片碎屑。这说明虽然气候在波动中回暖,但仍较干冷,研究区内人类活动的强度还是很弱。

古土壤 S_0 (8 500~3 100 a B.P.)的磁化率、黏粒、 CaCO_3 等气候替代指标反映其风化成壤作用强烈和气候温暖湿润,但98~122 cm的磁化率、黏粒含量、细粉砂和砂粒含量与上下地层明显不同,将古土壤 S_0 分为上下两段(S_{0F} 、 S_{0U}),由于这个阶段的存在,全新世大暖期包含了两个主要的阶段,即8 500~6 000 a B.P.和5 000~3 100 a B.P.,从气候代用指标显示,前者为全新世大暖期当中较为温暖湿润的时期。古土壤 S_{0F} (8 500~6 000 a B.P.),其磁化率($109.65\times 10^{-8}\ \text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$)、 $<5\ \mu\text{m}$ 黏粒含量(18.34%)、 $5\sim 10\ \mu\text{m}$ 细粉砂含量(14.85%)在剖面中处于较高水平,而 $>50\ \mu\text{m}$ 砂粒含量(12.81%)、 CaCO_3 (12.96%)处于较低水平,指示此阶段风化成壤作用强烈,气候温暖湿润,环境条件优越。考古资料说明同时期区内出现大地湾和西山坪等呈现大地湾一期文化和仰韶早期文化特征的遗址^[24-26]。遗址中发现的大量动物骨骼(马鹿、熊)、少量人工驯养植物的残骸和房屋遗迹,说明当时自然环境温暖湿润,原始农业文明已经出现,但很不发达,先民已经开始定居生活。这些现象说明,樊家城剖面 S_{0F} 指示的8 500~6 000 a B.P.时期暖湿气候、良好的水热条件使得动植物资源丰富,为先民提供了丰富的物质来源,人口数量增多和人类活动强度增大,人类文化得到较快发展,但是,生产技术水平有限,人类经济物质来源主要仰求于自然,人类活动对自然的影响可能仍有限。

黄土夹层 L_x (6 000~5 000 a B.P.),其磁化率、黏粒、细粉砂同时呈现谷值(图3、表2),其数值明显低于上下相邻的古土壤层,而砂粒含量出现峰值区,显著高于相邻古土壤层,指示该时期气候出现冷干化趋势,这种全新世中期的气候恶化事件在甘肃通渭四家庙剖面、平凉大寨剖面 and 天水北道黄土剖面中均有记录^[27-29]。该时期的气候恶化必然导致动植物资源较前期减少,相对匮乏的物质资源难以满足先民生存和发展的需要,在本期初期反而刺激先民创造了更为先进的生产技术和生产工具来保证人类的

生存和发展。因此,仰韶文化在气候干冷化趋势下依然获得了发展和扩展,促使仰韶中期文化发展达到鼎盛时期。考古资料表明,该期出土的陶器以红陶为主,后期灰陶数量有所增加;出土黍、粟、油菜籽等多种作物;且发现建筑面积最大的房址^[30-32]。表3数据也显示该期文化遗址数量较前期明显增多,野外采样时该层位也发现仰韶文化时期红色陶片(6 000~5 000 a B.P.),这些都进一步佐证了当时人类活动强度和范围较大,定居农业文明得到发展,而农业的快速发展又导致了仰韶文化的发展与繁荣。本阶段后期气候资源环境持续恶化,这种环境恶化造成的危害远远超过了人类自身抵御自然变化的能力,最终导致了仰韶晚期文化的衰落。

古土壤 $S_{0上}$ (5 000~3 100 a B.P.), 其磁化率 ($109.35 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)、 $<5 \mu\text{m}$ 黏粒含量 (21.79%)、 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 细粉砂含量 (13.55%) 在剖面中呈现峰值, 而 $>50 \mu\text{m}$ 砂粒含量 (13.40%)、 CaCO_3 (12.52%) 处于较低水平, 指示本区气候趋向好转, 气候转为温湿。区域内发现该时期的师赵村、泰山庙等大量文化遗址, 这些遗址呈现马家窑文化和齐家文化特征^[26,33-34], 且遗址数量较早期显著增加(表3)。遗址中发现大量刀、斧、陶器和谷物堆积层, 说明该时期气候暖湿, 农业生产水平已达到一定的程度, 制陶业十分发达。马家窑文化时期聚落遗址分布广、面积大, 而到齐家文化晚期文化遗址分布范围收缩、面积小, 牧业因素显著增加。这些现象说明, 樊家城剖面 $S_{0上}$ 指示的 5 000~3 100 a B.P. 阶段初期气候温暖湿润时期, 研究区人类活动强度持续增强, 创造了一批规模空前的史前文化, 而后期气候逐渐向冷干方向转变, 导致齐家文化晚期面貌发生了巨变, 原始农业地位下降, 畜牧经济逐渐发展起来。

