

河北省丰宁地区全新世风沙活动及其对古文化的影响^{*}

邱维理^① 李容全^① 朱楠^① 白鸿叶^②

(^①北京师范大学地理学与遥感科学学院,北京 100875 ;^②国家图书馆,北京 100081)

摘要 在滦河上游,全新世时期曾有过气候相对湿润阶段,具体表现是:就地起沙的风沙层内,形成了 2 层特殊的古土壤——黑沙土。黑沙土层分布的厚度不均匀,但具有明显的有机质半固结现象。2 层黑沙土之间为黄色风沙层,上层黑沙土又为晚近风沙层覆盖。在下层黑沙土中散布着一些古文化遗存,石片、石核、石斧等石器主要见于下部,陶片数量则以近顶部居多。对黑沙土中的有机质进行¹⁴C 测年,结果表明,下层黑沙土形成于约 $7\,990 \pm 150 \sim 3\,200 \pm 125$ aB. P. (cal.) 之间,上层黑沙土形成于约 $3\,055 \pm 170$ aB. P. (cal.) 以后。由这个遗址附近的环境分析证明,古代人类在此活动时期,当地气候处于相对湿润阶段,风沙活动虽依然存在,但可以断定黑沙土的成壤速度大于风沙物质堆积速度,使这里的先民能够依靠农耕、渔猎而生存。大约 $3\,200 \pm 125$ aB. P. (cal.) 后,风沙堆积速度骤然加快,使黑沙土成土过程一度完全停止,在大约 100 多年的时间里,风沙活动强烈,形成黑沙土层之间的黄色风沙层堆积。这一时期恶劣的环境使得当时当地的先民无法生存,被迫迁移,从此出现新石器遗址的缺失。该遗址所在的丰宁地区,是影响北京沙尘暴的上源地区之一。因此,该地区环境考古学问题的研究,对了解北京地区沙尘暴变化历史有直接佐证的价值。

主题词 黑沙土 风沙活动 气候变化 古文化遗址 丰宁

中图分类号 P534. 632 **文献标识码** A

开展“人类世”环境研究^[1],重建古代人类生活时期的古环境,分析环境变化与人类文化发展的关系,乃是环境考古学最基本的任务^[2~6]。围绕这一主题,近 20 年来,中国环境考古的研究发展迅速,取得了大量的成果^[7~13],特别是有关古文化发展与环境突变事件关系的研究颇受重视,其中对地震、滑坡、洪水、海平面变化、降温、干旱等灾害性事件在考古遗址废弃、文化断层成因等方面所起作用的研究较多^[14~25]。关于被风沙层掩埋的新石器时期文化遗址及相关环境问题的研究较为少见。本文以河北省丰宁县北部风沙层掩埋的古文化遗址为例,通过沉积剖面观察与实验分析,探讨该地区风沙活动所反映的气候变化,及其对古文化发展的影响。该遗址所在的丰宁地区,是影响北京沙尘暴的上源地区之一。因此,该地区环境考古学问题的研究,对了解北京地区沙尘暴变化历史也有直接佐证的价值。

1 剖面位置及地层特征

研究区位于河北省丰宁县森吉图乡境内,地处

滦河上游河谷盆地之中,属内蒙古高原边缘向燕山山地过渡地带。森吉图位于丰宁县北端,紧邻内蒙古多伦县,当地谷底海拔为 1 130m 左右,气候条件更接近多伦,属中温带半湿润半干旱大陆性季风型高原山地气候,1 月平均气温为 -17.8°C ,7 月平均气温为 18.7°C ,年均气温为 1.9°C ,年均降水量为 400mm 左右,冬春季节降水少,多大风天气,尤以 4 月份的多年平均风速最大,达到 5m/s ,大风日数为 12.8 天,主要盛行风向为 W 和 WNW。天然植被以森林草原为主,山地中上部主要是落叶桦杨林,山麓及河谷盆地主要为落叶灌丛,河滨低地分布小型草甸,高原面上为含杂类草的丛生禾草草原。地带性土壤为栗钙土。

研究剖面($41^{\circ}52'30''\text{N}$, $116^{\circ}33'12''\text{E}$)位于森吉图村南约 1km 滦河左岸二级阶地(T_2)上(图 1)。该阶地顶面海拔 1 150m,高出现代河床 21.5m,阶地前缘陡坎出露的沉积物主要为滦河冲积物,顶部覆盖平均厚度 2~3m 的风沙层(S_a),风沙层内发育有厚度不均匀的 2 层古土壤层(S_o)——黑沙土(图

第一作者简介 邱维理 男 44 岁 副教授 自然地理学专业 E-mail: qiuweili@bnu.edu.cn

^{*} 国家自然科学基金项目(批准号:40471010)资助

2005 - 09 收到 2005 - 08 - 08 收修改稿

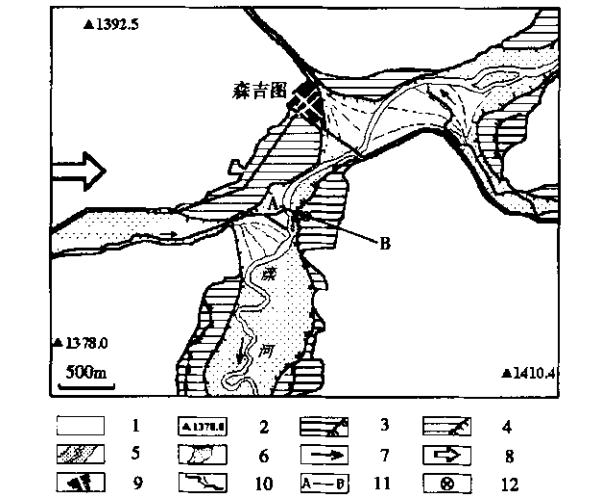


图 1 森吉图附近地貌图

1. 剥蚀山地与高阶地 2. 山峰及其高程(m) 3. T₂阶地面与前缘陡坎 4. T₁阶地面与前缘陡坎 5. 现代河床与河漫滩 6. 支流冲出锥 7. 河流流向 8. 盛行风通道 9. 村镇 10. 道路与桥梁 11. 阶地剖面图位置 采样点位置

Fig. 1 Geomorphc map of Senjitu

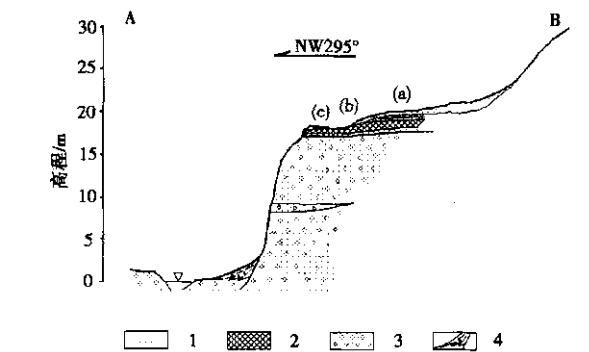


图 2 二级阶地剖面图

1. 风沙层 2. 黑沙土 3. 河流相冲积物 4. 坡积物

(a) (b)和(c)为图 3 剖面位置

Fig. 2 River terrace (T₂) section

2 图 3 和图 4a)。从当地风沙地貌的形成条件分析 , 该风沙层属河谷局部就地起沙的小型席状沙地 , 其物质来源即当地河流阶地、河漫滩上出露冲积物的砂质组分 , 主要动力为沿滦河右岸支流河谷局部加强的西风气流 , 二级阶地面平缓的地形与阶地后沿的围椅状高地为该风沙层的堆积与保存提供了条件。

森吉图附近滦河二级阶地上风沙层与黑沙土的沉积剖面在阶地中部保存较为完整(见图 3a)。根据沉积物的颜色、结构、质地和层间接触关系 , 可以

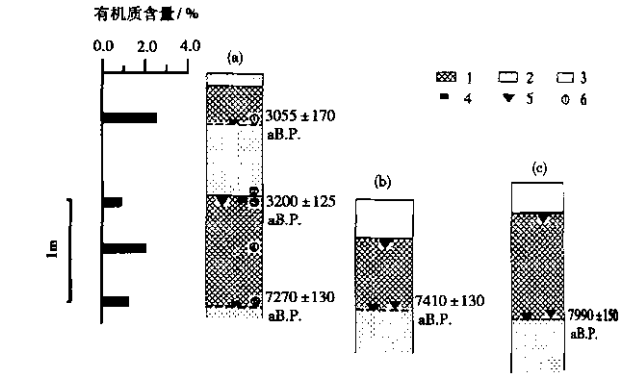


图 3 二级阶地黑沙土剖面(a)的有机质含量

1. 黑沙土 2. 风沙层 3. 侵蚀缺失 4. ¹⁴C 采样点

5. 古文化遗存 6. 分析样品采样位置

Fig. 3 Sections of black sandy soil and organic matter content along the section (a)

