

文化遗址区古土壤特性及古环境研究进展*

吴克宁 王文静 查理思 鞠兵 冯力威 陈壮于 潇

(中国地质大学(北京)土地科学技术学院,北京 100083)

摘要 分析古土壤性质是获取古环境信息的重要手段,通过研究文化遗址区古土壤性质来反映古环境和古人类活动日益成为国内外研究的热点。系统地总结了近年来国内外文化遗址区古土壤的土壤粒度、土壤微形态、土壤元素、土壤磁化率、多环芳烃、动植物遗存等在考古应用方面的研究进展,结果表明上述研究方法有效地反映古环境信息和古人类活动。提出了应借鉴相关研究指标,进一步加强土壤学与考古学的结合,在此基础上丰富文化遗址区古土壤研究方法,加强对文化遗址区土壤的分类研究,逐步建立考古土壤学这一新的学科分支。

关键词 文化遗址区;考古学;土壤特性;古环境

中图分类号 S151.9 **文献标识码** A

广义的古土壤(Paleosols)是指形成于过去自然景观形态条件下的土壤^[1],其特征与空间分布状况可反映第四纪环境的变迁^[2]。土壤发生学理论认为土壤是气候、生物、地形、母质、时间和人为活动等综合作用的结果,也是反映地理景观的一面镜子。因而在古环境条件下形成的古土壤可以揭示不同地质时期的古环境、古气候、古生态以及重大地质事件,是过去全球变化、古地理学和古生态学以及沉积地质学的重要研究对象^[3]。遗址区广泛分布的含有文化遗产的土壤因受到古人类活动的干扰而区别于一般意义上的古土壤和现代土壤,在土壤剖面形态、土壤理化特性和微形态特征等方面均具有显著的区别。过去全球变化是国际地圈-生物圈计划的核心计划,下一阶段的研究重点是评价历史气候变化和人类活动的关系^[4]。目前,对全新世气候条件下文化遗址区的土壤研究逐渐成为研究热点^[5]。

地质地层学的研究对象是自然层,而考古地层学的研究对象是因人的作用形成堆积的文化层。以往的考古学者习惯于将作为文化层的“熟土”与作为自然层的“生土”截然分开^[6]。未受人为干扰的自然层中(图 1),自然堆积形成的土壤结构、成分以及其中包含的各种自然遗物,比较容易保持原始堆积的状态,能较准确地反映当时的环境与气候。

文化层往往包含人工搬动的干扰,其自然堆积的原始状态已被破坏,文化层周边常伴有灰坑、灰烬层等(图 2)。灰坑打破了土层自然堆积的原始状态,在其中发现陶片、石器与古人类活动相关的物品,灰烬层通常颜色为灰黑色,与周边自然土层颜色形成鲜明对比,其质地松散,异常高的磁化率值暗示了此处曾经存在古人类活动,粟、黍和水稻植硅体也暗示该层直接或间接地受古人类生产生活的影响。

在全新世气候变化背景下,古文明兴衰变化结果多以文明遗址的形式保存在一定深度的土壤中,所导致特殊的土壤性质可为后人解密古文明起源、发展和衰亡提供宝贵的科学依据。通过解译土壤特性来推导还原古环境和古人类活动,进而探讨土壤的文化遗产功能,并为考古研究提供科学依据,具有重要的科学意义。本文拟对国内外文化遗址区古土壤特性研究工作和考古应用情况进行系统地总结,并对该领域未来研究进行了展望。

1 文化遗址区古土壤研究进展

1.1 土壤粒度

粒度组成对于查明沉积物的物质来源、搬运介质和动力、沉积环境及其变化均有重要的意义^[7],且

* 国家自然科学基金项目(41371226)资助

作者简介:吴克宁(1963—),男,北京人,教授,博士生导师,主要从事土壤地理研究。E-mail:knwu@sohu.com

收稿日期:2014-03-11;收到修改稿日期:2014-07-22



图 1 自然剖面
Fig. 1 Natural soil profile

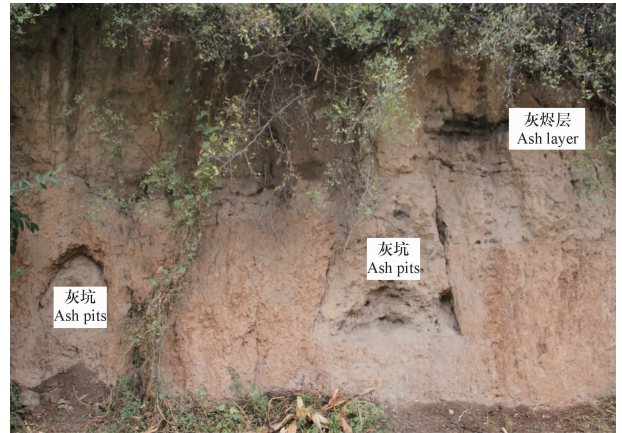


图 2 含文化层剖面
Fig. 2 Soil profile contains with cultural layers

兼有相对完善的实验原理和技术方法,被广泛应用于古土壤沉积成因的研究中,是分析古土壤成因的有效途径^[8]。

杨用钊^[9]通过系统的研究江苏绰墩古土壤不同粒径土壤粒度的平均含量及众数粒度,并与附近的镇江下蜀黄土剖面的粒度特征进行比较,初步认定绰墩古土壤母质为下蜀黄土。周华等^[10]通过分析江苏连云港藤花落遗址土壤粒度发现,遗址文明存在期间曾发生过大规模或长时间水患事件,农业生产条件被破坏,最终导致整个文明走向衰落,同时,结合重金属研究结果,发现龙山文化时期人类社会的出现与繁荣恰逢自然环境相对良好时期,并且文明衰落与消亡正好对应自然环境发生变迁阶段,研究表明自然环境变迁是通过影响农业生产的兴衰而导致文明的兴盛与湮灭。张俊娜和夏正楷^[11]运用河南洛阳二里头南沉积剖面的粒度特征的分析结果指示了水动力条件的强弱,并与气候的暖湿变化相对应,结合光释光测年及磁化率研究结果,最终确定该剖面沉积过程经历了3个阶段,其中剖面中部地层曾经历了一场河流阶地被淹没的特大洪水事件。

1.2 土壤微形态

土壤微形态是土壤组构在微观-超微观尺度上

的具体表现,包含有大量在宏观上用肉眼无法观察到的细微现象,因此长期被作为研究土壤发展演替的重要途径^[12]。通过研究文化遗址内土壤微形态特征来恢复历史时期人类的活动方式和环境特征是一种有效手段,近些年来在欧洲、中亚、中美洲等地的考古研究中开展了大量土壤微形态研究工作,并取得了丰富的成果^[12]。

Cornwall^[13]首次根据考古遗址中土壤微形态分析的结果重建古环境变化的历史,并解释了灰烬、居住面等人类活动遗迹的特征;Biagi等^[14]通过观察土壤微形态对史前遗址周围土地利用情况的影响进行了研究,为认识史前农业和畜牧业等经济生活方式提供了重要信息;Courty等^[15]在出版的《Soil Micromorphology in Archaeology》中建立了一套相对独立的土壤微形态研究方法,并通过约旦河下游Netiv Hagdud和Salibiya前陶新石器遗址建筑遗存的土壤微形态进行分析,发现所有用来建筑房屋的土坯均是采用从附近的河流冲积物中专门挑选的原料制成,但不同地面所用的材料有所区别;Kemp等^[16]通过土壤微形态研究,初步恢复了古耕作土壤特征及农耕方式;董广辉等^[17]对青海喇家遗址内外砂壤土进行显微镜观察和土壤微结构分析,认为喇家遗址内成壤环境较稳定,受生物扰动较少,局部

淋溶作用较强和有人类作用的痕迹,而遗址外土壤微形态受到生物强烈的扰动,并且经历了古水流的作用。

1.3 土壤元素

自然环境变化引起的土壤环境变化是造成土壤中元素迁移转化的根本原因,因此土壤中元素含量的多少及变化能很好地反映环境变化^[18]。人类在某个地区定居下来,并进行各种人类活动必然会对周围的环境造成影响,并改变周围土壤中的地球化学元素组成^[4]。不同的人类活动对周围环境中的土壤会造成不同的地球化学元素改变,而土壤中化学元素组成的空间并不会因为房屋或者遗址的废弃而改变,能更准确地反映遗址过去的空间分布^[19]。当仅仅依靠发现的古器物不足以解释某一区域问题的时候,土壤的元素组成能够提供古人活动的重要线索^[20-23]。Barba 和 Bello^[24]在美国中部以及玛雅地区,研究验证了在中美洲可以运用化学元素推测古人类活动;Sandra 和 Christopher 等^[25]将卫星遥感影像分析和空间统计相结合,对多种化学元素进行叠加,用以鉴定马拉纳圣卢卡斯考古遗址的空间化学组合,结果表明当时的土壤条件难以生长自然植被,而地表化学富集受其他过程的影响。研究土壤元素在不同土层的富集和亏损可判断遗址的残留与迁移,可反映古人类对土壤的利用活动。

