

天水谢家湾全新世环境变迁及人地关系演化

付淑清¹, 陈淑娥¹, 魏明建², 李 英¹, 李 勇¹

(1. 长安大学 地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 首都师范大学 地理系, 北京 100037)

[摘要] 在野外详细观测的基础上, 对天水谢家湾全新世黄土剖面以 2 cm 为间距进行了连续采样, 并对所有样品作了磁化率和粒度分析, 结果综合反映出研究区自全新世以来, 经历了早期升温、中期基本暖湿、晚期趋于干冷的气候环境演化阶段, 其中全新世中期在总体温湿的大背景下, 存在频繁的气候波动。以此为基础, 结合对渭河文化的历史研究资料, 探讨了区内约 1 万年以来的人地关系演化历史, 指出人地关系的和谐与统一, 对人类社会发展具有重要意义。

[关键词] 天水地区; 全新世; 环境变迁; 人地关系演化

[中图分类号] P532 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)02-0081-04

[作者简介] 付淑清(1977—), 女, 内蒙古乌盟人, 硕士研究生, 现从事第四纪地质研究工作。

研究区位于甘肃省东部的陇山山地与黄土高原的过渡地带, 地处青藏高原东北缘, 渭河谷地横贯其中部黄土地区。区内第四系(Q)主要为风积黄土与河流冲积物, 其中已发现了以大地湾文化为代表的多处古文化遗址。由于第四纪沉积物厚度相对较薄, 前人对本区以黄土作为载体研究全球环境变迁所做的工作也相对较少, 且主要集中于植被演变的研究^[1~3]。笔者对天水谢家湾全新世黄土剖面作了地层学与土壤学研究, 并利用粒度和磁化率指标对区内全新世的环境变迁进行分析论证, 同时结合文献记载探讨了约 1 万年以来的人地关系演变, 为我国西部地区第四纪环境变迁与人类活动的相关性研究提供有益的信息。

1 剖面观察和样品采集

剖面选择在天水地区甘谷县, 全新世地层在剖面中厚约 1.4 m, 保存良好。对剖面的地层学、土壤学特征描述见表 1。

以较高分辨率分析为目标, 对剖面自上而下以 2 cm 为间距连续采样, 共采集综合样品 90 件。

表 1 天水谢家湾全新世黄土剖面地层学土壤学描述
Table 1 Stratigraphic and pedological descriptions of the loess-palaeosol sequence at Xiejiaowan site, Tianshui

d/cm	地层划分	土壤特征描述
20~0	现代黄土(L ₀) 和表土层(TS)	浊棕色(7.5YR, 6/3), 粉沙质地, 疏松, 粒状-团粒状结构, 虫、根孔较多, 孔径一般 1~2 mm, 有蚯蚓粪便, 含少量的白色钙质假菌丝
120~20	黑垆土层(S ₀)	浊棕色(7.5YR, 5/3), 粘土质粉沙质地, 团粒结构发育, 较为紧实坚硬, 虫、根孔较多, 孔径一般 1~2 mm, 有较多的蚯蚓粪粒, 白色钙质假菌丝和薄膜比较发育
140~120	过渡层(L ₁)	浊棕色(7.5YR, 6/3), 粉沙质地, 疏松易碎, 上部团粒结构, 向下渐变为团块结构, 有较大虫孔和植物根孔, 白色钙质假菌丝发育
?~140	马兰黄土层(L ₁)	浊橙色(7.5YR, 7/3), 粉沙质地, 均质块状结构, 疏松易碎, 断面不平。虫、根孔较少, 孔径一般<1 mm, 无大孔隙, 钙质多呈斑点状分布, 亦有少量钙质假菌丝体, 可见许多蜗牛化石。

2 实验方法及分析结果

对全部样品进行了室内磁化率测定和粒度分析。

2.1 磁化率测定

对黄土的大量研究表明, 其磁化率值的高低能够指示粉尘堆积速率或成壤作用的强度, 可以作为过去夏季风强度和降水量以及年均气温的代用指标^[4-6], 因而磁化率测定可作为研究气候变迁的基本方法之一。