分为 5 层 , 自上而下由新到老为 :

第 1 层 : 表层席状沙 , 浅黄色 , 较均匀的中砂、粗砂为主。为近现代活动沙地 , 在地表不连续分布 , 厚度变化大 , 阶地后沿及阶地面低洼处较厚。

第 2 层 : 上层黑沙土 , 暗棕色 , 中、细砂为主。含有一定量的粉砂 , 半固结状 , 有机质胶结 , 顶部大多遭受侵蚀 , 与上覆沙层界线清晰 , 底界与下伏沙层呈渐变关系 , 底部 So①号样品¹⁴C 测年结果为 3 055 ± 170a. P. (cal.)¹⁾ , 本层最大厚度达 35cm。

第 3 层 : 风沙层 , 浅黄 - 黄色 , 中砂、粗砂为主。无胶结现象 , 厚度变化不一 , 最大厚度为 50cm。

第 4 层 : 下层黑沙土 , 暗棕色 , 中、细砂为主。含有一定量的粉砂 , 半固结状 , 有机质胶结 , 顶面清晰 , 层内具有不连续层理。底界与下伏沙层呈渐变关系 , 局部可见斜层理(见图 4b)。本层顶部 So③号样品¹⁴C 测年结果为 3 200 ± 125aB. P. (cal.) , 底部 So⑤号样品¹⁴C 测年结果为 7 270 ± 130aB. P. (cal.)。层内发现较多古文化遗存(图 5) , 石器(石片、石核、石斧等) 主要发现于本层下部 , 陶片则以近层顶部为多。本层厚度比上层黑沙土大且较为稳定 , 最大厚度为 105cm。

第 5 层 : 底部风沙层 , 浅黄 - 黄色 , 中砂、粗砂为主 , 无胶结现象 , 厚度变化不一 , 最大出露厚度为 25cm。

在靠近二级阶地前缘的位置下层黑沙土直接出露地表(见图 2 , 图 3b 和图 3c) , 其上部地层因后期侵蚀而缺失。黑沙土下的风沙层出露厚度最大可达 1m。采自下层黑沙土底部不同位置的样品¹⁴C 测年结果分别为 7 410 ± 130aB. P. (cal.) 和 7 990 ± 150aB. P. (cal.) , 表明黑沙土的形成最早大约始于 7 990 ± 150aB. P. (cal.)。

1) ¹⁴C 半衰期采用 5 568 年(测年结果经树轮校正)

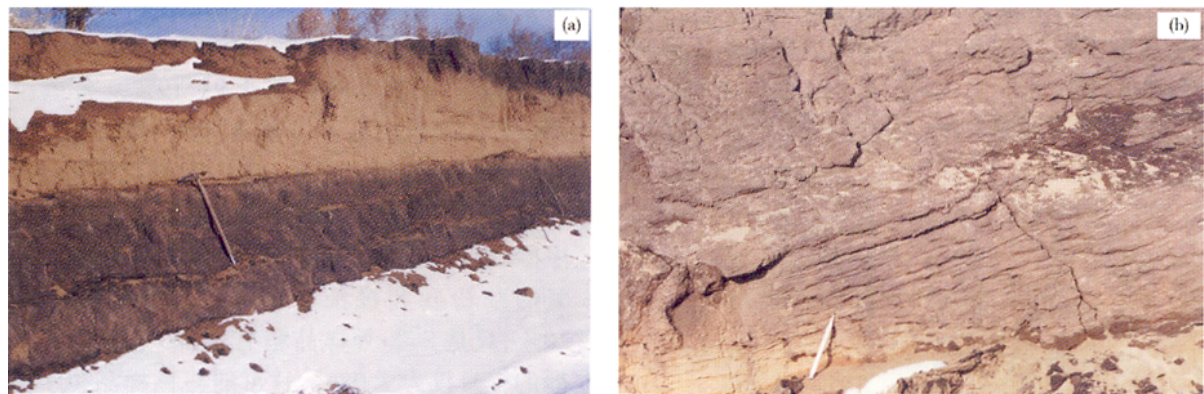


图 4 黑沙土与风沙层露头
(a)道路切坡揭示的 2 层黑沙土 (b)下层黑沙土底部的风成沙丘斜层理
Fig. 4 Layers of drifting sand and black sandy soil

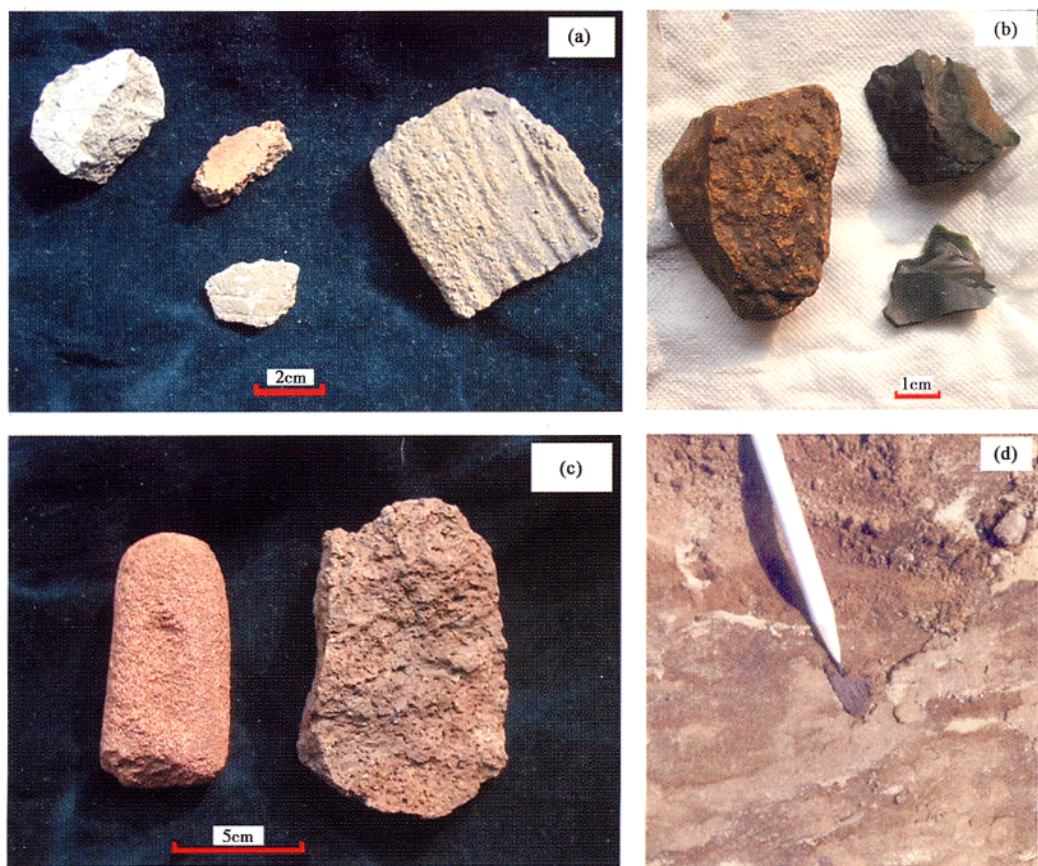


图 5 下层黑沙土层中的新石器时期古文化遗存
(a)陶片 (b)小型石核与石片 (c)磨制石器与石料 (d)黑沙土层顶面的小陶片
Fig. 5 Neolithic relics in the black sandy soil

森吉图剖面中的古文化遗存不是集中产出,而是以散落的形式发现于下层黑沙土的不同部位,说明该遗址不是人类长期活动的场所,属于临时活动的地域。而且,黑沙土下部沙丘斜层理的存在,黑沙土底部与风沙层的渐变关系,以及黑沙土中几乎不

含碳屑等方面的特征,也说明该剖面出露的地层受人为干扰微弱,虽有文化包含物,却并未改变自然层的性质。从区域特征看,全新世时期受气候变化影响,中国北方普遍存在风沙活动期与古土壤发育期的交替现象^[26 27]。森吉图剖面中的 2 层黑沙土不

