



青海南坎沿遗址揭示的全新世中晚期共和盆地环境演变与人类活动

侯志瑞¹, 戚宝正¹, 乔虹², 孙永娟¹, 王一如³, 侯光良^{4,5*}

1. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810008

2. 青海省文物考古研究院, 西宁 810008

3. 南京大学历史学院, 南京 210023

4. 青海师范大学青藏高原地表过程与生态保育教育部重点实验室, 西宁 810008

5. 高原科学与可持续发展研究院, 西宁 810008

* 联系人, E-mail: hgl20@163.com

2023-11-08 收稿, 2023-12-30 修回, 2024-02-29 接受, 2024-04-02 网络版发表

国家自然科学基金(42171165)和海南州创新示范区黄河文化科技创新平台关键技术研究与示范项目资助

摘要 青藏高原东北部是古人类向高原腹地扩张的重要通道,也是细石器狩猎采集文化与新石器农耕种植文化的碰撞区.已开展的研究主要集中于河湟谷地、青海湖盆地等区域,共和盆地相关研究较为缺乏.本文以位于共和盆地的南坎沿遗址(NKY)为研究对象,利用光释光测年,磁化率、色度、孢粉等环境代用指标测试,以及包括石器、陶器类型学及动物骨骼鉴定在内的人类活动遗存分析方法进行研究,结果显示:(1)不同时期NKY地区的植被覆盖存在差异:13.7~10.5 ka BP期间森林面积扩张,10.5~4.7 ka BP期间草原开始扩张,森林面积逐渐退缩,同时湿地开始发育,4.7~0.8 ka BP期间区域内以莎草为主的高寒草甸迅速扩展.(2)全新世以来NKY地区曾有三期史前人类活动,分别是8~6 ka BP期间的狩猎采集人群、5.2~4.0 ka BP期间的新石器人群以及4.0~2.6 ka BP期间的青铜人群.(3)NKY人群获取的食物资源主要以羚羊亚科、鹿科、啮齿目等野生动物资源为主,同时小比例的绵羊、山羊等骨骼说明NKY人群可能已经开始初级的动物驯化或强度很低的畜牧活动.(4)不同时期NKY人群采用不同的生业模式,8~6 ka BP期间,NKY人群生业模式以狩猎采集为主;5.2~4.0 ka BP期间,以狩猎采集和农业种植混合模式为主;4.0~2.6 ka BP可能已经出现原始的畜牧业.(5)NKY地区是史前人类从河湟谷地等低海拔地区向青南高原等高海拔地区扩张的过渡区域和重要通道,且在新石器文化和旧石器文化的交流和融合下,在共和盆地及其周围形成了一种独具高原特色的新石器文化——宗日文化.因此,本文研究成果进一步补充了青藏高原人类活动及环境背景演变历程,对理解不同时段古人类适应高原环境策略的选择具有一定的借鉴意义.

关键词 南坎沿遗址, 细石器, 全新世, 环境演变, 宗日文化

现有研究表明,人类文明的产生和发展与气候的变化有着密切的相关性,气候的波动往往为文明的兴衰提供了前提条件^[1].晚更新世以来全球气温整体呈上升趋势,但此过程中又伴随多次冷暖交替事件,气候

变化对史前文化的兴衰产生了巨大影响,同时也促进了人类适应环境突变的能力^[2].因此研究过去的环境演变与人类活动,将在一定程度上反映出不同时期人类文明的发展状态,这为应对当前全球变暖,预估未来

引用格式: 侯志瑞, 戚宝正, 乔虹, 等. 青海南坎沿遗址揭示的全新世中晚期共和盆地环境演变与人类活动. 科学通报, 2025, 70: 1365–1381

Hou Z R, Qi B Z, Qiao H, et al. Mid to Late Holocene environmental evolution and human activities in the Gonghe Basin revealed by the Nankanyan (NKY) Site in Qinghai Province (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 1365–1381, doi: [10.1360/TB-2023-1148](https://doi.org/10.1360/TB-2023-1148)

气候变化及全球变暖背景下的人类活动提供参照。

共和盆地位于青藏高原东北部,处于现代亚洲季风影响的北界和中国干旱与半干旱气候的过渡地带,具有明显的特殊性、过渡性和敏感性^[3],独特的地理位置和脆弱的生态系统使其对气候变化极其敏感,是研究区域气候对全球变化响应的理想场所^[4]。全新世晚期共和盆地内气温下降、降水量减少、植被覆盖率降低^[5],但人类活动却显著增强,其中以畜牧为主的卡约文化遗址数量多达260处^[6]。但是共和盆地内的环境演变相关研究,多采用多种环境代用指标进行较大尺度的研究,人类活动相关研究大多聚焦于盆地内宗日遗存的性质、墓葬习俗、宗日人群的装饰、宗日遗存中马家窑陶器的来源问题及陶器贸易、植物遗存等方面^[7-13],而对环境演变与人类活动关系的研究却很少,对盆地内的早期细石器及其对宗日文化影响研究不足。本研究选择位于共和盆地兴海县羊曲村的南坎沿遗址作为研究对象,探讨河谷盆地内人类活动的阶段性特征及其环境背景,并结合以上内容,系统分析共和盆地内的环境背景、人类活动的序列及演变。

1 研究区概况

共和盆地位于青藏高原东北部,东依西倾山,南抵河卡山,北至青海南山与青海湖相望,西与瓦洪山为邻^[5],平均宽度约为50~60 km,长约300 km,海拔介于2400~3800 m之间,盆地自WNW~ESE方向延伸,呈现出西北窄,东南宽的空间分布特征,盆地总面积约为1.38 km²×104 km²^[14](图1),盆地夏季凉爽短促,冬季寒冷漫长,是典型的高原大陆性气候,也是我国干旱与半干旱气候的过渡区域。年平均气温大致在-10~15℃之间,年平均降水量介于250~400 mm左右^[15],年蒸发量约为1528~1937 mm^[16],且受盆地地形地势限制,降水呈现出由东南向西北递减的特征^[17]。植被类型以草原、荒漠草原、高寒草原以及荒漠植被为主^[18],其中草原约占盆地植被总面积的12%。

本文的研究区南坎沿遗址(简称NKY)位于共和盆地兴海县河卡镇羊曲村,地处封闭的黄河河谷盆地,地理位置35°40'41"N, 100°14'40"E,海拔为2650 m,黄河自西向东贯穿整个盆地,四周被高大山地环绕。遗址分布在黄河北岸相对独立的三级河流阶地上,阶地拔河约50 m,面积40000 m²左右。遗址西侧为黄河一级阶地,拔河约15 m,北侧为二级阶地,拔河约30 m,东侧为香让沟,南侧为黄河,阶地表面较为平坦,是共和盆

地自然条件较为适宜人类生存的地带之一。NKY遗址内分布有较多的石器、陶片、墓坑、动物骨骼以及灰坑等人类活动遗存,通过系统的调查发现: NKY遗址西北部与西南部为石器密集区,遗址中部、东部、南部为陶片分布密集区。因此,推测这是一处兼具生活遗址、墓葬遗址功能的综合性大型史前遗址。

2 材料与方法

2.1 NKY遗存剖面及样品采集

通过野外调查发现, NKY遗址地表分布有丰富的石器、陶片、动物骨骼样品等人类活动遗存,对NKY遗址地表所有样品进行了分类采集。其中,共采集细石器和磨制石器样品共215件(其中细石器213,磨制石器2件),陶片样品393件(其中宗日陶片358件,马家窑陶片33件,半山陶片2件),动物骨骼样品526件,并对以上样品做了系统编号。

此外,在NKY遗址西侧断崖处选择一处断面较为规整的自然剖面作为年代样品、环境样品的采样剖面,编号NKY剖面,剖面深260 cm,根据剖面土壤沉积特征和颜色,大致将其从上至下分为4层,其中0~20 cm为表土层; 20~40 cm为黄土层、色浅黄; 40~100 cm为黄土层、色棕黄; 110~260 cm黄土层、色浅黄,夹杂粉砂层; 260 cm以下为砾石层。在距地表5 cm处开始采集环境样品,取样以2 cm为间距,自上而下共采集126个环境样品,并在20、47、80、115、140、182、238 cm处采集7个光释光样品,依次编号为NKY1、NKY2、NKY3、NKY4、NKY5、NKY6、NKY7,并进行光释光测年(图2)。

2.2 研究方法

本研究采用光释光年代测定、环境样品分析方法以及人类活动遗存分析方法对样品进行实验分析研究。

2.2.1 光释光年代测定

光释光(optically stimulated luminescence, OSL)测年是对沉积物中矿物的上一次热事件或曝光事件年代的测定^[19],而石英和长石因其坚硬、耐磨、稳定的化学性质以及在自然界中广泛分布的特征,成为测年的主要材料。

