

# 亚洲中部干旱区丝绸之路沿线环境演化与东西方文化交流

安成邦, 王伟, 段阜涛, 黄伟, 陈发虎

(兰州大学西部环境教育部重点实验室 兰州大学资源环境学院, 兰州 730000)

**摘要:** 基于环境记录、考古发现, 以及同位素资料, 对亚洲中部干旱区丝绸之路沿线的全新世以来的环境变化和东西方文化交流进行了梳理。结果表明, 研究区独特的地理环境 and 环境变化过程, 深刻地影响着文化的发展和传播。河西走廊受季风影响, 表现出季风—西风过渡带干湿变化的模式, 晚全新世气候趋向干旱; 从新疆到中亚的丝绸之路沿线的环境变化比较一致: 在早全新世(BC 6000 以前) 主要为干旱环境, 植被以荒漠类型占优势; 中晚全新世, 湿润程度增加, 草原植被扩展。新疆和中亚全新世中晚期较为湿润的环境为东西文化交流提供了较适宜的环境基础。得益于环境条件的改善, 东西方文化交流融合的进程在 BC 2000 以后明显加速。在 BC 2500-2000 期间, 东西方农业文化在丝绸之路沿线接触融合, 是史前丝绸之路的首次贯通; 在 BC 2000-1000 期间, 丝绸之路沿线绿洲地带形成了以小麦—大麦—粟黍—畜牧为特征的混合型经济特征, 并扩散到欧亚草原带, 和周围的畜牧业形成鲜明的对照, 并持续到历史时期。这种空间分异, 是地理环境和东西方文化交流共同作用的结果。在史前时期, 东西方农业的相向传播和融合, 基本沿着山前地带的绿洲蛙跳式前进。到了历史时期, 政治版图的变化是影响丝绸之路的首要因素, 但环境变化仍然是不可忽略的因素。

**关键词:** 亚洲中部干旱区; 丝绸之路; 环境变化; 小麦; 粟黍; 东西文化交流

DOI: 10.11821/dlxb201705009

## 1 引言

丝绸之路曾经是连接东西方文明的纽带<sup>[1]</sup>, 关于丝绸之路上东西方物质和文化的交流的记载, 自汉代张骞凿空西域之后就史不绝书, 但“丝绸之路”这个名词的历史并不长。1877年, 德国地理学家李希霍芬在其著作《中国》一书中, 把“从公元前114年至公元127年间, 中国与中亚、中国与印度间以丝绸贸易为媒介的这条西域交通道路”命名为“丝绸之路”, 这一名词后来被学术界和大众所接受, 并正式运用。

随着时间的推移, 丝绸之路的外延和内涵都逐步扩大, 陆续出现了草原丝绸之路、海上丝绸之路等概念。目前学界广泛提到的丝绸之路大致有这样几条: 通过欧亚草原连接东西方的草原丝绸之路、通过中国西北直达中亚进而通向地中海沿岸和南亚的中亚丝绸之路、通过中国西南连接南亚次大陆的西南丝绸之路, 以及通过海洋的海上丝绸之路。

收稿日期: 2016-10-19; 修订日期: 2017-02-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(41130102, 41671189); 中国科学院国际合作局对外合作重点项目(131C11KYSB20160061) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41130102, No.41671189; Key Project of Bureau of International Co-operation Chinese Academy of Science, No.131C11KYSB20160061]

作者简介: 安成邦(1970-), 男, 甘肃通渭人, 博士, 教授, 中国地理学会会员(S110005510M), 主要研究方向为环境变化、环境考古。E-mail: cbang@lzu.edu.cn

通讯作者: 陈发虎(1962-), 男, 陕西丹凤人, 中国科学院院士, 中国地理学会会员(S110004201M), 主要从事干旱环境形成演化、人类扩散及适应研究。E-mail: fhchen@lzu.edu.cn

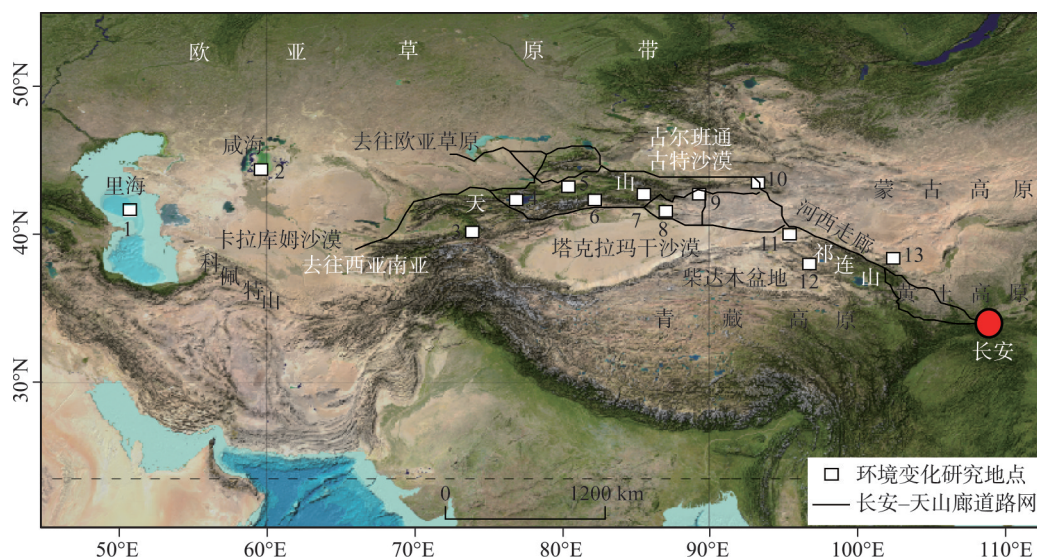
就其基本意义来说,“丝绸之路”最初始的意义是指连接旧大陆东西方世界,以丝绸为主要货物的贸易通道。2014年中国、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦三国联合申报的“丝绸之路:长安—天山廊道的路网”成功列为世界文化遗产。这个世界遗产涵盖的范围就是从中原向西,经河西走廊,沿天山西行,抵达中亚的这样一个交通网络(<http://whc.unesco.org/en/list/1442>)。本文后面所提及的丝绸之路,主要是指通过河西走廊和天山的西域通道。在大航海时代以前,由河西走廊经新疆到达中亚,并最终抵达南亚和地中海沿岸,是东西方交流的主要路线。

黄沙、绿洲、驼铃……这是普通大众对丝绸之路的基本认知。但丝绸之路沿线的环境变化是剧烈的<sup>[2-4]</sup>。环境的改变会对人类活动产生显著的影响,例如楼兰的废弃对丝绸之路的影响<sup>[5]</sup>。而人类活动也会引起环境的改变,最极端的例子就是前苏联对咸海及其补给河流的大规模开发利用,导致咸海的水深从1960年到1990年剧降15 m,湖面急剧缩小,区域环境恶化<sup>[6]</sup>。目前对亚洲中部干旱区丝绸之路沿线环境演化与文化变迁的关联研究比较缺乏,但随着中国“一带一路”战略的实施,迫切要求深入理解该区人地关系演变的历史,对其进行系统性的研究。

丝绸之路沿线在史前时期就是连接东西方的桥梁<sup>[7]</sup>,存在广泛的东西方文化的交流<sup>[8-10]</sup>。对于史前西方文化如何向中国传播,学界已经做了较多研究,但对于中国农业文化,例如粟黍农业如何向西传播,目前所知不多,本文对此亦略做梳理。

## 2 研究区概况

亚洲中部干旱区(英文文献中通常写为 arid central Asia)在传统的地理概念中,指的是从里海到蒙古高原的广大地域,包括了伊朗东北部、阿富汗北部,中亚哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、土库曼斯坦和塔吉克斯坦五国,中国新疆,河西走



注:图中数字代表环境变化记录地点:1.里海;2.咸海;3.帕米尔;4.伊赛克湖;5.艾比湖;6.赛里木湖;7.天鹅湖;8.博斯腾湖;9.柴窝堡湖;10.巴里坤湖;11.花海;12.克鲁克湖;13.石羊河流域。