仅在丰宁地区普遍发育,在浑善达克沙地和科尔沁沙地也普遍存在^[28]。因此,该剖面出露地层虽属河谷地带的小型沙地沉积,却记录了区域环境变化的信息。为确定风沙层及黑沙土形成时期的自然环境,在二级阶地黑沙土剖面(a) 见图 2 和图 3a) 的上、下黑沙土层及其间的风沙层中采集了 5 个沉积物样品(见图 3),除进行¹⁴C 年代测定外,还进行了粒度分析、电镜分析、有机质测定和孢粉分析。

2 实验分析及结果

2.1 粒度分析

森吉图黑沙土剖面样品的粒度组成采用沉降法与筛析法进行分析,粒径 > 0.1mm 的组分用筛析法,粒径 < 0.1mm 的用沉降法,分析结果按 ϕ 值归并为 11 组(表 1)并绘制成粒度分布直方图(图 6)。由图 6 可见,风沙层样品(Sa②)的粒度分布明显不同于各黑沙土样品(So①, So③, So④, So⑤)。Sa②

的粒度组成呈不对称单峰分布,具有风沙沉积的典型粒度分布特征^[29],其粗粒组分(ϕ 值为 0 ~ 3)占绝对优势,质量百分数高达 91.19%。各黑沙土样品虽然粒度组成的具体数值有所不同,却具有共同的双峰分布特征,且第一峰的 ϕ 值均在 2 ~ 4,第二峰的 ϕ 值都是 8 ~ 9,说明黑沙土的主要粒度组分是中砂、细砂,含量达到 40% ~ 50%,同时含有相当数量的细粉砂和极细粉砂,其含量一般在 17% ~ 20%,只是 So③号样品稍有例外,细粉砂和极细粉砂的含量仅为 7.08%,这可能与该样品位于黑沙土层顶部,临近沉积环境的转变有关。

从粒度组成的概率累积曲线(图 7)分析,两类样品共同的特点是均没有推移组分。风沙层样品的粒度概率累积曲线位于图 7 的左上方,表明沉积物中跃移组分占绝对优势,悬移组分非常少,具有典型的分选好的风成砂沉积特征。黑沙土样品的概率累积曲线均偏于右下方,与风沙层样品相比其差别是: 1) 跃移质组分偏少偏细; 2) 悬移质组分明显增

表 1 森吉图黑沙土剖面粒度组成(%)

Table 1 Grain size components of the black sandy soil from Senjitu

ϕ 值 粒级	<0 砾石	0~1 极粗砂	1~2 粗砂	2~3 中砂	3~4 细砂	4~5 极细砂	5~6 粗粉砂	6~7 中粉砂	7~8 细粉砂	8~9 极细粉砂	>9 粘土
So①	0.00	4.25	9.82	17.61	22.66	12.34	5.33	4.70	7.39	10.16	5.55
Sa②	0.00	34.73	31.73	24.72	4.70	0.33	0.28	0.46	1.02	1.51	0.88
So③	0.10	8.99	13.84	26.06	26.15	8.52	2.97	2.64	3.39	3.69	3.56
So④	0.10	2.62	7.47	18.97	22.04	14.35	7.19	6.27	8.55	10.21	2.22
So⑤	0.00	2.13	7.50	19.76	22.21	13.61	7.35	4.83	7.56	12.63	2.43

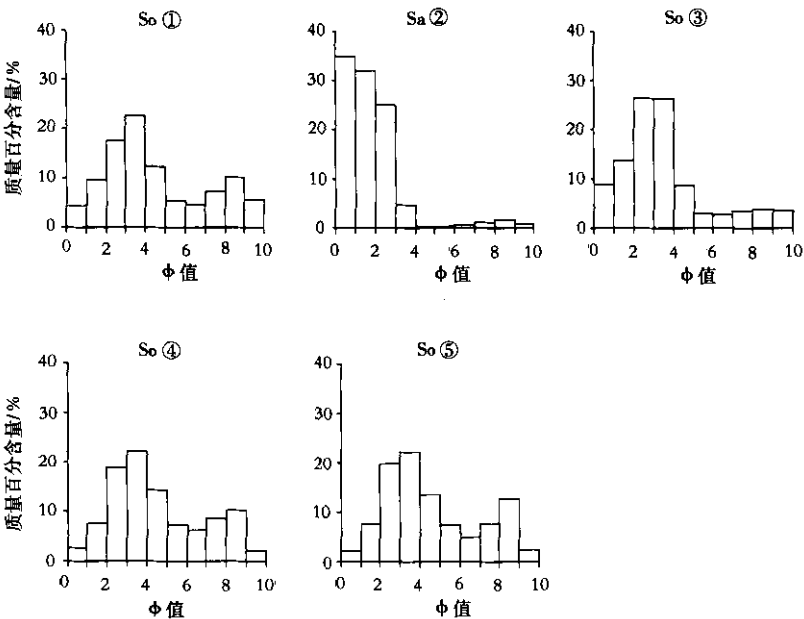


图 6 沉积物粒度分布直方图

Fig. 6 Grain size (ϕ) distribution of sediment samples

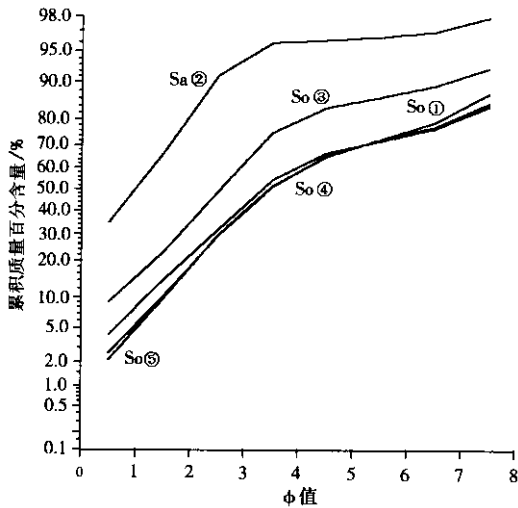


图 7 沉积物粒度概率累积分布曲线

Fig. 7 Probability summation curves of grain size

多,且主要是粉砂级的组分。So③号样品的特征虽然略具过渡性质,但更接近于其他黑沙土样品。

黑沙土与风沙层粒度特征的差异表明,二者沉积环境有所不同。风沙层是在较强风力作用下形成的沙丘沉积。黑沙土成土母质也主要是风成堆积物,但风力条件较弱,其中的粉砂质组分应该主要来源于降尘堆积。此外,土壤发育过程中的化学与生物作用,也会促使沉积物颗粒的分解与细化。

2.2 扫描电镜分析

从森吉图剖面上、下黑沙土层中各选一个样品 (So①, So④),在去钙和有机质后,筛选提取出粒径大于 0.1mm 的石英及长石颗粒,在 Hitachi X-650 扫描电子显微镜 (SEM) 下进行颗粒形态观察。结果表明,2 个黑沙土样品中石英颗粒的形态有两类:1)磨圆度极好,表面明显具有大量小而浅的碟型撞击痕,V 型撞击痕小而浅 (图 8a);2)磨圆度稍差,表面不仅有小的碟型撞击痕,还有大的 V 型撞击痕 (图 8b)。前者反映长期风沙作用的结果,后者代表风沙作用对流水沉积物的部分改造作用,二者均说明黑沙土是在风成沉积物基础上发育的土壤,而风成沉积物又来源于早期的流水堆积。

与抗风化能力强的石英不同,黑沙土样品中的长石颗粒由于较易风化而在颗粒表面形态上呈现另外两个特点:1)颗粒磨圆度好 (图 8c);2)颗粒表面具有溶蚀现象,并呈现风化作用形成的疏松构造 (图 8d)。在进行扫描电镜样品制备的过程中,还发现部分长石颗粒已经高度风化,在双目体视显微镜下可以用针尖将其碾碎。黑沙土中长石颗粒的这些