元素磷在古遗址的寻找和解释中占有非常重要的席位^[26-27]。1911年,埃及农学家 Hughes 注意到古人类居住地土壤磷含量高于周围相同时期自然土壤磷含量^[28],但最早系统地将土壤磷分析用作考古研究的是瑞典的 Arrhenius,他于1929年发现包含维京农场和居民点遗骸地区的土壤中磷的含量高^[29],采用富磷指示古人类活动这一结论运用于北国遗址研究中,证明此地3名妇女曾因使用巫术而被焚烧,此后,考古学家开始考虑通过研究土壤化学元素来反映人类活动;1963年,Arrhenius^[30]证实富磷指示结论同样适用于美国西南部考古遗址,跨文化跨地区却相近的研究结论确立了富磷可作为重要指标指示人类定居点,同时也证明了研究土壤元素对考古具有一定的价值。董广辉等^[31]对河南大阳河遗址古土壤化学性质进行研究,发现文明起源时期的人类活动对古土壤化学性质产生了明显的影响,土壤中有机碳、全氮和有机磷质量分数明显增加,人类活动还使古土壤中元素质量分数的比值发生了明显的变化,由此说明研究地点的人类活动方式是生活和居住,而不是农作。与王湾三期相

比,二里头时期土壤中有有机碳、全氮和有机磷质量分数明显升高,这也说明研究地点二里头时期人类活动强度较王湾三期有所增强。查理思等^[32]研究了河南洛阳二里头文化遗址区古人类活动对土壤化学成分的影响,结果表明古人类活动使土壤有机碳、全磷和有机磷含量显著增加,还使土壤中元素含量的比值发生了明显的变化,有机磷含量与全磷含量的比值明显增加,元素含量和比值变化特征说明研究地点为古人类的生活居住区。

其他元素的分析也可以为古人类空间利用模式提供有效的线索,特别是一些重要的金属元素^[4]。土壤中高含量 Fe 与古人类加工龙舌兰或者屠宰动物以及厨房区域有关^[33];Ca、Sr 含量的高值与利用贝壳沙作肥料的农田、靠近炉边的位置密切相关^[26,34];Hg 的含量与手工制作区有关^[35]、并且辰砂(HgS)常被玛雅人用来作为装饰或者进行某种仪式(比如葬礼)时的大红颜料^[36],Hg 的含量与宗教仪式或葬礼有关^[37];而 Ba、La、Ce、Pr、K、Cs、Th 和 Rb 在原先的小村落地区高度富集,可以指示当地古人的居住区域^[26];Ca、Ba、Sr、Zn、P 和 Pb 可以反映古人类不同的活动方式^[34];而软锰矿(MnO₂)、孔雀石(CuCO₃·Cu(OH)₂)、蓝铜矿也常被用作颜料^[36]。李中轩等^[38]对湖北辽瓦店遗址地层样品的氧化物含量和地球化学元素含量的分析结果表明,K、Mn、Sr、Ba 含量骤降地层说明该时期人类活动减少,其原因可能为自然灾害,Pb 含量的异常和 Cu 含量高值暗示遗址有青铜器制作活动,此外,Mg 和 Ca 含量的高值与耕作区、墙壁灰浆、生活垃圾堆积等人类活动相关。周群英和黄长春^[39]对陕西西周洋镐遗址区土壤样品中的 Fe、Rb、和 Se 的含量进行分析,其结果揭示了与全新世环境变化相对应的成壤过程,土壤发育表现为边沉积边成壤,同时发现人类农业耕作活动主要是从西周人迁都至沔河岸边时开始的。高华中等^[40]通过分析三峡库区中坝遗址(位于重庆市于忠县境内)土壤中有有机碳含量及其与周围环境的的关系,推测当人类活动强度大,地表自然植被破坏严重时,有机质的输入量减少,土壤侵蚀量增大,土壤有机碳含量随之降低;当气温下降时,往往降水随之减少,对植被生长不利,从而造成有机质输入量减少。

1.4 土壤磁化率

土壤磁化率是土壤各组分的磁性反映,是物质磁化性能的量度^[41]。土壤磁性受环境控制,在评价气候、母质、生物、地形和时间等主要成土因子的基

基础上,能够反映全球环境变化、气候变迁和人类活动等综合信息。有关土壤磁化率特征与土壤性质的关系及影响因素已有大量研究报道,特别是在一些文化遗址区内,研究结果显示在土壤发生学、古气候和环境变化等方面的应用已经取得较大进展,为相关考古研究提供了具有价值的依据。

磁化率在黄土高原地区古气候研究中被作为一种代用气候指标^[42]。安芷生等^[43]指出:古土壤的较高磁化率值在一定程度上反映了温湿气候条件下湿度增大促使植被密度增大、成壤作用增强;反之,低磁化率则指示了湿度较小、植被稀疏、发育黄土的干冷气候状况。霍俊杰等^[44]对陕西大荔人遗址剖面进行了系统的岩石磁学性质研究,结果表明黄土-古土壤样品的频率磁化率曲线,古里雅冰芯氧同位素、细微粒浓度曲线,岐山五里铺剖面有机质含量曲线在古气候记录方面具有一致性,均展示出至少从 MIS5 以来,气候从冰期到间冰期的变化是渐变的,反之则表现了突变特征。洛阳盆地内二里头遗址南沉积剖面位于遗址所在二级阶地的前缘,属于河流堆积,张俊娜和夏正楷^[11]对剖面的沉积物样品进行磁化率分析,发现磁化率的大小与水动力和气候条件相关,研究发现该沉积剖面记录了 4 000 aBP 前后龙山晚期发生的一次异常洪水事件,这次洪水事件对二里头城址的选择具有重要的影响。马春梅等^[45]结合磁化率和地球化学元素提取出安徽尉迟寺遗址地层记录的环境演变信息,认为该区 5 050aBP 以前即新石器时期为暖湿气候,大汶口文化阶段气候偏干冷且波动频繁,大汶口至龙山文化期间,气候由冷转向温湿,为水稻生产提供了有利条件,促进了龙山文化的繁荣。张振卿等^[46]对河南安阳殷墟地区 3 个土壤剖面的岩性分析和磁化率测试,发现岩性和磁化率变化之间均存在较好的一致性。磁化率从地表向下均有明显降低的趋势,黄土-古土壤序列的磁化率埋藏效应在殷墟地区河流相沉积物中同样存在;土壤剖面中古土壤层磁化率相对其他层位明显降低,且波动幅度较小,这种规律有别于目前已被广泛接受的黄土中古土壤磁化率增强的土壤成因模式;殷墟地区土壤剖面磁化率在中古土壤层上部急剧升高且波动剧烈,该层位年代和殷墟文化产生的年代相吻合。

受人类干扰强烈的土壤,特别是文化层土壤,人类活动对磁化率起到了主要作用。史威等^[47]对重庆中坝考古遗址多剖面地层进行高分辨率的质量磁化率(SI)分析,研究表明:磁化率分布表现异

常,在很大程度上已掩盖了气候变化、成土作用等因素对地层磁化率分布的贡献,反映出遗址堆积物曾受到人类长期异常强烈的改造,而堆积物来源主要以文化器物碎片、人为带入的自然碎屑物和频繁的洪水沉积物为主。碎陶片集中(尤其红陶)的文化层表现为高磁化率,其中多次异常高值的出现可能与当时高强度用火、大规模燃烧等事件致使土层磁性矿物增加有关;而“洪水扰动层”则表现为低磁化率。

1.5 多环芳烃

多环芳烃(PAHs)是包括化石燃料煤、石油、煤焦油等有机化合物的热解或不完全燃烧的产物,广泛分布于大气、土壤、古土壤、沉积物、有机生物体中^[48],是人类活动的良好指示物^[49]。曹志洪^[50]在研究新石器时期水稻土时发现含有较高的多环芳烃(PAHs)等有机污染物,并通过实验证明其主要来源于古人焚烧的稻草秸秆,其中有少量也可能是还原条件下的生物自然合成的^[51]。Ramdahl^[52]认为萘烯也能通过松类树脂在低温燃烧下降解形成,邹胜利等^[49]在金罗家遗址考古土壤中检测到了卡达烯和萘烯两种多环芳烃化合物,可推测高等植被是古人类生活用火的主要薪材。李久海等^[53]运用聚类分析和主成分分析研究了多环芳烃(PAHs)在含 6 000a(马家浜文化时期)古水稻土剖面中的分布特征,研究表明蒽、苯并(k)荧蒹、苯并(a)蒹、茚并(1,2,3-cd)芘、苯并(b)荧蒹、芘、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒹和荧蒹等化合物主要是人为产生,芴和菲由生物合成,而萘、二萘嵌苯和蒹则可能来源于人为产生和生物合成的共同作用。此外,荧蒹/菲、苯并(a)蒹/菲和苯并(a)芘/菲等可以作为与陆生植物和化石燃料燃烧有关的芳烃产物的标志,这些多环芳烃可能与人类活动有一定的关系,说明考古遗址土壤中的多环芳烃记录能够反映生活在该遗址上一些人类社会经济发展和活动的信息^[49]。

1.6 土壤植物遗存

植物考古的研究不仅可以探索与人类文化活动相关的植物遗存,如食物生产的起源与发展过程、人类利用其他植物的活动等;同时能复原古代生态环境。植物考古旨在解决考古学研究中的全面复原人类社会的历史问题。通常在考古遗址中发现的植物遗存可归纳为三大类^[54]:大植物遗存(Macroremains)、孢粉(Pollenand Spores)和植物硅酸体(Phytolith,Plantopal)。