样品的磁化率测量是在中国科学院地球环境研究所磁学实验室完成。测量时取烘干粉末样约 10 g, 用英国 Bartington 公司制造的 MS2 型磁化率仪在仪器稳定的状态下分别测量了低频(0.47 Hz)和高频(4.7 Hz)磁化率值, 获取了随深度变化的磁化率曲线(图 1 a)。

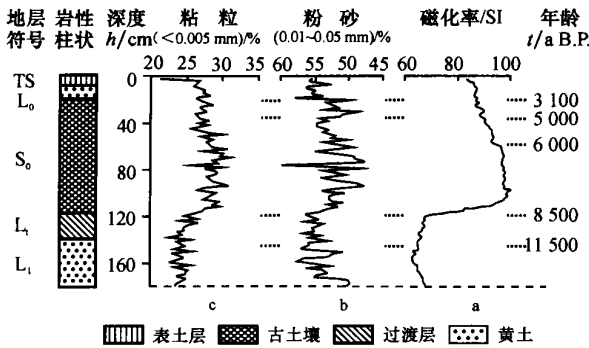


图 1 天水谢家湾全新世黄土剖面地层划分和粒度、磁化率曲线

Fig 1 Stratigraphic subdivisions and diagrams showing analytical result of grain-size and magnetic susceptibility in the Holocene loess-palaeosol sequence at Xiejiaowan site Tianshui

结果显示, 谢家湾剖面的磁化率值介于 60 ~ 100 SI, 马兰黄土的磁化率值最低(60 ~ 70 SI), 古土壤 S₀ 与磁化率曲线的最高峰对应, 磁化率值皆 > 70 SI, 而且有向上波动降低的趋势, 到 58 ~ 36 cm 为一明显下降区。总体来看, 古土壤层与磁化率曲线的波峰对应, 而黄土层则对应于波谷位置。

2.2 粒度分析

黄土古土壤的粒度组成是查明沉积物物质来源、搬运介质和动力、沉积环境及其变化的一个重要指标, 因而可视为东亚季风气候变化的又一个替代性指标, 并已得到了广泛应用^[7-10]。

粒度分析在中国科学院地球环境研究所沉积学实验室完成, 样品前处理按鹿化煜(1997)^[8] 粒度分析前处理方法进行, 用德国 FRITSCH 公司生产的 ANALYSETTE-22 型激光粒度仪测量, 所获的粒度曲线见图 1b, c。

谢家湾剖面粘粒(< 0.005 mm)含量 21% ~

32%, 粉砂(0.05 ~ 0.01 mm)含量 47% ~ 60%, 且二者呈很好的负相关关系。马兰黄土 L₁ 的粉砂含量 50% ~ 58%, 粘粒含量 22% ~ 26%。从 L₁ 向上, 粉砂含量波动下降, 粘粒含量趋于增加, 二者在古土壤层 S₀ 分别达到波谷和波峰, 与磁化率曲线相对应, 在 58 ~ 36 cm 处, 粉砂含量突然增加, 粘粒含量则减少。结果显示, 剖面中各粒度指标的变化与地层层位变化相吻合, 黄土层对应于粉砂含量的波峰位置, 古土壤层则以低的粉砂含量和高粘粒含量为特征。

3 全新世气候变迁的阶段划分及环境特征

目前对全新世气候变迁的阶段划分普遍采用三分法, 即早全新世(11 500 ~ 8 500 a B. P.)升温期, 中全新世(8 500 ~ 3 100 a B. P.)大暖期, 晚全新世(3 100 a B. P. 以来)降温期^[11-16]。按照这一方案, 根据土壤学特征及实验分析结果, 初步将晚更新世与全新世的分界点定于谢家湾剖面 140 cm 位置, 也就是马兰黄土与黑垆土间的过渡层 L_t 的底界。古土壤 S₀ 对应中全新世, 以上为晚全新世地层。