本研究中的OSL测年采用石英单片再生剂量法(SAR法)^[20,21],测量仪器为丹麦Riso实验室生产的

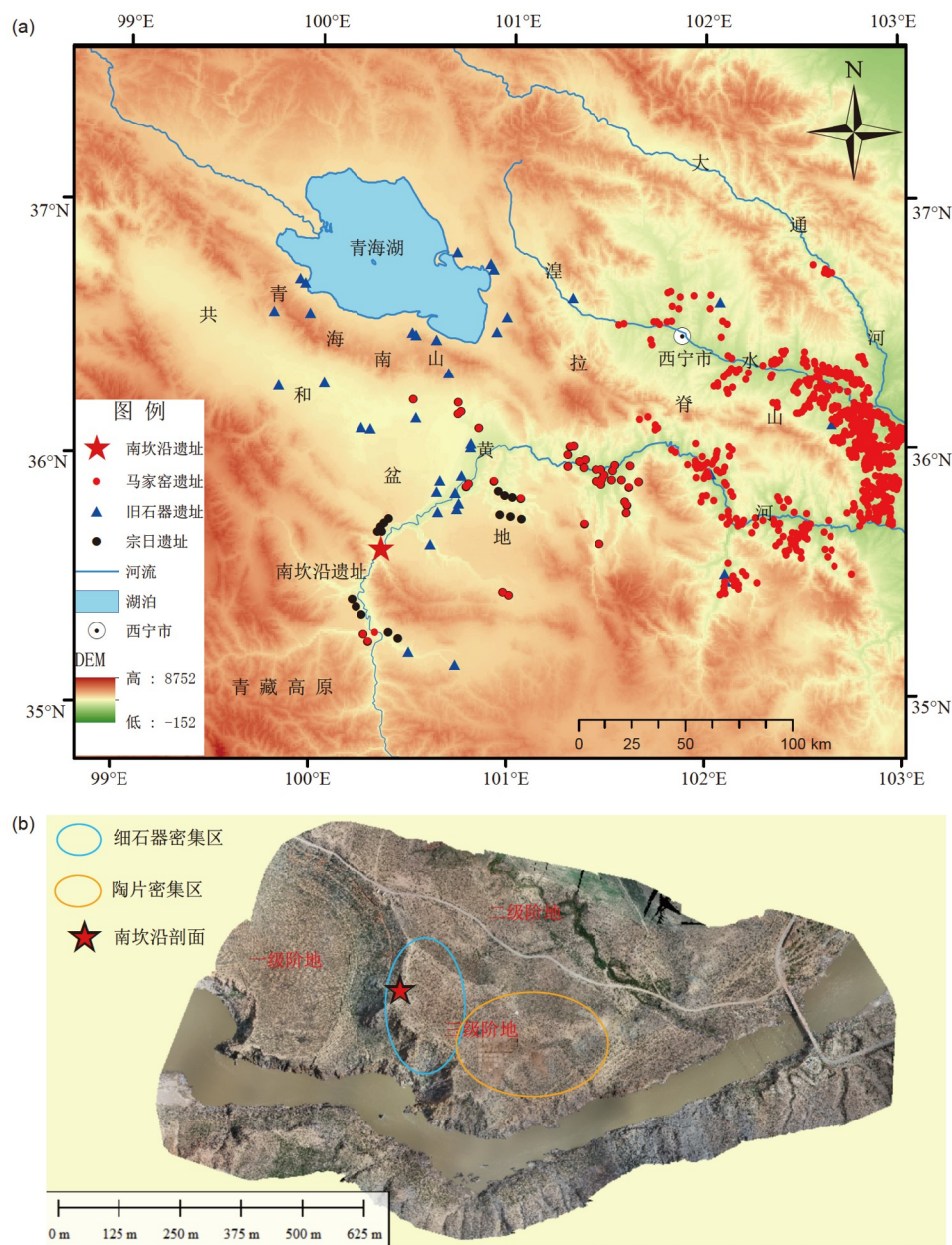


图1 研究区概况。(a) NKY遗址及其周围文化遗址分布图；(b) NKY遗址空间分布示意图

Figure 1 Overview of the study area. (a) Map of the NKY site and cultural sites in the surrounding area. (b) Spatial distribution diagram of the NKY site

RisOTL/OSL-DA-20-C/D型光释光测年仪, 在青海师范大学青藏高原地表过程与生态保育教育部重点实验室释光年代学室进行, 计算剂量率铀(U)、钍(Th)、钾(K)在西安地质调查中心测定。所有样品根据常规方法进行前处理^[19], 前处理均在红光暗室进行, 首先, 取出采样钢管两端2~3 cm可能已曝光的样品进行含水量和U、Th、K等指标测试, 以确定环境剂量率; 剩余未曝光的样品提取出63~90 μm的土壤组分装入烧杯中, 先

后加入10%的盐酸(HCL)和30%过氧化氢(H₂O₂)去除碳酸盐和有机质, 之后加入40%的氢氟酸(HF)去除钾长石及石英表层受α射线辐射的部分, 反应结束后用清水洗涤3次清除样品中残留的HF, 再次加入10%的HCL来消除氟化物, 反应结束后用清水洗涤3次去掉残留的HCL, 将得到的石英颗粒烘干后用红外线检测其纯度, 纯度合格的石英样品, 每个样品制备12个测片即可上机测量其等效剂量。

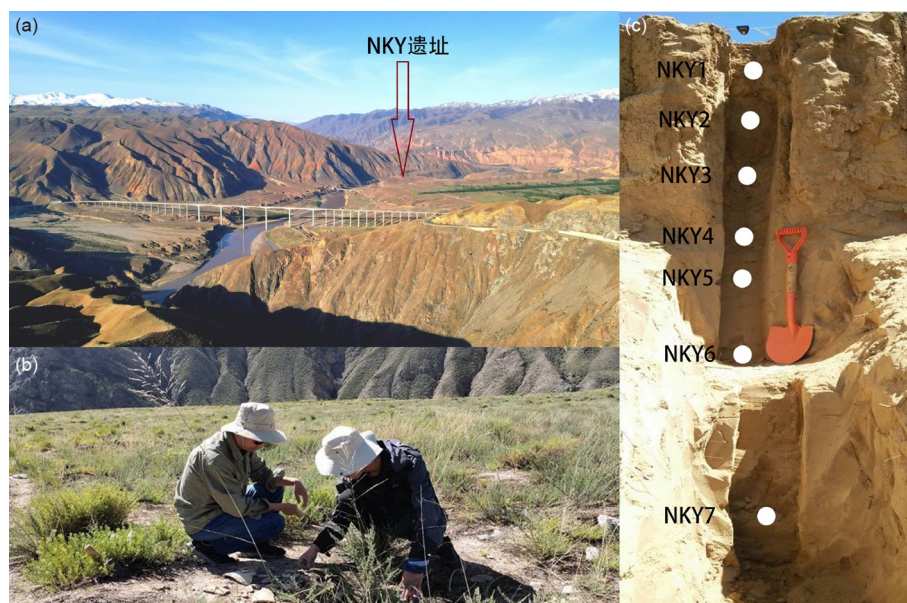


图2 NKY遗址周围环境及野外采样图。(a) NKY周围环境; (b) 野外采样; (c) NKY剖面

Figure 2 The landscape around the NKY site and field sampling. (a) The landscape around the NKY site; (b) field sampling; (c) the NKY section

2.2.2 环境样品分析方法

结合相关研究及NKY剖面年代, 最终确定将剖面地表5 cm以下至104 cm阶段采集的47个环境样品进行全部实验研究; 104~260 cm阶段, 每4个样品选做1个, 挑选19个实验样品, 由此整个NKY剖面共选择66个环境样品用于NKY遗址环境演变分析, 所有环境样品实验均在青海师范大学青藏高原地表过程与生态保育教育部重点实验室进行。

(1)磁化率. 本研究使用英国Bartington生产的MS2型双频率磁化率仪进行磁化率测试, 确保磁化率仪器周围无磁性物体, 将磁化率仪器调配至465 Hz, 将称重后的样品杯放入仪器测量空值, 然后将干燥的样品放入10 mL的无磁性测量杯, 每个样品重量大于7 g, 进行测量^[22], 连续测量3次, 之后再测量1次空值, 2次测量空值之差小于0.3时实验成功。

(2)色度. 本研究使用日本K-MinoltaCR-400型色度仪进行实验, 在仪器测试前先将干燥的样品过200 μm筛网后放置于测试板并压平待测, 在测试前先对仪器进行校正后可开始测样, 随机选取3个不同的位置进行测量, 仪器将自动记录土壤亮度(L*)、红度(a*)、黄度(b*)的数值, 误差<1为有效值。

(3)炭屑和孢粉. 炭屑和孢粉实验前处理同时进行, 主要采用HF筛选法结合重液浮选法, 实验共选用66个样品, 每个样品取干重60 g, 将其装入烧杯中加入一片

石松孢子(10315粒/片), 先后用HCl(10%)和KOH(10%)充分反应, 去掉样品中的碳酸盐类和有机质成分; 然后加入HF(40%)去除硅酸盐, 最后以7 μm筛网为标准, 经过超声波清洗去除黏土大小的颗粒得到观测样品, 将筛网中存留的样品装入15 mL试管并加入甘油储存. 前处理结束后开始在显微镜下统计炭屑和孢粉数量, 统计标准为:

炭屑长轴介于20~50 μm为小粒炭屑, 介于50~100 μm为中粒炭屑, >100 μm为粗粒炭屑, 每个样品统计炭屑数量300粒, 最后进行炭屑浓度计算^[23]。

$$C = (L_t / L_f) \times (S / G), \quad (1)$$

式中, C 为炭屑浓度(粒/克), L_t 为加入样品的石松孢子数(粒), L_f 为显微镜下统计的石松孢子(粒), S 为炭屑数(粒), G 为样品的重量(60 g)。

孢粉类别鉴定则通过专业培训以及借助孢粉图谱进行比对分析确定^[24], 鉴定过程中每个样品统计花粉数300粒以上, 花粉含量占总数的百分比计算, 并使用Tilia和Adobe Illustrator 2020软件绘制图表^[25], 花粉浓度的计算公式为^[26]

$$Pc = (L_t / L_f) \times (P_f / G), \quad (2)$$

式中, Pc 为花粉浓度(粒/g), L_t 为石松孢子总数, L_f 为显微镜下统计的石松孢子数, P_f 为鉴定的花粉总数, G 为样品重量(g)。

2.2.3 人类活动遗存分析方法

本研究中的人类活动遗存分析方法主要采用石器、陶器及动物骨骼等重要考古材料进行鉴定分析。类型学是考古材料鉴定分析的重要基础,通过对石制品的打制技术、石料选择、石器类型组合以及使用功能等特征,陶器制品的形态类型特征以及动物骨骼数量和类型等综合分析,探讨NKY古人类在不同时期的行为方式和生存策略,在研究古人类生业模式、适应策略以及社会结构方面具有十分重要的意义^[27-29]。

此外,通过对遗址内的动物骨骼等动物遗存进行定量分析鉴定(包括标本数、最小个体数、肉量统计3个指标),同时结合现生动物标本、古代动物标本及动物骨骼图谱进行综合分析。本研究对比标本为中国社科院考古研究所科技考古中心动物考古实验室和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的现生和古代动物标本,参阅《动物骨骼图谱》^[30]、《中国鹿类动物》等^[31],并与南京大学考古系联合分析。

3 结果与分析

3.1 光释光测年

NKY剖面共7个OSL样品,测年结果如(表S1)所示,其中样品NKY2和NKY6出现异常。其中,NKY2样品年代明显偏老,可能受强烈的人类活动影响导致地层倒置,不符合地层沉积规律;NKY6样品年代明显偏年轻,根据前人研究,需选择回授比<5%,循环比介于0.9~1.1之间的测片进行年代计算,NKY6样品由于有效测片数不足,不符合筛选标准,因此没有得到有效的样品年代。此外,基于R语言环境,用Bacon模型进行NKY剖面年龄-深度模型构建(图3)^[32],最后拟合得出一条最优年龄-深度曲线,NKY剖面的平均沉积速率为62 cm/a,且沉积速率近似一条直线,说明NKY遗址剖面涵盖了末次冰消期-全新世以来的年代序列,沉积较为完整,且沉积速率相对较为稳定^[33]。在建立年代框架时剔除样品NKY2和NKY6,其他5个样品,年代随剖面沉积物深度的增加而增加,符合地层沉积规律。

3.2 环境指标结果

3.2.1 磁化率

NKY剖面磁化率结果显示,整体上可以分为3个阶段:第一阶段介于13.7~8.1 ka BP之间,波动起伏,但整体上较为稳定;第二阶段介于8.1~4.7 ka BP之间,波动

幅度较大,整体呈上升趋势,在7.2 ka BP处达到最大值;第三阶段位于4.6 ka BP之后,磁化率值快速升高,在3.5 ka BP处出现高峰,高频磁化率也基本符合该变化特征(图4)。

