

青藏高原海拔4000 m区域人类活动的新证据

侯光良¹, 曹广超¹, 鄂崇毅¹, 任晓燕², Wuennemann B³, 李 凡¹

(1. 青海师范大学 青藏高原环境与资源教育部重点实验室, 西宁 810008;

2. 青海省文物考古研究所, 西宁 810001; 3. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

摘要: 青藏高原早期人类活动对于研究人类对极端环境响应与适应至关重要, 4000 m海拔区域是人类向高原腹地迁移与扩散的关键。下大武1号遗址(XDW1)发现了11290±69 cal. a BP人类活动遗留的灰烬层, 及其年代主要集中在11.2 cal. ka BP的细石叶、石片等石制品, 是目前青藏高原4000 m海拔区域发现的最早的人类活动证据之一, 说明在全新世伊始, 人类就已经登上了海拔4000 m的青藏高原主体。据此推测人类在高原东北部扩张的时空演变过程, 末次冰消期人类在海拔3000~4000 m高原东北缘青海湖盆地、共和盆地等区域活动, 全新世初期扩张至4000 m海拔高原主体, 全新世大暖期向高原腹地深入; 上述3个人类活动阶段与末次冰消期环境的改善、全新世伊始的气候迅速转暖和全新世暖期盛期的到来等重大气候变化阶段密切相关。

关键词: 全新世早期; 青藏高原; 人类活动

DOI: 10.11821/dlxb201607011

青藏高原低温干燥、缺氧、紫外线强等极端环境, 导致人类对其的适应有其特殊性。最近研究表明人类早在晚更新世末期的12.8-11.5 cal. ka BP已经在海拔4400 m的南美洲Peruvian Andes活动^[1], 人类向青藏高原的扩张也引起广泛注意^[2]。从20世纪50年代起, 在青海可可西里、昆仑山北麓三叉口、乌拉湖和柴达木盆地的冷湖、小柴旦湖畔, 西藏的定日县的苏热、吉隆县仲嘎乡的哈东淌和却得淌、藏北申扎县的珠洛勒、班戈县的各听、阿里地区日土县的扎布、多格则等地点发现有旧石器晚期特征的石器^[3-4], 据此推测旧石器时代晚期人类已经在高原活动; 但是由于这些石器多采自地表, 缺乏地层堆积, 难以对其科学定年; 另外打制石器使用的年代非常宽泛, 再加之高原考古文化石器表现出与内地相近特征, 但时代普遍较晚^[5]; 仅根据石器类型学和地质地貌进行断代或者推测年代, 存在较大不确定性。例如小柴旦湖地点石器与华北晚更新世晚期旧石器特征较为一致, 结合湖泊演化、地貌证据, 推测该石器地点年代约为30 ka BP^[5], 但利用光释光法对其测年, 年代在9.2 ka^[6]。因此, 目前虽然在青藏高原发现的旧石器及细石器地点已达100多处, 但绝大部分石器地点年代仍难以确定, 海拔4000 m以上少数进行科学定年的遗存, 包括野牛沟^[7]、西大滩^[8]、参雄杂塑^[9], 其年代均落在8-6 cal. ka BP, 据此推测4000 m高原上细石器遗存在全新世早中期^[8]。

近些年在高原东北缘3000 m海拔地区发现了一些属于晚更新世末期, 具有临时性或

收稿日期: 2015-08-03; 修订日期: 2015-12-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(41550001); 青海省重点实验室发展专项—青海省自然地理与环境过程重点实验室(2014-Z-Y24, 2015-Z-Y01) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.441550001; Special Project of Key Laboratory of Qinghai Province-Key Laboratory of Physical Geography and Environmental Processes of Qinghai Province, No.2014-Z-Y24, No.2015-Z-Y01]

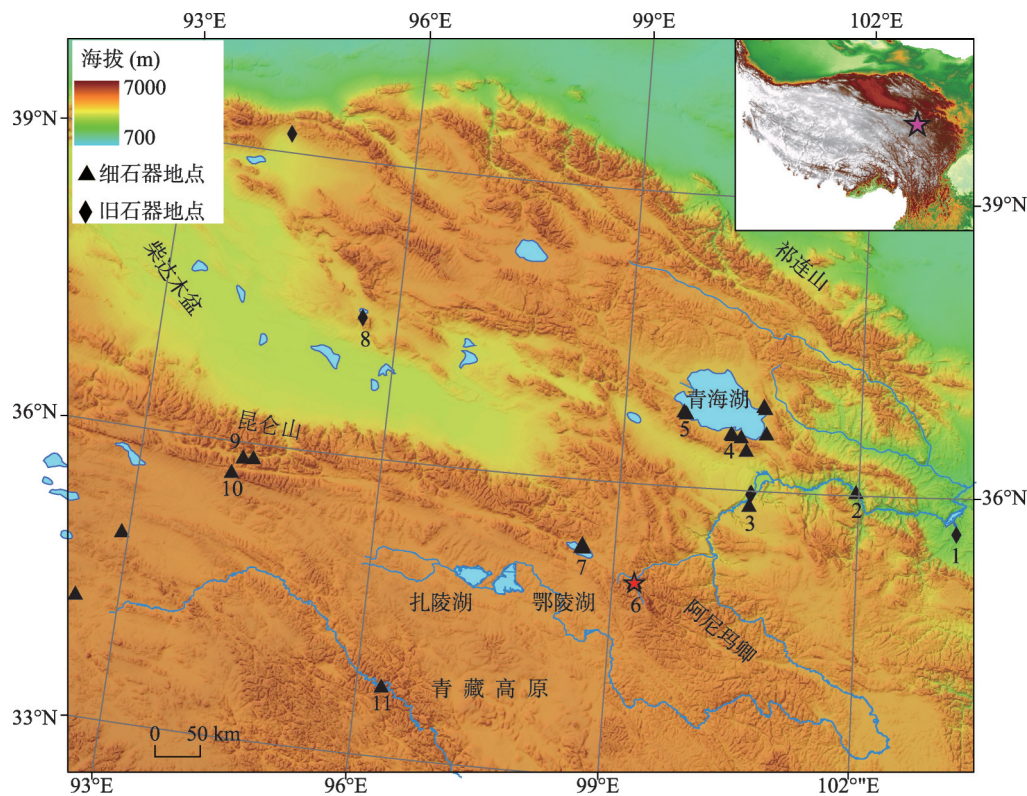
作者简介: 侯光良(1972-), 男, 教授, 中国地理学会会员(S110007894M), 主要从事环境演变与人类活动研究。