大植物遗存主要包括木材、种子、果实、果核及

外壳、茎秆等。由于植物产生大量的具有显著形态学特征的种子并广泛传播,且易于保存,所以最为醒目和可靠的当属能在遗址中找到较多的种子和果实^[55]。考古遗址中的大植物遗存主要针对炭化过的植物遗存而言^[55]。炭化的大植物遗存目前主要通过浮选的方法获得,可以作为标本来鉴定植物来源种属,并且方便进行直接的¹⁴C测年。如,闫雪等^[56]通过浮选结果的量化分析,推测商代郑家坝地区经营以粟为主的旱作农业,并且有丰富的野生核果、浆果类以及其他植物资源。王育茜等^[57]通过分析辽宁查海遗址的炭化植物遗存,初步了解到该遗址聚落周围广泛分布阔叶落叶林,且其植被组合可能与全新世初期温暖湿润的气候有关,聚落居民在房屋建筑材料和薪柴获取活动中利用了聚落周围的森林资源,而遗存的山杏、核桃楸、榛子和一些禾本科、豆科植物的发现说明采集是获取植物性食物的主要方式。

孢粉形体微小、形态各异、广泛分布、易于保存,有助于研究史前时期地区较广范围的区域性植被的植物组成^[54]。孢粉与遗址的各阶段气候、古环境变化和古人类的活动密切相关,而且显示了古人生产活动的程度和能力。利用孢粉分析结果分析古代的植被状况,推测当时的环境背景,有助于了解环境变化和人类文化演变之间的关系^[58]。李珍等^[59]在研究上海马桥遗址时,利用文化层中各孢粉组合的差异反映了古人类活动环境的变迁,孢粉组合特征说明从良渚文化时期农业已有发展,由出土的镰、铲刀等也可证实;孙雄伟和夏正楷^[58]以土壤剖面为研究对象,通过高分辨率的孢粉分析表明该地区中全新世以来的孢粉组合以草本植物占绝对优势,并根据孢粉组合的变化将剖面分为5个孢粉组合带,探讨了各个时期的古植被和古环境变化;张玉兰^[60]通过研究上海广富林遗址、马桥遗址探方样品的孢粉、藻类,并结合前人已有的资料推测太湖地区良渚文化突然消亡的原因是水泛。

植硅体是土壤中生物硅的一种^[61]。考古遗址文化层在堆积过程中,由于人类使用植物的活动,有可能积聚较多的植物茎和叶,茎和叶腐烂后,其中的硅化细胞和组织——植硅体能够得以保存,而且数量很大,在考古土壤、容器内含物、灰堆、陶器碎片、干粪中常可大量地发现。植硅体作为考古土壤中的原地腐烂的植物残余,能够反映细微的环境变化和过去人类对植物的选择以及利用有关的文化活动^[49,62]。姜钦华^[63]通过测定河南颍阳遗址区

土壤样品中禾草类植硅体含量和花粉含量,结果表明在五千年前的仰韶文化中、晚期,登封地区的气候温暖湿润,并且当时登封地区可能已经有一定规模的水稻种植。吴妍等^[64]对湖北郧西黄龙洞遗址区土壤中植硅体进行分析,发现地层中禾本科和木本科的植硅体特征显示遗址古植被环境较好;较多海绵状骨针反映古人类活动时期遗址周围有较好的水源条件;洞内遗址活动层中较多碳屑样品则反映郧西人在洞穴内可能曾有过对火的控制和利用。结果表明当时气候类型总体为温暖型,郧西人生活居住的洞内气候较温暖干燥,而洞外相对炎热湿润。

1.7 土壤动物遗存

动物考古旨在通过对遗址内动物的化石遗存研究,寻找人类与动物之间的关系。李新伟等^[65]对河南灵宝西坡 M27 墓主腹部的土样进行提取并进行显微镜观测,发现有圆形的寄生虫卵,这种寄生虫卵通常与食用猪肉有关;通过对骨骼内¹⁵N的分析同样也可以反映出墓主的食肉情况,¹⁵N的含量高一般就表明使用猪肉较多;此外,对墓主人头骨的研究,发现他的头骨形态与西坡聚落另一座大型墓葬 M8 的头骨形态非常相似,以此推测墓主极可能是一个当时社会上层家族的一员。国内外一些学者通过研究遗址出土动物牙釉质及骨骼来推测古环境。国际考古学界一般以出土的当地动物骨骼和牙釉质的锶同位素比值建立遗址当地的锶同位素比值标准。Ezzo 和 Price^[66]测定了遗址出土啮齿动物的牙釉质及骨骼的锶同位素比值和同一遗址史前人类牙釉质的锶同位素比值,研究表明二者非常接近。Bentley 等^[67]对出土动物牙釉质的锶同位素比值的统计分析,得出猪的锶同位素标准偏差远远小于其他动物,而且由于猪吃的食物主要是人类食物的剩余,所以可以用猪骨骼和牙齿中锶同位素比值代表当地的锶同位素水平。国内学者在研究遗址出土动物骨骼的基础上推测当时的自然环境及生业模式,如,赵春燕等^[68]通过测定河南瓦店遗址龙山文化晚期出土的鼠骨及猪、黄牛、绵羊牙釉质的锶同位素比值,推断由当地出产鼠的可能性最大,由出土鼠骨的锶同位素修正得到瓦店遗址当地的锶同位素比值范围,并根据该范围确定了出土的猪、绵羊和黄牛是否在当地出生;胡松梅等^[69]对陕北横山杨界沙遗址出土的所有动物骨骼进行了科学的收集和分类鉴定,研究表明至少代表3纲7目10科11个属种,并推测遗址周围的自然景观以草原为主,草原上有草兔、绵羊等食草动物,不远处

的沙漠曾有鹅喉羚出没,草原和沙漠间分布着一定面积的水域且有蚌类出现,饲养家畜和捕猎野生动物是当时人们的肉食来源,其中家养动物猪肉量比例占到了整个食用动物群的 87.9%;赵莹^[70]通过鉴定、研究银梭岛遗址出土的动物骨骼标本,探讨了骨骼标本痕迹、骨角器的制作工艺以及该遗址先民的生存环境、生业模式、风俗习惯等;李永宪^[71]

通过研究西藏卡诺遗址新出土的动物骨骼和生产工具,结果表明其用于“狩猎”、“畜牧”的石质工具从早到晚呈递增趋势,晚期狩猎业仍占有重要地位,农耕作物在很大程度上受到地理条件的限制。

综上,目前能够反映古环境信息的土壤特性如表 1 所示。

表 1 文化遗址区古土壤特性及生物遗存所反映的古环境信息

Table 1 The Palaeoenvironment reflected by Paleosol and remains of biology in Ancient Culture Relics

古土壤特性及生物遗存 Paleosol, Remains of Biology	古环境信息 Palaeoenvironment
土壤粒度 Soil particle size	土壤沉积成因、水动力条件、气候变化、农业生产条件 Cause of soil deposit, Hydrodynamic condition, Climatic, Agricultural production conditions
土壤微形态 Soil micromorphology	成壤环境、土地利用情况、农耕方式、人类扰动 Pedogenic environment, Land use conditions, Farming practice, Human disturbance
磷、钙、镁、钡、镧、铈、钍 P、Ca、Mg、Ba、La、Ce、Cs、Th	古人类生活居住区 Ancient human living area
土壤元素 Soil elements	生活垃圾 Household refuse
磷、钙、镁、钡、锰 P、Ca、Mg、Ba、Mn	厨房区域 Cookhouse
铁、钙、锶、锌 Fe、Ca、Sr、Zn	耕作区 Farming area
钙、镁、锶 Ca、Mg、Sr	手工制作区 Manufacturing area
汞、铜、铅、溴 Hg、Cu、Pb、Br	墓葬区 Burial area
汞 Hg	地层年龄、古气候条件、古人类活动 Stratigraphic age, The ancient climate conditions, Ancient human activity
土壤磁化率 Soil magnetic susceptibility	植被所处年代范围、主要作物、自然环境、气候变化 The age of vegetations, Main crops, Natural environment, Climate variation
大植物遗存 Macroremains	古气候变化、古植被变化、古人类环境的变迁 Climate variation, The ancient vegetation change, The changes of ancient human environment
植物遗存 Remains of plants	恢复古植被、古气候变化 Restore ancient plants, Climate variation
孢粉 Pollen and spores	火耕 Flame cultivation
植硅体 Phytolith	动物种类、动物出产地、自然环境、生业模式 Animal species, Animal producing area, Natural environment, Profession model
多环芳烃 PHAs	动物种类、动物出产地、自然环境、生业模式 Animal species, Animal producing area, Natural environment, Profession model
动物牙齿 Animal teeth	
动物遗存 Remains of animals	
动物骨骼 Animal bones	