全新世晚期(3 100 a B.P. 以来): 即全新世黄土

L_0 堆积时期, 磁化率 ($99.63 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)、 $<5 \mu\text{m}$ 黏粒含量 (18.88%) 在剖面中呈现谷值, 而 $>50 \mu\text{m}$ 砂粒含量 (15.06%) 呈现峰值, 表明其风化成壤作用减弱, 东亚季风格局发生转变, 以较湿润的以东南季风为主的气候逐渐转为以较干旱的以西北季风为主的气候特征。考古资料^[32,35]说明同时期区内出现雒家庄、五垵地等呈现寺洼文化特征的遗址, 寺洼文化特征表现为居无常址, 陶器少而粗糙, 北方游牧文化的生产工具和装饰品开始出现并逐渐增多。这说明该时期气候逐渐干冷的情况下, 原始农业逐渐衰落, 区内由原始定居农业文化转向游牧类型文化。上述事实说明樊家城剖面 L_0 指示的 3 100 a B.P. 以来由于季风变化造成该区域严重干旱, 导致自然环境趋于恶化, 定居农业所依赖的水分、热量、土壤条件大不如前, 农耕文化受到影响而明显退化, 区内的定居农业文化逐渐被游牧经济取而代之。近代以来随着人口数量的增加, 生产技术和强化, 人类活动对环境的影响持续增强, 土地利用方式以农耕为主。

5 结论

通过对天水 FJC 剖面的磁化率、粒度、 CaCO_3 等气候替代指标进行综合分析, 确立了该剖面自末次冰期结束以来形成的地层序列为: $MS \rightarrow L_0 \rightarrow S_{0上} \rightarrow L_s \rightarrow S_{0下} \rightarrow L_t \rightarrow L_1$ 。探讨了末次冰期结束以来环境演变及与人类活动的关系:

(1) 末次冰期结束后(?~8 500 a B.P.), 气候开始逐渐转暖, 但仍比较寒冷干旱, 动植物资源不足, 难以满足人类生存和发展的需求, 研究区内人类活动的强度很弱。

(2) 全新世中期(8 500~3 100 a B.P.), 随着全新世大暖期的出现, 人类活动强度增大, 在 8 500~

表3 天水地区樊家城剖面记录的全新世环境特征及文化遗址数量

Table 3 Environmental characteristics and number of sites during the Holocene recorded in the FJC profile in Tianshui area

FJC剖面指示的环境特征	文化特征	遗址数量
$MS+L_0$: (3 100 a B.P. 以来)成壤作用减弱, 指示气候转为干冷	寺洼文化	249
$S_{0上}$: (5 000~3 100 a B.P.)成壤强烈, 指示早期暖湿, 晚期有干冷化趋势	齐家文化 马家窑文化	374
L_s : (6 000~5 000 a B.P.)成壤微弱, 气候干冷	仰韶中期和晚期文化	91
$S_{0下}$: (8 500~6 000 a B.P.)成壤作用强烈, 指示气候温暖湿润	仰韶早期文化 大地湾一期文化	7
L_t+L_1 : (? ~8 500 a B.P.)成壤作用微弱, 指示气候寒冷干旱		0

注: 表中资料主要来自文献^[14]。

6 000 a B.P. 该区出现了大地湾文化和仰韶早期文化;6 000~5 000 a B.P. 气候出现干凉化趋势,但该时期仰韶文化依然获得了发展与扩展;5 000~3 100 a B.P. 气候再次好转,该区形成了马家窑文化和齐家文化。

(3) 全新世晚期(3 100 a B.P. 以来),东亚季风格局发生转变,气候转为干冷,水土、生物资源退化,畜牧经济逐渐兴盛。近代,由于人口、生产力水平等因素的影响,土地利用方式以农耕为主。

参考文献(References)