3.2.2 色度

CIELAB(CIE lab value)表色系是土壤颜色测量和描述的主要系统,广泛用于指示黄土—古土壤沉积过程的气候变化^[34-38]。本文对NKY剖面环境样品的色度采用该系统进行测量发现,NKY剖面的亮度(L*)、红度(a*)与黄度(b*)波动均较为明显,其中,在约4.4 ka BP时,L*与a*、b*波动趋势基本吻合,整体呈现上升趋势,但在4.4 ka BP之前,L*与a*、b*的波动呈现反相关关系。依据色度指标的趋势特征显示,L*在11.6 ka BP之前,自剖面底部向上波动幅度较大,整体呈下降趋势,波动范围在51.89~57.97,均值为55.13;a*在11.6 ka BP之前,自剖面底部向上波动上升,波动范围在7.12~8.55,均值为7.93;b*在11.6 ka BP之前,自剖面底部向上明显升高,出现一个高峰阶段,波动范围在19.37~21.77,均值为20.62。由此可见,L*与a*、b*具有明显的反相关关系,但a*和b*曲线的变化趋势高度吻合(图4)。

3.2.3 炭屑

NKY剖面炭屑结果显示,20~50 μm炭屑浓度、50~100 μm炭屑浓度及大于100 μm炭屑浓度与炭屑总浓度的变化趋势非常吻合,因此,本文用炭屑总浓度进行分析。从炭屑总浓度结果来看,13.7~0.8 ka BP期间炭屑浓度在1769.48~21203.06 grains/g之间变化。其变化特征大致可分为3个阶段:在9.2 ka BP之前,炭屑浓度介于2343.5~12034.17 grains/g之间,浓度波动起伏不大;9.2~4.7 ka BP炭屑浓度介于1769.48~21203.06 grains/g之间,浓度急剧升高,出现1个高峰和5个次高峰,分别在5.9、6.7、7、8、8.6、8.9 ka BP,其中6.7 ka BP时达到整个剖面浓度最大值;4.7 ka BP后炭屑浓度介于1769.48~15529.81 grains/g之间,浓度再次升高,在3.8 ka BP处浓度较大(图4)。

3.2.4 孢粉

本文选择青藏高原共和盆地的NKY剖面为研究对象,共采集66个样品,共制作255个观察样片,鉴定出19525粒孢粉,共包含26个科属。其中乔木花粉包括桦木属(*Betula*)、榛属(*Corylus*)、云杉属(*Picea*)、松属(*Pinus*)、榆属(*Ulmus*);灌木和草本花粉包括麻黄属(*Ephedra*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、胡颓子科(*Elaeag-*

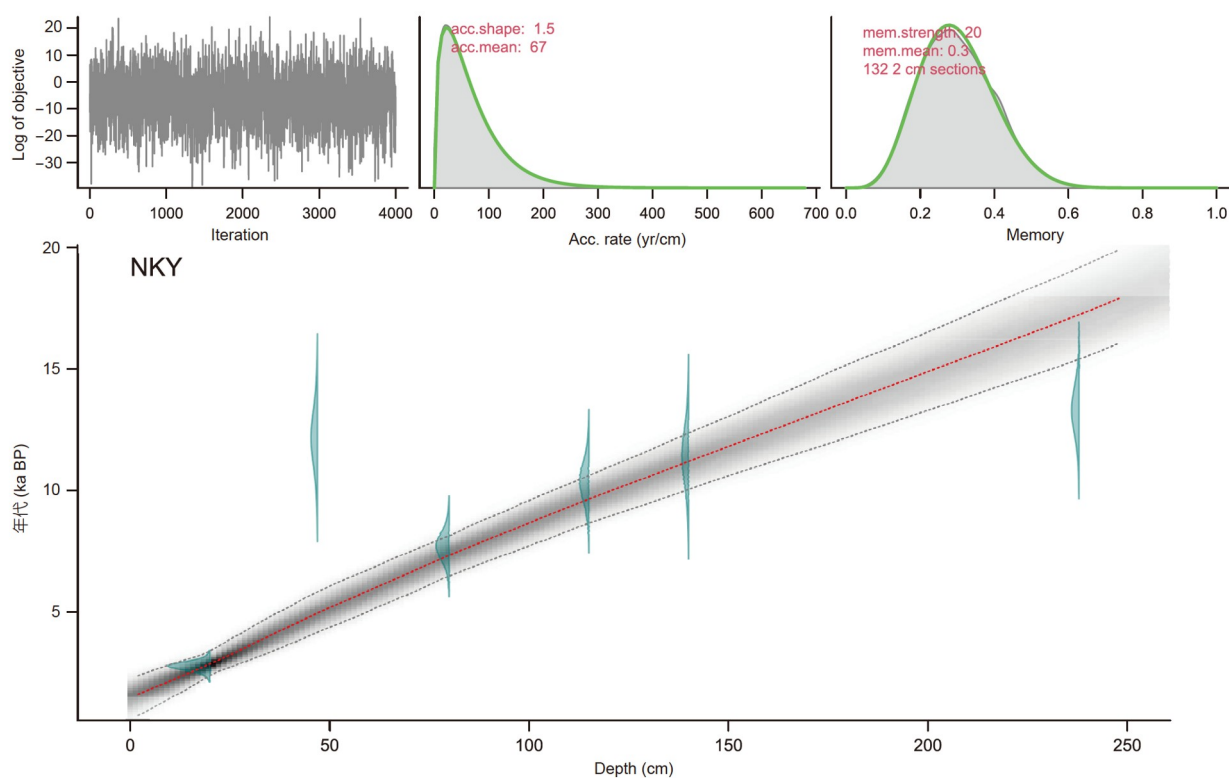


图 3 NKY剖面Bacon年龄-深度模型结果
Figure 3 Bacon age-depth model of the NKY

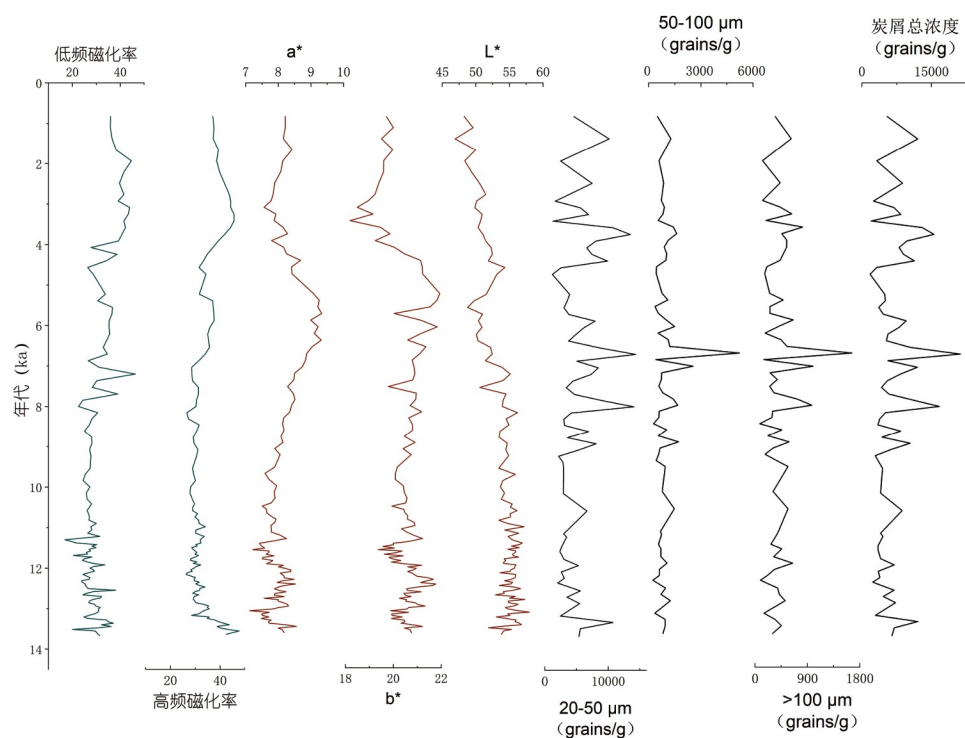


图 4 NKY剖面磁化率、色度及炭屑浓度指标结果
Figure 4 The results of the magnetic susceptibility, chromaticity, and carbon concentration of the NKY site

naceae)、蔷薇科(Rosaceae)、白刺属(*Nitraria*)、莎草科(Cyperaceae)、蒿属(*Artemisia*)、禾本科(Poaceae)、紫菀属(*Aster-T*)、蒲公英属(*Taraxacum-T*)、风毛菊属(*Saussurea-T*)、毛茛科(Ranunculaceae)、沙棘属(*Hippophae-L*)、龙胆科(Gentianaceae), 此外, 还有部分水生植被花粉以及少量不知名花粉。

根据典型花粉的生态特征, 参考CONISS地层约束聚类分析结果, 将NKY剖面自下而上划分为3个花粉带, 其中, 带Ⅱ划分为带Ⅱ-1和带Ⅱ-2(图5)。

带Ⅰ(13.7~10.5 ka BP), 花粉总浓度(63.7~346 grains/g, 平均185.8 grains/g)为剖面最低值。其中乔木花粉含量为该剖面最高值, (21.69%~41.39%, 平均33.08%), 主要以云杉(3.9%~41.1%, 平均23.1%)、松属(2.5%~15.6%, 平均7.6%)、榆属(1.2%~32%, 平均12.3%)为主; 灌木花粉含量较高(2.13%~39.45%, 平均10.57%), 主要以藜科(0.3%~22.6%, 平均6.01%)为主, 其次为白刺属(1.3%~46.8%, 平均3%); 草本花粉含量占绝对优势(6.91%~51.55%, 平均22.97%), 主要以莎草科(1.9%~50.3%, 平均13.9%)、蒿属(1.9%~32.4%, 平均13.5%)、禾本科(0.3%~1.6%, 平均0.5%)、禾本科(>35 μm)(0~0.3%, 平均0.02%); 水生植被含量极少, 主要以水龙骨科(0.3%~0.7%, 平均0.2%)为主, 说明该阶段NKY地区广泛发育有森林。

带Ⅱ-1(10.5~7.2 ka BP), 花粉总浓度为(213~808.5 grains/g, 平均418.6 grains/g), 较前一阶段略有上升。草本花粉占绝对优势(15.38%~75%, 平均44.3%), 主要以莎草科(1%~51.2%, 平均8.3%)、蒿属(10.6%~38%, 平均21.4%)、禾本科(含量0.3%~2%, 平均0.3%)、紫菀属(1%~48.3%, 平均17.4%)、蒲公英属(0.3%~2.3%, 平均

0.6%)、风毛菊属(0.3%~4.2%, 平均0.7%)、毛茛科(0.3%~1%, 平均0.2%)为主; 乔木花粉含量较上一阶段有所降低(3.53%~35.04%, 平均11.74%), 主要以云杉属(0.9%~24.7%, 平均6%)、松属(0.3%~8.1%, 平均3%)、榆属(2.2%~7.7%, 平均3.8%)为主; 灌木花粉相比上一阶段有所增加(14.1%~43.47%, 平均31.55%), 主要以麻黄属(0.3%~4%, 平均1.5%)、藜科(12.3%~43.7%, 平均31.3%)为主; 水生植被含量较前一段略有上升, 以水龙骨科为主(0.3%~2.9%, 平均0.7%), 说明该阶段草原面积开始扩张, 森林面积开始逐渐退缩。