E-mail: hgl20@163.com

季节性狩猎活动的人类活动遗存,包括江西沟、黑马河、姜拉水库、晏台东等^[10-14],这些遗存年代大都在晚更新世的 15-11.5 cal. ka BP,是目前可以确定的高原较早的人类活动,另外高原东北缘目前发现的材料相对较多,故本文选取高原东北缘揭示人类活动在此向高海拔扩张的历程,当然不排除高原西部存在较早人类活动^[15]。青藏高原平均海拔 4000 m,人类向高原扩张中,如果适应了海拔 4000 m 区域,意味着人类可以适应青藏高原的主体,因此,4000 m 海拔是人类扩张高原的关键一环,尤其是高原东北缘,而本文所述的下大武遗存正是在这重要区域^[12, 16],故通过该遗存的发现来探讨人类征服青藏高原的历程。

1 研究区简介

青海省东南部的果洛州平均海拔 4200 m (图 1),高寒缺氧,年均气温-4℃,年均降水量 400~700 mm,全年无绝对无霜期。地形西北高,为较平缓的高原面;东南低,多高山与沟谷;巴颜喀拉山绵亘南部,阿尼玛卿山逶迤境北。境内河流较多,黄河几乎贯穿全境,有鄂陵湖、扎陵湖和冬给措纳等众多湖泊,植被类型以高山草甸为主,有少量的天然林地和耕地;全州主要居民为藏族,以畜牧业为主。玛沁县下大武乡,地处发育有现代冰川的阿尼玛卿主峰(6282 m)西麓,这里年均气温在-4℃以下,年均降水量



1. 下王家(17417±574 cal. a BP)^[17]; 2. 沙隆卡(8320±73 cal. a BP)^[18]; 3. 拉乙亥(7600±143 cal. a BP)^[19];
4. 江西沟1号(14560±346 cal. a BP)^[20]; 5. 黑马河(13020±80 cal. a BP)^[21]; 6. 下大武(11289±69 cal. a BP, 本文);
7. 冬给措纳湖诸遗址^[13]; 8. 小柴达旦湖(9.2±0.9 ka)^[6]; 9. 野牛沟(7675±40 cal. a BP)^[7];
10. 西大滩(8.2-6.4 ka)^[8]; 11. 参雄杂塑(8091±77 cal. a BP)^[9]。

图 1 青藏高原东北缘旧石器—细石器遗址

Fig. 1 Overview map of paleolithic-microlithic relics in the marginal regions in northeastern Tibetan Plateau

462.9 mm，多集中在5-9月份，属于高原亚寒带半湿润气候，全年盛行西北风和东北风，春季风最大；高山草甸植被，野生动物资源丰富，栖息有原羚、马鹿、麝、岩羊、棕熊、野驴、猓狍、盘羊、雪豹、蓝马鸡和藏雪鸡等。

下大武遗存（简称XDW1）位于阿尼玛卿雪山西南麓，地理位置35°0′7″N，99°15′38″E，海拔3988 m；XDW1处在黄河二级支流清水河西岸的阶地上（图2），阶地高出河床约15 m，阶地面宽30~150 m，阶地中部为下大武乡，遗迹在阶地南部。阶地堆积物具有明显的二元结构，上部约3 m为风成黄土状堆积物，3 m以下为砾石层。

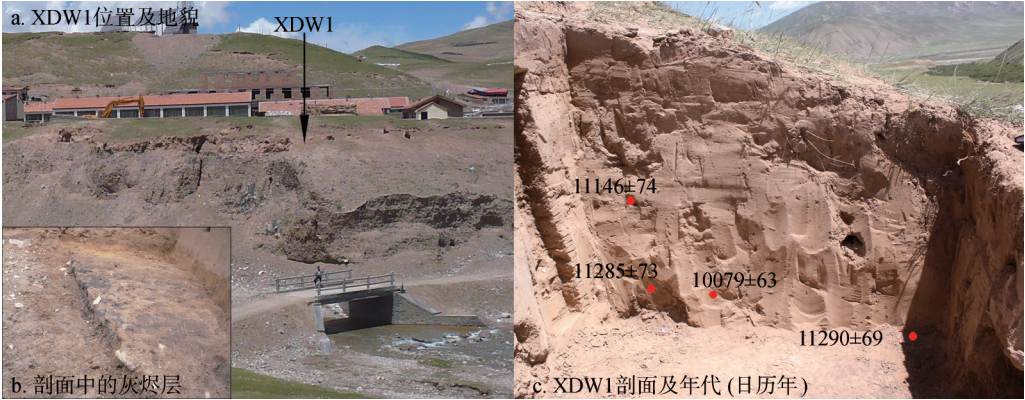


图2 下大武1号位置及剖面

Fig. 2 The location of section XDW1 and its lithology

2 剖面与研究方法

XDW1剖面呈东西向，深度约104 cm，分为三层：0~20 cm为表土层，受现代人类活动和地表植被影响较大，棕灰色，质地较为疏松，呈团粒状，含有较多的植物根茎；20~103 cm为粉砂状黄土层，浅黄色，质地较为紧密，上下均一，无水平层理，该层出土有细石叶、石片、刮削器、动物碎骨等人类活动遗存；103 cm为黑色灰烬层，该层有明显的火烧痕迹，伴有一些经过火烧的6~10 cm大小不等的石块、火烧土及炭屑，其下有不到1 cm厚的黄土层，黄土层下为河流阶地砾石层。