早全新世(11 500 ~ 8 500 a B. P.)对应剖面 140 ~ 120 cm 位置。这一阶段粉砂含量较之前趋于降低, 粘粒含量和磁化率值波动上升。秦安大地湾孢粉分析也显示, 期间木本植物基本上以针阔叶混交为特征^[1-3], 指示东亚夏季风逐渐增强, 达到了与冬季风强度相近或略强于冬季风, 本区气候总体开始转暖变湿, 土壤成土作用加强, 反映了冰期已结束, 气候开始由干冷向暖湿过渡的阶段。总之, 磁化率、粒度指标综合指示了冬季风变弱, 夏季风势力增强, 气候迅速变得温湿是这一阶段的基本特征。

中全新世(8 500 ~ 3 100 a B. P.), 即剖面 120 ~ 20 cm 段, 磁化率值处于整条曲线的最高峰段, 粘粒含量相对较高, 粉砂则处于全剖面的最低谷区, 综合反映了夏季风长期占据优势地位, 气候总体上是温暖湿润的, 土壤成壤作用强。然而, 从粘粒和粉砂含量的变化看, 这一时期的气候是不稳定的, 其间在总体温湿的大背景下, 存在较为频繁的冷暖波动, 其中在剖面 58 ~ 36 cm 段, 粉砂含量明显增加, 可能为一气候恶化显著的阶段。据施雅风

等^[11]的研究,中国全新世大暖期有多次剧烈的气候波动和寒冷事件,其中6 000~5 000 a B. P.为一气候波动剧烈的降温阶段。黄春长、庞奖励等^[12~16]通过对关中盆地多个全新世黄土剖面的研究,发现全新世中期并非一个稳定、连续的温暖湿润期,期间存在以校正年龄6 000~5 000 a B. P.间为代表的气候恶化阶段。金川泥炭 $\delta^{18}\text{O}$ 记录显示4 590~3 600 a B. P.存在一次大幅度升温过程,而在5 600~4 900 a B. P.仍属较冷时期^[17]。敦德冰心记录也反映5 000~3 000 a B. P.气候较为温暖,此后便开始变冷^[18]。由此推断,研究剖面58~36 cm段可能发育于6 000~5 000 a B. P.间气候显著恶化的阶段,而全新世中期的气候恶化阶段可能在黄土高原南部以至整个中国北部地区普遍存在,或许这也是对全新世高温期气候不稳定性具有区域性甚至全球性^[19]的又一映证。

晚全新世(3 100 a B. P.以来)形成了现代黄土并发育了表层土壤。各项指标显示此间气候已趋于干旱化,风化成壤作用减弱。孢粉分析^[1~3]也显示,期间孢粉浓度较低,且以草本占据优势,反映冬季风再次加强,区内年均气温及降水量都较前期降低。强烈的西北季风场还加速了黄土的堆积,从而覆盖 S_0 ,使其成为了古土壤。

综上所述,磁化率、粒度等气候代用指标,分别以其不同的意义反映了研究区全新世以来气候环境的变化情况。中全新统磁化率、粘粒含量的峰值指示土壤形成过程中经历了较强的风化成壤作用,反映气候比较温暖湿润,而粉砂含量的峰值则反映黄土堆积时气候较为干旱寒冷,各代用指标曲线的峰谷交替与黄土-古土壤的交替叠置相对应。

4 渭河流域全新世的人地关系

天水地区位于渭河流域的中上游,纵贯本区的葫芦河在天水市附近汇入渭河。葫芦河流域、渭河流域是我国古代文明的重要发祥地之一,是我国新石器文化出现较早、规模较大,而且序列较为完整的地区^[20~25]。众多的古文化遗址为了解人地关系的演变历史提供了丰富的资料。人类史前文明受到自然环境的制约,是人类与自然和谐的必然结果。