特征说明,黑沙土形成过程中经历了较强的化学风化作用。

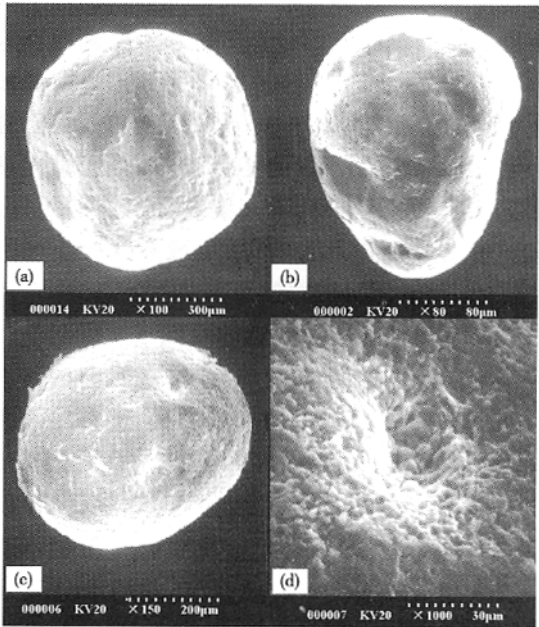


图 8 黑沙土沉积物颗粒形态特征

(a)典型风沙作用的石英砂 (b)保留流水作用特征的石英砂
(c)抗侵蚀能力弱的长石颗粒 (d)长石颗粒表面风化溶蚀现象

Fig. 8 Shapes of sand grains in the black sandy soil

2.3 有机质分析

森吉图剖面样品的有机质含量采用重铬酸钾-硫酸消化法测定。结果表明上、下黑沙土层各样品 (So①, So③, So④, So⑤)的有机质含量均远远比风沙层样品 (Sa②)的 0.01% 高,而且下层黑沙土内部有机质含量沿剖面也有明显的变化,即该层顶部 (So③)有机质含量最少,为 0.90%,中部 (So④)含量最多,达 2.03%,下部 (So⑤)其次,为 1.22% (见图 3)。

有机质的积累是土壤不同于地表松散沉积物和风化壳的显著特点之一,是土壤成土过程中生物作用的结果。土壤有机质的积累必须具备两个方面条件:其一,足够强度的生物作用;其二,相对稳定的地形面。前者是形成土壤有机质的根本原因,与气候条件有关;后者是土壤有机质得以积累的基本条件,取决于地貌发育过程。在森吉图剖面中,风沙层形成在不利于有机质的产生和积累、不具备土壤发育条件的自然环境中,即植被覆盖度低、风沙沉积速度快或沙丘移动性大的干旱气候条件。黑沙土及其深厚有机质层则形成于植被条件好、风沙沉积速度慢、

沙丘固定或半固定的相对湿润气候条件下。

通常有机质主要积聚在土壤表层,在土壤剖面中其含量随着深度增加而减少。森吉图剖面下层黑沙土有机质层厚度大,且有机质含量自上而下大致呈现“少-多-少”的变化,不同于正常土壤剖面有机质含量的分布规律。这一现象说明该土壤层也许是一个有加积作用的多层复合体,其有机质含量的变化应该记录了不同阶段土壤发育条件的差异,即下层黑沙土形成的末期,当地环境条件处于向形成风沙层的干旱气候转变阶段,土壤有机质含量减少可能是环境变化的结果。森吉图黑沙土有机质含量变化与环境变迁之间的关系,有待进行更深入细致的研究。

对于埋藏的古土壤而言,由于有机质的累积过程已经终止,但分解过程仍可继续,因此,发育于同等条件下的古土壤,有机质含量随着年龄的增加而有所减少应属正常现象。森吉图剖面中的上层黑沙土底部样品有机质含量为 2.55%,高于下层黑沙土的最高值(2.03%),这一有限的差别可能与古土壤的年龄有关,而并不一定意味着二者形成环境的显著差别。

2.4 孢粉分析

选择下层黑沙土中富含有机质的 So④样品进行孢粉分析,鉴定结果统计表明 148 粒孢粉分别属于 29 个科属,其中乔木花粉占 62.8%,灌木及草本植物花粉占 28.4%,蕨类植物孢子占 8.8%(表 2)。该孢粉组合的特点是,乔木花粉种类较多,针阔叶树

种兼备,而以松属花粉含量占绝对优势,冷杉属、桦属花粉较多,其他阔叶树种花粉虽只有少量出现,却是温带落叶阔叶林的典型成分,灌木及草本花粉中,狐尾藻属略占优势,蒿属次之,蕨类植物孢子以水龙骨科和水龙骨科为主。

利用孢粉资料分析古植被状况时,必须考虑到不同植物种类孢粉产量与传播能力的差别以及采样地点、地貌部位对孢粉沉积的影响。根据张佳华等^[30]对北京地区百花山、东灵山现代表土花粉的研究,松属花粉明显的飞翔和跃迁能力会使上部有松分布的沟谷表土松粉浓度陡然升高,李文漪等^[31]则认为在内蒙古地区松粉小于 30%,即可能说明在当地并未生长松,李月丛等^[32]对中国北方森林植被主要表土花粉百分比与植被盖度关系研究认为,松花粉百分比 30% 以上,可能有松林存在。森吉图剖面黑沙土孢粉组合中,高达 43.2% 的松属花粉含量,并不意味着松是当地的优势树种,但能说明临近的山地有松的生长,其他树种的花粉数量不多,也不能完全否认该树种的存在。从落叶阔叶树种的成分看,森吉图剖面黑沙土的孢粉组合与浑善达克沙地黑沙土和湖相沉积中的孢粉组合相似^[28,33],也符合于革等^[34]基于花粉资料重建的中全新世温带落叶阔叶林向北推移达到 47°~48°N 的宏观规律。因此,可以初步认为 So④样品孢粉组合反映黑沙土发育时期当地山地主要为针阔叶混交林,较低海拔可能分布有疏林灌丛草原,局部可能存在草甸。总体而言,其主要特征与当地现代植被类型相似,只是较丰富的乔木种类和喜暖树种,反映稍比现代温暖、湿

表 2 丰宁剖面 So④号黑沙土样品孢粉统计
Table 2 Pollen and spores of the black sandy soil sample (So④)

孢粉名称	花粉粒数	百分数	孢粉名称	花粉粒数	百分数	孢粉名称	花粉粒数	百分数
孢子花粉总数	148	100	栎属 <i>Quercus</i>	1	0.7	蓼属 <i>Polygonum</i>	1	0.7
乔木植物花粉总数	93	62.8	榆属 <i>Ulmus</i>	1	0.7	地榆属 <i>Sanguisorba</i>	1	0.7
灌木及草本植物花粉总数	42	28.4	胡桃属 <i>Juglans</i>	2	1.4	狐尾藻属 <i>Myriophyllum</i>	17	11.5
蕨类植物孢子总数	13	8.8	枫杨属 <i>Pterocarya</i>	1	0.7	莎草科 <i>Cyperaceae</i>	3	2.0
乔木植物花粉			椴属 <i>Tilia</i>	1	0.7	黑三棱科 <i>Spaganiaceae</i>	2	1.4
冷杉属 <i>Abies</i>	10	6.8	木犀科 <i>Oleaceae</i>	1	0.7	禾本科 <i>Gramineae</i>	3	2.0
云杉属 <i>Picea</i>	2	1.4	灌木及草本植物花粉			蕨类植物孢子		
油杉属 <i>Keteleeria</i>	2	1.4	榛属 <i>Corylus</i>	2	1.4	里白属 <i>Hicriopteris</i>	1	0.7
铁杉属 <i>Tsuga</i>	1	0.7	蒿属 <i>Artemisia</i>	8	5.4	卷柏属 <i>selaginella</i>	1	0.7
松属 <i>Pinus</i>	64	43.2	紫菀属 <i>Aster</i>	1	0.7	水龙骨科 <i>Polypodium</i>	4	2.7
桦属 <i>Betula</i>	6	4.1	菊科 <i>Compositae</i>	2	1.4	水龙骨科 <i>Polypodiaceae</i>	5	3.4
桤木属 <i>Alnus</i>	1	0.7	藜科 <i>Chenopodiaceae</i>	2	1.4	凤尾蕨属 <i>Pteris</i>	2	1.4

润的气候条件。

3 讨论

3.1 古环境变化及其对人类活动的影响

综合森吉图黑沙土剖面沉积物样品粒度分析、砂粒表面形态特征扫描电镜观察、有机质含量测定和孢粉分析结果,滦河上游地区全新世环境主要有两种类型:其一是以黑沙土层的形成为标志的相对暖湿环境,其二是以风沙层为代表的相对冷干环境。剖面上黑沙土与风沙层的更迭,反映该地区全新世环境具有波动性变化特征,据此由下至上可以划分出环境变化的5个特征阶段:1)第一风沙期,形成底部风沙层;2)第一黑沙土期,形成下层黑沙土;3)第二风沙期,形成黑沙土之间的风沙层;4)第二黑沙土期,形成上层黑沙土;5)第三风沙期,形成剖面顶部近现代风沙层。依据现有¹⁴C年代数据,可以明确划定的是7 990 ± 150aB. P. (cal.)至3 200 ± 125aB. P. (cal.)的第一黑沙土期,和3 200 ± 125aB. P. (cal.)至3 055 ± 170aB. P. (cal.)的第二风沙期。其他时期的年代界限有待进一步确定完善。