图1 研究区及长安—天山廊道路网示意图(改绘自 <http://whc.unesco.org/en/list/1442>)

Fig. 1 The study area and the routes network of Chang'an-Tianshan Corridor

廊, 以及现代季风边界以外的蒙古高原的大部<sup>[4]</sup> (图1)。这个概念不等同于中亚, 中亚的概念有广义和狭义之分, 广义的中亚大体相当于亚洲中部干旱区, 东到蒙古国东境和内蒙古东部; 南始伊朗和阿富汗的北部, 印度、巴基斯坦西北, 包括新疆、甘肃河西走廊等中国西北地区; 西起里海, 包括中亚五国; 北达西伯利亚南部米努辛斯克、克拉斯诺亚尔斯克一带。它和史学界的“内亚 (inner Asia)” 既密切相关又有区别。狭义的中亚指的哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、土库曼斯坦和塔吉克斯坦五国, 本文此后提到的中亚都是狭义的中亚。亚洲中部干旱区东西纵横数千公里, 环境复杂多样, 气候类型也有差异。因其深居亚欧大陆内部, 气候总体比较干旱。

亚洲中部干旱区内的丝绸之路包括了从河西走廊到里海的区段, 该区段是丝绸之路上环境最艰险的部分, 连绵不绝的沙漠、戈壁、高山是主要的地理障碍, 因其地理位置和自然环境特征, 这个区段在某种程度上成为丝绸之路上的“流量控制段”, 可以称之为丝绸之路的核心关键段。

河西走廊东起乌鞘岭, 西至玉门关, 成西北—东南向沿祁连山伸展约 1000 km。河西走廊位于季风边缘区, 年降水量基本都在 300 mm 以下, 降水主要发生在夏季, 气候干旱, 戈壁和沙漠广泛分布。高峻的祁连山脉发育了一系列的冰川和积雪补给的河流, 为绿洲提供了源源不断的水源, 也在山麓形成了一连串的冲积扇和冲积平原。这些冲积平原地势平坦、土质肥沃、引水灌溉条件好, 便于开发利用, 是河西走廊绿洲主要的分布地区。

新疆和中亚深处内陆, 受中纬度西风的影响更大, 习惯上称之为西风区<sup>[4]</sup>。这个区域远离海洋, 除了部分高大山地以外, 年降水量都在 200 mm 以下。卡拉库姆沙漠和塔克拉玛干沙漠等地年降水量都在 100 mm 甚至 50 mm 以下。由于受到不同大气环流的控制, 该区域中降水的季节分布也呈现出空间差异, 例如新疆天山沿线降水主要发生于夏季, 哈萨克斯坦各季节降水相对比较均匀, 而中亚南部的四个国家受控于南亚高压, 降水主要发生于冬、春两季。新疆境内的天山夹在塔克拉玛干沙漠和古尔班通古特沙漠两大沙漠之间。中亚境内的天山南接帕米尔高原, 地势高峻, 冰川广布。发源于天山等高大山地的河流是中亚的咸海、伊赛克和新疆的博斯腾、巴里坤等湖泊的主要补给水源, 也在山麓地带形成了一系列的绿洲。

里海沿岸的年降水可达 150~230 mm。自里海东岸向东延伸的科佩特山为山麓地带的绿洲提供了稳定的水源。这个山麓地带类似河西走廊, 长而狭窄, 因环境适宜, 成为该区定居农业聚落的兴起之地。山麓地带以北, 紧邻卡拉库姆沙漠。

总体来说, 研究区最大的特征就是高山—绿洲—盆地沙漠戈壁的组合。高大山地是“水塔”, 河流湖泊的水源补给都依赖于山地的降水。山地垂直植被带所形成的山麓草原和高山草原区内最主要的优质牧场。沿着山脉走向在山麓地带形成的串珠状的绿洲是发展农业的最佳地点。从山麓地带的绿洲向更远离山地的范围, 往往都是广袤的戈壁沙漠, 成为交通往来的障碍。

### 3 资料与方法

为了更好地理解全新世以来的环境变化, 本文对研究区丝绸之路沿线的气候记录进行了系统整理, 遴选可靠记录, 探讨该区的环境变化。对已经发表的记录根据以下标准进行筛选: ① 记录的长度最好能涵盖中晚全新世, 以期对该区域的环境变化能有总体的宏观把握。② 年代可靠。年代框架是讨论环境变化的基础。对于全新世的湖泊记录, 至



少有5个以上的年代控制点。对于盐湖记录,如果没有充分讨论碳库效应,其年代有很大的不确定性,可靠性较差,不予选择。③代用指标的环境指代意义明确,数据可靠。例如孢粉记录中,选择孢粉浓度较高,陆源孢粉至少统计到300粒以上的记录。④当一个地点有多个记录时,选择年代可靠、分辨率更高的记录。

沿着丝绸之路,不仅有商品的交换,也有文化和技术的交流。对历史时期的情况,文字记载较多。而史前时期小麦向东传播和小米的向西传播,主要依赖于目前考古发现中所见的作物种子及其年代信息。

同时,本文利用同位素重建的食谱来讨论区内食谱的变化和小麦、粟黍(小米的两个种类,俗称谷子和糜子)的传播。在自然界中,植物因光合作用的不同可以分成C3、C4和CAM三类。自然界中多数草本以及全部的木本植物和蔬菜为C3植物,常见的作物中C3植物有大麦、小麦、豆类、马铃薯等,常见的C4类植物有粟、黍、玉米等。C3、C4植物的碳同位素值存在显著差异,陆地C3类植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值平均约为 $-26.5\text{‰}$ <sup>[11]</sup>。前期的研究证实,从黄土高原到河西走廊和新疆,小麦的碳同位素值平均为 $-24.6\text{‰}$ ,土壤的碳同位素值平均为 $-25.7\text{‰}$ ,而粟黍的碳同位素值平均为 $-12.5\text{‰}$ <sup>[12]</sup>。粟黍的同位素值和土壤代表的背景值以及小麦代表的西方农业特征的同位素值有显著差异,所以食谱的碳同位素值的增加,可以反映粟黍在食谱中的出现及其大致比例,尤其是考虑到史前时期本区并不存在玉米等其他C4作物,这一方法可以很好地反映粟黍向西方的传播。而在以粟黍为主要食物来源的地区,小麦的进入会导致食谱碳同位素值的降低。

为了反映史前时期文化交流的变化趋势,本文计算了不同时期小麦(因许多考古材料和中国古代文献中,小麦和大麦没有明确区分,所以以小麦为代表)和粟黍出现的频次,出现的频次越高,说明该种作物出现的地点越多,意味着分布范围更广。新疆作为东西方文化的交汇之地,它的遗址数量的变化,可以在一定程度上反映文化交流规模的变化。

## 4 结果与讨论

### 4.1 全新世以来研究区的气候环境变化

研究区气候表现出一定的空间分异。河西走廊东部受季风影响更大,所以石羊河流域气候环境记录表现出季风区变化的特征:早全新世气候湿润,中、晚全新世气候逐渐趋于干旱<sup>[13]</sup>。而到了河西走廊的西部的花海,表现为早全新世降水增强、气候呈现由干向湿的转变,中全新世有效湿度最大,晚全新世气候干旱。这种全新世气候干湿变化模式有别于西风区,亦与季风区不完全相同,呈现出了一种季风—西风过渡带全新世气候干湿变化的模式<sup>[14]</sup>。