2 文化遗址区古土壤研究展望

2.1 借鉴相关研究指标

近年来文化遗址区古土壤的研究取得了很大的进展,但其研究方法主要是通过通过分析土壤粒度、土壤元素和土壤中的动植物遗存等方面来推测其

所处时期的土壤条件、气候环境以及人类活动情况,而几乎没有运用第四纪古土壤研究中常用于反映古气候古环境的指标,如土壤颜色、土壤矿物、土壤黑碳等。

2.1.1 土壤颜色 土壤颜色是其在可见光波段的反射光谱特性,与土壤有机质含量、氧化铁含量、质地、黏粒含量、水分、主导黏土矿物类型等理化性

状密切相关^[72]。已有研究结果表明^[72-78],土壤的颜色记录在千万年尺度上,土壤颜色色度指标中的红度、黄度和亮度与气候变化指标磁化率、粒度和碳酸盐均有很好的相关性,能很好地再现气候变化的特征,并能指示成土过程。比如,土壤红化率指数可推断古红土成土母质风化成土作用^[72];土壤红度值与年降水量有一定的定量关系^[73];土壤颜色的空间变化则可以反映气候要素对土壤性状的制约性^[74]。因此,在研究文化遗址区古土壤时,土壤颜色作为气候变化的代用指标是完全可行的^[75],通过其颜色色度指标中的红度、黄度、亮度及其与磁化率、粒度等的关系来反映遗址区的气候状况,从而推测当时的生业方式及农耕条件;亦可运用红化率指数推断成土母质风化成土作用。此外,若遗址区土壤中发现红烧土^[79]、灰烬^[80]等颜色明显的古土壤,可推断古人类居住点的空间变化情况。

2.1.2 土壤黏土矿物、土壤氧化物类矿物 黏土矿物的沉积分异、组合特征,矿物含量及矿物结晶度均从不同方面记录了环境变化的信息,使黏土矿物成为了环境变化信息的载体^[81]。不少国内外学者^[78,82-84]通过对黏土矿物的研究,解释了沉积物的来源、古气候变化以及古环境特征。此外,还有一些学者探讨了总有机碳与黏粒含量及黏土矿物含量的相关性^[85],或结合黏土矿物参数指标与土壤粒度特征、CH 测年数据进行分析^[86],提取沉积物记录的古环境信息。因此,在研究文化遗址区古土壤的黏土矿物特征时,若发现由相同母质发育形成的古土壤中黏土矿物不同,可以推测其可能受到了古人类或古环境的扰动,进而对黏土矿物与有机碳、黏粒含量、粒度、测年数据等指标进行相关性分析,从而推测古气候及古环境状况。

土壤中的氧化物常作为反映成土过程和成土环境的指示物,可以通过分析不同氧化物、氧化物分子比值特征来说明地层所反映的氧化-还原条件、古气候的冷(暖)-干(湿)变化情况^[87]。如全氧化铁(TFe_2O_3)指标反映相对降水量变化,硅铝铁率($\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$)指示风化强度变化,氧化度($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$)指示古温度变化,残积系数($(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O})$)、化学蚀变指数(CIA)、硅铝率($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$)、退碱系数($(\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO})/\text{Al}_2\text{O}_3$)等风化参数也可以指示古气候变化^[87]。此外,铁能够很好地反映自然土壤和有人为扰动的农田土壤的特征^[88];在相同或相近的降雨量、气温、排水状况等成土环境下,氧化铁可用于评

价和推断土壤发育程度和相对成土年龄^[89]。上述实例说明,土壤氧化物可以作为一个良好的指标来分析文化遗址区古土壤特性及其反映的古环境信息。

2.1.3 蜗牛 蜗牛是黄土地层中一类最为丰富的生物化石,对气候环境的变化十分敏感,能够提供较物理、化学指标更为详细的古气候、古环境信息^[90]。已有学者^[91,92]根据蜗牛化石组合推测气候环境的波动情况,如粉华蜗牛代表耐干旱、寒冷气候的生态特征,而齿螺代表喜潮湿、温暖的生态学特征^[93]。因此,研究文化遗址区古土壤时,可通过蜗牛化石的研究来推测古气候、古环境信息,进而结合其他指标推导古人类活动。

2.1.4 土壤黑碳 目前黑碳仍没有统一的定义^[94-96],唐扬等^[94]总结国内外学者关于黑碳的研究,认为黑碳是有机物不完全燃烧产生的具有较高热稳定性的焦炭、木炭、烟灰和高度聚集的多环芳烃类物质,此外包括生物体自然降解的残余物以及微小的有机碎屑。土壤黑碳可用于推断特定区域内较大尺度时间(10 000 a)内所发生的大火事件,也可用于人类活动对土壤黑碳组分的影响^[94],并且何跃等^[97-98]研究发现土壤黑碳与有机碳比值可以反映不同燃烧活动的物质来源。此外,Wang 等^[99]通过对全新世土壤的黑碳记录研究显示,表层土壤的质量沉积速率相对于下层土壤有大幅度的增加,可能与人类活动的影响有关。因此,通过测定文化遗址区的土壤黑碳浓度,可以重建古火灾事件,进而反映历史气候干湿变化及化石燃料的使用历史。

2.2 进一步加强土壤学与考古学的结合

考古地层学研究是现代文化遗址区时空界定的重要标尺,也是考古学中最为重要的理论。在发掘过程中,根据土质土色来判断层位关系,是考古发掘过程中最常用的方法。但是对土壤缺乏科学系统的认识是目前考古学不可回避的事实。如果能在考古发掘过程中引入土壤学的相关知识,以其理论和方法统一考古对土壤的描述,加深土壤的系统研究,不仅可以促进考古学的规范化,同时也方便学科间的交流;并且可利用土壤特性分析成土时期周边的气候环境状况,从而为我们研究古代文化提供便利。

例如文化层的年代顺序主要根据考古器物的(如陶片、瓷片、砖瓦块等)颜色、图案、花纹和形态类型与已确定年代的考古器物特征进行对比分析来确定,其结果可辅证土壤¹⁴C、热释光等测年结果,

也可大致判断对应自然层的年代提供参考。程鹏和宋诚^[100]在研究良渚文化时指出,考古遗址的研究包括对考古遗址的时空位置和遗址自身的研究,前者主要通过分析古人类居住点的空间变化,后者则是通过对遗址的地层堆积的研究,从全局到局部的研究思路,同样可运用到土壤学研究中,从全局土壤一般性质到局部土壤特殊性质,变化差异可印证区域性和地方性环境演变与古人类生活动态的关系。王建新^[6]通过对河南浉池县班村遗址及周围地区地层堆积情况的研究,确认了四种不同的地层,从遗址中心到遗址以外,人的作用越来越小,自然的作用越来越大,从而总结了将遗址边缘区作为纽带连接文化层与自然层的研究思路,再通过人工制品遗物和土色土质这两种标准的对应和结合,就可以找到自然层与文化层之间的关系,将遗址及其周围地区的环境与气候的变迁研究与考古学文化的分期研究对应起来,从而准确地为考古学文化变迁的研究提供环境与气候的背景。此外,农耕土层和文化断层值得特别注意^[6],农耕土层往往与自然土层相似,但其堆积的原始书理被破坏,可通过检测其中植物孢粉和硅酸体等的种类及数量予以确认,将农耕土层与遗址内外的自然层和文化层对应起来,进而推测农耕土层的文化时期;而文化断层是自然灾害的指示物,可以通过寻找文化断层来寻找自然灾害信息^[101]。

2.3 建立文化遗址区古土壤的诊断技术指标

曹志洪^[50]通过对中国史前灌溉稻田和古水稻土连续4年多的研究,提出了一套诊断古水稻田和古水稻土的技术指标,并获得了新石器时期“火耕水耨”——原始灌溉稻作技术的科学证据,以揭示7 000 a以来我国稻作农业的兴衰与全球气候变化的关系以及灌溉稻田和水耕人为土起源及其对世界文明的贡献。古人类活动在土壤中留下了许多的肉眼看得见和看不见的信息,事实上,土壤是我们研究古人类活动信息最主要的来源,在我们能够破译这些信息之前,土壤也是保护这些珍贵古人类信息的最好载体。因此建议建立文化遗址区古土壤的定性、定量、半定量诊断技术指标体系,通过土壤结构、元素、微形态、动植物遗存、遗物遗迹等具体指标来推测古土壤特性及其所反映的古环境信息,并进一步推测古人类活动,以此对文化遗址区古土壤研究提供技术支持,同时有助于更明确地保护和研究古文化遗产。