森吉图剖面中的黑沙土是以风沙沉积物为母质发育的古土壤,其成土过程必须以风沙活动减弱为初始条件。对于地处半湿润半干旱气候条件下的沙地,降水量的增加以及随之而来的植被覆盖度增加,是沙地固化的关键,只有这样才能保持地表相对稳定,促进化学风化作用和有机质的积累。因此,黑沙土的发育至少是在比风沙活动期更为湿润的气候条件下。从黑沙土的粒度特征分析,黑沙土发育期间,风沙活动并没有完全停止,只是较为湿润的气候和较好的植被条件下,风沙活动减弱,风沙堆积的速度小于成壤速度,结果形成森吉图剖面下层黑沙土的加积增厚现象。

从黑沙土与上覆风沙层的接触关系来看,该地区3 200 ± 125aB. P. (cal.)至3 055 ± 170aB. P. (cal.)的风沙活动具有突变性。下层黑沙土顶部样品中有机质含量的减少,粒度组成的粗化(即细粒组分减少,粗粒组分增加的现象),显示气候条件呈干旱化趋势,但此时环境条件仍然能维持土壤发育过程,3 200 ± 125aB. P. (cal.)之后,当气候恶化突破一个临界点,风沙堆积速度超过黑沙土成壤速度,土壤发育终止,强烈的风沙活动导致风沙层的堆积,被风沙层掩埋的黑沙土成为古土壤。

森吉图剖面下层黑沙土中含有丰富的新石器古文化遗存,虽然未经正式的考古发掘,无法确定其遗址类型与文化归属,但毫无疑问的是,黑沙土形成时期该地形面是当地古代人类活动场所。古文化遗存在下层黑沙土层上下均有分布,所不同的是,石片、石核、石斧等石器主要见于下层黑沙土层下部,下层黑沙土层上部则分布较多的陶片和小型石片,这种差别可能反映了7 990 ± 150aB. P. (cal.)至3 200 ± 125aB. P. (cal.)前后约4 800年当地古文化的发展,至于在此期间古文化的发展是否具有延续性,有待进一步的考古学研究。

值得注意的是,森吉图剖面中,古文化遗存仅见于下层黑沙土,在上层黑沙土及风沙层中均尚未发现,亦即延续了4 800年的古代文化突然消失,究其原因,应与当地自然环境的演变密切相关。7 990 ± 150aB. P. (cal.)至3 200 ± 125aB. P. (cal.)的黑沙土发育时期,正值当地气候比较湿润,植被条件较好的阶段,从而使得先民可以依赖采摘、渔猎甚至农耕而生存。黑沙土发育末期,气候趋于旱化,当3 200 ± 125aB. P. (cal.)以后风沙堆积骤然加快,恶劣的环境使得先民无法在当地生存,被迫向外迁移。3 055 ± 170aB. P. (cal.)以后环境有所改善,上层黑沙土开始形成,但该地区没有再次成为先民的活动场所,从而出现新石器遗址的缺失。丰宁地区已经发掘的遗址中,与森吉图剖面文化遗存年代最为接近的是,丰宁南部五道沟门地区的山戎文化墓葬遗址,时代为春秋至战国时期(2 720 ~ 2 171aB. P.)^[35]。

这一时期环境变化对文化发展的影响,在东部相邻的赤峰地区也有所体现,该地区侧重农业的下家店下层文化与牧业占优的下家店上层文化的时代界限即为3 000aB. P. ^[28,36]。

3.2 气候突变事件的区域对比

前已述及,森吉图剖面中7 990 ± 150aB. P. (cal.)至3 200 ± 125aB. P. (cal.)的黑沙土形成于相对温暖湿润的气候条件下,这与中国全新世大暖期(8 500 ~ 3 000aB. P.)的环境特征和持续时间^[37]基本一致。则3 200 ± 125aB. P. (cal.)至3 055 ± 170aB. P. (cal.)中断深厚黑沙土发育过程的风沙活动,就不只是局部地貌过程的表现,而是标志全新世大暖期结束的一个气候突变事件,其中值大约在3 100aB. P. 左右。这一事件可以与中国北方不同地区不同类型的同期环境演变事件对比。

从古土壤的角度看,中国北方存在一个 3 100 ~ 3 000aB. P. 左右的土壤发育中断现象。周群英等^[38]的研究表明,西安地区普遍发育一层全新世中期 8 500 ~ 3 100aB. P. 的古土壤,在 3 100aB. P. 以后相对干旱缺水,风尘堆积速率提高,形成的近代黄土(L_0)掩埋了古土壤层。田广金^[36]在内蒙古岱海老虎山遗址附近的全新世沉积剖面中发现一层形成于 $3\ 600 \pm 75 \sim 3\ 155 \pm 80$ aB. P. 的古土壤,其发育也是终止于 3 100aB. P. 左右。杨志荣等^[28]研究西辽河流域的环境变化,也发现该地区普遍存在形成于 8 000 ~ 3 000aB. P. 的古土壤,其上一层沙化沉积。与土壤发育中断相似,东北地区^[39]和北京地区^[40]的全新世泥炭在 3 000aB. P. 前后由于气温下降和干旱,也出现停止堆积的现象。

物候与植被变化的研究表明,3 100 ~ 3 000aB. P. 左右也是一个普遍存在的突变点。黄成彦等^[41]进行北京昆明湖沉积物分析,发现在 3 000aB. P. 前后孢粉组合中反映温干气候的松树花粉明显增加。靳桂云等^[23]对延庆盆地太师庄剖面的孢粉分析表明,该地区 4.30 ~ 3.38kaB. P. (cal.) 为针阔叶混交林草原植被,到 3 300 ~ 2 140aB. P. 木本植物花粉几乎消失,草本植物花粉占绝对优势。Zhang 等^[42]对北京房山东甘池剖面进行高分辨率孢粉分析的结果中,在 3 390aB. P. 出现植被类型的突变,由针阔叶混交林转变为乔木稀少,蒿属占优势的草原景观。

气候变化的研究结果,同样证明存在 3 100 ~ 3 000aB. P. 的突变事件。竺可桢^[43]根据物候资料的分析指出,夏商时期的暖湿气候到西周早期开始恶化,其转折点在 3 100aB. P.,寒冷的情况大约持续了 1 ~ 2 个世纪,到春秋时期又暖和了。王邨等^[44]根据史料的研究,在中原地区 3 150 ~ 3 050aB. P. 的商末是个严重干旱期。张丕远^[45]、满志敏^[46]根据史料均证实了黄淮海平原地区 3 000aB. P. 气候的恶化。徐馨等^[47]对我国东部气候进行综合研究的结果表明,在 3 300 ~ 2 400aB. P. 为干冷期(第三新冰期)。

3 100 ~ 3 000aB. P. 的气候突变事件不仅在东部地区存在,在西部也有所表现。1987 年,杨怀仁^[48]在综合大量研究成果的基础上认为,我国东部及西部 5 000 ~ 3 000aB. P. 气候都比较暖湿,3 000aB. P. 以后气候恶化。近几年的研究进一步证实了西部地区这一时期气候突变事件的存在。姚檀栋等^[49]对祁连山敦得冰芯的研究,揭示了其中

3.0 ~ 2.9kaB. P. 的全新世次高温事件。何元庆等^[50]从西部地区的冰芯、湖泊水位和黄土记录分析,认为全新世大暖期在 5 ~ 4kaB. P. 后气候开始逐渐变冷变干,在 3kaB. P. 左右大暖期结束。钟巍等^[51,52]采用多种指标进行环境演化研究,在南疆民丰尼雅剖面确定了 $3\ 080 \pm 270$ aB. P. 前后的显著暖干期,以策勒达木沟剖面为主,结合新疆地区众多的地质记录,认为 3 000aB. P. 和 1 500aB. P. 新疆地区环境演变过程当中气候急剧转干的两个重要时间界线。