柴达木盆地的克鲁克湖记载的全新世气候变化表现为早全新世湿润,中全新世出现一次干旱事件,大致从BC 1600以后,气候趋向湿润<sup>[15]</sup>。

天山沿线气候环境变化表现出较为一致的变化过程(图2)。以巴里坤为例<sup>[16]</sup>,该地大约以BC 6000为界,前后大体经历了两种截然不同的气候环境。在早全新世(BC 6000以前)主要为干旱环境,植被以荒漠或砾漠为主。而BC 6000以来为湿润环境,湖泊周围景观由早全新世的荒漠/砾漠演变为典型的草原/荒漠草原,在巴里坤湖周围生长有片状的桦木林。BC 2200-1800期间,湖泊周围的环境有所恶化,植被由中全新世的草原/荒漠草原演变为荒漠草原。BC 1800以后的晚全新世的气候环境较好、植被盖度较大。其他天山沿线的柴窝堡湖<sup>[17]</sup>、博斯腾湖<sup>[18]</sup>、天鹅湖<sup>[19]</sup>、赛里木湖<sup>[20]</sup>、艾比湖<sup>[21]</sup>都记录了早全新

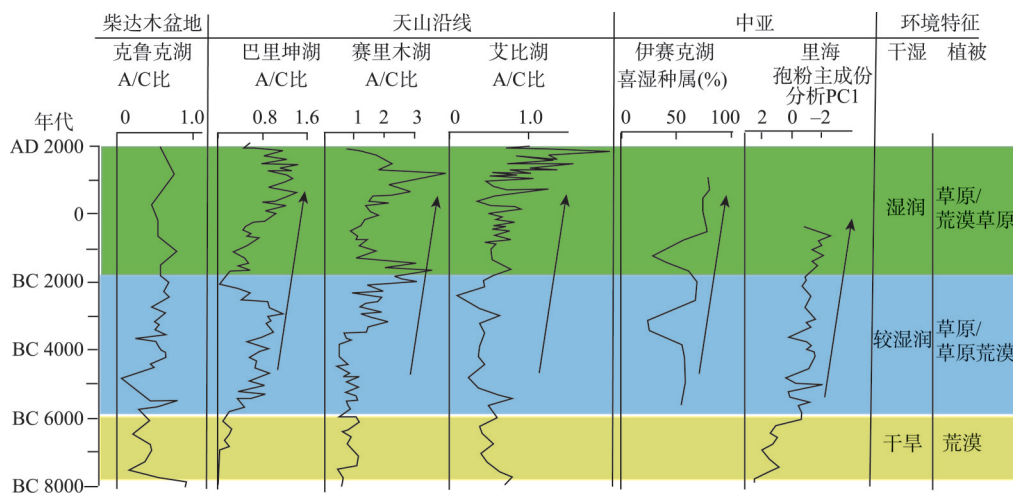
图2 孢粉记录的亚洲中部干旱区丝绸之路沿线气候环境变化<sup>[15-21, 23-24]</sup>

Fig. 2 Environmental and climatic changes along the Silk Road in arid Central Asia documented by pollen records

世的干旱和中全新世以后湿度的增加。最近的研究也证实, 新疆在中晚全新世湿度达到最大<sup>[22]</sup>。这些记录表明, 在中晚全新世, 天山的山地垂直植被带得到扩展, 山地林带和草原带都得到扩张。尤其是在BC 2000以来, 大多记录都显示了气候总体趋向湿润的特征, 草原植被扩张, 虽然中间出现过不同程度的气候波动。

吉尔吉斯斯坦的伊赛克湖的孢粉记录也表现出从中全新世到晚全新世代表湿润气候的种属增加的趋势<sup>[23]</sup>。新近发表的里海的孢粉记录也表明<sup>[24]</sup>, 早全新世的植被以荒漠类型的灌丛为主, 中全新世的植被以草原和荒漠植被为特征, 栎属和榛属的乔木得到扩展, 晚全新世的植被以草原为主, 乔木的种类更加多样化。

上述记录显示, 河西走廊受季风影响, 表现出季风—西风过渡带干湿变化的模式, 其余地区的气候环境变化比较一致: 在早全新世 (BC 6000 以前) 主要为干旱环境, 植被以荒漠类型占优势; BC 6000-2000 期间, 气候环境较为适宜, 草原植被增加, 山地林带和草原带都得到扩张; BC 2000 以后, 湿润程度进一步增加, 草原植被扩展。

#### 4.2 过去2000年来研究区的气候环境变化

在晚全新世新疆和中亚等地气候总体湿润的背景下, 过去2000年仍然表现出次一级的变化<sup>[25-32]</sup>。新疆和中亚等地在中世纪暖期比较干旱, 在小冰期比较湿润<sup>[27]</sup>, 在AD 1400-1850 期间, 天山和帕米尔出现明显的冰进<sup>[31-32]</sup>。而受季风影响的柴达木盆地东部地区, AD 100-500 和AD 1400-1850 比较干旱, 其他时段比较湿润<sup>[25]</sup>。但这一时期人类活动的强度已经大大增加, 成为影响环境变化的重要因素, 例如楼兰古城的废弃就被认为和人类活动有关<sup>[5]</sup>。而战争期间为了战胜对方, 强行迫使河流改道, 最终导致绿洲退化、城池毁灭的例子不胜枚举。尤其作为沟通东西方的交通路线来说, 受环境变化的影响更大。这主要包括以下几方面的影响: 湖泊和水系的变迁导致可供利用的水源的变化, 最终导致交通路线的变化, 最典型的就是楼兰废弃对丝绸之路路线的影响; 其次是风沙活动的强弱, 或者沙漠的扩张与收缩; 再次是高山冰川的前进或者后退, 因为丝绸之路上的很多山口或者垭口不仅海拔高, 而且冰川活动往往会塑造出非常剧烈的地形变化, 增加了通行的难度。例如《汉书·西域传上》的记载: “又历大头痛、小头痛之山, 赤土、身热之阪, 令人身热无色, 头痛呕吐, 驴畜尽然,” 写尽了高山反应的痛苦。其中“又有三池、盘石阪, 道狭者尺六七寸, 长者径三十里。行者骑步相持, 绳索相引…人堕, 势不得相

收视。险阻危害，不可胜言。”又极言道路之艰危。

在AD 100-500和AD 1400-1850,这两个时期,风沙活动强烈<sup>[30]</sup>,冰川前进<sup>[31-32]</sup>。前者大致对应于丝绸之路的初期,后者大致对应于丝绸之路的衰落期。

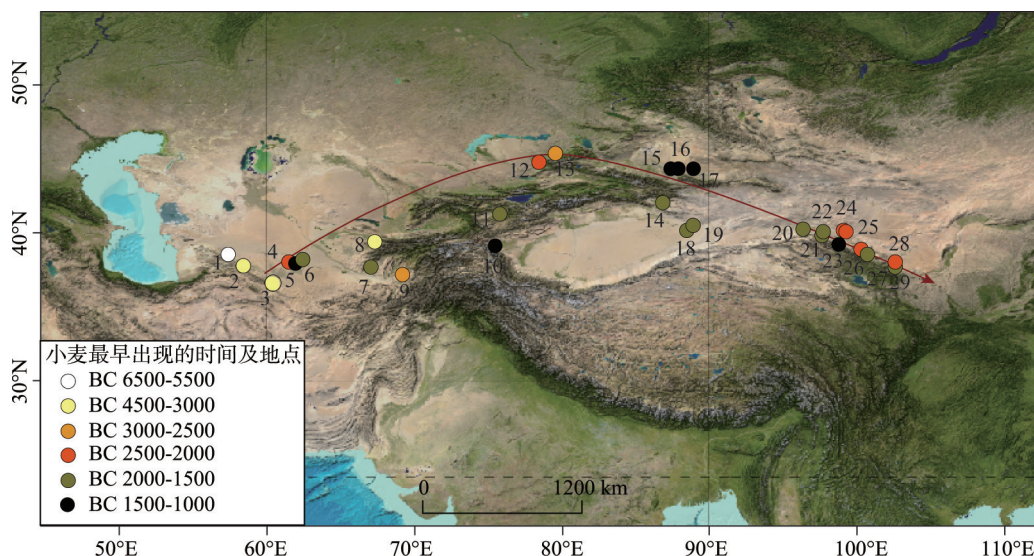
在过去2000年里,人类活动和自然变化交织在一起,共同塑造了这个时期的环境变迁。人类活动和自然变化的合力,导致的最严重的后果就是河流断流、农田淹没、湖泊干涸,以及不合理的灌溉造成的土地的盐碱化和荒漠化。例如里海东岸的灌溉农业对天然河道和绿洲的影响<sup>[33]</sup>,类似的例子在天山沿线和河西走廊也可以发现<sup>[34]</sup>。