分析表明,研究区人类史前文明处于全新世自然环境好转的时期,但早期的急剧升温事件可能导

致严重灾害,不利于生物繁衍和人类的发展。考古研究也表明,8 500 a B. P.之前的古文化遗址极少发现,人类可能仍以狩猎和采集为生,没有形成大的聚落^[20~25]。可以想象,这一阶段人类与环境的关系尚处于一种必然的状态。

历史发展到8 500~3 100 a B. P.也即地质历史的全新世中期,天水地区的气候以基本上温暖湿润为特征。优越的自然环境为人类古文化的繁盛创造了良好的条件,7 800~7 300 a B. P.的大地湾一期文化就是在这种有利的自然条件下形成并发展的。对天水地区古文化遗址^[20~25]的考古研究发现,此期间人类已经逐渐开始了定居生活,栖居于用木头搭成的圆形半地穴式房子内,开始种植谷物,驯养家畜,剖面中所见的黑垆土层就是当时的耕作层。6 500~5 000 a B. P.为仰韶文化的发展时期。分析显示研究区仰韶中后期期间的气候开始变为干冷,但此时人类已具有了一定的生产力水平和生产方式,因而大地湾村落仍然获得了较为稳定的发展,具体表现在房子结构由原来的圆形半地穴式变为方形半地穴式,陶器制作更加精美,劳动工具多为磨制加工,而且有了农具、鱼猎具的分工等等。前面提到,6 000~5 000 a B. P.间的气候恶化事件具有普遍性,但地区间环境变化的幅度会有所差异,当气候恶化程度不足以摧毁人类生存时,人类活动仍以延续,从而导致各地的文化演变状态不同。况且,一定程度上的环境变化还可以迫使人类去适应和改造环境,发展技术,从而促进人类文明的发展^[26],比如5 500 a B. P.以来美索不达米亚古代文明的形成和发展^[27]。而吴文祥等^[27]则认为仰韶文化中晚期出现的大地湾遗址很可能是在资源紧张状态下私有观念产生所导致的一种文化调整。5 000 a B. P.之后,研究区气候有所好转,常山文化随之兴起,先民仍过着定居农业生活,使用大量陶器。

到了全新世晚期,也就是3 100 a B. P.以后,区内的自然环境又有所恶化,较之前期变得干旱并且寒冷,先民的耕作土壤被盛行的西北季风带来的黄土覆盖,可能这是人类历史上最早的一次土地沙化。寺洼、西周、春秋战国文化中游牧和畜牧经济成分逐渐增加,表现为居无定所,陶器少而粗糙^[20~21]。黄春长^[28](2001)研究认为历史记载的大约1 150 B. C. (3 100 a B. P.)“古公迁岐”事件的重要原因之一就是气候干旱化导致水土生物资源

退化, 谋求充足的水土资源促使先周人“弃鹵迁岐”。

早期人类文化的发展受一定自然环境及其演变状态的制约^[26~31]。然而, 伴随历史的发展, 人类的生产力水平也在不断进步, 人类在与自然的抗争中逐步上升为主导地位, 从而开始干预和改造自然环境, 特别是工业革命以来, 人类大规模活动与自然进行着物质与能量的交换, 从而在创造巨大物质和精神财富的同时, 也牺牲了人地关系的和谐与统一, 使作为自然物和自然的一部分的人类站在了自然的对立面。庆幸的是近年来人类已逐渐认识到在自然面前不可以为所欲为, 人类要想发展就必须协调好与环境之间的关系。

中国科学院地球环境研究所鹿化煜研究员和强小科副研究员在粒度分析和磁化率测定中给予了指导与帮助, 谨致谢忱。

[参 考 文 献]