- [1] 刘东生. 黄土与环境[M]. 北京:科学出版社,1985. [Liu Tungsheng. Loess and environment [M]. Beijing: Sciences Press, 1985.]
- [2] 靳建辉,李志忠,胡凡根,等. 全新世中晚期福建海岸沙丘记录的海岸环境与人类活动[J]. 地理学报,2015,70(5):751-765. [Jin Jianhui, Li Zhizhong, Hu Fangen, et al. Mid-Holocene coastal environment and human activities recorded by a coastal dune in Fujian province, China [J]. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(5): 751-765.]
- [3] 黄润,朱诚,郑朝贵. 安徽淮河流域全新世环境演变对新石器遗址分布的影响[J]. 地理学报,2005,60(5):742-750. [Huang Run, Zhu Cheng, Zheng Chaogui. Distribution of neolithic sites and environmental change in Huaihe River Basin, Anhui province [J]. Acta Geographica Sinica, 2005, 60(5): 742-750.]
- [4] 侯光良,魏海成,鄂崇毅,等. 青藏高原东北缘全新世人类活动与环境变化:以青海湖江西沟2号遗迹为例[J]. 地理学报,2013,68(3):380-388. [Hou Guangliang, Wei Haicheng, E Chongyi, et al. Human activities and environmental change in Holocene in the northeastern margin of Qinghai-Tibet Plateau: A case study of JXG2 relic site in Qinghai Lake [J]. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(3): 380-388.]
- [5] Huang C C, Jia Y F, Pang J L, et al. Holocene colluviation and its implications for tracing human-induced soil erosion and redeposition on the piedmont loess lands of the Qinling Mountains, northern China [J]. Geoderma, 2006, 136(3/4): 838-851.
- [6] Sen J, Yang L Y, Yang X D, et al. Lake sediment records on climate change and human activities since the Holocene in Erhai catchment, Yunnan province, China [J]. Science in China Series D: Earth Sciences, 2005, 8(3): 353-363.
- [7] 崔一付,刘雨嘉,马敏敏. 青藏高原东北部官亭盆地新石器—青铜时代聚落时空演变及其影响因素[J]. 中国科学(D辑):地球科学,2018,48(2):152-164. [Cui Yifu, Liu Yujia, Ma Minmin. Spatiotemporal evolution of prehistoric Neolithic-Bronze Age settlements and influencing factors in the Guanting Basin, Northeast Tibetan Plateau [J]. Science China (Seri. D) Earth Sciences, 2018, 48(2): 152-164.]
- [8] 张强,刘春玲,朱诚,等. 长江三角洲地区全新世以来环境变迁对人类活动的影响[J]. 海洋地质与第四纪地质,2004,24(4):9-15. [Zhang Qiang, Liu Chunling, Zhu Cheng, et al. Impact of environmental changes on human activities during the Holocene in the Changjiang (Yangtze) River Delta region [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2004, 24(4): 9-15.]
- [9] 庞奖励,黄春长. 关中地区新石器文化发展与环境演变耦合关系研究[J]. 地理科学,2003,23(4):448-453. [Pang Jiangli, Huang Chunchang. A discussion on the relation between environment change and the neolithic culture of Guanzhong area, China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2003, 23(4): 448-453.]
- [10] 孙爱芝,冯兆东,唐领余,等. 13 ka BP以来黄土高原西部的植被与环境演化[J]. 地理学报,2008,63(3):280-292. [Sun Aizhi, Feng Zhaodong, Tang Lingyu, et al. Vegetation and climate changes in the western part of the Loess Plateau since 13 ka BP [J]. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(3): 280-292.]
- [11] 李续彬,强小科,徐新文,等. 初探甘肃西山坪遗址中全新世环境演变及人类活动[J]. 地球物理学进展,2011,26(1):129-137. [Li Xubin, Qiang Xiaoke, Xu Xinwen, et al. The preliminary study of Mid-Holocene environmental evolvments and human activities in Gansu Xishanping site [J]. Progress in Geophysics, 2011, 26(1): 129-137.]
- [12] 黄春长. 甘肃秦安大地湾遗址植被气候变迁[J]. 地理科学,1991,11(4):328-335. [Huang Chunchang. The change of vegetation and climate at Dadiwan Neolithic site in Qinan county, Gansu province [J]. Scientia Geographica Sinica, 1991, 11(4): 328-335.]
- [13] 夏敦胜,马玉贞,陈发虎,等. 秦安大地湾高分辨率全新世植被演变与气候变迁初步研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版),1998,34(1):119-127. [Xia Dunsheng, Ma Yuzhen, Chen Fahu, et al. High resolution record of vegetation and climate variations in Longxi Loess Plateau during Holocene [J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 1998, 34(1): 119-127.]
- [14] 国家文物局. 中国文物地图集(甘肃分册)[M]. 北京:测绘出版社,2011. [National Cultural Heritage Administration. Chinese Atlas of cultural relics (Gansu branch) [M]. Beijing: Surveying and Mapping Press, 2011.]
- [15] 丁敏,庞奖励,黄春长,等. 全新世黄土—古土壤序列色度特征及气候意义:以关中平原西部梁村剖面为例[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2010,38(5):92-97. [Ding Min, Pang Jiangli, Huang Chunchang, et al. Chroma characteristics and its climatic significance in Holocene loess-paleosol sequence--A case study of the Holocene Liangcun profile in the western Guanzhong Basin [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2010, 38(5): 92-97.]
- [16] 米小建,黄春长,周亚利. 宁夏长城塬黄土土壤剖面光释光测年研究[J]. 干旱区研究,2013,30(2):231-235. [Mi Xiaojian, Huang Chunchang, Zhou Yali. Optical stimulated luminescence dating of loess profiles in the Changchengyuan loess tableland in Ningxia [J]. Arid Zone Research, 2013, 30(2): 231-235.]