在XDW1选取1.0 m×0.5 m的样方，去除地表以下20 cm的表土层，以10 cm为间隔，获取20~104 cm深的各层土样进行湿法筛选，并从上述8层中搜集筛选出的细石器、动物碎骨和炭屑（表1）。在剖面西端地层以2 cm为间隔采集粒度分析土样。将从地层50~60 cm、60~70 cm、80~90 cm、88 cm和103 cm处获取的炭屑，送至北京大学第四纪年代测定实验室进行AMS¹⁴C年代测定，用TM 3000台式显微镜分析灰烬层残留物影像。

3 结果

3.1 年代

AMS¹⁴C年代采用Calib 6.1.0程序^[20]校正为日历年（2 sigma权重平均日历年）。结果表明（表1）：4个炭屑中一个样品年代（XDW1-5）可能受到后期污染，或者炭屑随沉积

表1 XDW1剖面的年代					
Tab. 1 List of AMS radiocarbon ages from section XDW1					
样品号	测年 编号	深度 (cm)	测试 物质	AMS ¹⁴ C年 代(a BP)	校正年代 (cal. a BP)2 Sigma
XDW1-2	BA131369	50~60	炭屑	9695±40	11146±74
XDW1-5	BA131371	88	炭屑	8950±35	10079±63
XDW1-7	BA131373	80~90	炭屑	9885±35	11285±73
XDW1-6	BA131372	103	炭屑	9875±40	11290±69

层空隙下移,有所偏离之外,其他3个年代较为一致,均集中在11.2 cal. ka BP前后,也就是说该黄土地层为全新世早期沉积物。

3.2 沉积物性质

XDW1剖面沉积物在地表深度20~104 cm的粒度较为一致,平均粒径在5.302~5.734Φ,分选较好,分选系数1.716~1.988,偏度0.289~0.445,峰度0.837~0.968,沉积物中颗粒主要集中在粉砂粒级,4.00~63.00 μm粒径占60.64%~71.74%。从地层深度20 cm、40 cm、70 cm和100 cm的沉积物粒度频率曲线看(图3),四条沉积物频率曲线最高峰均出现在粒径50~60 μm,分布较为集中,因此,XDW1剖面沉积物总体表现出粒度较细,分选好的风成沉积特征,鉴于其粒径组分中粗粉砂含量最高、极细砂次之,符合风成沉积物特征,故将其归为风成砂质黄土。另外,从XDW1剖面沉积的地貌部位来看,沉积在清水河阶地上,阶地高出河床十多米,且在整个黄土剖面中未夹杂砾石等其他侵入体,剖面自上而下颜色、质地等特征表现极为均一,表明该剖面受地表片流影响相对较弱,因此,XDW1剖面属于典型的原生的、未经二次搬运或改造的风成沉积物。

3.3 人类遗存—细石器与灰烬层

在XDW1剖面中出土有一定数量的细石器(表2,图4),在距地表20~80 cm地层中发现有3件细石叶、42件石片,51件打制石器中剥离的碎石块;这些石制品主要以黑色燧石、黑色石英砂岩为原料;这些细石器以小石片为主,多采用锤击法打片;第二次修理不普遍,多由劈裂面向背面加工,石叶制作为间接压剥法,XDW1细石器与青海其他地区和藏北地区细石器技术基本一致^[3, 13]。由于XDW1剖面属于典型的原生风成沉积物,沉积物中的石制品属于史前人类活动遗留的原生堆积,未经二次搬运或改造,因此地层炭屑年代即为当时人类活动年代。

在剖面103 cm深度发现有呈水平分布的灰烬层,从揭露面积看为半径约1 m的不规则圆状,灰烬层含有较多的炭屑,大者直径1 cm多,而剖面中其他层位炭屑颗粒少而小(直径多在5 mm以下)。地层中仅在该处发现灰烬层,周围其他地点暴露的同层位未见。通过对灰烬层样品扫描电镜影像分析(图5),发现该层残留物有明显火焰焚烧痕迹,残留物图像显示有火烧后木材的纹理,并发现有火烧后灰烬的集结和结块,证明该