2.4 丰富文化遗址区古土壤的研究方法

过程—响应关系是一种确定的土壤过程和由此产生的土壤特性之间的因果关系^[102]。土壤过程会导致不同的、量化的属性,如黏土淀积作用,并且这些特征是可诊断的^[103-104]。考古土壤学的主要目标是以此联系某种土壤诊断指标和单一的因果过程或整套流程,下一步的研究目标则是量化这种关系^[102]。这是因为文化遗址区考古土壤的过程—响应关系具有殊途同归性,即不同影响因素的组合可以产生相同的最终结果^[105-106]。如Carter和Davidson^[107]、Usai^[108]通过土壤微形态探讨粉质黏粒胶膜与古耕作活动的关系,结果表明二者没有直接的相关关系,其形成可能与耕作,也可能与继承母质等非人为因素有关;Goldberg和Macphail^[106]的实验表明,经践踏和冻融过程后的粉质黏粒具有相似的特性;Courtney^[109]甚至对这种粉质黏粒胶膜给出了至少六种解释,以此例证了可能性解释的多样性。2014年9月在波兰托伦召开的第十三届古土壤大会上,主要由来自俄罗斯、墨西哥和中国的土壤学家介绍了遗址区古土壤研究新进展。Tamara Cruz-Cruz在墨西哥北部和中部含有动物化石遗址区通过分析土壤中有机质、大型土壤动物骨骼化石、动物胶原蛋白和牙釉质的稳定碳同位素($\delta^{13}\text{C}$)含量,还原出C3和C4植物含量比例,从而推导出古气候特征。Sycheva在旧石器文化Divnogorie遗址运用土壤发生学推导古成土过程,并结合有机质、炭屑、连二亚硫酸盐和草酸盐含量分析以及孢粉谱测试结果,相互之间印证推导出古土壤成土环境。吴克宁在河南仰韶村文化遗址通过分析土壤的粒度、质地、磁化率、色度、孢粉和植硅体从而还原古环境特征,并推论出仰韶文化演变和气候变化的耦合关系。因此,可进一步探索运用新的气候替代指标和古人类活动检测方法来研究文化遗址区的古土壤,获取更多受古人类活动直接或间接影响的特殊指标数值,并分析各影响指标之间的相关关系,进而丰富文化遗址区古土壤的研究方法。

2.5 加强对文化遗址区土壤的分类研究

中国是历史悠久、文化辉煌的国家,其宝贵的文化遗产中蕴含着深厚的历史文化信息。对于文化遗址土壤这一特殊研究对象,土壤学家可通过考古资料推导不同时间尺度下古人类土地利用方式以及古气候环境;而考古专家在推测古人类生产生活方式需考虑土壤肥力、土地利用、土壤发育过程对遗存物含量及位置变化的影响。土壤学家和考

古学家相互合作,有助于还原文化遗址区的景观环境和古人类活动,逐步加强土壤学和考古学的结合,不仅可以促进考古学的规范化,使研究成果更加科学,同时也方便学科之间的交流。研究古土壤已成为国际土壤学界新的研究热点,2006 年在美国费城召开的世界土壤学大会上将“古土壤”增列为“土壤的时空演变(Division-1)”大专业下的“第 6 专业委员会”^[110]。建议中国土壤学会土壤发生分类与土壤地理专业委员会下设考古土壤学工作组,汇集国内外土壤学与考古学的有关专家定期召开学术研讨会议,开展考古土壤学研究。随着研究广泛深入的开展,可以在国际土壤科学联合会(IUSS)古土壤专业委员会(Palaeopedology)下设土壤文化遗产功能工作组(Soil cultural heritage function working group),逐步建立一个新的学科分支。

参 考 文 献

- [1] Kraus M J. Paleosols in clastic sedimentary rocks: Their geologic applications. *Earth Science Reviews*, 1999, 47(1): 41—47
- [2] 龚子同,陈鸿昭,刘良梧. 中国古土壤与第四纪环境. *土壤学报*, 1989, 26(4): 379—387. Gong Z T, Chen H Z, Liu L W. Paleosols and quaternary environment in China (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 1989, 26(4): 379—387
- [3] Retallack G J. *Soils of the past*. London: Unwin Hyman, 2001
- [4] 徐利斌. 文明的兴衰: 蒙城尉迟寺遗址古文化层生态地质学研究. 合肥: 中国科学技术大学, 2009. Xu L B. Rise and fall of paleoculture: The eco-geological study of cultural layers in Yuchisi Site of Mengcheng County (In Chinese). Hefei: University of Science and Technology of China, 2009
- [5] Lanczont M, Madeyska T, Bogucki A, et al. Stratigraphic position and natural environment of the oldest Middle Palaeolithic in central Podolia, Ukraine: New data from the Velykyi Glybochok site. *Quaternary International*, 2014, 326/327: 191—212
- [6] 王建新. 文化层与自然层. *中国历史博物馆馆刊*, 1995(1): 46—50. Wang J X. Culture layer and nature layer (In Chinese). *Journal of National Museum of Chinese History*, 1995(1): 46—50
- [7] 黄臻, 王健力, 王勇. 长江三峡巫山第四纪沉积物粒度分布特征. *热带地理*, 2010, 30(1): 30—33, 39. Huang Z, Wang J L, Wang Y. Grain-size features of quaternary sediments in Changjiang Three Gorge reservoir of the Wuhan area (In Chinese). *Tropical Geography*, 2010, 30(1): 30—33, 39
- [8] 陈辉, 王秋兵, 韩春兰, 等. 朝阳凤凰山古土壤序列粒度特征与成因分析. *地球与环境*, 2009, 37(3): 243—248. Chen H, Wang Q B, Han C L, et al. Grain-size distribution and material origin of a paleosol sequence at Fenghuang Mountain, Chaoyang, Liaoning Province (In Chinese). *Earth and Environment*, 2009, 37(3): 243—248
- [9] 杨用钊. 江苏昆山绰墩遗址古土壤特征及其形成环境. 南京: 南京农业大学, 2006. Yang Y Z. The pedogenic features of Chuodun paleosol in Kunshan, Jiangsu Province, and its environmental implication (In Chinese). Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2006
- [10] 周华, 廖富强, 徐明星, 等. 连云港藤花落遗址土壤粒度及重金属累积特征. *地理科学*, 2013, 33(3): 349—355. Zhou H, Liao F Q, Xu M X, et al. Characteristics of soil grain size and heavy-metal accumulation of the Tenghualuo Site in Lianyungang, Jiangsu Province (In Chinese). *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(3): 349—355
- [11] 张俊娜, 夏正楷. 洛阳二里头遗址南沉积剖面的粒度和磁化率分析. *北京大学学报: 自然科学版*, 2012, 48(5): 737—743. Zhang J N, Xia Z K. Analysis on grain size and magnetic susceptibility of the sediment profile in the South of Erlitou Site, Luoyang (In Chinese). *Acta Scicentiarum Naturalium Universitatis Pekinesis*, 2012, 48(5): 737—743
- [12] 庞奖励, 淮态, 邱海燕, 等. 土壤微形态研究进展综述及前瞻. *土壤*, 2008, 40(5): 685—690. Pang J L, Huai T, Qiu H Y, et al. On advances in and prospects of soil micromorphology (In Chinese). *Soils*, 2008, 40(5): 685—690
- [13] Cornwall I W. Soil science and archaeology with illustrations from some British Bronze Age monuments. *Proceedings of Prehistoric Society*, 1953, 2: 129—147
- [14] Biagi P, Bisbet R, Macphail R, et al. Early farming communities and short range transhumance in the Cottian Alps (Chisone valley, Turin) in the late third millennium B C//Lewthwaite J, Kennard R C. Early settlement in the western mediterranean islands and peripheral areas. Oxford: B A R Int. Series 229, 1984: 395—405
- [15] Courty M A, Goldberg P, Macphail R I. *Soil micromorphology in archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989
- [16] Kemp R, Branch N, Silva B, et al. Pedosedimentary, cultural and environmental significance of paleosols within pre-hispanic agricultural terraces in the southern Peruvian Andes. *Quaternary International*, 2006, 158(1): 13—22
- [17] 董广辉, 夏正楷, 刘德成. 青海喇家遗址内外的土壤微形态初步分析. *水土保持研究*, 2005, 12(4): 5—6. Dong G H, Xia Z K, Liu D C. Preliminary soil micromorphological analysis in Lajia Site, Qinghai Province (In Chinese). *Research of Soil and Water Conservation*, 2005, 12(4): 5—6
- [18] 李艳华, 庞奖励, 黄春长, 等. 关中东部全新世黄土——古土壤序列微量元素分布特征及意义. *土壤通报*, 2012, 43(1): 125—130. Li Y H, Pang J L, Huang C C, et al. Distributions of trace-elements in holocene loess-Palaeosol sequences and its significance in the Eastern of Guanzhong (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2012, 43(1): 125—130
- [19] Fernandez F, Terry R E, Inomata T, et al. An ethnoarchaeological study of chemical residues in the floors and soils of Kekchi Maya house at Las Pozas, Guatemala. *The 32nd International Symposium of the Association of Archaeometry*. Mexico City, 2000
- [20] Coultas C L, Collins M E, Chase A F. Effect of ancient Maya agriculture on terraced soil of Caracol, Belize//Foss J E, Timpson M E, Morris M W. *Proceedings of The First International Confer-*