- [17] 刘秀铭,刘东生,Shaw J,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. [Liu Xiuming, Liu Tungsheng, Shaw J, et al. Magnetic mineral characteristics of Chinese loess and its palaeoclimatic significance[J]. Quaternary Sciences, 1993(3): 281-287.]
- [18] 侯顺名,刘秀铭,吕滨,等. 土耳其Nallihan黄土—古土壤岩石磁学特征及其环境意义[J]. 第四纪研究,2015,35(4):1006-1019. [Hou Shunming, Liu Xiuming, Lü Bin, et al. Rock magnetic properties of loess in Nallihan, Turkey and its environmental significances[J]. Quaternary Sciences, 2015, 35(4): 1006-1019.]
- [19] An Z S, Kukla G J, Porter S C, et al. Magnetic susceptibility evidence of monsoon variation on the Loess Plateau of central China during the last 130, 000 years[J]. Quaternary Research, 1991, 36(1): 29-36.
- [20] Huang C C, Pang J L, Chen S E, et al. Holocene dust accumulation and the formation of polycyclic cinnamon soils (luvisols) in the Chinese Loess Plateau [J]. Earth Surface Processes and Landforms, 2003, 28(12): 1259-1270.
- [21] 鹿化煜,安芷生. 洛川黄土粒度组成的古气候意义[J]. 科学通报,1997,42(1):66-69. [Lu Huayu, An Zhisheng. Grain-size composition of Luochuan loess and paleoclimate implication [J]. Chinese Science Bulletin, 1997, 42(1): 66-69.]
- [22] 鹿化煜,安芷生. 黄土高原黄土粒度组成的古气候意义[J]. 中国科学(D辑):地球科学,1998,28(3):278-283. [Lu Huayu, An Zhisheng. Paleoclimatic significance of grain size of loess-palaeosol deposit in Chinese Loess Plateau[J]. Science in China (Series D):Earth Science, 1998, 28(3): 278-283.]
- [23] 刁桂仪,文启忠. 渭南黄土剖面碳酸盐和铁变化的古气候记录[J]. 地球化学,1995,24(增刊1):75-82. [Diao Guiyi, Wen Qizhong. Paleoclimate records of variation of carbonate and iron oxides in Weinan loess section[J]. Geochimica, 1995, 24 (Suppl. 1): 75-82.]
- [24] 甘肃省博物馆文物工作队. 甘肃秦安大地湾遗址1978至1982年发掘的主要收获[J]. 文物,1983(11):21-30. [Working Party on Cultural Relics of Gansu Museum. The main achievements of excavation of Dadiwan site in Qinan, Gansu province from 1978 to 1982[J]. Cultural Relics, 1983(11): 21-30.]
- [25] 张行. 古生物与古环境[M]. 兰州:敦煌文艺出版社,2004:273-274. [Zhang Xing. Paleontology and paleoenvironment [M]. Lanzhou: Dunhuang literature and Art Publishing House, 2004: 273-274.]
- [26] 莫多闻,李非,李水城,等. 甘肃葫芦河流域中全新世环境演化及其对人类活动的影响[J]. 地理学报,1996,51(1):59-69. [Mo Duowen, Li Fei, Li Shuicheng, et al. A preliminary study on the paleoenvironment of the Middle Holocene in the Hulu River area in Gansu province and its effects on human activity [J]. Acta Geographica Sinica, 1996, 51(1): 59-69.]
- [27] 付淑清,陈淑娥,魏明建,等. 甘肃通渭县黄土堆积区全新世环境变迁[J]. 地球科学与环境学报,2005,27(4):71-74,78. [Fu Shuqing, Chen Shu'e, Wei Mingjian, et al. Environmental changes during Holocene epoch in loess area in Tongwei county of Gansu province [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2005, 27(4): 71-74, 78.]
- [28] 吴利杰,石建省,毕志伟,等. 平凉大寨剖面早中全新世气候不稳定性研究[J]. 干旱区资源与环境,2014,28(9):129-133. [Wu Lijie, Shi Jiansheng, Bi Zhiwei, et al. High resolution studies on climate change and instability during the early and Middle Holocene in Pingliang area[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2014, 28(9): 129-133.]
- [29] 付淑清,陈淑娥,李勇,等. 渭河中上游地区全新世气候不稳定性初步研究[J]. 干旱区资源与环境,2005,19(7):85-89. [Fu Shuqing, Chen Shu'e, Li Yong, et al. Primary study on the environmental instability during Holocene in the upper and middle reaches of Weihe River [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2005, 19(7): 85-89.]
- [30] 中国社会科学院考古研究所. 师赵村与西山坪[M]. 北京:中国大百科全书出版社,1999. [CASS. Shizhaocun and Xishanping [M]. Beijing: Encyclopedia of China Publishing House, 1999.]
- [31] 王吉怀. 天水西山坪和师赵村遗址发掘的学术意义[J]. 考古,1991(7):639-648. [Wang Jihuai. Academic significance of excavation of Xishanping and Shizhao village sites in Tianshui [J]. Archaeology, 1991(7): 639-648.]
- [32] 李非,李水城,水涛. 葫芦河流域的古文化与古环境[J]. 考古,1993(9):822-842. [Li Fei, Li Shuicheng, Shui Tao. The ancient culture and environment of the Hulu River basin [J]. Archaeology, 1993(9): 822-842.]
- [33] 张多勇. 论自然环境对马家窑文化的影响[J]. 青海民族大学学报(社会科学版),2011,37(1):97-101. [Zhang Duoyong. Discussing on nature environment influence on Majiayao Culture [J]. Journal of Qinghai Nationalities University (Social Sciences), 2011, 37(1): 97-101.]
- [34] 安成邦,冯兆东,唐领余,等. 甘肃中部4000年前环境变化与古文化变迁[J]. 地理学报,2003,58(5):743-748. [An Chengbang, Feng Zhaodong, Tang Lingyu, et al. Environmental changes and cultural transition at 4 cal. ka BP in Central Gansu [J]. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(5): 743-748.]
- [35] 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. [Huang Chunchang. The deterioration of land resources and the change in human-earth relationships in the Weihe River basin at 3100 a B. P. [J]. Scientia Geographica Sinica, 2001, 21(1): 30-35.]