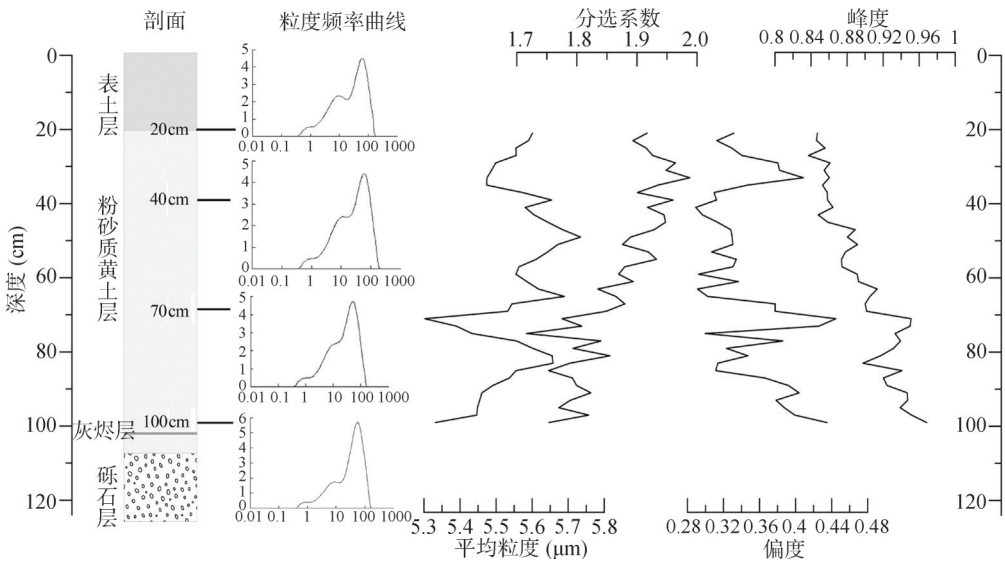


图3 XDW1剖面沉积物粒度参数变化曲线
Fig. 3 Grain size parameters of sediments in section XDW1

表2 XDW1剖面的石制品
Tab. 2 List of stoneworks in section XDW1

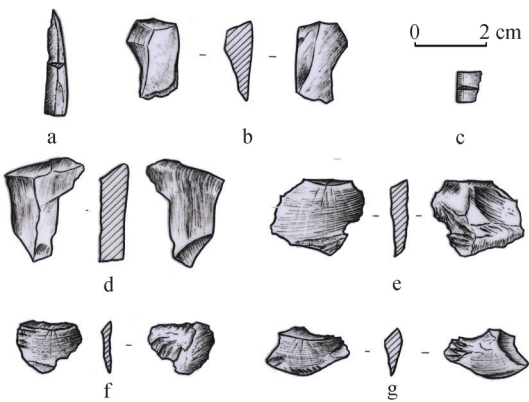
层位(cm)	石器数量(件)				总计	编号	典型石器	
	细石叶	石片	刮削器	其他			描述	描述
20~30	1	6			7	XDW1-a	细石叶，长29 mm，宽6 mm，硅质灰岩，横断面为等腰三角形，一面为劈裂面，另一面中部有凸脊，刃部有使用痕迹，尖尾端内卷	
						XDW1-b	石片，长30 mm，宽15 mm，硅质灰岩	
30~40		7	1		8	XDW1-d	石片，长20 mm，宽9 mm，最厚处6 mm，燧石，一侧双面加工，形成多个锋利的刃脊，顶部刃有使用疤痕，底部横截面为三角形断面	
40~50		7			7			
50~60	2	7		25	34	XDW1-c	细石叶断片，长8 mm，宽6 mm，硅质灰岩，横断面呈三角形，刃部有使用痕迹	
60~70		7	1	21	29	XW1-e	石片，呈薄片状，长23 mm，宽20 mm，最厚处4 mm，硅质灰岩	
70~80		5	2		7	XW1-f	刮削器，薄片状，长17 mm，宽13 mm，厚2 mm，燧石，两刃部锋利	
						XW1-g	石片，长23 mm，宽12 mm，燧石	
80~90				3	3			
90~100				1	1			

层为利用木材燃烧后留下的灰烬层。由于灰烬层分布面积集中（如果是自然野火事件，则表现为区域性的，分布面积较广），并伴有颗粒较大的炭屑及火烧石，再加之剖面中出土细石器，推测该灰烬层与人类用火有关。对灰烬层中采集的较大炭屑（BA 131372）测年，其结果为11290±69 cal. a BP，因此，这应该是XDW1最早人类活动的年代。

4 讨论

目前公开发表有测年的青藏高原旧石器—细石器遗址56个14 C年代（包括青海湖畔的江西沟^[10]、黑马河^[10]、晏台东^[14]、铜线^[14]，黄河流域的下王家^[17]、沙隆卡^[18]、拉乙亥^[19]、Yangquxi^[2]、昆仑山的野牛沟^[7]、通天河河畔的参雄杂塑^[9]，青藏高原—塔里木盆地交接带的Yangchang site^[21]）和8个光释光年代（包括拉萨河谷的Quesang^[22]、昆仑山的西大滩^[8]、青海湖畔的江西沟^[2]、柴达木盆地的小柴旦湖^[6]）（图6）。其中Quesang的年代存在争议，本文不予讨论，从其他10余处地点的63个年代来看，本文的下大武地点是迄今青藏高原海拔4000 m左右最早的人类活动遗存，它表明早在全新世伊始的11.2 cal. ka BP人类已经在海拔4000 m的青藏高原主体与腹地活动。

青藏高原东北缘及其毗邻地区石器遗址中年代较老的当属甘肃东乡下王家遗址（海拔1825 m）（图1），年代为17 cal. ka BP^[17]，属于末次冰盛期（Last Glacial Maximum, LGM），与冰期严酷的气候相适应，黄土高原黄土堆积，属于温带草原景观^[23]。温带草原



注：a、c：细石叶断片；b、d、e：石片；f、g：刮削器。

图4 XDW1剖面中发现的石制品
Fig. 4 The photos of stoneworks in section XDW1

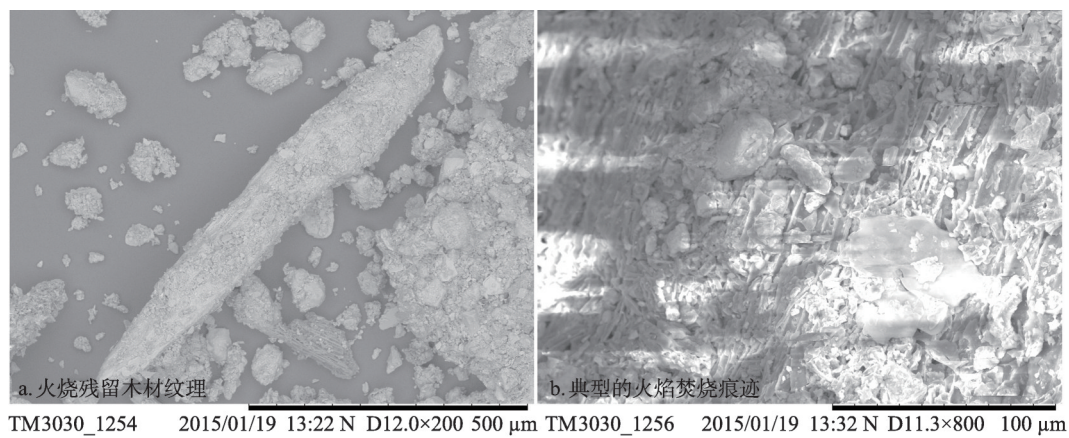


图5 灰烬层扫描电镜影像

Fig.5 The photos of ash layer in section XDW1 by scanning electron microscope (SEM)