带Ⅱ-2(7.2~4.7 ka BP), 花粉总浓度(含量185.7~1268.4 grains/g, 平均412.9 grains/g), 较前两阶段略有上升。灌木含量为整个剖面最大值(5.33%~61%), 主要以藜科(4.6%~60.3%, 平均28.7%)、麻黄属(0.3%~2.5%, 平均0.9%)为主, 胡颓子科(0~0.3%, 平均0.02%)、豆科(0~0.3%, 平均0.02%)、蔷薇科(0.6%~1.6%, 平均0.2%)、白刺属(0.3%~0.6%, 平均0.09%)含量较少; 草本花粉占绝对优势(28.96%~83.23%, 平均46.93%), 主要以蒿属(10.9%~41.4%, 平均28.4%)、莎草科(1%~22.8%, 平均6.2%)、禾本科(0.3%~5.1%, 平均0.6%)、禾本科(>35 μm)(0~0.3%, 平均0.02%)、紫菀属(0.3%~69.9%, 平均12.3%)、蒲公英属(0.3%~3.2%, 平均0.4%)为主; 水生植被含量偏高, 以水龙骨科为主(2.6%~34.5%, 平均15.7%); 乔木花粉含量为整个剖面最低值(0.28%~9.88%, 平均4.18%), 主要以云杉属(0.3%~6.8%, 平均1.9%)、松属(0.3%~4%, 平均1.8%)、榆属(0.4%~2.2%, 平均0.4%)为主, 说明该阶段灌木广布, 且水生植被孢粉的增加说明开始发育湿地沼泽。

带Ⅲ(4.7~0.8 ka BP), 花粉总浓度(含量393.7~

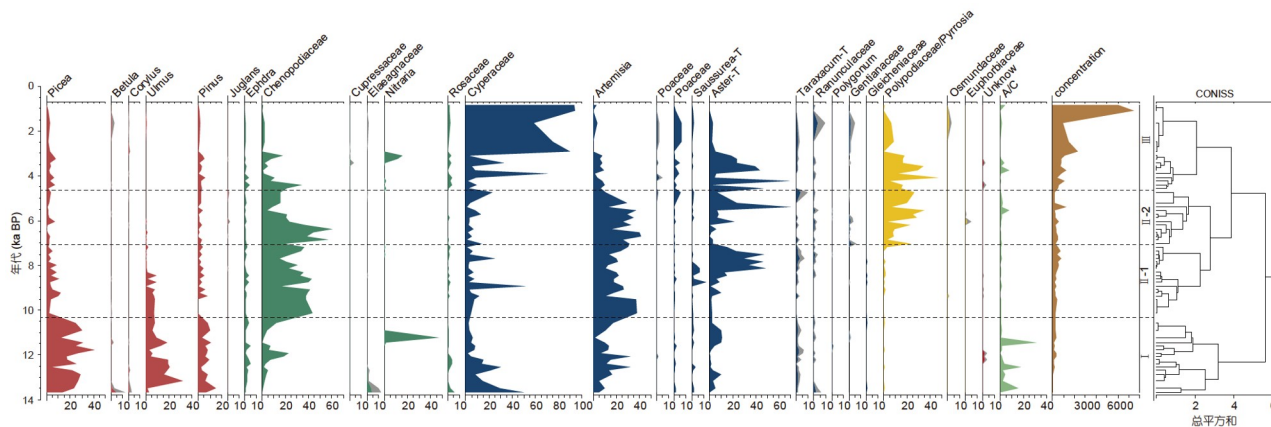


图5 NKY剖面孢粉图谱

Figure 5 Pollen Diagram of NKY section

7466.1 grains/g, 平均1768.4 grains/g)显著上升, 是整个剖面峰值所在。草本花粉含量占绝对优势(17.89%~96.52%, 平均62.66%), 主要以莎草科(1.6%~94.1%, 平均37.8%)、蒿属(1.3%~10.4%, 平均4.8%)、禾本科(0.3%~6.1%, 平均1.9%), 禾本科(>35 μm)(0.5%~1.7%, 平均0.2%)、紫菀属(1.3%~68.8%, 平均19.1%)、毛茛科(0.3%~3.2%, 平均0.4%)、龙胆科(0.5%~1.6%, 平均0.2%)、蒲公英属(0.3%~1%, 平均0.2%)为主; 乔木花粉含量较前一阶段略有上升但整体较低(0.32%~13.98%, 平均6.2%), 主要以云杉属(1%~7.8%, 平均3.2%)、松属(0.2%~6.1%, 平均2.3%)为主; 灌木花粉含量较上一阶段有所下降(1.28%~43.19%, 平均11.95%), 主要以麻黄属(0.3%~4.7%, 平均1.1%)、藜科(0.6%~34%, 平均7.5%)、白刺属(0.8%~15.7%, 平均2.1%)、蔷薇科(0.3%~3.2%, 平均1.3%)、柏科(0.2%~1.2%, 平均0.7%)为主; 此外, 该阶段水生植被为整个剖面最大值, 以水龙骨科为主(0.3%~46.7%, 平均15.1%), 说明该阶段以莎草为主的高寒草甸迅速扩展。

3.3 人类活动遗存

3.3.1 石器

本研究对NKY遗址进行初步考察发现, NKY遗址石制品原料以燧石为主, 另有硅质岩、石英等石料, 石料来源可能一部分为就地取材于河流砾石, 另一部分很可能是来自远距离携带的岩块。NKY遗址地表共采集石制品215件, 以细石叶工业为主, 典型器物包括细石核、细石叶、细石片、边刮器、端刮器等, 此外, 发现磨制石器2件。

其中, 细石核包括楔形细石核5件, 半锥形细石核4件, 棱柱形细石核2件, 半柱形细石核1件, 不规则形细石核2件, 平均长23.3 mm、宽15.7 mm、厚19.5 mm、重9.5 g; 细石叶12件, 平均长15.6 mm、宽5.9 mm、厚1.9 mm、重0.1 g; 石叶15件, 平均长32.9 mm、宽15.0 mm、厚5.7 mm、重2.9 g; 工具6件, 包括边刮器5件, 平均长31.9 mm、宽26.2 mm、厚9.6 mm、重7 g; 端刮器2件, 平均长17.3 mm、宽25.8 mm、厚8.1 mm、重5.6 g; 小石斧2件, 平均长79.8 mm、宽31.3 mm、厚27.8 mm、重107.6 g(图6)。

NKY遗址大量的细石器遗存说明NKY先民以狩猎采集为生业模式比重很大, 且NKY遗址石器工业呈现出与青藏高原全新世狩猎采集人群细石器工业的高度相似性, 此外, NKY遗址细石核更具多样性和不规则

性, 以及工具组合中小石斧的出现, 显示出NKY遗址宗日人群独特的石器打制技术。

3.3.2 陶片

目前为止, 青藏高原已发现的新石器文化遗址点较多, 主要分布于河湟谷地、共和盆地以及西藏的河谷地带。文化类型包含有仰韶文化(6700~5000 ka BP)、马家窑文化(5300~4000 ka BP), 其中马家窑文化又分为马家窑类型(5300~4800 ka BP)、半山类型(4500~4300 ka BP)、马厂类型(4300~4000 ka BP)^[39], 除此之外, 在仰韶文化与马家窑文化的影响下, 在共和盆地形成一种具有高原特色的新石器遗存——宗日遗存(5200~4100 ka BP)^[8,9]。

NKY遗址共采集陶片样品393件, 经过系统的陶器类型学鉴定分析发现, NKY遗址陶片类型主要包括乳白色夹砂陶和橙红色泥质彩陶两种类型。乳白色夹砂陶主要属于宗日遗存, 橙红色泥质彩陶属于马家窑文化马家窑类型和半山类型。其中, 宗日类型358件, 占陶片总数的91%, 纹饰以鸟纹、附加堆纹为主; 马家窑类型33件, 占陶片总数的8.4%, 纹饰以条纹为主; 半山类型2件, 占陶片总数的0.5%, 纹饰以锯齿纹为主, 说明NKY遗址是一处典型的宗日遗存遗址^[8](表S2, 图7)。

3.3.3 动物骨骼

NKY遗址的526件动物遗存中, 共有66件可鉴定标本, 鉴定结果发现: 大多数为哺乳动物, 且以偶蹄目为主, 由于标本数量较少, 本文仅用可鉴定标本数(NISP)来讨论动物遗存数量, 其鉴定结果如图8所示。

由图8可见NKY遗址动物骨骼标本主要为野生动物。可鉴定标本中, 其他型偶蹄目数量最多, 其次为其他哺乳动物, 再次为鹿科和羚羊亚科, 值得注意的是有少量大型牛科与牛亚科存在, 虽无法鉴定出属于野生还是家养, 但这为探讨牦牛等动物驯化提供了材料。此外, 还发现了旱獭、野兔等小型哺乳动物以及一件鱼类标本, 说明NKY先民获取食物的资源较为丰富。以上鉴定均是依据动物遗存的形态、尺寸, 同时参照现存相关动物的生态和地理分布进行鉴定, 但由于标本量较少, 表格中每类动物的百分比未必对整个遗址中的动物群有代表性。

4 讨论

4.1 NKY遗址孢粉反映下的区域环境背景

本研究根据NKY剖面中花粉的组合特征, 并结合



图6 NKY遗址典型石器实物图。(a)~(e) 细石核; (f) 石片; (g), (h) 刮削器; (i)~(k) 细石叶; (l) 石叶; (m), (n) 细石叶; (o) 石叶; (p) 小石斧
Figure 6 The picture of typical lithic artifacts at NKY site. (a)~(e) Microblade core; (f) flakes; (g), (h) scraper; (i)~(k) microblades; (l) blades; (m), (n) microblades; (o) blades; (p) mini stone axe

共和盆地及周边地区现代植被研究的现有认识,重建了该地区全新世中晚期以来不同阶段的植被变化特征。

带 I (13.7~10.5 ka BP)期间, NKY剖面花粉总浓度为整个剖面最低值, 其中乔木花粉含量为该阶段剖面最高值, 且云杉含量高达41%, 相关研究表明, 乔木中云杉与植被盖度具有很好的相关性, 云杉属花粉传播距离较短, 当云杉植被盖度增加时乔木花粉总含量随之增加^[40], 指示末次冰消期至早全新世NKY地区可能发育有以云杉为主的森林, 且植被群落较为单一, 覆盖率较低, 指示气候冷偏湿; 带 II (10.5~4.7 ka BP)期间, NKY剖面中草本花粉占绝对优势, 平均含量为44.3%, 且草本花粉组合主要以蒿属、藜科、莎草、菊科等为主, 诸多研究表明蒿属、藜科是干旱半干旱地区的优势种, 具有典型性和代表性, 其含量的高低通常指示区