#### 4.3 史前丝绸之路上的东西方农作物交流与农业经济特征的变化

丝绸之路开始于公元前2世纪。但沿丝绸之路东西方文化的交流,远在更早的时期就已经存在了<sup>[8-10, 33]</sup>。以小麦和大麦为代表的西方作物和以粟黍为代表的中国北方作物的相向交流就很具有代表性<sup>[35-89]</sup>(图3,图4),这些作物的传播交流和相互结合成为史前时期的一道风景。

西方农业文化源起新月沃地,培育了小麦等农作物<sup>[7]</sup>。中国北方则在新石器时代形成了以粟黍为主要作物的农业<sup>[7-10, 90]</sup>。在距今1万年左右,小麦和小米在新月沃地和中国北方分别被驯化<sup>[7, 90]</sup>。里海东岸位于新月沃地的边缘,农业很早就开始发展,至迟在BC 5500,里海东岸就出现了以小麦和大麦为主要作物的农业和饲养山羊绵羊等家畜的畜牧业<sup>[58]</sup>。同一时期,在中国北方的粟黍农业得到了一定的发展<sup>[9, 90]</sup>。但粟黍农业在这一时期还没有进入河西走廊。

从里海到中亚边界的广大区域,农业发展长时间局限在科佩特山的山麓绿洲。至BC 3800前后,小麦才从科佩特山北麓的绿洲地带扩展到塔吉克斯坦境内的天山西端<sup>[80]</sup>。同一时期,粟黍农业在黄土高原西部得到广泛发展<sup>[9-10, 91]</sup>。在BC 2500-2000期间,小麦传



注: 图中数字代表早期小麦遗存发现地点: 1. Jeitun<sup>[58]</sup>; 2. Anau<sup>[65, 79]</sup>; 3. Chagylly-depe<sup>[65]</sup>; 4. Gonur<sup>[79]</sup>; 5. 1211/1219 site<sup>[81]</sup>; 6. Ojakly<sup>[78]</sup>; 7. Djarkutan<sup>[74]</sup>; 8. Sarazm<sup>[62]</sup>; 9. Shortughai<sup>[76, 86]</sup>; 10. 乌帕尔<sup>[54]</sup>; 11. Aigyrzhal-2<sup>[69]</sup>; 12. Begash<sup>[57]</sup>; 13. Tasbas<sup>[55]</sup>; 14. 新塔拉<sup>[40, 54]</sup>; 15. 西槽子<sup>[54]</sup>; 16. 四道沟<sup>[54]</sup>; 17. 乱杂岗子<sup>[63]</sup>; 18. 小河<sup>[56, 67]</sup>; 19. 古墓沟<sup>[88]</sup>; 20. 鹰树窝<sup>[89]</sup>; 21. 火烧沟<sup>[54]</sup>; 22. 沙锅梁<sup>[54]</sup>; 23. 干骨崖<sup>[89]</sup>; 24. 缸缸洼<sup>[54]</sup>; 25. 火石梁<sup>[54]</sup>; 26. 西城驿(黑水国)<sup>[47]</sup>; 27. 东灰山<sup>[35, 54, 56]</sup>; 28. 郭家山<sup>[89]</sup>; 29. 皇娘娘台<sup>[54]</sup>。箭头代表BC 2000前后小麦的传播方向。

图3 研究区发现早期小麦遗存的主要遗址

Fig. 3 The earliest wheat findings in different sites along the Silk Road in the study area



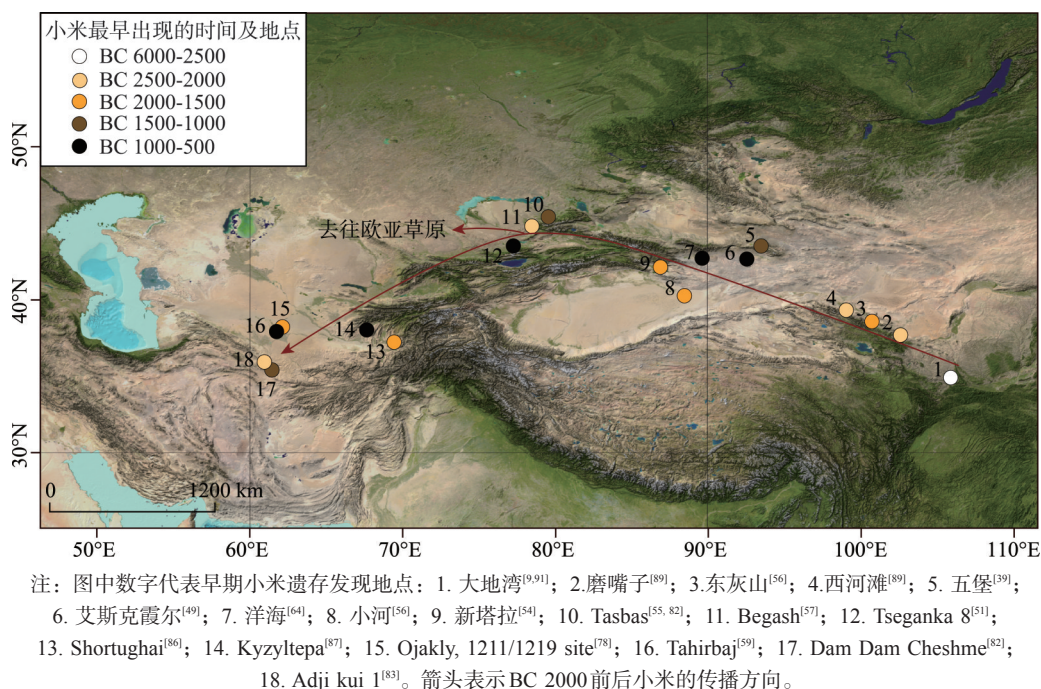


图4 研究区发现早期小米遗存的主要遗址

Fig. 4 The earliest millet findings in different sites along the Silk Road in the study area

播到了哈萨克斯坦境内伊犁河流域的 Begash 和 Tasbas 遗址<sup>[55, 57]</sup>, 稍晚于 BC 2000 出现在天山以南的新塔拉和小河遗址<sup>[54, 56-67]</sup>, 以及河西走廊的火石梁遗址<sup>[54]</sup>。同时, 粟黍在 BC 2500-2000 期间首先进入河西走廊<sup>[66]</sup>, 并于稍晚的时期在伊犁河流域的 Begash 和科佩特山北麓的 Adji kui 1 遗址都有发现<sup>[57, 83]</sup>。

在 BC 2000-1000 期间, 小麦/大麦和粟黍相结合的新型农业迅速地遍及了从河西走廊到里海沿岸的丝绸之路沿线, 并扩散到欧亚草原带。显然, 这个时期的文化交流的规模和速度比以前大大增加了。这个过程在同位素记录的食谱变化中间得到了很好的佐证<sup>[36-39, 41-48, 50, 61, 66, 70-72, 75, 83-85]</sup> (图5)。在 BC 3000 以前, 研究区的食谱记录都以 C3 植物为主。在 BC 3000-2000, 河西走廊显示出以 C4 为主的食谱特征, 表明粟黍分布范围的向西扩展, 粟黍成为河西走廊居民的主要作物。BC 2000 以后, 研究区大多数的研究地点出现了 C3-C4 混合型的食谱特征, 表明粟黍已经成为研究区很多地点居民的食用作物, 小麦/大麦也成为河西走廊居民主要的作物之一。

随着东西方作物相向传播, 形成了以小麦/大麦—粟黍—畜牧为特征的混合型经济特征, 表现在同位素上就是 C3-C4 混合型的食谱特征。这种极具地域特色的混合型生业模式出现略早于 BC 2000, 至 BC 1000 已经成为从里海到河西走廊的绿洲农业的普遍特征。