可以支撑狩猎采集经济，在甘肃庄浪县苏苗塬头也发现了LGM（24-18 cal. ka BP）的人类遗存^[24]，说明LGM虽然气候寒冷，但在黄土高原仍有人类活动。其时青藏高原气温较今低6~9℃，年均降水50~200 mm，高原西部降水低于50 mm；高原东北缘多年冻土下限较现代低1200~1400 m，高原多年冻土分布范围比现在大40%左右，高原上大部分湖泊萎缩，甚至出现原生石盐沉积，柴达木与共和盆地沙丘广布，植被以荒漠草原为主^[25]，严酷的自然环境应极大的限制了人类在高原的活动。

进入末次冰消期（16-11.5 cal. ka BP）青藏高原自然环境有较大改善，古里雅冰芯记录显示（图7）：16 cal. ka BP青藏高原开始升温，在13.97 cal. ka BP达到极值，大致与欧洲的Bolling/Allerod暖事件（B/A事件）相当^[26]。青海湖区在14.1 cal. ka BP孢粉总浓度提高，植被由LGM时期的荒漠草原演变为疏林草原，麻黄含量下降，乔木植被主要有冷杉、云杉，零星出现桦，反映出该时段湖区植被状况较好^[27]。整个高原以高寒草原—高寒草甸为主取代了LGM荒漠草原的植被面貌。地表因草原覆被使得黄土沉积变得可能，在青海湖盆地、柴达木盆地东缘均发现了此时期的风成黄土沉积^[28]。另外，高原东北缘古土壤发育期主要集中在末次冰消期和全新世大暖期^[29]，冰消期古土壤主要发育在青

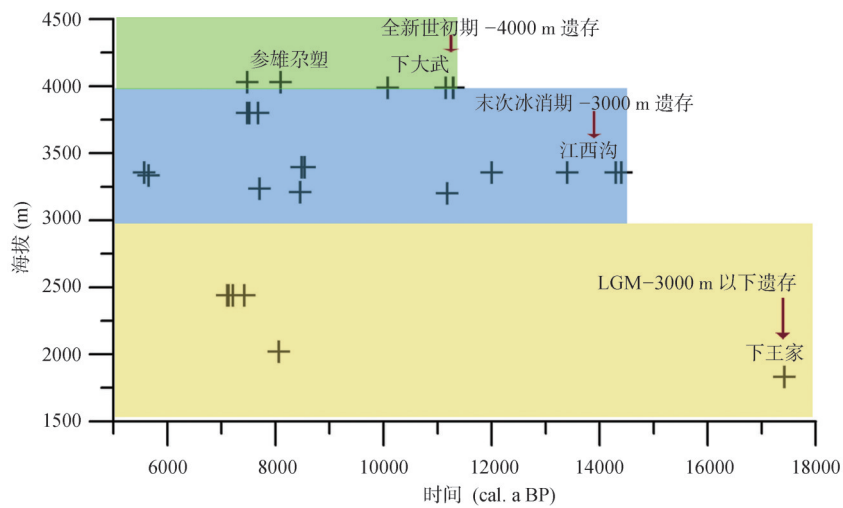


图6 青藏高原及毗邻地区旧石器—细石器遗存年代与海拔

Fig. 6 The ages and altitudes of paleolithic-microlithic relics in Tibetan Plateau and its adjacent areas

海湖、共和盆地和祁连山东段; 土壤类型为栗钙土, 古土壤的出现指示了较温暖湿润的气候环境。在相对温暖湿润的环境条件下, 人类活动出现在海拔3200 m的青海湖盆地, 江西沟、黑马河和姜拉水库等为该时期的人类活动遗存, 说明末次冰消期气候改善, 植被恢复, 已可满足人类在3000 m左右的高原东北缘狩猎活动。

11.5 cal. ka BP进入全新世, 初期高原的气温与降水已经升至与现今相当^[30]。董歌洞石笋记录显示, 全新世之初, 亚洲季风就迅速增强^[31], 冬给措纳湖TOC含量在全新世早期达到较大值, 反映湖区生产力大大提高, 古里雅冰芯氧同位素值也达到全新世的极大值; 森林上限不断向高原腹地及高海拔地区延伸, 以距下大武东南250 km的年宝玉则山(3300~4500 m)为例, 全新世伊始, 先锋灌木沿河谷发育, 10.6-9.8 cal. ka BP针叶树(云杉、冷杉等)和阔叶(桦)开始扩张^[32]。气温是青藏高原冰川活动的重要因素^[33], 位于青藏高原东南部的Queer shan的冰川活动主要集中在LGM、晚全新世和小冰期, 不见全新世早期冰川活动, 可以推测全新世早期, 随着气温迅速升高, 阿尼玛卿山区冰川迅速退缩, 冰川融水的径流急剧增加, 河流可能迅速下切, 形成清水河河流阶地, 砾石层之上堆积了全新世以来的黄土沉积。而人类就是在气温迅速升高、降水急剧增加, 灌木开始蔓延, 冰川退缩, 径流增加的全新世伊始登上海拔4000 m的高原。很显然XDW1全新世伊始的人类活动应与环境事件紧密相关, 全新世早期迅速改善的环境可能的驱动了人类向4000 m高原扩张。