- ence on Pedoarchaeology. Kloxville: University of Tennessee special publication, 1993: 191—201
- [21] Dunning N P. Ancient Maya anthrosols: Soil Phosphate testing and landuse//Foss J E, Timpson M E, Morris M W. Proceedings of The First International Conference on Pedo-archaeology. Knoxville: University of Tennessee Special Publication, 1993: 203—211
- [22] Cavanagh W G, Hirst S, Litton C D. Soil phosphate, site boundaries, and chang point analysis. *Journal of Field Archaeology*, 1988, 15: 67—83
- [23] Lippi R D. Paleotopography and phosphate analysis of a buried jungle site in Ecuador. *Journal of Field Archaeology*, 1988, 15: 85—97
- [24] Barba L, Bello G. Análisis de fosfatos en el piso de una casa habitada actualmente. *Notas Antropológicas*, 1978, 24: 188—193
- [25] Sandra L, Christopher D. Social spaces of daily life: A reflexive approach to the analysis of chemical residues by multivariate spatial analysis. *Archaeol Method Theory*, 2010, 17: 249—278
- [26] Eniwistle J A, Abrahams P W, Dodgshon R A. Multi-element analysis of soil from Scottish historical sites: Interpreting land-use history through the physical and geochemical analysis of soil. *Journal of Archaeological Science*, 1998, 25: 53—68
- [27] Holliday V T, Gartner W G. Methods of soil P analysis in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 2007, 34: 301—333
- [28] Russel E J. *The world of the soil*. London: Collins, 1957
- [29] Arrhenius O. Die Phosphatfrage. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkund*, 1929, 14(3):185—194
- [30] Arrhenius O. Investigation of soil from old indiansites. *Ethnos*, 1963, 2/4: 122—136
- [31] 董广辉, 夏正楷, 刘德成, 等. 文明起源时期河南孟津地区人类活动对土壤化学性质的影响. *兰州大学学报: 自然科学版*, 2007, 43(1): 6—10. Dong G H, Xia Z K, Liu D C, et al. The impact of human activities on the chemical properties of paleosol in Mengjin, Henan Province during civilization (In Chinese). *Journal of Lanzhou University: Natural Sciences*, 2007, 43(1): 6—10
- [32] 查理思, 吴克宁, 鞠兵, 等. 二里头文化遗址区土壤化学成分含量及变化研究. *土壤通报*, 2013, 44(6): 1414—1417. Cha L S, Wu K N, Ju B, et al. Research on the chemical constituents' contents and changes of paleosol in Erlitou culture sites (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2013, 44(6): 1414—1417
- [33] Manzanilla L. Corporate groups and domestic activities at Teotihuacan. *Latin American*, 1996
- [34] Wilson C A, Davidson D A, Cresser M S. Multi-element soil analysis: An assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35: 412—424
- [35] Parnell J J, Terry R E, Nelson Z. Soil chemical analysis applied as an interpretive tool for ancient human activities in Piedras Negras, Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, 2002, 29: 379—404
- [36] Goffer Z. Color: Pigments and dyes. Chapter 10. *Archaeological Chemistry*. New York: John Wiley & Sons, 1980: 167—173
- [37] Cook D E, Kovacevich B, Beach T, et al. Deciphering the inorganic chemical record of ancient human activity using ICP-MS: A reconnaissance study of late Classic soil floors at Cancuen, Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, 2006, 33:628—640
- [38] 李中轩, 朱诚, 王然, 等. 湖北辽瓦店遗址地层中多元素指标对古人类活动的记录. *海洋地质与第四纪地质*, 2008, 28(6): 113—118. Li Z X, Zhu C, Wang R, et al. Multi-element records of the deposits for ancient human activities at the Liaowadian Site in Hubei Province (In Chinese). *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2008, 28(6): 113—118
- [39] 周群英, 黄春长. 西周沔阳遗址全新世土壤研究. *地理科学*, 2003, 23(3): 310—315. Zhou Q Y, Huang C C. Holocene soil formation at the fenghao site of the West Zhou Dynasty near Xi'an City (In Chinese). *Science Geographica Sinica*, 2003, 23(3): 310—315
- [40] 高华中, 朱诚, 孙智彬. 三峡库区中坝遗址考古地层土壤有机碳的分布及其与人类活动的关系. *土壤学报*, 2005, 42(3): 518—522. Gao H Z, Zhu C, Sun Z B. Distribution of soil organic carbon in archaeological strata of Zhongba Site in Three Gorges Reservoir and its relation to human activities (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2005, 42(3): 518—522
- [41] 李鑫, 魏东岚. 浅述土壤磁化率的研究领域及其进展. *云南地理环境研究*, 2012, 24(6): 97—101. Li X, Wei D L. Shallow soil magnetic susceptibility of research and development (In Chinese). *Yunnan Geographic Environment Research*, 2012, 24(6): 97—101
- [42] 胡雪峰, 龚子同. 土壤磁化率——作为一种气候指标的局限性. *土壤*, 1999, 31(1): 39—42. Hu X F, Gong Z T. Soil magnetic susceptibility-Its restriction as a climatic proxy (In Chinese). *Soils*, 1999, 31(1): 39—42
- [43] 安芷生, 吴锡浩, 卢演铸, 等. 最近2万年中国古环境变迁的初步研究//刘东生. *黄土第四纪地质全球变化(二)*. 北京: 科学出版社, 1990: 1—26. An Z S, Wu X H, Lu Y C, et al. Preliminary study of Chinese ancient environmental change during last 20000 years//Liu D S. *Loess, Quaternary geology, Global change*. 2nd ed. (In Chinese). Beijing: Science Press, 1990: 1—26
- [44] 霍俊杰, Reidar L, 李斌, 等. 大荔人遗址黄土-古土壤剖面岩石磁学性质研究. *地球物理学报*, 2010, 53(6): 1463—1474. Huo J J, Reidar L, Li B, et al. Rock magnetism study on loess-paleosol profile at Dali (In Chinese). *Chinese Journal of Geophysics*, 2010, 53(6): 1463—1474
- [45] 马春梅, 朱诚, 朱光耀, 等. 安徽蒙城尉迟寺遗址地层的磁化率与元素地球化学记录研究. *地层学杂志*, 2006, 30(2): 124—130. Ma C M, Zhu C, Zhu G Y, et al. Magnetic susceptibility and elemental geochemistry analysis of the archaeological strata at the Yuchisi Site, Anhui (In Chinese). *Journal of Stratigraphy*, 2006, 30(2): 124—130
- [46] 张振卿, 许清海, 贾红娟. 殷墟地区土壤剖面磁化率变化特征. *地理与地理信息科学*, 2006, 22(6): 94—97. Zhang Z Q, Xu Q H, Jia H J. Study on magnetic susceptibility of soil profile in the area of Yin Ruins (In Chinese). *Geography and Geo-Information Science*, 2006, 22(6): 94—97