域内是否发育有干旱草原或荒漠草原^[41~44], 但相比于上阶段, NKY剖面乔木花粉有所减少, 由此可见本阶段NKY地区森林面积逐渐退缩, 草原面积开始扩张, 同时湿生植被孢粉含量增加, 表明湿地开始发育; 带 III (4.7~0.8 ka BP)期间, 花粉总浓度为整个NKY剖面中花粉浓度最高的阶段。该阶段草本花粉含量占绝对优势, 平均62.66%, 且以莎草花粉含量为主, 莎草是高寒草甸的主要植被类型, 与本地植被具有很好的相关性, 且花粉不易传播, 说明该阶段NKY地区发育有以莎草为主的高寒草甸, 且植被覆盖度较高, 此外, 该阶段以水龙骨科为主的水生植被花粉达到了整个剖面最大值, 说明该阶段NKY湿地面积迅速扩张, 指示气候温暖偏湿。

综上所述, NKY剖面记录了该地区不同时期的植被变化, 总体来看, 虽然植被群落较为单一, 但总体气

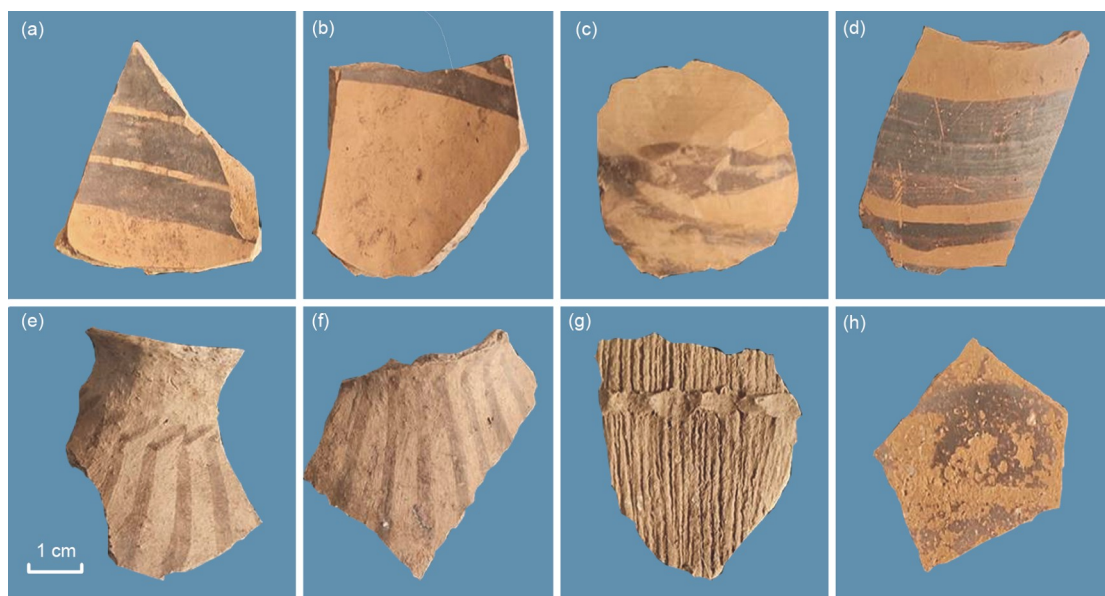


图 7 NKY遗址典型陶片样品。(a)~(d) 马家窑类型陶片；(e)~(g) 宗日类型陶片；(h) 半山类型陶片

Figure 7 Sample of typical potsherds at NKY site. (a)~(d) Potsherds of Majiayao Culture; (e)~(g) potsherds of Zongri Culture; (h) potsherds of Banshan Culture

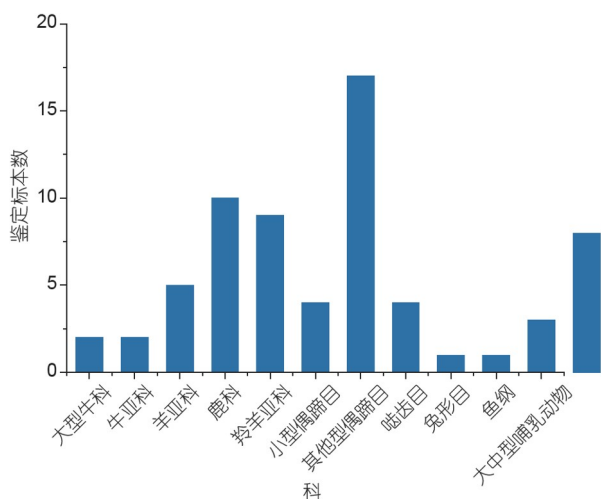


图 8 NKY遗址动物骨骼标本量统计

Figure 8 Statistics of animal bone specimens at NKY site

候相对较为温和, 植被覆盖率较高, 适宜野生动植物存活, 成为史前人类频繁活动和定居的理想区域, 为高原细石器采集狩猎人群和低海拔河谷农业种植人群的交流 and 融合提供了必要的环境条件。

4.2 NKY遗存不同时期人类适应策略

磁化率、色度、炭屑浓度等均是揭示气候变化与

人类活动强度很好的指标^[41-43]。目前为止, 尽管区分古火记录中的人为火和自然火有一定的难度, 但结合磁化率及人类遗存等其他指标综合分析还是有一定的参考意义^[45]。从NKY剖面的炭屑浓度曲线来看, 出现明显的两个峰值, 分别为8~6 ka BP和4.7~3 ka BP, 且炭屑浓度(>100 μm)的炭屑浓度在8 ka BP左右突然升高, 并且在6.7 ka达到全剖面最大值, 说明在此阶段NKY人群取暖、炊事等用火活动较为频繁; 此外, 色度参数L*与a*、b*是良好的气候代用指标, 在约4.4 ka BP时, L*与a*、b*波动趋势基本吻合, 且处于较低值, 说明此时NKY地区气候较为温暖湿润, 为低海拔新石器人群向高原扩张提供了良好的环境背景; 剖面磁化率在8~6 ka BP和4.7~3 ka BP也处于峰值阶段, 并且8~6 ka BP为全剖面最大值, 说明该阶段NKY地区高强度的人类活动用火增加了地层的磁性矿物, 与炭屑浓度较为吻合; 此外, 数量不少的细石核、细石叶、石片等细石器指示NKY可能是狩猎采集者季节性长期居住地, 结合前人研究表明该阶段NKY遗址细石器遗存与青藏高原其他同时期细石器具有较高的相似性, 如江西沟2号(8.2~5.6 ka BP)^[46,47]、参雄杂朔(8.09~7.47 ka BP)^[48]等遗址, 据此推测8~6 ka期间, 炭屑浓度和磁化率的增加极有可能NKY史前人类频繁用火导致的, 并且尚处在纯粹的细石器狩猎采集活动阶段^[49,50]。

5.2~4.0 ka期间, NKY剖面的炭屑浓度和磁化率也相对较高, 结合盆地内增本卡遗址、宗日遗址、羊曲遗址等其他同时期遗址的考古遗存分析发现, 该阶段宗日文化遗存与马家窑文化遗存同出^[9,51], 在NKY遗址中也存在这一现象, 说明该阶段NKY遗址在全新世中期进入了新石器时代, 并且与马家窑人群存在频繁的交流(图7)。从NKY遗址的陶片数量和类型来看, 宗日文化与马家窑文化交流主要发生在马家窑文化的早中期(5.3~4 ka BP), 即马家窑类型(5.3~4.5 ka BP)与半山类型(4.5~4.3 ka BP)时期, 而且半山时期交流强度已经呈现明显的减弱趋势。结合NKY剖面的炭屑浓度、磁化率的变化趋势来看, NKY狩猎采集人群活动强度甚至强于新石器与青铜时期的人类活动。

除此之外, NKY遗址的动物骨骼鉴定结果显示, 南坎沿遗址内羚羊亚科、鹿科、啮齿目等野生动物资源利用率占绝对优势, 且鱼骨的发现说明NKY先民存在利用黄河鱼类资源的行为, 这说明NKY先民获取食物资源的类型较为丰富。同时, 距今4.0 ka前后, 共和盆地开始进入一个小冰期, 偏冷干的气候条件为动物的驯化和畜牧业的发展提供了必要条件, 宗日文化开始从农业经济向畜牧经济转化, 绵羊、山羊等动物骨骼也就成为了畜牧化经济的重要标志^[52]。因此NKY遗址中小比例的绵羊、山羊、黄牛等骨骼揭示NKY先民可能已经开始初级的动物驯化或强度较低的畜牧活动, 说明当时NKY可能已经出现畜牧业, 但尚处于原始阶段^[53,54]。

综上所述, NKY地区古人类活动频繁, 且文化序列较为完整, 从细石器至新石器NKY地区均有人类活动, 且不同时期人类活动策略存在明显差异, 这在一定程度上反映出该遗址可能具有新旧过渡时期的文化遗址属性, 大致经历了细石器文化、新石器文化及青铜文化, 细石器文化时期狩猎采集者活动强度最大, 新石器文化和青铜文化次之。其中, 在8~6 ka BP期间, 细石器人群活动增强且迅速达到顶峰, 生业模式以狩猎采集为主; 6 ka BP后细石器人类活动开始减弱, 以宗日遗存为主的高原特色新石器人类活动逐渐频繁起来, 生业模式以狩猎和农业混合模式为主, 食物来源也逐渐丰富, 并且初步开始出现畜牧业。结合NKY遗址的地理位置来看, NKY地区极有可能地处低海拔农耕文明和高原狩猎采集文明的文化交融区, 且NKY遗址很有可能是狩猎采集者从低海拔的河湟谷地进入高海拔的高原腹地狩猎采集的重要通道。

4.3 共和盆地人类活动与环境演变的关系

在长期以来的气候及环境变化下, 人类赖以生存的自然环境和可获取的生存资源也会发生相应的改变, 迫使人类为适应新的气候和环境作出相应的响应, 并且在长期发展的过程中促进人类文明的演化和发展^[55]。

末次冰盛期(24~16 ka BP)是迄今为止最近的一次全球性的大规模冰川作用时期, 在此期间青藏高原气温低、寒冷程度高, 年均温比现今低6°C^[56], 人类活动也十分微弱, 且活动区域主要分布于高原边缘较为温暖湿润的低海拔河谷地带^[57]。