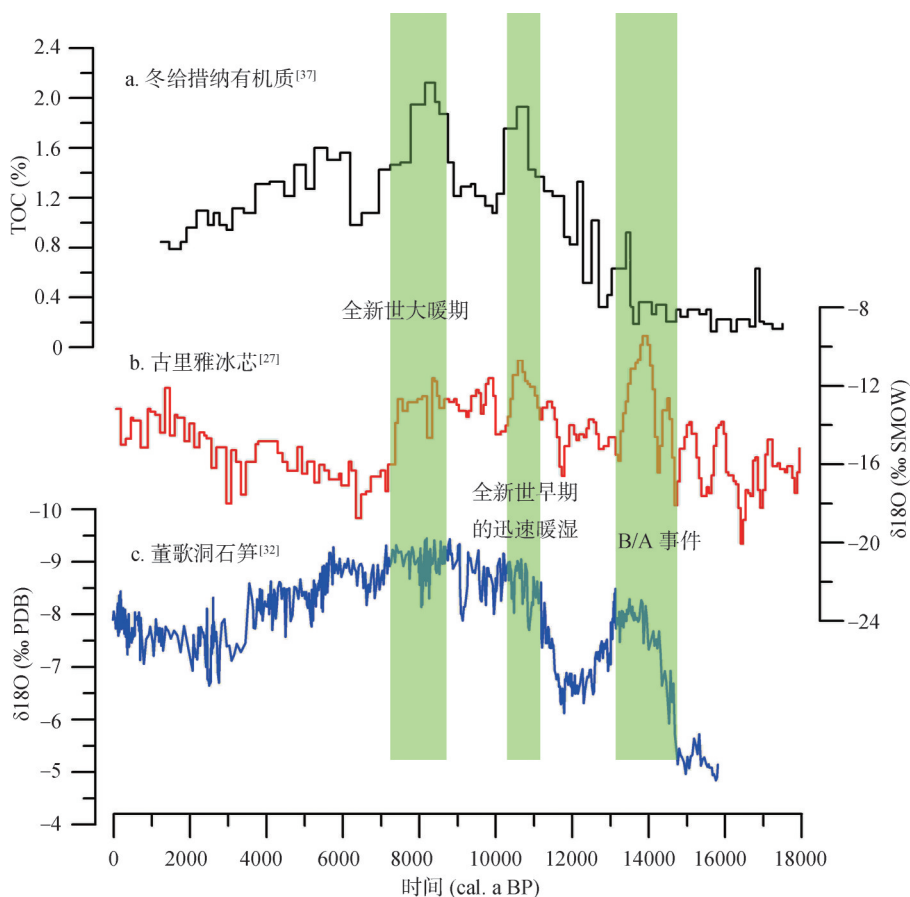


图7 末次冰消期—全新世环境演变记录

Fig. 7 The environmental evolution records from the Last Deglaciation to Holocene

8.3 cal. ka BP, 年宝玉则森林植被进一步增长, 标志高原进入全新世大暖期 (8.3-5.9 cal. ka BP), 暖期盛期出现在 7.6-7.0 cal. ka BP^[32], 当时青藏高原气温高出 2~3 °C^[34]; 降水量也较现代高, 沉错湖区降水较现代高 100 mm^[35], Yidun 湖高出现代 100~120 mm^[30], 现今为高寒荒漠的羌塘高原及可可西里地区, 在暖期盛期也发育了高山草甸^[36]。全新世大暖期优越的自然条件, 使得高原腹地也适宜细石器狩猎者的生存, 因此在高原腹地通天河发现了 8.1 cal. a BP (参雄孕塑)、昆仑山口发现了 7.6 cal. a BP (野牛沟) 等人类遗存, 甚至在现今无人区的可可西里也有不少细石器的遗存, 推测应该是全新世大暖期盛期时的产物。在青藏高原与塔里木盆地交接地带的昆仑山北麓克里雅河出山口, 也发现 7.6-7.0 cal. ka BP 细石器遗存^[21]。

因此, 人类向青藏高原扩张历程大致明了: LGM 已有人类在海拔 3000 m 以下的黄土高原活动, 末次冰消期的 15-13 cal. ka BP 人类在海拔 3000 m 的高原东北缘青海湖、共和盆地等活动, 全新世早期人类便扩张至海拔 4000 m 的青藏高原主体, 全新世大暖期盛期人类活动进一步向高原腹地深入。不难发现, 从末次冰消期开始, 人类活动逐渐从低海拔向高海拔, 从东向西, 从高原边缘向腹地不断扩张, 在全新世暖期盛期人类活动的足迹已深入高原腹地。XDW1 是目前青藏高原海拔 4000 m 区域发现最早的人类活动遗存之一, 其恰好处在青藏高原海拔 4000 m 主体的边缘, 是 3000 m 向 4000 m 区域过渡及深入高原腹地的重要地带, 也是人类向高原内部扩张的关键一环。

5 结论

XDW1 号剖面属于典型的风成黄土沉积, 时间为全新世早期, 年代主要集中在 11.2 cal. ka BP。在地层 103 cm 处发现有人类活动遗留的灰烬层, 并伴有细石叶、石片等石制品, 灰烬层年代为 11290±69 cal. a BP, 这是目前青藏高原海拔 4000 m 区域发现的最早的人类活动证据之一, 同时探讨了人类在青藏高原东北缘扩张的扩张历程, 即末次冰消期人类开始在高原东北缘海拔 3000 m 左右的区域活动, 全新世初期即已登上 4000 m 主体, 全新世大暖期向高原腹地进一步扩张。

致谢: 兰州大学董广辉、张东菊博士, 德国柏林自由大学晏达达博士, 南京师范大学汤惠生教授, 青海省考古所王倩倩副研究员提供帮助, 青海师范大学常华进博士鉴定了石器岩性, 袁杰、王建同学参加野外采样。

参考文献(References)