- [1] 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(1): 328~335.
- [2] 莫多闻, 李非, 李水成, 等. 甘肃葫芦河流域中全新世环境演变及对人类活动的影响[J]. 地理学报, 1996, 51(1): 59~69.
- [3] 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研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1998, 34(1): 119~127.
- [4] 安芷生, S Porter, G Kukla, 等. 最近 13 万年黄土高原季风变迁的磁化率证据[J]. 科学通报, 1990, (7): 529~532.
- [5] 李徐生, 杨达源. 镇江下蜀黄土-古土壤序列磁化率特征与环境记录[J]. 中国沙漠, 2002, 22(1): 27~32.
- [6] 熊尚发, 刘东生, 丁仲礼. 两个冰期一间冰期旋回的黄土记录及其古气候意义[J]. 地理科学, 2002, 22(1): 18~23.
- [7] 刘东生. 黄土与环境[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [8] 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.
- [9] 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), 1998, 28(3): 278~283.
- [10] Lu H Y, Huissteden K V, Zhou J, et al. Variability of east Asian winter monsoon in quaternary climatic extremes in north China[J]. Quaternary Research, 2000, (54): 321~327.
- [11] 施雅风, 孔昭宸, 王苏民. 中国全新世大暖期的气候波动与重要事件[J]. 中国科学(B), 1992, (12): 1300~1308.
- [12] 黄春长, 庞奖励, 黄萍, 等. 关中盆地西部黄土台塬全新世气候事件研究[J]. 干旱区地理, 2002, 25(1): 10~15.
- [13] 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): 135~142.
- [14] Huang C C, Pang J L, Huang P, et al. High-resolution studies of the oldest cultivated soils in the southern Loess Plateau of China[J]. Catena, 2002, (47): 29~42.
- [15] Huang C C, Pang J L, Zhao J P. Chinese loess and the evolution of the east Asian monsoon[J]. Progress in physical geography, 2000, 24(1): 75~96.
- [16] 庞奖励, 黄春长. 黄土-古土壤序列的典型微结构与 1 万年来的环境演化——以关中地区的全新世黄土剖面为例[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2002, 32(3): 268~272.
- [17] 洪业汤, 姜洪波, 李汉鼎, 等. 近 5 ka 以来金川泥炭 $\delta^{18}\text{O}$ 记录[J]. 中国科学(D), 1997, 27(6): 525~530.
- [18] 姚檀栋, Thompson L G. 敦德冰心记录与过去 5 ka 温度变化[J]. 中国科学(B), 1992, (10): 1089~1093.
- [19] 陈云, 李铮华, 赵景波, 等. 全新世高温期气候不稳定性记录[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(3): 97~103.
- [20] 张丕远. 中国历史气候变化[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1996. 179~194.
- [21] 李非, 李水成, 水涛. 葫芦河流域的古文化与古环境[J]. 考古, 1993, (9): 822~842.
- [22] 甘肃省博物馆, 秦安文化馆, 大地湾发掘小组. 甘肃秦安大地湾新石器时代早期遗存[J]. 文物, 1981, (4): 1~8.
- [23] 中国社会科学院考古研究所甘肃工作队. 甘肃省天水市西山坪早期新石器时代遗址发掘简报[J]. 考古, 1988, (5): 385~392.
- [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.
- [25] 中国社会科学院考古研究所甘肃工作队. 甘肃天水师赵村史前文化遗址发掘[J]. 考古, 1990, (7): 577~586.
- [26] 朱艳, 陈发虎, 张家武, 安成邦. 距今五千年左右环境恶化事件对我国新石器文化的影响及其原因的初步探讨[J]. 地理科学进展, 2000, 22(2): 111~121.
- [27] 吴文祥, 刘东生. 5 500 a B. P. 气候事件在三大文明古国古文明和古文化演化中的作用[J]. 地学前缘, 2002, 9(1): 155~162.
- [28] 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.
- [29] 吴文祥, 刘东生. 气候转型与早期人类迁徙[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2001, 21(4): 103~109.
- [30] 许靖华. 太阳、气候、饥荒与民族大迁移[J]. 中国科学(D), 1998, 28(4): 366~384.
- [31] 刘嘉麒, 吕厚远, 袁宝印, 等. 人类生存与环境演变[J]. 第四纪研究, 1998, (1): 80~85.