东西方的农业的交汇, 使得这里的农业具有两者共同的特征, 这个特征一致延续到历史时期。如《大唐西域记》中记载的位于新疆和中亚的西域诸国的农作物多黍麦并举, 小米和小麦成为最重要的两种作物 (表1), 《史记》及以后的史书中偶尔会提到水稻、荞麦等作物, 但它们的分布很有限, 远远不能和黍麦相比。在果蔬方面, 该书的记载也表现出东西方交汇的特征, 比如阿耆尼国的水果有“香枣蒲萄梨柰”, 完美地表现了不同起源地的水果的交汇: 枣和梨是源起中国北方的果品, 蒲萄 (即葡萄) 源起黑海和里海之间的区域, 逐步传入中亚, 经新疆传入内地, 柰 (绵苹果) 是新疆和中亚的产物<sup>[92]</sup>。

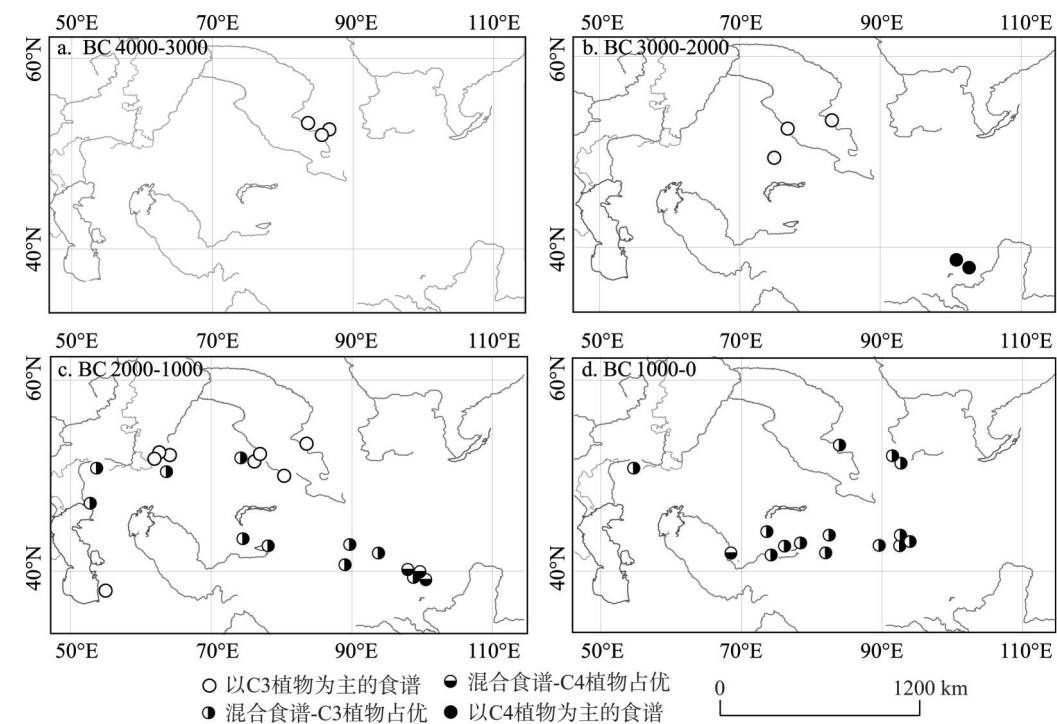


图5 研究区不同时期同位素记录的食谱变化  
Fig. 5 The dietary changes documented by isotopic records

表1 《大唐西域记》所记载的位于新疆和中亚的西域诸国的农业特征

Tab. 1 The features of agriculture in nations located in western regions documented by Datangxiyuji			
地点	农作物	果蔬	其他
阿耆尼国	土宜糜黍宿麦	香枣葡萄梨柰	伽蓝十余所, 僧徒二千余人
屈支国	宜糜麦有粳稻	葡萄石榴, 多梨柰桃杏	伽蓝百余所, 僧徒五千余人
素叶水城	土宜糜麦	葡萄	
笈赤建国	地沃壤备稼穡		
赭时国	土宜气序同笈赤建国		《隋书·西域传》称其“有粟麦”
怖捍国	土地膏腴稼穡滋盛	多花果	
飒秣建国	土地沃壤稼穡备植	花果滋茂	

至清代前期, 这些区域的农作物组成还是没有发生大的变化, 譬如清代椿园所著《西域见闻录》中对西域作物的记载: “土产二麦, 谷, 糜, 瓜, 蒲桃”。直至清代道光时期, 玉米被大面积引种, 粮食作物的组成才发生了变化 (《哈密志》)。

所以, 粟黍农业和麦作农业的初次融合发生在 BC 2500-2000, 小米在此期间传播到了中亚和科佩特山的东端, 小麦传播到了河西走廊。两者融合形成的小麦或/和大麦—粟黍—畜牧为特征的混合型经济特征成为丝绸之路沿线绿洲农业的“标配”, 这种特征一直持续到近代。

5 环境变化与丝绸之路人类活动的关系

5.1 地理环境和生业模式的空间分异

丝绸之路沿线独特的地理环境特征分异, 造就了研究区独特的生业经济模式。在山



地草原和荒漠盆地,畜牧是最重要的经济特征。至迟在青铜时代,牧民就形成了转场的习俗,即春季利用山地海拔较低的山麓地带的草原,夏季转场到山地草原和亚高山草原,秋冬季节再回到山麓盆地的荒漠草原地带<sup>[51, 93]</sup>。而在山麓绿洲,农业—畜牧业的混合经济是其主要特征,发展了定居的聚落。所以,根植于山麓的农业绿洲,是畜牧的汪洋大海中的岛链,连接起了贯穿东西的丝绸之路。

绿洲在自然环境中天然优越于附近的山区,环境承载力大于山地草原和荒漠草原,即单位土地面积可以养活的人口远远大于山地草原和荒漠草原。比如在1902年,新疆总人口为206万余,其中农业人口达156万<sup>[94]</sup>。绿洲密集的人口分布和多样的食物来源促进了更为庞大的聚落发展,甚至有可能产生一个大的聚落群,比如在公元前1千纪势力遍及整个哈密盆地的焉不拉克文化体系,在这个庞大的聚落群内,各聚落之间交流密切,习惯、物品甚至人员在一定程度上实现了共享<sup>[9-10, 95]</sup>。

同时,因为山地草原和荒漠草原地带的牧业经济形式较为单一,抵御自然灾害的能力差,比如一场暴雪可能会导致牲畜的大量死亡,使牧民丧失大部分的生活来源。而绿洲地区不同,绿洲农业依赖于山地的冰雪融水,水源供应稳定,受其他气候灾害的冲击较小,同时绿洲多样的生产方式提升了其在面临灾难时的承受能力,即使有所损失,但依然能有大部保留。另外,土地承载力的不同决定了山区牧民为了维持一定数量的畜产,必须保证相当大面积的草场,导致牧民与牧民之间必须相隔一定的距离才能保障各自的稳定生活来源,这样就在一定程度上限制了彼此交流的频率和深度。

另外不能忽视的事实是,两种环境下截然不同的人口出生率,在传统的牧民家庭,因为要经常性的移动转场,一个母亲的精力不能照顾太多幼儿,所以出生间隔一般在4~5年,而绿洲地区的定居者则不需要面临这样的问题,出生率远高于山区居民,进一步保证了人口的密集度。然而,绿洲毕竟面积狭小,且不连续,很难支撑跨区域的独立政权。所以,丝绸之路沿线的古代国家,往往是以绿洲为根基的城邦型国家,国土沿山麓地带狭长分布,且面积不大。汉代有西域三十六国,唐代西域亦有数十国。例如唐代的屈支国“东西千余里,南北六百余里,国大同城周十七八里…泉流交带引水为田”(《大唐西域记》卷1)。即使在突厥等汗国统治的时期,也往往会出现“城皆立长”,“不相禀命”的情形(《大唐西域记》卷1)。自然环境的特征极大地影响了农牧业的发展和空间分异,进而影响到上层建筑的架构。