综上所述,在中国北方广大地区,普遍存在 3 100 ~ 3 000aB. P. 的气候突变事件。在西部地区主要表现为暖干期,在东部地区不同研究者的结论有“冷干”与“温干”的差异。东西部地区气候突变事件表现形式的差异,可能与影响两地气候的主导大气环流系统不同有关。东部地区不同研究者结论的不同,可能与研究对象、研究方法、指标应用与解释以及地方性气候因素等有关。尽管对于此次气候突变事件温度变化的性质没有统一的认识,但各地区的“干旱化”是其共同的特征。森吉图黑沙土剖面中记录的 $3\ 200 \pm 125$ aB. P. (cal.) 至 $3\ 055 \pm 170$ aB. P. (cal.) 风沙作用增强的气候突变事件,也主要表现为干旱性质,可以与中国北方各地多种表现形式的同期事件对比,也具有全球意义。

需要说明的是,已有研究表明全新世大暖期内还存在的几次降温事件^[20~24,36],但在森吉图剖面中,形成于 $7\ 990 \pm 150$ aB. P. (cal.) 至 $3\ 200 \pm 125$ aB. P. (cal.) 的下层黑沙土,未见显著的体现,其原因可能与沙地对水分变化敏感,对温度变化反应迟钝有关。从该层黑沙土有机质含量的变化看,提高采样分辨率将有可能揭示出黑沙土沉积期内的次一级变化。

4 结论

通过对河北省丰宁县沉积剖面的研究以及各项指标分析,得到以下结论:

(1) 森吉图剖面中的 2 层黑沙土是形成于相对温暖湿润气候条件下的全新世古土壤,其中下层黑沙土的¹⁴C 年龄为 $7\ 990 \pm 150$ aB. P. (cal.) 至 $3\ 200 \pm 125$ aB. P. (cal.), 与全新世大暖期一致。

(2) 该剖面中的风沙层形成于相对干旱、风沙作用强盛的气候条件下,其中位于 2 个黑沙土层之间的风沙层,¹⁴C 年龄为 $3\ 200 \pm 125$ aB. P. (cal.) 至 $3\ 055 \pm 170$ aB. P. (cal.), 记录了一次干旱化气候突

变事件,该事件使黑沙土成土过程一度完全停止,可以与中国北方广大地区表现形式不同的同期事件对比,是中国全新世大暖期结束的标志,具有全球意义。

(3)剖面下层黑沙土中的石器、陶片等新石器古文化遗存,说明全新世大暖期该地点曾经是古代人类的活动场所,当时相对湿润的条件下,风沙活动虽依然存在,但风沙物质的堆积速度小于黑沙土的成壤速度,使这里的先民能够依靠农耕、渔猎而生存。 3200 ± 125 aB. P. 后的气候突变事件,使得当地的环境恶化,先民无法生存而被迫迁移,从此出现新石器遗址的缺失。

致谢 刘东生院士给予笔者极大的鼓励,并对本文提出宝贵的修改意见,石器与陶片经安徽省文物考古研究所宫希成研究员、安徽大学历史学系张爱冰教授初步鉴定,沉积样品¹⁴C 测年和孢粉分析分别由中国地震局地质研究所新构造年代学开放实验室尹金辉研究员和严富华研究员完成,粒度分析和有机质含量分析在北京师范大学地貌与环境沉积分析实验室完成,扫描电镜分析在北京师范大学分析测试中心完成。在此特致诚挚的谢意!

参考文献 (References)

1 刘东生. 开展“人类世”环境研究,做新时代地学的开拓者——纪念黄汲清先生的地学创新精神. 第四纪研究,2004,24(4): 369~378
Liu Tungsheng. Demand of Anthropocene study in the new stage of geoscience: In honor of late geologist Huang Jiqing for his innovative spirit. *Quaternary Sciences*, 2004, 24(4): 369~378

2 Rapp G, Hill C L. Geoarchaeology: The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation. New Haven: Yale University Press, 1998. 1~274

3 俞伟超, 张爱冰. 考古学新理解论纲. 中国社会科学, 1992(6): 147~166
Yu Weichao, Zhang Aibing. A Preliminary View on a new understanding of archaeology. *Social Sciences in China*, 1992(6): 147~166

4 严文明. 环境考古研究的展望. 见: 周昆叔, 宋豫秦主编. 环境考古研究(第二辑). 北京: 科学出版社, 2000. 3~5
Yan Wenming. Prospects for the researches of environmental archaeology. In: Zhou Kunshu, Song Yuqin eds. *Researches of Environmental Archaeology* (Vol. 2). Beijing: Science Press, 2000. 3~5

5 李容全. 环境考古研究中地学调查纲要. 中国历史博物馆馆刊, 1995(1): 56~59
Li Rongquan. Main points for geo-science surveys in environmental archaeological research. *The Publication of the National Museum of*

Chinese History, 1995(1): 56~59

6 曹兵武. 环境考古学论纲. 东南文化, 2001(1): 25~30
Cao Bingwu. A preliminary view on environmental archaeology. *Southeast Culture*, 2001(1): 25~30

7 周昆叔主编. 环境考古研究(第一辑). 北京: 科学出版社, 1991. 1~236
Zhou Kunshu ed. *Researches of Environmental Archaeology* (Vol. 1). Beijing: Science Press, 1991. 1~236

8 周昆叔, 宋豫秦主编. 环境考古研究(第二辑). 北京: 科学出版社, 2000. 1~210
Zhou Kunshu, Song Yuqin eds. *Researches of Environmental Archaeology* (Vol. 2). Beijing: Science Press, 2000. 1~210

9 朱诚, 张强, 张之恒等. 长江三峡地区汉代以来人类文明的兴衰与生态环境变迁. 第四纪研究, 2002, 22(5): 442~450
Zhu Cheng, Zhang Qiang, Zhang Zhiheng et al. Rise and fall of human civilization and eco-environment evolution at Three Gorges of the Yangtze River. *Quaternary Sciences*, 2002, 22(5): 442~450

10 申洪源, 朱诚, 张强. 长江三角洲地区环境演变与环境考古学研究进展. 地球科学进展, 2003, 18(4): 569~575
Shen Hongyuan, Zhu Cheng, Zhang Qiang. Advance of the research on the environmental evolution and environmental archaeology in the Yangtze delta region. *Advance in Earth Sciences*, 2003, 18(4): 569~575

11 莫多闻, 杨晓燕, 王辉等. 红山文化牛河梁遗址形成的环境背景与人地关系研究. 第四纪研究, 2002, 22(2): 174~181
Mo Duowen, Yang Xiaoyan, Wang Hui et al. Study on the environmental background of Niuheliang Site, Hongshan Culture, and the relationship between ancient man and environment. *Quaternary Sciences*, 2002, 22(2): 174~181

12 莫多闻, 王辉, 李水城. 华北不同地区全新世环境演变对古文化发展的影响. 第四纪研究, 2003, 23(2): 200~210
Mo Duowen, Wang Hui, Li Shuicheng. Effects of Holocene environmental changes on the development of archaeological cultures in different regions of North China. *Quaternary Sciences*, 2003, 23(2): 200~210

13 施少华. 中国全新世高温期环境与新石器时代古文化的发展. 见: 施雅风主编, 孔昭宸副主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社, 1992. 185~191
Shi Shaohua. The impact of climate changes during Holocene Megathermal on the Neolithic culture in China. In: Shi Yafeng, Kong Zhaochen eds. *The Climates and Environments of Holocene Megathermal in China*. Beijing: China Ocean Press, 1992. 185~191

14 夏正楷, 杨晓燕, 叶茂林. 青海喇家遗址史前灾难事件. 科学通报, 2003, 48(11): 1200~1204
Yang Xiaoyan, Xia Zhengkai, Ye Maolin. Prehistoric disasters at Lajia Site, Qinghai, China. *Chinese Science Bulletin*, 2003, 48(11): 1200~1204

15 夏正楷, 杨晓燕. 我国北方4kaB. P. 前后异常洪水事件的初步研究. 第四纪研究, 2003, 23(6): 667~674
Xia Zhengkai, Yang Xiaoyan. Preliminary study on the flood events about 4kaB. P. in North China. *Quaternary Sciences*, 2003, 23(6): 667~674

16 朱 诚 宋 健 ,尤坤元等. 上海马桥遗址文化断层成因研究. 科学通报 ,1996 41(2) :148 ~ 152
Zhu Cheng ,Song Jian ,You Kunyuan *et al.* Study of the causes of cultural fault of Maqiao site ,Shanghai. *Chinese Science Bulletin* , 1996 41(2) :148 ~ 152

17 周 鸿 ,郑祥民. 试析环境演变对史前人类文明发展的影响——以长江三角洲南部平原良渚古文化衰变为例. 华东师范大学学报(自然科学版) 2000 (4) :71 ~ 77
Zhou Hong ,Zheng Xiangmin. The impact of environmental changes on the development of prehistoric civilization :The decline of the ancient Liangzhu Culture in the Southern Plain of Yangtze River Delta. *Journal of East China Normal University*(Natural Science) , 2000 (4) :71 ~ 77