- [1] Rademaker K, Hodgins G. Paleoindian settlement of the high-altitude Peruvian Andes. *Science*, 2014, 346: 466-469.
- [2] Chen F H, Dong G H, Zhang D J, et al. Agriculture facilitated permanent human occupation of the Tibetan Plateau after 3600 BP. *Science*, 2014, 20. doi: 10.1126/science.1259172.
- [3] Tang Huisheng. Discussing the paleolithic and microlith on the Tibet Plateau. *Archaeology*, 1999(5): 44-54. [汤惠生. 略论青藏高原的旧石器与细石器. *考古*, 1999(5): 44-54.]
- [4] Huo Wei. Archaeological discoveries and research in Tibet in the last decade. *Cultural Relics*, 2000(3): 85-95. [霍巍. 近十年西藏考古发现与研究. *文物*, 2000(3): 85-95.]
- [5] Huang Weiwen, Chen Kezao, Yuan Baoyin. Paleolithics of Xiao Qaidam Lake in Qinghai Province in China// *Proceedings of the Sino-Australian Quaternary Meeting*. Beijing: Science Press, 1987: 168-175. [黄慰文, 陈克造, 袁宝印. 青海小柴达木湖的旧石器//中国科学院中澳第四纪合作研究组. 中国—澳大利亚第四纪学术讨论会论文集. 北京: 科学出版社, 1987: 168-175.]
- [6] Sun Y J, Lai Z P, Long H. Quartz OSL dating of archaeological sites in Xiao Qaidam Lake of the NE Qinghai-Tibetan Plateau and its implications for palaeoenvironmental changes. *Quaternary Geochronology*, 2010, 5: 360-364.
- [7] Tang H S, Zhou C L, Li Y Q, et al. A new discovery of microlithic information at the entrance to the northern Qingzang

- Plateau of the Kunlun Mountains of Qinghai Province. *Chin. Sci. Bull.*, 2013, 58: 247-253.
- [8] Brantingham P J, Madsen D B, Gao X, et al. Late occupation of the high-elevation northern Tibetan Plateau based on cosmogenic, luminescence, and radiocarbon ages. *Geoarchaeology*, 2014, 28: 413-431.
- [9] He Yuanhong, Cai Linhai, Li Pei, et al. The footprint of the early pioneers of the southern plateau. *China Cultural Relics News*, 2014-04-04. [何元洪, 蔡林海, 李佩, 等. 青南高原早期先民的足迹. *中国文物报*, 2014-04-04.]
- [10] Madsen D B, Ma H Z, Brantingham P J, et al. The late Upper Paleolithic occupation of the northern Tibetan Plateau margin. *Journal of Archaeological Science*, 2006, 33: 1433-1444.
- [11] Rhode D, Zhang H Y, Madsen D B, et al. Epipaleolithic/early Neolithic settlements at Qinghai Lake, western China. *Journal of Archaeological Science*, 2007, 34: 600-612.
- [12] Brantingham P J, Gao X, Olsen J W, et al. A short chronology for the peopling of the Tibetan Plateau/Madsen D B, Chen F H, Gao X. *Developments in Quaternary Science*. Amsterdam: Elsevier, 2007: 129-150.
- [13] Gao Xing, Zhou Zhenyu, Guan Ying. Human cultural remains and adaptation strategies in the Tibetan Plateau margin region in the late Pleistocene. *Quaternary Sciences*, 2008, 28(6): 970-977. [高星, 周振宇, 关莹. 青藏高原边缘地区晚更新世人类遗存与生存模式. *第四纪研究*, 2008, 28(6): 970-977.]
- [14] Yi Mingjie, Gao Xing, Zhang Xiaolin, et al. A Preliminary Report on Investigations in 2009 of some prehistoric sites in the Tibetan Plateau marginl region. *Acta Anthropologica Sinica*, 2011, 30: 124-136. [仪明洁, 高星, 张晓凌, 等. 青藏高原边缘地区史前遗址2009年调查试掘报告. *人类学报*, 2011, 30: 124-136.]
- [15] Lv Hongling. Tibet Paleolithic know again. *Archaeology*, 2011(3): 59-68. [吕红亮. 西藏旧石器时代再认识. *考古*, 2011(3): 59-68.]
- [16] Van D J, Tapponnier P, Ryerson F J, et al. Uniform postglacial slip-rate along the central 600 km of the Kunlun Fault (Tibet), from Al- 26, Be- 10, and C- 14 dating of riser offsets, and climatic origin of the regional morphology. *Geophysical Journal International*, 2002, 148: 356-388.
- [17] Xie Junyi. New discovery and look forward on the Paleolithic in western- center of Gansu Province. *Acta Anthropologica Sinica*, 1991, 10(1): 27-33. [谢骏义. 甘肃西部和中部旧石器考古的新发现及其展望. *人类学报*, 1991, 10(1): 27-33.]
- [18] Dong G H, Jia X, Elston R, et al. Spatial and temporal variety of prehistoric human settlement and its influencing factors in the upper Yellow River valley, Qinghai Province, China. *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40: 2538-2546.
- [19] Gai Pei, Wang Guodao. Excavation report on a Mesolithic site at Layihai, Upper Yellow River. *Acta Anthropologica Sinica*, 1983, 2(1): 49-59. [盖培, 王国道. 黄河上游拉乙亥中石器时代遗址发掘报告. *人类学报*, 1983, 2(1): 49-59.]
- [20] Reimer P J, Baillie M G L, Bard E, et al. Radiocarbon Calibration Program. *Radiocarbon*, 2009, 51: 1111-1150.
- [21] Han W X, Yu L P, Lai Z P, et al. The earliest well-dated archeological site in the hyper-arid Tarim Basin and its implications for prehistoric human migration and climatic change. *Quaternary Research*, 2014, 82: 66-72.
- [22] Zhang D D, Li S H. Optical dating of Tibetan human hand and footprints: An implication for the palaeoenvironment of the last glaciation of the Tibetan Plateau. *Geophysical Research Letters*, 2002, 29: X1-X3.
- [23] Dong Guangrong, Wang Guiyong, Li Xiaoze, et al. Eastern sand area in China since the last interglacial period of ancient monsoon change. *Science China (Series D): Earth Science*, 1996, 26: 437-444. [董光荣, 王贵勇, 李孝泽, 等. 末次间冰期以来我国东部沙区的古季风变迁. *中国科学(D辑): 地球科学*, 1996, 26: 437-444.]
- [24] Zhang Dongju, Chen Fahu, Ji Duxue, et al. The age, lithics and paleoenvironmental study of the Sumiaoyuantou Locality, Gansu Province. *Acta Anthropologica Sinica*, 2011, 30: 289-298. [张东菊, 陈发虎, 吉笃学, 等. 甘肃苏苗塬头地点石制品特征与古环境分析. *人类学报*, 2011, 30: 289-298.]
- [25] Shi Yafeng, Zheng Benxing, Yao Tandong. Glaciers and environments during the Last Glacial Maximum on the Tibetan Plateau. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1997, 19(2): 97-113. [施雅风, 郑本兴, 姚檀栋. 青藏高原末次冰期最盛时的冰川与环境. *冰川冻土*, 1997, 19(2): 97-113.]
- [26] Thompson L G, Yao T D, Davis M E, et al. Tropical climate instability: The last glacial cycle from a Qinghai-Tibetan ice core. *Science*, 1997, 276: 1821-1825.
- [27] Shen J, Liu X Q, Wang S M, et al. Palaeoclimatic changes in the Qinghai Lake area during the last 18 000 years. *Quaternary International*, 2005, 136: 131-140.
- [28] Yu L P, Lai Z P. OSL chronology and palaeoclimatic implications of aeolian sediments in the eastern Qaidam Basin of the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2012, 337/338: 120-129.
- [29] Xu Shuying. The paleosols and their reflection of the environmental changes in the northeast region of the Qinghai-Xizang Plateau. *Scientia Geographica Sinica*, 1994, 14(3): 225-232. [徐叔鹰. 青藏高原东北部的古土壤及其对环境变