- [47] 史威,朱诚,徐伟峰,等. 重庆中坝遗址剖面磁化率异常与人类活动的关系. 地理学报, 2007, 62(3): 257—267. Shi W, Zhu C, Xu W F, et al. Relationship between abnormal phenomena of magnetic susceptibility curves of profiles and human activities at Zhongba Site in Chongqing (In Chinese). *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(3): 257—267
- [48] 王伟,沈国锋,杨意峰,等. 生物质燃烧来源的多环芳烃排放特征及环境行为. 中国古生物学会第 26 届学术年会论文集, 2011: 288—290. Wang W, Shen G F, Yang Y F, et al. Emission characteristics and aging process on short-term scale of particles and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from traditional cord-stalk combustion in North China (In Chinese). *Annual of Palaeontological Society of China, the 26th*, 2011: 288—290
- [49] 邹胜利,张宏亮,朱俊英. 湖北省金罗家考古遗址土壤中多环芳烃的分布和植硅体的分析及其意义. 生态环境学报, 2011, 20(10): 1461—1469. Zou S L, Zhang H L, Zhu J Y. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons and phytolith analysis of archaeological soil of Jinluojia site in Hubei Province (In Chinese). *Ecology and Environment*, 2011, 20(10): 1461—1469
- [50] 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 of prehistoric irrigated paddys and ancient paddy soils in China (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2008, 45(5): 784—791
- [51] Dong Y H, Cao Z H, Li J H, et al. Molecular ratio of PAHs as a tool to reveal ancient farming practice from paleo-paddy soils in the Yangtze River Delta of China//IUSS. *Proceeding of 18th World Congress of Soil Sciences*. Philadelphia, Pennsylvania, USA, 2006
- [52] Ramdahl T. Retene: A molecular marker of wood combustion in ambient air. *Nature*, 1983, 306: 580—582
- [53] 李久海,董元华,曹志洪,等. 6000 年以来水稻土剖面中多环芳烃的分布特征及来源初探. 土壤学报, 2007, 44(1): 41—46. Li J H, Dong Y H, Cao Z H, et al. Distribution and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons in a soil profile containing 6000-year old paddy soil (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2007, 44(1): 41—46
- [54] 孔昭宸,刘长江,张居中,等. 中国考古遗址植物遗存与原始农业. 中原文物, 2003(2): 4—9, 13. Kong Z C, Liu C J, Zhang J Z, et al. Plant relics in the archaeological sites of China and the virgin agriculture (In Chinese). *Cultural Relics of Central China*, 2003(2): 4—9, 13
- [55] 吉笃学. 植物考古学的研究历史与方法. 农业考古, 2008(4): 17—22, 28. Ji D X. The history and method of Plant Archaeology (In Chinese). *Agricultural Archaeology*, 2008(4): 17—22, 28
- [56] 闫雪,郭富,王育茜,等. 四川阆中市郑家坝遗址浮选结果及分析——兼谈四川地区先秦时期炭化植物遗存. 四川文物, 2013(4): 74—85. Yan X, Guo F, Wang Y Q, et al. Plant flotation results and analysis of Zhengjiaba Site, Langzhong City: And talk about carbonized plant remains of Qin period in Sichuan Province (In Chinese). *Sichuan Cultural Relics*, 2013(4): 74—85
- [57] 王育茜,吴文婉,辛岩,等. 辽宁阜新查海遗址炭化植物遗存研究. 北方文物, 2012(4): 13—18, 113—114. Wang Y Q, Wu W W, Xin Y, et al. Research on the carbonized plant in Chahai Site, Fuxin, Liaoning (In Chinese). *Northern Cultural Relics*, 2012(4): 13—18, 113—114
- [58] 孙雄伟,夏正楷. 河南洛阳寺河南剖面中全新世以来的孢粉分析及环境变化. 北京大学学报:自然科学版, 2005, 41(2): 289—294. Sun X W, Xia Z K. Paleoenvironment changes since mid-holocene revealed by a palynological sequence from Si-henan Profile in Luoyang, Henan Province (In Chinese). *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2005, 41(2): 289—294
- [59] 李珍,封卫青,杨振京. 上海马桥遗址孢粉组合及先人活动环境分析. 同济大学学报:人文·社会科学版, 1996, 7(2): 69—74. Li Z, Feng W Q, Yang Z J. An analysis of spore-pollen combination and ancient human activity in Maqiao Site, Shanghai (In Chinese). *Journal of Tongji University: Social Science Section*, 1996, 7(2): 69—74
- [60] 张玉兰. 从孢粉、藻类分析探究良渚文化突然消亡的原因. 同济大学学报:自然科学版, 2008, 36(3): 402—405. Zhang Y L. Cause investigation of Liangzhu Cultures vanishment based on analysis of spore-pollen and alga (In Chinese). *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2008, 36(3): 402—405
- [61] 何跃,张甘霖. 热带地区玄武岩发育土壤中的生物硅及其发生学意义. 土壤学报, 2010, 47(3): 385—392. He Y, Zhang G L. Biogenic silicon in basalt-derived soils in Hainan Island and its implications in pedogenesis (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2010, 47(3): 385—392
- [62] Rovner L. Macro and micro-ecological reconstruction using plant-topal phytolith data from archaeological sediment. *Geoarchaeology*, 1988, 3(2): 155—163
- [63] 姜钦华. 河南登封颍阳遗址考古土壤中的植硅石组合及其意义. 科学通报, 1994, 39(8): 727—730. Jiang Q H. The significance of phytoliths combination from Yingyang Site, Henan Province (In Chinese). *Chinese Science Bulletin*, 1994, 39(8): 727—730
- [64] 吴妍,武仙竹,陶大卫,等. 湖北郧西黄龙洞遗址的植硅体分析. 第十一届中国古脊椎动物学学术年会论文集. 北京: 海洋出版社, 2008: 213—220. Wu Y, Wu X Z, Tao D W, et al. An analysis of phytoliths from Yunxi Man Site, Hubei Province, China. *Proceeding of the eleventh annual meeting of the Chinese Society of Vertebrate Paleontology* (In Chinese). Beijing: China Ocean Press, 2008: 213—220
- [65] 李新伟,马萧林,杨海青. 河南灵宝市西坡遗址 2006 年发现的仰韶文化中后期大型墓葬. 考古, 2007(2): 3—6. Li X W, Ma X L, Yang H Q. The large tombs of Yangshao Culture discovered in the 2006 excavation on the Xipo Site in Lingbao, Henan (In Chinese). *Archaeology*, 2007(2): 3—6
- [66] Ezzo J A, Price T D. Migration, regional reorganization, and spatial group composition at grasshopper pueblo, Arizona. *Journal of Archaeological Science*, 2002, 29: 499—520

- [67] Bentley R A, Price T D, Stephan E. Determining the "local" $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ rang for archaeological skeletons: A case study from Neolithic Europe. *Journal of Archaeological Science*, 2004, 31:365—375
- [68] 赵春燕, 吕鹏, 袁靖, 等. 河南禹州市瓦店遗址出土动物遗存的元素和锶同位素比值分析. *考古*, 2012(11): 89—96. Zhao C Y, Lü P, Yuan J, et al. The strontium isotopic analyses of the faunal remains unearthed at Wadian Site in Yuzhou City, Henan (In Chinese). *Archaeology*, 2012(11): 89—96
- [69] 胡松梅, 孙周勇, 杨利平. 陕北横山杨界沙遗址动物遗存研究. *人类学学报*, 2013, 32(1): 77—92. Hu S M, Sun Z Y, Yang L P. Research on faunal remains from the Yangjiesha Site in Hengshan County, Shaanxi Province (In Chinese). *Acta Anthropologica Sinica*, 2013, 32(1): 77—92
- [70] 赵莹. 云南银梭岛遗址出土的动物遗存研究. 吉林: 吉林大学, 2011. Zhao Y. A research of faunal remains excavated from Yinsuodao Site in Yunnan Province (In Chinese). Jilin: Jilin University, 2011
- [71] 李永宪. 卡若遗址动物遗存与生业模式分析——横断山区史前农业观察之一. *四川文物*, 2007(5): 50—56. Li Y X. Analysis to the animal remains of Karuo Ruins vs. living mode (In Chinese). *Sichuan Cultural Relics*, 2007(5): 50—56
- [72] 黄成敏, 王成善, 何毓蓉, 等. 元谋盆地古红土的土壤发生学特征及古环境意义. *土壤通报*, 2004, 35(3): 251—256. Huang C M, Wang C S, He Y R, et al. Pedogenetic properties and Paleo-environmental implication of Paleo-Krasnoems in the Yuanmou Basin (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2004, 35(3): 251—256
- [73] 崔东, 荣雪, 王晓磊, 等. 中国土壤颜色与气候指标的定量研究. *农业科技与装备*, 2011(10): 6—7, 10. Cui D, Rong X, Wang X L, et al. Quantitative study on the correlation between the redness degree in soil colour and mean annual precipitation in China (In Chinese). *Agricultural Science & Technology and Equipment*, 2011(10): 6—7, 10
- [74] 朱丽东, 周尚哲, 李凤全, 等. 庐山 J1 红土剖面的色度气候意义. *热带地理*, 2007, 27(3): 193—197, 202. Zhu L D, Zhou S Z, Li F Q, et al. Climatic implication of the chroma of JL red earth section in the Lushan Mountain (In Chinese). *Tropical Geography*, 2007, 27(3): 193—197, 202
- [75] 陈一萌, 陈兴盛, 宫辉力, 等. 土壤颜色: 一个可靠的气候变化代用指标. *干旱区地理*, 2006, 29(3): 309—313. Chen Y M, Chen X S, Gong H L, et al. Soil color-A new sensitive indicator for climatic change (In Chinese). *Arid Land Geography*, 2006, 29(3): 309—313
- [76] 杨胜利, 方小敏, 李吉均, 等. 表土颜色和气候定性至半定量关系研究. *中国科学: D 辑*, 2001, 31(增刊): 175—181. Yang S L, Fang X M, Li J J, et al. Transformation functions of soil color and climate (In Chinese). *Science in China: Series D*, 2001, 31(Suppl): 175—181
- [77] 李叙勇, 李保国, 石元春. 土壤发育指数及其在黄土古土壤序列中的应用. *土壤学报*, 2001, 38(2): 153—159. Li X Y, Li B G, Shi Y C. A soil development index and its application to loess aleosol sequences (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2001, 38(2): 153—159
- [78] 彭淑贞, 郭正堂. 西峰晚第三纪红土记录的亮度学特征. 第四纪研究, 2003, 23(1): 110. Peng S Z, Guo Z T. Characteristic of luminosity of the Late Tertiary red earth in Xifeng area (In Chinese). *Quaternary Sciences*, 2003, 23(1): 110
- [79] 李乃胜. 凌家滩红烧土遗迹建筑基础初探. *中国文物科学研究*, 2008(3): 64—66, 63. Li N S. The exploration of building foundation in Lingjiantan sintering soil site (In Chinese). *China Cultural Heritage Scientific Research*, 2008(3): 64—66, 63
- [80] 周军. 谈谈旧石器遗址中的用火遗迹——兼论小空山下洞旧石器遗址中的灰烬层. *中原文物*, 1990(4): 127—129. Zhou J. Evidence for habitual use of fire in Paleolithic Site (In Chinese). *Cultural Relics of Central China*, 1990(4): 127—129
- [81] 鲁春霞. 黏土矿物在古环境研究中的指示作用. *中国沙漠*, 1997, 17(4): 124—128. Lu C X. Clay minerals as indicators of pale oenvironment (In Chinese). *Journal of Desert Research*, 1997, 17(4): 124—128
- [82] Perederij V I. Clay mineral composition and palaeo climatic in terpretation of the Pleistocene deposits of Ukraine. *Quaternary International*, 2001, 76/77: 113—121
- [83] 师育新, 戴雪荣, 付苗苗, 等. 澄湖 SC7 孔沉积物黏土矿物特征及其古地理意义. *沉积学报*, 2010, 28(2): 339—345. Shi Y X, Dai X R, Fu M M, et al. Clay mineral characteristics of SC7 core swdiments from Chenghu Lake (Suzhou) and their paleogeographic significance (In Chinese). *Acta Sedimentologica Sinica*, 2010, 28(2): 339—345
- [84] 王秋兵, 王慧强, 韩春兰, 等. 辽宁地区古红土黏土矿物特征及其环境学意义. *土壤通报*, 2008, 39(4): 924—927. Wang Q B, Wang H Q, Han C L, et al. Clay mineral characteristics of paleosol as well as environmental significance in Liaoning (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2008, 39(4): 924—927
- [85] 师焕芝, 李富春, 孙旭辉, 等. 洛川黄土/古土壤中有机的分布特征及其与黏土矿物的相关性. *中国地质*, 2011, 38(5): 1355—1362. Shi H Z, Li F C, Kong X H, et al. Distribution of organic carbon in the Luochuan loess/paleosol and its relationship with clay minerals (In Chinese). *Chinese Geology*, 2011, 38(5): 1355—1362
- [86] 管章志. 长江下游流域环境变化的黏土矿物表征及其意义. 上海: 华东师范大学, 2007. Guan Z Z. The significance of clay minerals characteristic & the environmental changes in lower reaches of Yangtze River (In Chinese). Shanghai: East China Normal University, 2007
- [87] 张玉芬, 李长安, 熊德强, 等. “巫山黄土”氧化物地球化学特征与古气候记录. *中国地质*, 2013, 40(1): 352—360. Zhang Y F, Li C A, Xiong D Q, et al. Oxide geochemical characteristics and paleoclimate records of “Wushan loess” (In Chinese). *Chinese Geology*, 2013, 40(1): 352—360
- [88] 李孝良, 陈效民, 周炼川, 等. 喀斯特石漠化地区土壤 Fe 组成及其发生学意义. *地质通报*, 2010, 29(5): 745—751. Li X L, Chen X M, Zhou L C, et al. Characteristics of soil iron and its pedogenetic significance in the process of Karst rocky desertification, southwestern China (In Chinese). *Geological Bulletin of*