Environmental Change and Evolution of the Man-Land Relationship during the Holocene Recorded in the Fanjiacheng Profile, Tianshui Area

WEN RuiYan, PANG JiangLi, HUANG ChunChang, ZHA XiaoChun, ZHOU YaLi, LEI Chen, CHUI YuDa, MAO PeiNi

College of Geography and Tourism, National Demonstration Center for Experimental Geography Education, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China

Abstract: The stratigraphic, magnetic susceptibility, grain size and CaCO_3 profiles of the Fanjiacheng (FJC) in Tianshui were analyzed to explore the relationship between Holocene environmental evolution and human activities in the region. The results are as follows: Magnetic susceptibility $5 \mu\text{m}$ clay content and clay/silt ratio in the loess layer were significantly lower; >math>50 \mu\text{m}</math> sand content and CaCO_3 value were clearly higher; and the magnetic susceptibility and clay content in the paleosol layer peaked at >math>50 \mu\text{m}</math> sand content, and CaCO_3 content is obviously less. This weathering and pedogenic intensity indicates that Malan loess $L_1 \rightarrow$ transitional loess $L_t \rightarrow$ paleosol S_0 gradually increased and Holocene loess L_0 decreased. This reflects that although the climate gradually became warmer and wetter following the end of the last glacial period (? ~8 500 a B.P.), it was still dry and cold. Animal and plant resources are insufficient to adequately meet the needs of human survival and development, and the intensity of human activity in the research area was very weak. In the middle of the Holocene (8 500-3 100 a B.P.), the climate was warm and humid, and the intensity of human activity increased. Primitive settlement agriculture developed greatly and human cultures (the Dadiwan, Yangshao, Majiayao and Qijia cultures) generally appeared. The climate in 6 000-5 000 a B.P. showed a drying and cooling trend, but human cultures continued to develop during this period. In the late Holocene (3 100-0 a B.P.), the east Asian monsoon pattern changed and the climate has become drier and colder, leading to changes in the regional natural environment. Nomadic cultures gradually flourished in the region. In recent years, due to the increase in population and the development and strengthening of production technology, the influence of human activities on the environment has continued to increase, and the land-use pattern was still dominated by farming.

Key words: Tianshui area; loess; Holocene; environmental change; man-land relationship