- 迁的反映. 地理科学, 1994, 14(3): 225-232.]
- [30] Shen C M, Liu K B, Tang L Y, et al. Quantitative relationships between modern pollen rain and climate in the Tibetan Plateau. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2006, 140: 61-77.
- [31] Dykoski C A, Edwards R L, Cheng H, et al. A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge Cave, China. *Earth and Planetary Science Letters*, 2005, 233: 71-86.
- [32] Schlutz F, Lehmkuhl F. Holocene climatic change and the nomadic Anthropocene in Eastern Tibet: Palynological and geomorphological results from the Nianbaoyeze Mountains. *Quaternary Science Reviews*, 2009, 28: 1449-1471.
- [33] Ou X J, Lai Z P, Zhou S Z, et al. Timing of glacier fluctuations and trigger mechanisms in eastern Qinghai-Tibetan Plateau during the late Quaternary. *Quaternary Research*, 2014, 81: 464-475.
- [34] Hou Guangliang, Fang Xiuqi. Characteristics analysis and synthetical reconstruction of regional temperature series of the Holocene in China. *Journal of Palaeogeography*, 2012, 14(2): 243-252. [侯光良, 方修琦. 中国全新世分区气温序列集成重建及特征分析. *古地理学报*, 2012, 14(2): 243-252.]
- [35] Lu H Y, Wu N Q, Liu K B, et al. Modern pollen distributions in Qinghai-Tibetan Plateau and the development of transfer functions for reconstructing Holocene environmental changes. *Quaternary Science Reviews*, 2011, 30: 947-966.
- [36] Yu G, Chen X, Ni J, et al. Palaeovegetation of China: A pollen data-based synthesis for the mid-Holocene and last glacial maximum. *Journal of Biogeography*, 2000, 27: 635-664.
- [37] Aichner B, Herzschuh, U, Wilkes H, et al. Ecological development of Lake Donggi Cona, north-eastern Tibetan Plateau, since the late glacial on basis of organic geochemical proxies and non-pollen palynomorphs. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2012, 313/314: 140-149.

New evidence of human activities at an altitude of 4000 meters area of Qinghai-Tibet Plateau

HOU Guangliang¹, CAO Guangchao¹, E Chongyi¹, REN Xiaoyan²,
Wuennemann B³, LI Fan¹

(1. Key Laboratory of Physical Geography and Environmental Processes of Qinghai Province, Qinghai Normal University, Xining 810008, China; 2. Qinghai Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Xining 810007, China; 3. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Human activities during the early stage in Tibetan Plateau are crucial to improve the knowledge about how human beings react and respond to extreme environmental conditions, especially those in the area with elevation > 4000 m asl, which is considered as the key of the migration and diffusion of human from plain to hinterland. Ash layer dated as 11290±69 cal. a BP and stoneworks such as micro-blade and fine flake mainly occurring at ca. 11.2 cal ka BP were found in the archaeological site XDW1, which can be considered as the first evidence to show the human activities above 4000 m asl in the Tibetan Plateau. This study indicates that human beings have migrated to hinterland in the early Holocene, and evaluated the spacial and temporary population diffusion patterns in northeastern Tibetan Plateau: (1) human beings dominated the marginal regions with 3000-4000 m asl in northeastern Tibetan Plateau, such as Qinghai Lake Basin and Gonghe Basin during the Last Deglaciation. (2) They expanded to the regions above 4000 m asl during the Early Holocene. (3) People diffused toward hinterland with higher elevation during the Holocene Climatic Optimum. The three stages of human migration and diffusion in the Tibetan Plateau are closely related to the improving climate conditions from the Last Deglaciation until the Holocene Climatic Optimum.

Keywords: early Holocene; Qinghai-Tibet Plateau; human activity