## 5.2 环境变化与文化交流

如前文所述,研究区无论是全新世还是过去2000年,环境记录所表现出的湿度时空分异都表现出从西风区逐步到季风边缘区的特征,即中亚和中国新疆的降水/湿度表现出与中纬度东亚季风区成相反的变化趋势,而河西走廊东部等地由于地处季风边缘区,同时受到季风信号的影响<sup>[96]</sup>。这种气候环境变化的时空分异,同样对东西文化交流产生了影响。

史前时期,丝绸之路上向东方输送的是小麦和大麦为代表的农作物,绵羊和马等家畜,以及金属冶炼等技术,从中国北方向西输送的是粟黍为代表的农作物,猪和鸡等饲养动物,以及彩陶等技术。

历史时期的丝绸之路形成于公元前2世纪,兴盛于公元6-14世纪,通过丝绸之路的人员往来,促进不同民族和不同文化背景的人们相互融合,致使有些城市发展为重要的文化和艺术中心,促进了技术、艺术风格、语言、社会习俗与宗教信仰的交流与传播(<http://whc.unesco.org/en/list/1442>)。汉文、佉卢文、婆罗米文、粟特文、回鹘文等先后在丝绸之路上被使用,记录了丝绸之路的兴盛。宗教的变化更加频繁。譬如,在伊斯兰

教传入之前,中亚地区的居民信奉过佛教、祆教、摩尼教、景教等等宗教,中亚和新疆的壁画中能见到多种文化交融的现象。公元8世纪时,伊斯兰教开始进入中亚<sup>[97]</sup>。10世纪初,伊斯兰教传入新疆喀什地区,16世纪时取代佛教成为天山以南的主要宗教<sup>[98]</sup>。随着丝绸之路的兴盛,活跃的贸易带来了西方的玻璃、宗教、科技、艺术,带走了中国的丝绸、漆器、茶叶和技术。

16世纪以后,丝绸之路上的商业往来逐步衰落。明代弘治以后放弃哈密、封闭嘉峪关可以看做是丝绸之路衰落的标志。这一方面是随着航海技术的发展,海洋日渐成为东西方贸易的主要通道。即使清朝统一新疆后和中亚的贸易略有恢复,已是日近西山,贸易的构成成分以及性质也发生了极大的变化。另一方面,近代民族国家的出现,阻碍了丝路沿线人员和贸易的自由往来;还有一个原因,就是随着俄罗斯逐步占据从东欧直达远东的欧亚草原带,茶叶、丝绸等从中国至东欧的陆上贸易更多地取道草原路,即从中国北方经蒙古,进入俄罗斯境内,转口输往欧洲。特别是728年中俄签订了《恰克图条约》,自此恰克图就成为中俄贸易的主要市场,中国输出的货物以茶叶为大宗,输入的主要是毛皮等货物<sup>[99]</sup>,贸易的成分显然和丝绸之路兴盛时期不同。

此前许多学者都曾经把欧亚草原带作为东西方农业交流的主要通道,但新的资料表明,这个地带的许多农业资料的年代是值得商榷的。比如原先认为年代可以达到BC 5000的东欧地区的黍的年代,经重新测定,基本都晚于BC 1600<sup>[100]</sup>。所以,本文认为,欧亚草原带东部的农业发展要晚于里海东岸,也晚于黄土高原西部。粟黍从中国西北地区向欧亚草原带的扩散本文推测有两个主要通道:一是从河西走廊通过阿尔泰山向北传播,抵达米努辛斯克盆地,二是沿天山向欧亚草原带的扩散。从哈萨克斯坦北部的南西伯利亚到米努辛斯克盆地的广大区域,农业发展的历史很可能不会早于BC 2000。但这个问题比较复杂,本文不再展开讨论。

丝绸之路沿线独特的地理环境及其时空分异,深刻地影响着文化的发展和传播。在史前时期,东西方农业的相向传播和融合,基本沿着山前地带的绿洲蛙跳式前进,譬如从科佩特山北麓向天山西段的跃进。史前小麦从里海东岸向河西的传播主要有3个阶段:BC 3800以前,小麦集中在科佩特山麓的绿洲地带;BC 3800-2500,它逐步扩展到中亚的天山绿洲地带;在BC 2500-1800,扩展到新疆和河西的许多绿洲。小米从黄土高原向西传播主要有两个阶段:BC 2500左右从黄土高原进入到河西走廊的东端,在BC 2500-1800,扩展到新疆和中亚的许多绿洲。

新疆和中亚全新世中期较为湿润的气候环境为这一过程提供了较适宜的环境基础(图6a)。晚全新世湿润的气候条件加速了这一过程。可以想见,随着气候湿润程度的增加,不仅绿洲扩大,河流水量增加,而且山地草原带的面积得到扩展,为农业和畜牧业的蓬勃发展提供了更多的生态支撑。所以小麦和粟黍在丝绸之路沿线出现的频率在BC 2000以后出现了高峰,小麦/大麦—粟黍混合型农业迅速形成,明显区别于BC 2000以前河西走廊的粟黍农业和科佩特山麓的小麦/大麦农业。在BC 2000-1000期间,丝绸之路沿线形成了小麦/大麦—粟黍—畜牧为特征的混合绿洲经济和包围在绿洲周边的畜牧业的这样一种空间结构。值得注意的是,BC 2000以后,新疆和中亚的混合经济的遗址点是增加的,而河西走廊的混合经济的遗址数量短暂上升,然后迅速下降。这显然和气候环境的空间分异有关,新疆和中亚在晚全新世趋向湿润,而河西走廊在晚全新世趋向干旱。

得益于气候环境条件的改善,东西方文化交流融合的进程在BC 2000以后加速,在中亚和新疆表现得很明显。以新疆为例(图6b),这里是东西方文化的交汇之地,遗址数量的增加表明人口的增长和文化分布范围的扩大。BC 2000-1000期间,气候湿润程度

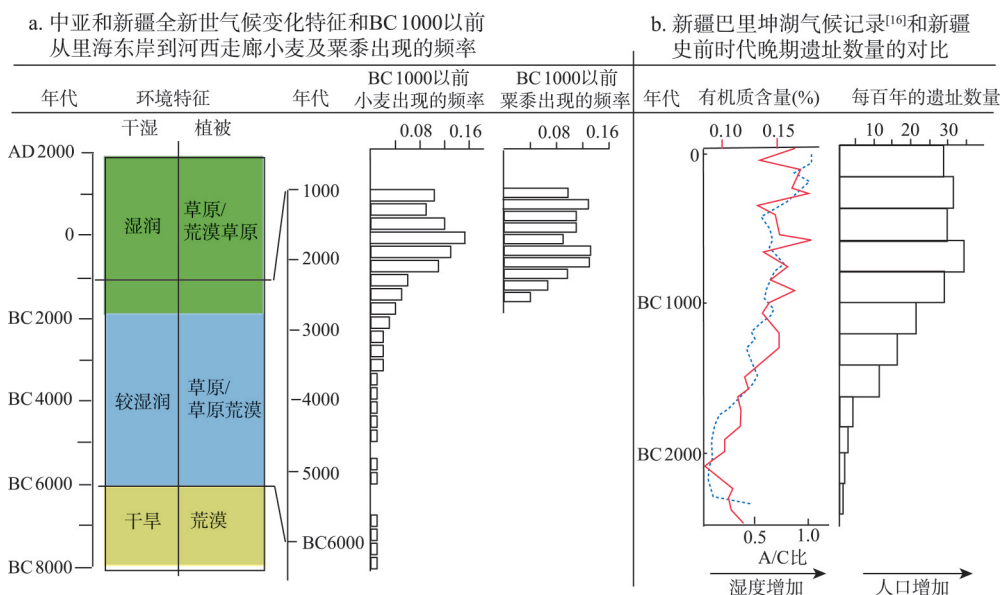


图6 气候环境变化与人类活动的对比

Fig. 6 The comparison between Holocene environmental changes and human activities