- China, 2010, 29(5): 745—751
- [89] 王立东, 何忠俊, 王晶. 三江并流区土壤氧化铁及其发生雪意义研究. 广西农业科学, 2009, 40(7): 864—868. Wang L D, He Z J, Wang J. Iron oxides in soil of three parallel rivers (Nujiang, Lancangjiang, and Jinshajiang) area and its genealogical significance (In Chinese). Guangxi Agricultural Science, 2009, 40(7): 864—868.
- [90] 吴乃琴, 刘秀平, 顾兆炎, 等. 末次盛冰期黄土高原蜗牛化石记录的气候快速变化及其影响机制. 第四纪研究, 2002, 22(3): 283—291. Wu N Q, Liu X P, Gu Z Y, et al. Papid climate variability recorded by mollusk specoes on the Loess Plateau during the last glacial maximum (In Chinese). Quaternary Sciences, 2002, 22(3): 283—291
- [91] 伍斌, 吴乃琴. 黄土高原 S5 古土壤形成期的气候环境——陆生蜗牛化石的证据. 第四纪研究, 2008, 28(5): 901—908. Wu B, Wu N Q. Paleoenvironmental study of S5 paleosol formation: Based on mollusk fossil evidence (In Chinese). Quaternary Sciences, 2008, 28(5): 901—908
- [92] 裴云鹏, 吴乃琴. 甘肃西峰红黏土地层中蜗牛化石记录的古气候变化周期. 第四纪研究, 2005, 25(5): 663. Pei Y P, Wu N Q. Orbit-related climate cycle revealed in mollusk fossil record form Xifeng Red Clay formation in the Chinese Loess Plateau (In Chinese). Quaternary Sciences, 2005, 25(5): 663
- [93] 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
- [94] 唐杨, 韩贵琳, 徐志方. 黑碳研究进展. 地球与环境, 2010, 38(1): 98—108. Tang Y, Han G L, Xu Z F. Black crbon: A review of recent research (In Chinese). Earth and Environment, 2010, 38(1): 98—108
- [95] 郭大勇, 范明生, 张福锁. 农田土壤黑碳应用研究进展. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(5): 1252—1261. Guo D Y, Fan M S, Zhang F S. A review on biochar application in arable soils (In Chinese). Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2012, 18(5): 1252—1261
- [96] 穆燕, 秦小光, 刘嘉麒, 等. 黑碳的研究历史与现状. 海洋地质与第四纪地质, 2011, 31(1): 143—155. Mu Y, Qin X G, Liu J Q, et al. A review of black carbon study: History and current status (In Chinese). Marine Geology & Quaternary Geology, 2011, 31(1): 143—155
- [97] 何跃, 张甘霖. 城市土壤有机碳和黑碳的含量特征与来源分析. 土壤学报, 2006, 43(2): 177—182. He Y, Zhang G L. Concentration and sources of organic carbon and black carbon of urban soils in Nanjing (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2006, 43(2): 177—182
- [98] 何跃, 张甘霖, 杨金玲, 等. 城市化过程中黑碳的土壤记录及其环境指示意义. 环境科学, 2007, 28(10): 2369—2375. He Y, Zhang G L, Yang J L, et al. Soil record of black carbon during urbanization and its environmental implications (In Chinese). Chinese Journal of Environmental Science, 2007, 28(10): 2369—2375
- [99] Wang X, Peng P A, Ding Z L. Black carbon records in Chinese loess plateau over the last two glacial cycles and implications for paleofires. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2005, 223: 9—19
- [100] 程鹏, 宋诚. 试论良渚文化中中断的成因及其去向. 东南文化, 1999(4): 14—21. Cheng P, Song C. The contributing factors for the discontinuity of Liangzhu Culture and its trend (In Chinese). Southeast Culture, 1999(4): 14—21
- [101] Atanassova I, Burmmer G W. Polycyclic aromatic hydrocarbons of anthropogenic and biopedogenic origin in a colluviated hydromorphic soil of Western Europe. Geoderma, 2004, 120: 27—34
- [102] Walkington H. Soil science applications in archaeological contexts: A review of key challenges. Earth-Science Reviews, 2010, 103(3/4): 122—134
- [103] Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington DC, 2010
- [104] Dalrymple J B, Theocharopoulos S P. Intrapedal cutans-lateral differences in their properties and their spatial clustering. Geoderma, 1987, 41: 149—180
- [105] Simonsen R W. Outlining of a generalized theory of soil genesis. Soil Science Society of America Proceedings, 1959, 23: 152—156
- [106] Goldberg P, Macphail R I. Practical and theoretical geoarchaeology. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2006: 454
- [107] Carter S P, Davidson D A. An evaluation of the contribution of soil micromorphology to the study of ancient arable agriculture. Geoarchaeology, 1998, 13(6): 535—547
- [108] Usai M R. Textural pedofeatures and pre Hadrians wall ploughed palaeosols at Stanwix, Carlisle, Cumbria, UK. Journal of Archaeological Science, 2001, 28: 541—543
- [109] Courty M A, Goldberg P, Macphail R I. Soils and micromorphology in archaeology//Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press, 1989
- [110] 赵其国. 第 18 届国际土壤学大会综述. 土壤, 2007, 39(1): 2—18. Zhao Q G. Comprehensive review of 18th World Congress of Soil Science (In Chinese). Soils, 2007, 39(1): 2—18

REVIEW OF PALEOSOL AND PALAEOENVIRONMENT IN ANCIENT CULTURE SITES

Wu Kening Wang Wenjing Zha Lisi Ju Bing Feng Liwei Chen Zhuang Yu Xiao

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

Abstract To analysis ancient soil properties is an important means to obtain paleoenvironmental information. To restore ancient environment and ancient human activities by interpreting the ancient soil information has become a hotspot for research both at home and abroad. This paper summarized the progress of domestic and overseas researches on particle size of soil grain, soil micromorphology, soil element, soil magnetic susceptibility, PAHs and remains of biology of paleosol in recent years.

According to these researches, particle size of soil grain can reflect the cause of soil deposit, hydrodynamic condition, climatic and agricultural production conditions in cultural site. Pedogenic environment, land use conditions, farming pattern and human disturbance can be speculated by soil micromorphology. Different soil elements reflect different palaeoenvironment, Ca, P, Mg are indications of ancient human living area and household refuse, Fe, Ca, Sr, Zn are indications of cookhouse, Hg, Cu, Pb and Br are indications of manufacturing area. All of these are closely linked with ancient human activities, besides, Ca, Mg, Sr are in closely contact with farming area. Soil magnetic susceptibility reflects stratigraphic age, the ancient climate conditions and ancient human activity. The age of vegetations, major crops, natural environment, climate variation and the changes of ancient human environment can be inferred by remains of plants include macroremains, pollen and spores and phytolith. PHAs reflect the flame cultivation. Animal remains such as teeth and bones of animals, they infer the animal species, animal producing area, natural environment and profession model.

All these researches have made extraordinary outstanding contributions on restoring palaeoenvironment and ancient human activities, however, a lack of combination of different subjects and exploration of new methods still hinders the way of further study. Therefore, what needs to be done in the future are to enhance the combination of soil science and archaeology, to improve the theories of studying paleosol in ancient culture relics. An integrated diagnosis index for paleosol in ancient culture relics needs to be established, methods on analyzing process-response relationship between soil process and resultant soil property need to be improved, and also, studies on Soil cultural heritage function need to be enriched. At last, for going a step further, to set up a new branch of soil science called archaeological soil science step by step.

Key words Ancient culture relics; Archaeology; Soil properties; Palaeoenvironment

(责任编辑:檀满枝)