(下转第 94 页)

表 2 样品分析结果

Table 2 Results for the determination of samples				
样 品	测得值	加入量	测得量	回收率
	$/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$/\mu\text{g}$	$/\mu\text{g}$	$/\%$
自来水	0	2.50	2.47	98.8
生活污水 1	0.310	1.00	0.97	97.0
生活污水 2	0.174	1.00	0.98	98.0
池塘水	0.120	1.00	1.02	102.0
渭河水	0.150	1.00	0.96	96.0

注: $n = 3$

4 结论

通过对结晶紫与十二烷基磺酸钠形成缔合物实验条件的研究,建立了分光光度法在水相中直接测定废水中十二烷基磺酸钠的新方法。与传统方法相

比,此方法操作简单、快捷、结果可靠。已用于实际样品检测中。

[参 考 文 献]

[1] 易忠胜, 杨华文. 废水中的阴离子表面活性剂的测定[J]. 分析科学学报, 2001, 17(3): 251~254.
[2] 谢志海, 郎惠云, 王昕. 离子缔合物-萃取荧光光度法测定水中阴离子表面活性剂[J]. 分析实验室, 2001, 20(5): 47~48.
[3] 冯永兰. 1-(4-硝基基)-3-[4-(苯基 氮)苯基]-三氮烯-溴化十六烷基-阴离子表面活性剂显色反应的研究应用[J]. 分析科学学报, 1999, 15(2): 150~153.
[4] 冯永兰. SPADT-CPB-AS 光度法测定阴离子表面活性剂[J]. 光谱实验室, 1999, 16(1): 57~58.
[5] Sandvik E I, Gaie W W, Denekas M O. Characterization of petroleum sulfonates[J]. Soc. Ret. Eng. 1997, 17(2): 184~192.
[6] 冯永兰. Candion -CPB 光度法测定水中痕量阴离子表面活性剂[J]. 分析测试学报, 1999, 18(2): 39~42.

Spectrophotometric determination of anionic surfactant in waster water

ZHANG Wei, YANG Sheng-ke

(School of Environmental Sciences and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract: A method for the spectrophotometric determination of the concentration of sodium dodecyl sulfonate is proposed based on the fact that crystal violet and anionic surfactants forms the color ion-associates in aqueous solution of pH7.00. There is a linear relationship between the absorbance and sodium dodecyl sulfonate concentration in the range of 0~2.0mg/L for sodium dodecyl sulfonate with recovery rate of 96%~103%, and $RSD < 3.7\%$. The method is applied to the determination of anionic surfactants in river water, pond water and wastes water with satisfactory results.

Key words: crystal violet; anionic surfactants; sodium dodecyl sulfonate; spectrophotometric

(英文审定:杨家喜)

(上接第 84 页)

Environmental transition and the evolution of the human-earth relationship during Holocene epoch in Tianshui area

FU Shu-qing¹, CHEN Shu-e¹, WEI Ming-jian², LI Ying¹, LI Yong¹

(1. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, China;

2. Dept. of Geography, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

Abstract: A Holocene epoch loess palaeosol profile in Tianshui area was studied with field investigation and laboratory analysis. Grain-size analyses and magnetic susceptibility records used as a proxy indicator of East Asia winter monsoon and a proxy indicator of summer monsoon respectively, together indicate that the climatic environment transition of Holocene epoch in Tianshui area can be divided into three main stages: first Anathermal, then Magathermal, and last Katathermal, and during the middle Magathermal period, a cold and arid event occurred in the studied area. Meanwhile, based on the climate history, the author also discussed the evolution of human-earth relationship since about 10 ka B. P. through consulting archaeological documents and historical records.

Key words: Holocene epoch; environmental transition; evolution of human-earth relationship; Tianshui area; Gansu

(英文审定:杨家喜)