增加, 遗址数量持续增长, 暗示人口规模扩大, 分布到了更多的区域, 显然东西方文化的交流的规模远超 BC 2000 以前的时期。BC 1000 以后, 遗址数量相对稳定, 东西方文化交流保持在稳定的水平。

到了历史时期, 具有更强控制力的国家政权在丝绸之路沿线出现, 出于政治和经济考虑, 许多国家意图控制丝绸之路, 政治版图的变化成为影响丝绸之路的首要因素。例如安息帝国为了防止罗马人和汉朝建立直接商贸关系, 不惜和罗马帝国兵戎相见, 同时又在丝绸之路沿线修建了许多商站, 为往来商旅提供饮水等服务。当然, 安息帝国从中获得了稳定可观的商税收入。位于丝绸之路东端的汉朝在击败匈奴以后才有能力沟通东西, 汉朝和匈奴的征战始终影响着丝绸之路的畅通与否。汉军最终打败匈奴, 取得了河西走廊和西域, 确保了西域通道的安全。沟通东西方的“丝绸之路”, 至此畅通。

魏晋南北朝时期, 丝绸之路不断发展。北魏太安元年 (AD 455), 据有两河流域和中亚大部的波斯萨珊王朝与统一了中国北方的北魏王朝建立了直接的联系 (《魏书》)。AD 589 年隋王朝重新统一中国时, 突厥占领了蒙古高原至里海间广大地区, 丝绸之路的交通受到不少阻碍。唐朝初期, 西域虽大都在西突厥控制之下, 但西域各国逐步归附唐王朝, 因此很快恢复了丝路交通。此后经过陆续的征战, 唐王朝重新确立了对西域的有效管理, 和据有西亚的大食帝国接壤。唐代丝绸之路的畅通繁荣, 一方面是国家政治清明, 另一方面是正处于中国历史上的隋唐暖期<sup>[101]</sup>, 国力强盛, 而在天山和中亚等地, 冰川退缩, 风沙活动减弱, 改善了沿途的通行条件。《资治通鉴》216 卷中说唐天宝十二年 (AD 753) “自安远门西尽唐境凡万二千里, 间阎相望, 桑麻翳野”, 也就是说从长安的安远门出发, 经河西走廊直至西域的唐王朝边界, 农业兴旺, 人烟稠密。这个记述即使有所夸大, 也在一定程度上反映了沿途自然人文环境的改善。

而丝绸之路的衰落固然和航海技术的发展、中亚兴起的政治势力的阻隔有关, 但环境条件的变化也是加速其衰落的重要外因。在新疆和中亚等地, 冰川前进, 风沙活动增强, 增加了通行的困难。同时, 受季风影响的河西走廊在此时的沙漠化的程度大大加剧<sup>[102]</sup>, 不复“天下称富庶者莫如陇右”的盛景, 这是季风衰退和人类活动共同造成的后



果。历史时期丝路的兴衰,研究文献很多,限于篇幅,这里不再赘述。

## 6 结论

(1) 自河西走廊到里海是丝绸之路上自然条件最艰险的部分,河西走廊受季风影响,表现出季风—西风过渡带干湿变化的模式,气候在晚全新世趋向干旱;其余地区的气候环境变化比较一致:在早全新世(BC 6000 以前)主要为干旱环境,植被以荒漠类型占优势;BC 6000-2000 期间,气候环境较为适宜,草原植被增加,山地林带和草原带都得到扩张;BC 2000 以后,湿润程度进一步增加,草原植被扩展。

(2) 以小麦和大麦为代表的西方作物和以粟黍为代表的中国北方作物的相向交流早在丝绸之路以前就存在。在 BC 2500-2000 期间,两种农业在丝绸之路沿线开始融合,史前丝绸之路贯通;在 BC 2000-1000 期间,小麦/大麦和粟黍相结合的新型农业迅速地遍及了从河西走廊到里海沿岸的丝绸之路沿线,并向欧亚草原带扩散,形成了绿洲地带以小麦/大麦—粟黍—畜牧为特征的混合型经济特征。山麓地带的农业绿洲,是畜牧的汪洋大海中的岛链,连接起了贯穿东西的丝绸之路。这种空间分异,是地理环境和东西方文化交流共同作用的结果。

(3) 丝绸之路沿线独特的地理环境,深刻地影响着文化的发展和传播。在史前时期,东西方农业的相向传播和融合,基本沿着山前地带的绿洲蛙跳式前进。史前小麦从里海东岸向河西的传播主要有 3 个阶段:BC 3800 以前,小麦集中在科佩特山麓的绿洲地带;BC 3800-2500,它逐步扩展到中亚的天山绿洲地带;在 BC 2500-1800,扩展到新疆和河西的许多绿洲。小米从黄土高原向西传播主要有两个阶段:BC 2500 左右从黄土高原西部进入到河西走廊的东端,在 BC 2500-1800,扩展到新疆和中亚的许多绿洲。

(4) 新疆和中亚全新世中期较为湿润的气候环境为这一过程提供了较适宜的环境基础。得益于气候环境条件的改善,东西方文化交流融合的进程在 BC 2000 以后明显加速。在历史时期,政治版图的变化是影响丝绸之路的首要因素,但环境的变化仍然影响着丝绸之路的具体路线。丝绸之路的衰落和航海技术的发展、政治势力的阻隔有关,但环境条件的变化是不可忽视的重要外因。

**致谢:**感谢新疆考古与文物研究所于志勇、李文瑛、于建军、王永强、胡望林等同仁,以及中国社会科学院考古所丛德新、郭物等先生对在新疆研究工作的大力支持。

## 参考文献(References)

- [1] Hansen V. The Silk Road: A New History. Oxford University Press, 2012.
- [2] Zhu Shiguang, Tang Yigong. A study on the environmental evolution of physical geography in the northwest region along "the Road of Silk in China". Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 1999, 29(6): 615-619. [朱士光, 唐亦功. 西北地区丝路沿线自然地理环境变迁初步研究. 西北大学学报(自然科学版), 1999, 29(6): 615-619.]
- [3] Lü Houyuan, Xia Xuncheng, Liu Jiaqi, et al. A preliminary study of chronology for a newly-discovered ancient city and five archaeological sites in Lop Nor, China. Chinese Science Bulletin, 2010, 55(1): 63-71. [吕厚远, 夏训诚, 刘嘉麒, 等. 罗布泊新发现古城与 5 个考古遗址的年代学初步研究. 科学通报, 2010(3): 237-245.]
- [4] Chen F H, Yu Z C, Yang M L, et al. Holocene moisture evolution in arid central Asia and its out-of-phase relationship with Asian monsoon history. Quaternary Science Reviews, 2008, 27(3): 351-364.
- [5] Han Chunxian, Xie Xuemei. Historical environment vicissitudes of lower reaches of the Tarim River reflected by change of administrative zones and transportation. Journal of Desert Research, 2010, 30(3): 477-482. [韩春鲜, 谢雪梅. 塔里木河下游政区与交通变化所反映的历史环境变迁. 中国沙漠, 2010, 30(3): 477-482.]
- [6] Ferronskii V I, Polyakov V A, Brezgunov V S, et al. Variations in the hydrological regime of Kara-Bogaz-Gol Gulf,