进入末次冰消期(15.0~11.2 ka BP), 太阳辐射与东亚季风增强, 气温在波动中回升, 使得高海拔地区的冰雪开始融化, 植被覆盖率增加, 青藏高原自然环境也逐渐开始适宜人类生存, 在此期间细石器狩猎采集者活动范围逐渐扩张至海拔3000~4000 m的青海湖盆地及其周边地区, 开始最初的狩猎采集活动, 此时, 狩猎采集成为青藏高原先民的主要生业模式, 如下大武1号(11.29 ka BP)等位于青南高原的细石器遗址^[58], 在空间分布上与NKY遗址紧密相关, 细石器工业技术等也呈现出高度的相似性, 进而可以推测NKY地区可能是狩猎采集者从河湟谷地等低海拔河谷地区进入高原腹地等高海拔地区的重要通道, 也是连接青海湖盆地、共和盆地、青南高原的重要过渡地带(图1)。

进入全新世以来, 青藏高原的气候环境开始持续好转且逐渐趋于稳定, 气温和降水均有所提高, 植被覆盖率进一步增加, 尤其是全新世中期的全新世大暖期(9.0~4.0 ka BP), 东亚季风达到鼎盛, 气温总体高于现代^[59,60], 森林面积在7.2~5.7 Cal ka BP达到最大, 预示着共和盆地的水热条件达到最佳配置^[61], 这也就为史前人群向青藏高原扩散提供了必要条件, 而青藏高原东北部河湟谷地是史前人群向高原腹地扩张的主要通道^[62]。该阶段青南高原等地仍是以旧石器技术为主的狩猎采集文化, 而青藏高原东北部的河湟谷地则是以新石器技术为主的农耕文化。但随着气候环境的向好, 使得低海拔河谷地区的人口急剧扩张, 面对有限的生存资源和人口压力, 迫使黄河中下游地区的新石器人群逐渐向高原迈进, 共和盆地内遗址数量也逐渐增多, 成为史前人类活动的重要区域, 如沟后遗址、拉乙亥遗址、增本卡遗址以及本文发现的NKY遗址等典型的新石器时期人类活动遗址。共和盆地处于河湟谷地向

青南高原过渡的核心地带,使得共和盆地成为新旧石器时期文化人群迁移及文化交流的过渡地带和交通要道.在新石器文化和旧石器文化的高度交流和融合下,在共和盆地产生了一种特殊的文化类型——宗日文化^[63],宗日文化是高原旧石器向新石器转变的结果,是细石器文化与马家窑文化交融的结果,其文化过渡性表现在旧石器技术向新石器技术转变的过渡性以及细石器狩猎采集文化与新石器农耕种植文化的交融性等.甚至部分遗址出现了宗日文化与马家窑文化共存的局面^[64],如本文研究区NKY遗址中发现的细石器、陶片等人类活动遗存说明两种文化在交流中共存,使得农耕种植人群更好地适应高原环境,也促使旧石器狩猎采集人群向新石器时代迈进.

到了全新世晚期,随着环境的干冷化,粟黍农业发展受到一定的制约,具有抗寒旱特性的麦类作物在盆地内发展起来,成为史前人类适应环境的重要标志.青藏高原开始进入青铜时代,初期共和盆地的齐家文化当时人口数量约2.2万人,而青铜文化晚期的卡约文化人口数量增加至约6.1万人^[65].到了青铜时代晚期(3.6~2.0 ka BP)气候变干趋势加剧,畜牧业逐渐占据主导地位,农业比重持续下降,气候和自然环境的改变促进了史前人类生业模式的变化,促使人类适应环境的能力增强^[66].虽然全新世晚期气候恶化,人类所获取的动植物等生存资源减少,但一些相对封闭且海拔较低的河谷盆地气候相对温和,植被覆盖较高,成为史前人类定居的理想区域,如本研究在NKY遗址周围调查过程中还发现了不少的齐家文化(4.3~3.6 ka BP)以及卡约文化(3.6~2.6 ka BP)等时期的陶片(图S1),这说明在气候恶化的全新世晚期NKY地区古人类活动依然频繁.

5 结论

本文以NKY剖面对研究对象,用Bacon模型建立NKY剖面年龄-深度模型框架,结合环境代用指标及人

类活动遗存进行综合分析,揭示了不同时期NKY地区的环境演变及人类活动.

(1) NKY剖面孢粉重建结果显示,不同时期NKY地区的植被覆盖存在差异:13.7~10.5 ka BP期间,乔木孢粉含量占绝对优势,说明末次冰消期至早全新世森林面积扩张;10.5~4.7 ka BP期间,草本孢粉含量占绝对优势,乔木孢粉含量下降,说明草原开始扩张,森林面积逐渐退缩,同时湿生植被孢粉含量增加,表明湿地开始发育;4.7~0.8 ka BP期间,草本中莎草孢粉含量占绝对优势,说明区域内以莎草为主的高寒草甸迅速扩展.

(2) 结合青藏高原东北部全新世文化发展脉络及NKY遗址石器、陶片等人类活动遗存综合分析结果显示:全新世以来NKY地区曾有3期人类活动,分别是8~6 ka BP期间的狩猎采集人群、5.2~4.0 ka BP期间的宗日文化人群及4.0~2.6 ka BP期间的青铜人群.据此推测,NKY遗址文化属性较为丰富,且史前文化序列较完整.

(3) 结合动物骨骼进行动物考古学研究表明,NKY先民获取的食物资源丰富,且野生动物资源占绝对优势.其中,少量鱼骨的发现说明NKY先民存在利用黄河鱼类资源的行为;同时,小比例的绵羊、山羊等骨骼说明NKY先民可能已经开始初级的动物驯化或强度很低的畜牧活动.

(4) 结合NKY环境背景及人类活动遗存综合研究发现,8~6 ka BP期间,NKY人群生业模式以狩猎采集为主;5.2~4.0 ka BP期间,随着气候环境的好转和仰韶文化、马家窑文化等新石器文化的影响,NKY人群生业模式以狩猎采集和农业种植混合模式为主;4.0~2.6 ka BP期间可能已经出现畜牧业,但尚处于原始阶段.

(5) 结合NKY遗址文化遗存及其周围遗址的史前文化脉络综合分析发现,NKY地区是史前人类从河湟谷地等低海拔地区向青南高原等高海拔地区扩张的过渡区域和重要通道,且在新石器文化和旧石器文化的交流和融合下,在共和盆地及其周围形成了一种独具高原特色的新石器文化——宗日文化.

致谢 在野外考察和采样过程中,感谢晋中学院高靖易老师和青海民族大学陈晓良老师的帮助;在孢粉鉴定过程中,感谢中国科学院盐湖研究所魏海成老师给予的指导;在石器整理和类型学分析过程中,感谢首都师范大学陈宥成老师提供的帮助.

参考文献

- 1 An C B, Wang L, Ji D X, et al. The temporal and spatial changes of neolithic cultures in Gansu-Qinghai region and possible environmental forcing

- (in Chinese). *Quat Sci*, 2006, 26: 923–927 [安成邦, 王琳, 吉笃学, 等. 甘青文化区新石器文化的时空变化和可能的环境动力. 第四纪研究, 2006, 26: 923–927]
- 2 Yu R R. Holocene climate change and paleo-human living environment in Qingzhuangzi area of Shenyang (in Chinese). Master Dissertation. Shijiazhuang: Hebei GEO University, 2020 [于人人. 沈阳青桩子地区全新世气候变化及古人类生活环境分析. 硕士学位论文. 石家庄: 河北地质大学, 2020]
- 3 Hou G L, Zhang X L, Wang Q Q. Human activities and environmental changes in Qinghai-Tibet Plateau (in Chinese). *J Qinghai Normal Univ (Nat Sci Ed)*, 2015, 31: 54–63 [侯光良, 张雪莲, 王倩倩. 晚更新世以来青藏高原人类活动与环境变化. 青海师范大学学报(自然科学版), 2015, 31: 54–63]
- 4 Cheng B. Late glacial and Holocene palaeovegetation and palaeoenvironment changes in Gonghe Basin, Qinghai-Xizang Plateau (in Chinese). Doctor Dissertation. Lanzhou: Lanzhou University, 2006 [程波. 青藏高原共和盆地末次冰消期以来的植被和环境变化研究. 兰州: 兰州大学, 2006]
- 5 Hu M J, Feng S Q, Li X F. The environmental evolution of the Gonghe basin since the 12 ka revealed by magnetic susceptibility data (in Chinese). *J Stratigr*, 2019, 43: 101–108 [胡梦琪, 冯淑琴, 李向锋. 马四剖面揭示的共和盆地12 ka以来的环境演变. 地层学杂志, 2019, 43: 101–108]
- 6 National Cultural Heritage Administration. Atlas of Chinese Cultural Relics—Qinghai Branch (in Chinese). Beijing: SinoMaps Press, 1996 [国家文物局. 中国文物地图集—青海分册. 北京: 中国地图出版社, 1996]
- 7 Ai W Q. A study of pre-historical ornaments discovered in Gonghe basin, Qinghai Province (in Chinese). *Sichuan Cult Relics*, 2020, (4): 26–39, 118 [艾婉乔. 青海共和盆地史前时期装饰品刍议. 四川文物, 2020, (4): 26–39, 118]
- 8 Chen H H, Ge S B, Li G I. Discussion on the cultural nature of the Zongri Cultural Relics site (in Chinese). *Archaeology*, 1998, (5): 23–27 [陈洪海, 格桑本, 李国林. 试论宗日遗址的文化性质. 考古, 1998, (5): 23–27]
- 9 Chen H H, Ge S B, Wang G S. Investigation of the Zongri Ruins Site in Hainan Prefecture, Qinghai Province (in Chinese). In: Key Laboratory of Cultural Heritage Research and Protection Technology, Ministry of Education, Cultural Heritage Protection and Archaeology Research Center, Northwest University, ed. *Archaeology of the West*. Xi'an: Sanqin Publishing House, 2007. 16–40 [陈洪海, 格桑本, 王国顺. 青海省海南州宗日文化遗址的调查. 见: 文化遗产研究与保护技术教育部重点实验室, 西北大学文化遗产保护与考古学研究中心, 编著. 西部考古. 西安: 三秦出版社, 2007. 16–40]
- 10 Cui Y. Zongri pottery research (in Chinese). Master Dissertation. Xining: Qinghai Normal University, 2015 [崔勇. 宗日陶器研究. 硕士学位论文. 西宁: 青海师范大学, 2015]
- 11 Hong L Y, Cui J F, Chen H H. Migration, trade, copying, and innovation: Analysis of the Late Neolithic pottery from the Zongri site (in Chinese). In: A Collection of Studies on Archaeology (9). Beijing: Cultural Relics Press, 2012. 325–345 [洪玲玉, 崔剑锋, 陈洪海. 移民、贸易、仿制与创新——宗日遗址新石器时代晚期陶器分析. 见: 考古学研究(九). 北京: 文物出版社, 2012. 325–345]
- 12 Liu Y J. Archaeobotanical study in Zongri Site, Qinghai Province, China (in Chinese). Master Dissertation. Lanzhou: Lanzhou University, 2018 [刘雨嘉. 青海省宗日遗址植物遗存分析. 硕士学位论文. 兰州: 兰州大学, 2018]
- 13 Cui Y F, Yang Y S, Zhang S J, et al. Discuss on the trade and motive force of Majiayao cultural painted pottery in Gansu-Qinghai region (in Chinese). *Quat Sci*, 2020, 40: 538–546 [崔一付, 杨谊时, 张山佳, 等. 甘青地区马家窑文化彩陶贸易及其动力探讨. 第四纪研究, 2020, 40: 538–546]
- 14 Che X H, Luo W Y, Shao M, et al. Form-flow feedback within blowouts at different developing stages in the Gonghe Basin, Qinghai Province (in Chinese). *Adv Earth Sci*, 2021 36: 95–109 [车雪华, 罗万银, 邵梅, 等. 青海共和盆地不同发育阶段风蚀坑表面气流场与形态反馈研究. 地球科学进展, 2021, 36: 95–109]
- 15 Liu L. The formation and evolution of Aeolian Environment in the Gonghe Basin (in Chinese). Master Dissertation. Lanzhou: Lanzhou University, 2018 [刘利. 共和盆地风沙环境的形成演化. 硕士学位论文. 兰州: 兰州大学, 2018]
- 16 Chen Z Y, Dong Z B, Wang Q C. Wind regime and dune field patterns in the Gonghe basin, Qinghai, China (in Chinese). *J Desert Res*, 2018, 38: 492–499 [陈宗颜, 董治宝, 汪青春. 青海共和盆地风况及风沙地貌. 中国沙漠, 2018, 38: 492–499]
- 17 Wang Z Y, Luo W Y, Dong Z B, et al. Grain size characteristics of the blowout surface sediments and its aerodynamic significance in the alpine meadow region of the Gonghe basin (in Chinese). *J Desert Res*, 2017, 37: 7–16 [王中原, 罗万银, 董治宝, 等. 共和盆地高寒草原风蚀坑表层沉积物粒度特征及动力学意义. 中国沙漠, 2017, 37: 7–16]
- 18 Chen Y N, Jiang F C. Responses of the environment to climate variations in Gonghe basin (in Chinese). *Geogr Res*, 2009, 28: 363–370 [陈英玉, 蒋复初. 共和盆地气候变化及其环境响应. 地理研究, 2009, 28: 363–370]
- 19 Lai Z P, Ou X J. Basic procedures of optically stimulated luminescence (OSL) dating (in Chinese). *Prog Geogr*, 2013, 32: 683–693 [赖忠平, 欧先交. 光释光测年基本流程. 地理科学进展, 2013, 32: 683–693]
- 20 Murray A S, Wintle A G. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiat Measurements*, 2000, 32: 57–73
- 21 Wintle A G, Murray A S. A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration

- dating protocols. *Radiat Measurements*, 2006, 41: 369–391
- 22 Zeng F M, Lai Z P, Liu X J. Basic procedures of optically stimulated luminescence (OSL) dating (in Chinese). *J Salt Lake Res*, 2014, 22: 21–25 [曾方明, 赖忠平, 刘向军. 磁化率测量过程中样品重量对磁化率的影响. 盐湖研究, 2014, 22: 21–25]
- 23 Li Y Y, Hou S F, Zhao P F. Comparison of different quantification methods for microfossil charcoal concentration and the implication for human activities (in Chinese). *Quat Sci*, 2010, 30: 356–363 [李宜垠, 侯树芳, 赵鹏飞. 微炭屑的几种统计方法比较及其对人类活动的指示意义. 第四纪研究, 2010, 30: 356–363]
- 24 Tang L Y. An Illustrated Handbook of Quaternary Pollen and Spores in China (in Chinese). Beijing: Science Press, 2016 [唐领余. 中国第四纪孢粉图鉴. 北京: 科学出版社, 2016]
- 25 Grimm E C. TILIA software. Version 1.7.16. Illinois State Museum, Research and Collection Center. Springfield USA Available, 2011
- 26 Ke M H, Sun J Z, Zhang P S, et al. Application of pollen concentration statistics in soil deposits in Northwest China (in Chinese). *J Earth Sci Environ*, 1988, 10: 88–95 [柯曼红, 孙建中, 章培生, 等. 孢粉浓度统计法在西北土类堆积物的应用. 地球科学与环境学报, 1988, 10: 88–95]
- 27 Torre I, Mora R, Pei S W, et al. A methodological protocol for the analysis of Early Stone Age lithic assemblages (in Chinese). *Acta Anthropol Sin*, 2021, 40: 547–567 [Torre I, Mora R, 裴树文, 等. 旧石器时代早期石制品分析方案. 人类学学报, 2021, 40: 547–567]
- 28 Li F, Xing L D, Chen F Y, et al. An introduction to the European Upper Paleolithic typology and discussions on the related issues (in Chinese). *Acta Anthropol Sin*, 2018, 37: 613–630 [李锋, 邢路达, 陈福友, 等. 欧洲旧石器时代晚期石器类型学评介及类型学相关问题探讨. 人类学学报, 2018, 37: 613–630]
- 29 Wang X Q. About the origin of pottery in East Asia (in Chinese). *Sichuan Cultural Relics*, 2015, (5): 40–47 [王小庆. 关于东亚地区的陶器起源. 四川文物, 2015, (5): 40–47]
- 30 Schmid E, Li T Y, trans. Atlas of Animal Bones (in Chinese). Beijing: China University of Geosciences Press, 1992 [伊丽莎白 施密德. 李天元译. 动物骨骼图谱. 北京: 中国地质大学出版社, 1992]
- 31 Sheng H L. The Deer in China (in Chinese). Shanghai: East China Normal University Press, 1992 [盛和林. 中国鹿类动物. 上海: 华东师范大学出版社, 1992]
- 32 Blaauw M, Christen J A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Anal*, 2011, 6: 457–474
- 33 Harrison S P, Villegas-Diaz R, Cruz-Silva E, et al. The Reading Palaeofire Database: An expanded global resource to document changes in fire regimes from sedimentary charcoal records. *Earth Syst Sci Data*, 2021, 14: 1109–1124
- 34 Shi P H, Yang T B, Tian Q C, et al. Chroma characteristics in the loess-paleosol at Jingyuan section and its signification to paleocliamete (in Chinese). *J Lanzhou Univ (Nat Sci)*, 2012, 48: 15–23 [石培宏, 杨太保, 田庆春, 等. 靖远黄土—古土壤色度变化特征分析及古气候意义. 兰州大学学报(自然科学版), 2012, 48: 15–23]
- 35 Hu M J, Li N N, Zhang Y Y, et al. Chromaticity parameter variation characteristics and environmental evolution of palaeolian sand-paleosol sequence in Qinghai Lake in the past 32 ka (in Chinese). *Quaternary Sci*, 2020, 40: 1105–1117 [胡梦珺, 李娜娜, 张亚云, 等. 近32 ka 以来青海湖古风成砂-古土壤序列色度参数变化特征及环境演变. 第四纪研究, 2020, 40: 1105–1117]
- 36 Ma X Y, Lü B, Zhao G Y, et al. Magnetic properties and their influence factors of Lixian loess in western Sichuan Plateau (in Chinese). *Quat Sci*, 2019, 39: 1307–1319 [马兴悦, 吕钺, 赵国永, 等. 川西高原理县黄土磁学特征及其影响因素. 第四纪研究, 2019, 39: 1307–1319]
- 37 Wei H, Ma H, Zheng Z, et al. Modern pollen assemblages of surface samples and their relationships to vegetation and climate in the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Rev Palaeobot Palynol*, 2011, 163: 237–246
- 38 Xu Q H, Li Y C, Yang X L, et al. Quantitative relationship between several major pollen types and vegetation in northern China (in Chinese). *Sci Sin Terrae*, 2007, 37: 192–205 [许清海, 李月丛, 阳小兰, 等. 中国北方几种主要花粉类型与植被定量关系. 中国科学D辑: 地球科学, 2007, 37: 192–205]
- 39 Dong G H. Neolithic cultural evolution and its environmental driving force in the Gansu-Qinghai region: Problems and perspectives (in Chinese). *Mar Geol Quat Geol*, 2013, 33: 67–75 [董广辉. 甘青地区新石器文化演化及其环境动力研究进展与展望. 海洋地质与第四纪地质, 2013, 33: 67–75]
- 40 Li G R, Chen Y Y, Maria V, et al. Quantitative relationship between several major pollen types and vegetation in northern China (in Chinese). *J Glaciol Geocryol*, 2014, 36: 599–607 [李国荣, 陈英玉, Maria V, 等. 青海共和盆地达连海湖泊流域的表土孢粉研究. 冰川冻土, 2014, 36: 599–607]
- 41 Li Y C, Xu Q H, Xiao J L, et al. Indicative study of pollen on vegetation in the eastern desert region of China (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2005, 50: 1356–1364 [李月丛, 许清海, 肖举乐, 等. 中国荒漠区东部花粉对植被的指示性研究. 科学通报, 2005, 50: 1356–1364]
- 42 Cao Y F, Huang C C, Han J Q et al. Changes of fire environment recorded by charcoal hided in Holocene profiles in the eastern and western Loess Plateau. *Geogr Geo-Inform Sci (in Chinese)*. 2007, 23: 92–96 [曹艳峰, 黄春长, 韩军青, 等. 黄土高原东西部全新世剖面炭屑记录的火环境变化. 地理与地理信息科学, 2007, 23: 92–96]
- 43 Luo Y L, Sun X J, Chen H C. Millions of years of natural fire in north South China Sea areas and climate: ODP1144 hole in deep sea sediment charcoal records (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2006, 51: 942–950 [罗运利, 孙湘君, 陈怀成. 南海北部地区百万年以来的天然火与气候:

- ODP1144孔深海沉积中的炭屑记录. 科学通报, 2006, 51: 942–950]
- 44 Miao Y, Zhang D, Cai X, et al. Holocene fire on the northeast Tibetan Plateau in relation to climate change and human activity. *Quat Int*, 2017, 443: 124–131
- 45 Connor S E, Thomas I, Kvavadze E V. A 5600-yr history of changing vegetation, sea levels and human impacts from the Black Sea coast of Georgia. *Holocene*, 2007, 17: 25–36
- 46 Jiang Y Y, E C Y, Hou G L, et al. Charcoal concentration reflect of environment change and human activities in Qinghai-Lake JXG2 relic (in Chinese). *J Environ*, 2015, 6: 98–105 [姜莹莹, 鄂崇毅, 侯光良, 等. 青海湖江西沟2号遗址炭屑浓度反映的环境变化与人类活动. 地球环境学报, 2015, 6: 98–105]
- 47 Hou G L, Wei H C, E C Y. 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 (in Chinese). *Acta Geogr Sin*, 2013, 68: 380–388 [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号遗址为例. 地理学报, 2013, 68: 380–388]
- 48 Han F, He Y, Du W, et al. Technological strategy and mobility of Middle Holocene hunter gatherers in the high-altitude Qinghai-Tibetan Plateau: A case study from Tshem gzhung khathog. *Archaeol Anthropol Sci*, 2020, 12: 1–17, 45
- 49 Zhang S J. Temporal-spatial differences and influencing factors of paleo-fire history during middle and late Holocene in northwest China (in Chinese). Doctor Dissertation. Lanzhou: Lanzhou University, 2022 [张山佳. 丝绸之路中-东段中晚全新世古火历史时空差异及影响因素研究. 博士学位论文. 兰州: 兰州大学, 2022]
- 50 Shen X K, Wang J, Yao J T, et al. Study on stone utilization strategies of prehistoric hunter-gatherers in Qinghai-Lake Basin (in Chinese). *Quat Sci*, 2020, 40: 525–537 [申旭科, 王建, 姚娟婷, 等. 青海湖盆地史前狩猎采集人群的石料利用策略研究. 第四纪研究, 2020, 40: 525–537]
- 51 Xie R J. Prehistoric Archaeological Gansu-Qinghai Region (in Chinese). Beijing: Cultural Relics Press, 2022 [谢瑞琚. 甘青地区史前考古, 北京: 文物出版社, 2022]
- 52 Wang J, Xia H, Yao J T, et al. Study on survival strategies of hunter-gatherers during the last glacial retreat in Qinghai-Tibet Plateau (in Chinese). *Sci Sin Terrae*, 2020, 50: 380–390 [王建, 夏欢, 姚娟婷, 等. 青藏高原末次冰消期狩猎采集人群的生存策略研究. 中国科学: 地球科学, 2020, 50: 380–390]
- 53 Ren L, Dong G, Liu F, et al. Foraging and farming: archaeobotanical and zooarchaeological evidence for Neolithic exchange on the Tibetan Plateau. *Antiquity*, 2020, 94: 637–652
- 54 An J Y, Chen H H. Study on animal bones of Zongri cultural sites (in Chinese). In: 2007 International Symposium on Animal Archaeology, Zhengzhou, China, 2012 [安家媛, 陈洪海. 宗日文化遗址动物骨骼的研究. 见: 2007年中国郑州动物考古国际学术研讨会, 2012]
- 55 Zhang D J, Chen F H. Research progress of Paleolithic environmental archaeology in northern China (in Chinese). *Mar Geol Quarter Geol*, 2013, 33: 55–66 [张东菊, 陈发虎. 中国北方地区旧石器时代环境考古学研究进展. 海洋地质与第四纪地质, 2013, 33: 55–66]
- 56 Shi Y F, Zheng B X, Li S J. The last ice Age and the maximum ice age in the Qinghai-Tibet Plateau: A rejection of M. Kohle's hypothesis of large ice sheet (in Chinese). *J Glaciol Geocryol*, 1990, (1): 1–16 [施雅风, 郑本兴, 李世杰. 青藏高原的末次冰期与最大冰期——对M. Kuhle的大冰盖假设的否定. 冰川冻土, 1990, (1): 1–16]
- 57 Shi Y F, Kong Z C, Wang S M, et al. Climatic fluctuations and important events during the Holocene Great Warm Period in China (in Chinese). *Sci Sin B*, 1992, 22: 1300–1308 [施雅风, 孔昭宸, 王苏民, 等. 中国全新世大暖期的气候波动与重要事件. 中国科学B辑, 1992, 22: 1300–1308]
- 58 Hou G L, Lai Z P, Sun Y J, et al. The influence of Holocene Great Warm Period on human activities in the northeast margin of Qinghai-Tibet Plateau (in Chinese). *Arid Land Geography*, 2013, 36: 971–978 [侯光良, 赖忠平, 孙永娟, 等. 全新世大暖期对青藏高原东北缘人类活动的影响. 干旱区地理, 2013, 36: 971–978]
- 59 Hou G L, Xu C J, Cao G C, et al. The spatial-temporal simulation of mankind's expansion on the Tibetan Plateau during last deglaciation-middle Holocene (in Chinese). *Quart Sci*, 2017, 37: 709–720 [侯光良, 许长军, 曹广超, 等. 青藏高原末次冰消期—全新世中期人类扩张的时空模拟. 第四纪研究, 2017, 37: 709–720]
- 60 Hou G L, Cao G C, E C Y, et al. New evidence of human activities at an altitude of 4000 meters area of Qinghai-Tibet Plateau (in Chinese). *Acta Geogr Sin*, 2016, 71: 1231–1240 [侯光良, 曹广超, 鄂崇毅, 等. 青藏高原海拔4000 m区域人类活动的新证据. 地理学报, 2016, 71: 1231–1240]
- 61 Cheng B, Chen F H, Zhang J W. Palaeovegetational and palaeoenvironmental changes in Gonghe basin since last deglaciation (in Chinese). *Acta Geogr Sin*, 2010, 65: 1336–1344 [程波, 陈发虎, 张家武. 共和盆地末次冰消期以来的植被和环境演变. 地理学报, 2010, 65: 1336–1344]
- 62 Tang H S. On the Broad Spectrum revolution in the prehistory of the Qing-Zang Plateau (in Chinese). *J Qinghai Minzu Univ (Soc Sci)*, 2011, 37: 91–96 [汤惠生. 青藏高原史前的“广谱革命”. 青海民族大学学报(社会科学版), 2011, 37: 91–96]
- 63 Brantingham P J, Gao X, Olsen J W, et al. A short chronology for the peopling of the Tibetan Plateau. *Dev Quatern Sci*, 2007, 9: 129–150
- 64 Qiao H, Ma Q. The 2020 excavation of the burial area of Zongri site in Tongde County, Qinghai Province (in Chinese). *Sichuan Cultur Relics*, 2022, (5): 4–18 [乔虹, 马骞. 青海同德县宗日遗址墓葬区2020年发掘简报. 四川文物, 2022, (5): 4–18]
- 65 Li S M, Hou G L, Xu C J, et al. Human activities in Gonghe Basin since the Middle Holocene based on palynology (in Chinese). *J Salt Lake Res*,

- 2020, 28: 56–63 [李生梅, 侯光良, 许长军, 等. 基于孢粉的中全新世以来共和盆地人类活动探讨. 盐湖研究, 2020, 28: 56–63]
- 66 Hou X Q. Environmental evolution and human activities in Gonghe and Gaomiao basins in the middle Holocene (in Chinese). Master Dissertation. Xining: Qinghai Normal University, 2018 [侯小青. 全新世中期共和盆地、高庙盆地环境演变与人类活动研究. 硕士学位论文. 西宁: 青海师范大学, 2018]
-

补充材料

表S1 NKY剖面光释光年代数据

表S2 南坎沿遗址陶片类型及数量

图S1 羊曲遗址陶片

本文以上补充材料见网络版csb.scichina.com. 补充材料为作者提供的原始数据, 作者对其学术质量和内容负责.

Summary for “青海南坎沿遗址揭示的全新世中晚期共和盆地环境演变与人类活动”

Mid to Late Holocene environmental evolution and human activities in the Gonghe Basin revealed by the Nankanyan (NKY) Site in Qinghai Province

Zhirui Hou¹, Baozheng Qi¹, Hong Qiao², Yongjuan Sun¹, Yiru Wang³ & Guangliang Hou^{4,5*}

¹ College of Geographical Science, Qinghai Normal University, Xining 810008, China

² Qinghai Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Xining 810008, China

³ College of History, Nanjing University, Nanjing 210023, China

⁴ Key Laboratory of Tibetan Plateau Land Surface Processes and Ecological Conservation (Ministry of Education), Qinghai Normal University, Xining 810008, China

⁵ Academy of Plateau Science and Sustainability, People's Government of Qinghai Province and Beijing Normal University, Xining 810008, China

* Corresponding author, E-mail: hgl20@163.com

The northeastern Qinghai-Xizang Plateau is a crucial corridor for prehistoric humans to expand into the hinterland of the Qinghai-Tibetan Plateau. It is also a collision zone between herders from the higher altitude areas and farmers from lower altitude areas. While previous studies have mainly focused on areas such as the Hehuang Valley and the Qinghai Lake basin, research in the Gonghe Basin remains scarce. Therefore, there is an urgent need to empirically study the prehistoric human activities and environmental evolution in this area. This study focused on the Nan Kan Yan Site (NKY), located in the Gonghe Basin, analyzed 126 environmental samples, seven optically stimulated luminescence (OSL) samples, and various remains from human activity, including 215 stone crafts, 393 pieces of potsherds, and 525 pieces of animal bones. Various analytical methods were employed, specifically, the OSL dating method, magnetic susceptibility, chromaticity, pollen and other environmental proxies analysis. Additionally, analysis of human activity involved typological studies of lithics and pottery, as well as identification of different animal bones. The research findings show that: (1) There were three apparent environmental successions in the NKY area: From 13.7 to 10.5 ka BP, the forest expanded in the area, though there were some fluctuations; during 10.5–4.7 ka BP, the forest gradually retreated while the grassland began to expand in the area, and wetlands developed in some parts of the area; and from 4.7 to 0.8 ka BP, the high alpine meadow, mainly dominated by sedge, rapidly expanded in the NKY site. (2) Human activity in the NKY site was active during three different periods: Hunter-gatherers were active from 8.0 to 6.0 ka BP, Neolithic people were active from 5.2 to 4.0 ka BP, and Bronze Age people were active from 4.0 to 2.6 ka BP. (3) The primary food source for the NKY people mostly consisted of wild animals such as Antilopinae, Cervidae, and Rodentia. Additionally, the discovery of a small proportion of skeletal remains from sheep and goats suggests that the NKY people may have already initiated in primitive animal domestication or engaged in low-intensity animal husbandry.

(4) Prehistoric humans employed different subsistence modes during the different periods: During the period of 8–6 ka BP, the NKY people mainly relied on hunting and gathering; around 5.5 ka BP, the NKY people predominantly adopted a multi-subsistence pattern with hunting and gathering as the main source of livelihood and farming as an alternative source; during the period of 4.0–2.6 ka BP, the NKY people may have started to engage in primitive animal husbandry. (5) The NKY region serves as a transitional zone and also as a vital corridor through which prehistoric humans migrated from lowaltitude regions like the Hehuang Valley to higher-altitude areas such as the Qingnan Plateau. Moreover, with the exchange and integration of Neolithic and Paleolithic cultures, a distinctive plateau culture, the Zongri culture, emerged in the Gonghe Basin around 5.2 ka BP. This study provides a more comprehensive reconstruction of the regional environmental background in the NKY area since 13.7 ka BP, and systematically organizes the the chronology of human activity in this area. It investigates the utilization of animal resources in this region and the different stages of subsistence strategies. Therefore, the results of this article shed light on the evolutionary process of human activities and the prehistoric environmental background of the Qinghai-Xizang Plateau. This study also provides referential significance for understanding the choices of adaptation strategies to the plateau environment by prehistoric humans in different periods.

Nankanyan site, fine stone tools, Holocene, environmental evolution, Zongri culture

doi: [10.1360/TB-2023-1148](https://doi.org/10.1360/TB-2023-1148)