18 王张华 ,陈 杰. 全新世海侵对长江口沿海平原新石器遗址分布的影响. 第四纪研究 2004 24(5) :537 ~ 545
Wang Zhanghua ,Chen Jie. Distribution of the Neolithic sites in the Changjiang coastal Plains : Holocene transgression impact. *Quaternary Sciences* ,2004 24(5) :537 ~ 545

19 何宇华 ,孙永军. 应用卫星遥感探索楼兰古城消亡之谜. 国土资源遥感 2002 (2) :64 ~ 67
He Yuhua ,Sun Yongjun. The application of satellite remote sensing to answering the riddle of Loulan's disappearance. *Remote Sensing for Land & Resources* 2002 (2) :64 ~ 67

20 吴文祥 ,刘东生. 4 000aB. P. 前后降温事件与中华文明的诞生. 第四纪研究 2001 21(5) :443 ~ 451
Wu Wenxiang ,Liu Tungsheng. 4 000aB. P. event and its implications for the origin of ancient Chinese civilization. *Quaternary Sciences* 2001 ,21(5) :443 ~ 451

21 吴文祥 ,刘东生. 5 500aB. 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. 地学前缘 2002 9(1) :155 ~ 162
Wu Wenxiang ,Liu Tungsheng. 5 500aB. P. climatic event and its implications for the emergence of civilizations in Egypt and Mesopotamia and Neolithic cultural development in China. *Earth Science Frontiers* 2002 9(1) :155 ~ 162

22 吴文祥 ,刘东生. 4 000aB. P. 前后东亚季风变迁与中原周围地区新石器文化的衰落. 第四纪研究 2004 24(3) :278 ~ 284
Wu Wenxiang ,Liu Tungsheng. Variations in East Asia Monsoon around 4 000aB. P. and the collapse of Neolithic cultures around Central Plain. *Quaternary Sciences* ,2004 24(3) :278 ~ 284

23 靳桂云 ,刘东生. 华北北部中全新世降温气候事件与古文化变迁. 科学通报 2001 46(20) :1 725 ~ 1 730
Jin Guiyun ,Liu Tungsheng. Mid-Holocene climate change in North China and the effect on cultural development. *Chinese Science Bulletin* 2002 47(5) :408 ~ 413

24 朱 艳 ,陈发虎 ,张家武等. 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. 地理科学进展 , 2001 20(2) :111 ~ 121
Zhu Yan ,Chen Fahu ,Zhang Jiawu *et al.* A discussion on the effects of deteriorated environment event on the Neolithic culture of China , around 5 000aB. P. *Progress in Geography* 2001 20(2) :111 ~ 121

25 杨晓燕. 从考古遗址地层堆积看自然灾害对人类社会的影响. 水土保持研究 2001 8(2) :67 ~ 68
Yang Xiaoyan. Learning prehistoric nature disaster effect on the human communities by the perspective of archaeological deposits. *Research of Soil and Water Conservation* 2001 8(2) :67 ~ 68

26 李容全 ,杨明川. 30 000 年来中国北部风沙期的划分(英文). 见 :李容全. 第四纪环境与地貌学研究. 北京 :学苑出版社 2002. 66 ~ 76
Li Rongquan ,Yang Mingchuan. Division of wind-drift sand period since 30 000aBP in Northern China. In :Li Rongquan. *Essays on Quaternary Environment and Geomorphology*. Beijing :Academy Press 2002. 66 ~ 76

27 唐克丽 ,贺秀斌. 黄土高原全新世黄土 - 古土壤演替及气候演变的再研讨. 第四纪研究 2004 24(2) :129 ~ 139
Tang Keli ,He Xiubin. Re-discussion on loess-paleosol evolution and climatic change on the loess plateau during the Holocene. *Quaternary Sciences* ,2004 24(2) :129 ~ 139

28 杨志荣 ,索秀芬. 中国北方农牧交错带东南部环境考古研究. 见 :周昆叔 ,宋豫秦主编. 环境考古研究(第二辑). 北京 :科学出版社 2000. 81 ~ 88
Yang Zhirong ,Suo Xiufen. Archaeological studies on the environment in the southeast zigzag area of farming and animal husbandry in Northern China. In :Zhou Kunshu ,Song Yuqin eds. *Researches of Environmental Archaeology* (Vol. 2). Beijing :Science Press 2000. 81 ~ 88

29 吴 正. 风沙地貌学. 北京 :科学出版社 ,1987. 167 ~ 209
Wu Zheng. *Aeolian Geomorphology*. Beijing :Science Press ,1987. 167 ~ 209

30 张佳华 ,孔昭宸 ,杜乃秋. 北京地区百花山、东灵山表土花粉的特征分析. 海洋地质与第四纪地质 ,1996 ,16(3) :101 ~ 113
Zhang Jiahua ,Kong Zhaochen ,Du Naiqiu. Pollen analysis of surface samples from Baihua and Dongling Mountains in Beijing. *Marine Geology & Quaternary Geology* ,1996 ,16(3) :101 ~ 113

31 李文漪 ,姚祖驹. 中国北、中亚热带晚第四纪植被与环境研究. 北京 :海洋出版社 ,1993. 78
Li Wenyi ,Yao Zuju. Research on the Late Quaternary Vegetation and Environment of North and Middle Sub-tropic Zone in China. Beijing : China Ocean Press ,1993. 78

32 李月丛 ,许清海 ,肖举乐等. 中国北方森林植被主要表土花粉类型对植被的指示性. 第四纪研究 ,2005 25(5) :598 ~ 608
Li Yuecong ,Xu Qinghai ,Xiao Jule *et al.* Indication of some major pollen taxa in surface samples to their parent plants of forest in North of China. *Quaternary Sciences* ,2005 ,25(5) :598 ~ 608

33 李春雨 ,徐兆良 ,孔昭宸. 浑善达克沙地高西马格剖面孢粉分析及植被演化的初步探讨. 植物生态学报 2003 ,27(6) :797 ~ 803
Li Chunyu ,Xu Zhaoliang ,Kong Zhaochen. A preliminary investigation on the Holocene vegetation changes from pollen analysis in the Gaoximage section , Hunshandak sandy land. *Acta Phytocologica Sinica* 2003 27(6) :797 ~ 803

34 于 革 ,孙湘君 ,秦伯强等. 花粉植被化模拟的中国中全新世植被分布. 中国科学(D 辑) ,1998 28(1) :73 ~ 78
Yu Ge ,Sun Xiangjun ,Qin Boqiang *et al.* Pollen-based reconstruction of vegetation patterns of China in mid-Holocene. *Science in China* (Series D) ,1998 41(2) :130 ~ 136

35 张汉英. 丰宁五道沟门山戎文化墓葬. 文物春秋, 1999 (增刊) : 83 ~ 88
Zhang Hanying. Graves of Shanrong Culture at Wudaogoumen , Fengning. *Stories of Relics* ,1999 (Suppl.) 83 ~ 88

36 田广金. 岱海地区考古学文化与生态环境之关系. 见 周昆叔 宋豫秦主编. 环境考古研究(第二辑). 北京 :科学出版社 ,2000. 72 ~ 80
Tian Guangjin. The relationships between archaeological culture and ecological environment ,Daihai Lake area. In :Zhou Kunshu ,Song Yuqin eds. *Researches of Environmental Archaeology* (Vol. 2). Beijing Science Press 2000. 72 ~ 80

37 施雅风, 孔昭宸, 王苏民等. 中国全新世大暖期气候与环境的基本特征. 见 施雅风主编, 孔昭宸副主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京 :海洋出版社 ,1992. 1 ~ 18
Shi Yafeng ,Kong Zhaochen ,Wang Sumin *et al.* Basic features of climates and environments during Holocene Megathermal in China. In Shi Yafeng ,Kong Zhaochen eds. *The Climates and Environments of Holocene Megathermal in China*. Beijing :China Ocean Press , 1992. 1 ~ 18

38 周群英, 黄春长. 西周沔镐遗址全新世土壤研究. 地理科学 , 2003 23(3) 310 ~ 315
Zhou Qunying ,Huang Chunchang. Holocene soil formation at the Fenghao site of the West Zhou Dynasty near Xi'an City. *Scientia Geographica Sinica* 2003 23(3) 310 ~ 315

39 李取生, 李崇玲. 东北泥炭发育与中全新世降温事件的初步研究. 见 张兰生主编. 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京 :海洋出版社 ,1993. 204 ~ 210
Li Qusheng ,Li Chongling. The formation of peatland and the cooling events during Middle Holocene in the Northeast China. In :Zhang Lansheng ed. *Research on the Past Life-supporting Environment Change of China* (Vol. 1). Beijing :China Ocean Press ,1993. 204 ~ 210

40 张予斌, 王 丁, 丁嘉贤. 北京地区一万三千年来自然环境的演变. 地质科学 ,1981 (3) 259 ~ 268
Zhang Yubin ,Wang Ding ,Ding Jiaxian. Evolution of the physical environment in Beijing area during the last 13 000 years. *Chinese Journal of Geology* ,1981 (3) 259 ~ 268

41 黄成彦, 孔昭宸, 浦庆余著. 颐和园昆明湖 3 500 余年沉积物研究. 北京 :海洋出版社 ,1996. 156 ~ 158
Huang Chengyan ,Kong Zhaochen ,Pu Qingyu. Research on Sediment of Kunming Lake Since 3 500a.B. P. Beijing :China Ocean Press , 1996. 156 ~ 158

42 Zhang Jiahua , Kong Zhaochen. Study on vegetation and climate changes in Beijing region since Late Pleistocene. *Chinese Geographical Science* ,1999 9(3) 243 ~ 249

43 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 考古学报 ,1972 , (1) :15 ~ 38
Chu Kochen. A preliminary study on the climatic changes since the past 5 000 years in China. *Acta Archaeologica Sinica* ,1972 (1) : 15 ~ 28

44 王 邨, 王松海. 近五千年来我国中原地区气候在年降水量方面的变迁. 中国科学(B 辑) ,1987 (1) :104 ~ 112
Wang Cun ,Wang Songhai. Climate change of annual precipitation in Central China during the last 5 000 years. *Science in China* (Series B) ,1987 (1) :104 ~ 112

45 张丕远. 历史时期的气候变迁. 见 :中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理——历史自然地理. 北京 :科学出版社 ,1982. 6 ~ 17
Zhang Pi yuan. Climate change during the historic time. In :Editing Committee of " Physical Geography of China " ed. *Physical Geography of China :Historical Physical Geography*. Beijing :Science Press ,1982. 6 ~ 17

46 满志敏. 黄淮海平原历史气候. 见 邹逸麟主编. 黄淮海平原历史地理. 合肥 :安徽教育出版社 ,1997. 4 ~ 15
Man Zhimin. Historical climate of the Huang-huai-hai plain. In :Zou Yilin ed. *Historical Geography of the the Huang-huai-hai Plain*. Hefei :Anhui Education Press ,1997. 4 ~ 15

47 徐 馨, 沈志达编著. 全新世环境 :最近一万多年来环境变迁. 贵阳 :贵州人民出版社 ,1990. 70 ~ 78
Xu Xin ,Shen Zhida eds. *The Holocene Environment*. Guiyang : Guizhou Demons Press ,1990. 70 ~ 78

48 杨怀仁主编. 第四纪地质. 北京 :高等教育出版社 ,1987. 133 ~ 137
Yang Huairen ed. *Quaternary Geology*. Beijing :Higher Education Press ,1987. 133 ~ 137

49 姚檀栋, 施雅风. 祁连山敦德冰心记录的全新世气候变化. 见 施雅风主编, 孔昭宸副主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京 :海洋出版社 ,1992. 206 ~ 211
Yao Tandong ,Shi Yafeng. Climatic changes of Holocene reflected in the ice core from Dundu ,Qilian Mountains. In :Shi Yafeng ,Kong Zhaochen eds. *The Climates and Environments of Holocene Megathermal in China*. Beijing :China Ocean Press ,1992. 206 ~ 211

50 何元庆, 姚檀栋, 沈永平等. 冰芯与其它记录所揭示的中国全新世大暖期变化特征. 冰川冻土 2003 25(1) :11 ~ 18
He Yuanqing , Yao Tandong , Shen Yongping *et al.* Climatic differences in China during the Holocene indicated by the various climatic proxy data from different parts of China. *Journal of Glaciology and Geocryology* 2003 25(1) :11 ~ 18

51 钟 巍, 熊黑钢, 塔西甫拉提等. 南疆地区历史时期气候与环境演化. 地理学报 2001 56(3) 345 ~ 352
Zhong Wei ,Xiong Heigang ,Tashpolat · Tiyip *et al.* Paleoclimatic and paleoenvironmental changes in Southern Xinjiang during historical period. *Acta Geographica Sinica* 2001 56(3) 345 ~ 352

52 钟 巍, 熊黑钢, 塔西甫拉提 · 特依拜等. 策勒绿洲与荒漠交错带达木沟剖面近 4ka 来干湿波动记录. 中国沙漠 ,1998 ,18(3) : 205 ~ 209
Zhong Wei ,Xiong Heigang ,Tashplati · Teybai *et al.* The dry-wet variation since about 4ka.B. P. revealed by Damugou section located at Cele oasis-desert transitional belt. *Journal of Desert Research* , 1998 ,18(3) 205 ~ 209

AEOLIAN SAND ACTIVITIES AT FENGNING , HEBEI PROVINCE
DURING HOLOCENE AND THEIR INFLUENCE ON ANCIENT CULTURE

Qiu Weili^① Li Rongquan^① Zhu Nan^① Bai Hongye^②

(①School of Geography , Beijing Normal University , Beijing 100875 ; ②National Library of China , Beijing 100081)

Abstract

Climate change has had obvious influences on human activity especially during ancient time. In semiarid areas of North China , the Holocene climate change is featured by humidity fluctuation. During the Holocene climate change in the upper reaches of Luanhe River surrounding Fengning , Hebei Province , there were once relatively humid periods. The humid periods are identified by two layers of paleosol—a kind of black sandy soil. The paleosol is developed on aeolian sand beds and partly cemented by organic matter , which indicates the presence of a warm and humid climate with relatively abundant vegetation. The thickness of the soil layers is quite variable. In between two of the soil layers , there is a yellow aeolian sand bed , while the upper soil layer is covered by recent drifting sand.

The radiocarbon dating results of the organic matter of the paleosol samples from a section near Senjitu , Fengning County , shows that the lower paleosol was formed between $7\,990 \pm 150$ aB. P.(cal.) and $3\,200 \pm 125$ aB. P.(cal.) , which was consistent with the Holocene Megathermal ($8\,000 \sim 3\,000$ aB. P.) in China. The upper soil layer was formed after $3\,055 \pm 170$ aB. P.(cal.) where as the aeolian sand beds in between the two soil layers was formed during $3\,200 \pm 125$ aB. P.(cal.) ~ $3\,055 \pm 170$ aB. P.(cal.) under an arid climate with a strong aeolian process. Therefore , it is a record of an arid climate event , which interrupted the soil formation process. This event can be correlated to concurrent events with different forms identified in a vast area of North China. It is one of the symbols of the end of the Megathermal and has implications to the global change.

In the lower paleosol , there are some ancient cultural relics. A number of fine stone tools , including stone flakes , choppers , and axes , were found mainly from the bottom upwards and many pottery pieces were found near the top of the profile. The Neolithic relics show that it was a location of human activities during the Holocene Megathermal. Analysis of the surroundings of the relic site indicates that the climate was humid enough to support the ancient people of that time. Although some bodies of drifting sand may have existed at that time , the rate of soil formation exceeded the rate of drifting sand accumulation. Thus , the ancient people could subsist or perhaps thrive on food acquired by farming , hunting , and possibly fishing. At sometime after $3\,200 \pm 125$ aB. P.(cal.) , drifting sand accumulation probably accelerated due to the increased aridity. Soil formation ceased and thick sand layers were deposited on top of the palaeosol. The deterioration of climatic conditions probably forced the ancient community to move out of the area. This would account for the lack of younger Neolithic sites of permanent human habitation around Fengning. The cultural relics at the top of the lower paleosol correspond to the lower Xiajiadian culture. The climate event , which interrupted the soil formation and cultural development , might be the caused for the change from an agricultural culture of lower Xiajiadian to a nomadic culture of upper Xiajiadian.

Fengning is currently one of the sources of the large dust storms , which often affect Beijing. The environmental archeological studies of Fengning region can offer direct evidence for determining and understanding the dust storm history of Beijing.

Key words black sandy soil , aeolian sands , climate change , ancient cultural relics , Fengning
万方数据