- Lake Issyk-Kul, and the Aral Sea assessed based on data of bottom sediment studies. *Water Resources*, 2003, 30: 252-259.
- [7] Jones M K, Liu X. Origins of agriculture in east Asia. *Science*, 2009, 324(5928): 730-731.
- [8] Lin Meicun. Cultural Exchange between the East and the West in Archaeological Discoveries. *Life · Reading · New Knowledge* Sanlian Bookstore, 2000. [林梅村. 古道西风: 考古新发现所见中西文化交流. 生活·读书·新知 三联书店, 2000.]
- [9] Shui Tao. Papers on the Bronze Age Archaeology of Northwest China. Beijing: Science Press, 2001. [水涛. 中国西北地区青铜时代考古论集. 北京: 科学出版社, 2001.]
- [10] Li Shuicheng. Prehistoric Cultural Evolution in Northwest China. Cultural Relics Press, 2009. [李水城. 东风西渐: 中国西北史前文化之进程. 文物出版社, 2009.]
- [11] Van der Merwe N J. Natural variation in  $^{13}\text{C}$  concentration and its effect on environmental reconstruction using  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios in animal bones//Price D. Bone Chemistry and Past Behavior, School of American Research Advanced Seminar Series. Cambridge: Cambridge University Press, 1989: 105-125.
- [12] An C B, Dong W, Li H, et al. Variability of stable carbon isotope in modern and archaeological millets: Evidence from northern China. *Journal of Archaeological Science*, 2015, 53: 316-322.
- [13] Li Yu, Wang Yue, Zhang Chengqi, et al. Changes of sedimentary facies and Holocene environments in the middle reaches of inland rivers, arid China: A case study of the Shiyang River. *Geographical Research*, 2014, 33(10): 1866-1880. [李育, 王岳, 张成琦, 等. 干旱区内陆河流域中游地区全新世沉积相变与环境变化: 以石羊河流域为例. 地理研究, 2014, 33(10): 1866-1880.]
- [14] Li Zhuolun, Zhang Naimeng, Wang Naiang, et al. Lake evolution and its response to climate change during the late glacial: A record from the Huahai Lake in the Hexi Corridor of Northwest China. *Journal of Desert Research*, 2014, 34(2): 342-348. [李卓仑, 张乃梦, 王乃昂, 等. 晚冰期以来河西走廊花海古湖泊演化过程及其对气候变化的响应. 中国沙漠, 2014, 34(2): 342-348.]
- [15] Zhao Y, Yu Z, Chen F, et al. Holocene vegetation and climate history at Hurleg Lake in the Qaidam Basin, Northwest China. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2007, 145(3): 275-288.
- [16] An CB, Lu Y, Zhao J, et al. A high-resolution record of Holocene environmental and climatic changes from Lake Balikun (Xinjiang, China): Implications for central Asia. *Holocene*, 2012, 22: 43-52.
- [17] Hong B, Gasse F, Uchida M, et al. Increasing summer rainfall in arid eastern Central Asia over the past 8500 years. *Scientific Reports*, 2014: 4.
- [18] Huang X Z, Chen F H, Fan Y X, et al. Dry late-glacial and early Holocene climate in arid Central Asia indicated by lithological and palynological evidence from Bosten Lake, China. *Quaternary International*, 2009, 194: 19-27.
- [19] Huang X Z, Chen C Z, Jia W N, et al. Vegetation and climate history reconstructed from an alpine lake in central Tianshan Mountains since 8.5 ka BP. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 2015, 432: 36-48.
- [20] Jiang Q F, Ji J F, Shen J, et al. Holocene vegetational and climatic variation in westerly-dominated areas of Central Asia inferred from the Sayram Lake in northern Xinjiang, China. *Science China Earth Sciences*, 2013, 56: 339-353.
- [21] Wang W, Feng Z, Ran M, et al. Holocene climate and vegetation changes inferred from pollen records of Lake Aibi, northern Xinjiang, China: A potential contribution to understanding of Holocene climate pattern in east Central Asia. *Quaternary International*, 2013, 311: 54-62.
- [22] Chen F, Jia J, Chen J, et al. A persistent Holocene wetting trend in arid central Asia, with wettest conditions in the late Holocene, revealed by multi-proxy analyses of loess-paleosol sequences in Xinjiang, China. *Quaternary Science Reviews*, 2016, 146: 134-146.
- [23] Rasmussen K A, Ricketts R D, Johnson T C, et al. An 8000 year multi-proxy record from Lake Issyk-Kul, Kyrgyzstan. *Pages News*, 2001: 9.
- [24] Leroy S A G, López-Merino L, Tudryn A, et al. Late Pleistocene and Holocene palaeoenvironments in and around the middle Caspian basin as reconstructed from a deep-sea core. *Quaternary Science Reviews*, 2014, 101(5): 91-110.
- [25] Yang B, Qin C, Wang J, et al. A 3,500-year tree-ring record of annual precipitation on the northeastern Tibetan Plateau. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2014, 111(8): 2903-2908.
- [26] Liu Yu, An Zhisheng, Linderholm H W, et al. Annual temperatures during the last 2485 years in the mid-eastern Tibetan Plateau inferred from tree rings. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 2009, 52(3): 348-359. [刘禹, 安芷生, Hans, 等. 青藏高原中东部过去2485年以来温度变化的树轮记录. 中国科学: 地球科学, 2009(2): 166-176.]
- [27] Chen F H, Chen J H, Holmes J, et al. Moisture changes over the last millennium in arid central Asia: A review, synthesis and comparison with monsoon region. *Quaternary Science Reviews*, 2010, 29(7/8): 1055-1068.

- [28] Li J, Gou X, Cook E, et al. Tree-ring based drought reconstruction for the central Tien Shan area, Northwest China. *Geophysical Research Letters*, 2006, 33(7): 408-412.
- [29] Oberhänsli H, Novotná K, Pišková A, et al. Variability in precipitation, temperature and river runoff in W Central Asia during the past ~2000 yrs. *Global and Planetary Change*, 2011, 76: 95-104.
- [30] Sorrel P, Oberhänsli H, Boroffka N, et al. Control of wind strength and frequency in the Aral Sea basin during the late Holocene. *Quaternary Research*, 2007, 67(3): 371-382.
- [31] Savoskul O S, Solomina O N. Late-Holocene glacier variations in the frontal and inner ranges of the Tian Shan, Central Asia. *Holocene*, 1996, 6(1): 25-35.
- [32] Narama C, Okuno M. Record of glacier variations during the last glacial in the Turkestan range of the Pamir-Alay, Kyrgyz Republic. *Annals of Glaciology*, 2006, 43: 397-404.
- [33] Kohl P L. Central Asia (Western Turkestan): Neolithic to the Early Iron Age//Ehrich R W. *Chronologies in Old World Archaeology*. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1992: 179-195.
- [34] Dang Yu. Northwestern agricultural development in history and its influence on ecological environment: Xinjiang and Hexi instanced. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 2001, 31(3): 271-276. [党瑜. 历史上西北农业开发及对生态环境的影响: 以新疆和河西走廊为例. 西北大学学报: 自然科学版, 2001, 31(3): 271-276.]
- [35] Gansu Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology. *Excavation Report of the Donghuishan Site in Mingle: Excavation and Study on the Cemetery of Siba Culture*. Beijing: Science Press, 1998. [甘肃省文物考古研究所. 民乐东灰山考古: 四坝文化墓地的揭示与研究. 北京: 科学出版社, 1998.]
- [36] Ling Xue, Chen Xi, Wang Jianxin, et al. Carbon and nitrogen isotopic analysis of human bones excavated from the Dongheigou site, Ba Li-kun County, Xinjiang Autonomous Region. *Acta Anthropologica Sinica*, 2013, 32(2): 219-225. [凌雪, 陈曦, 王建新, 等. 新疆巴里坤东黑沟遗址出土人骨的碳氮同位素分析. 人类学学报, 2013, 32(2): 219-225.]
- [37] Qu Yating, Yang Yimin, Hu Yaowu, et al. The extraction and the C, N isotope analysis of hair keratin from Gumugou cemetery in Xinjiang. *Geochimica*, 2013, 42(5): 447-453. [屈亚婷, 杨益民, 胡耀武, 等. 新疆古墓沟墓地人发角蛋白的提取与碳、氮稳定同位素分析. 地球化学, 2013, 42(5): 447-453.]
- [38] Si Yi, Lü Enguo, Li Xiao, et al. Exploration of human diets and populations from the Yanghai Tombs, Xinjiang. *Chinese Science Bulletin*, 2013, 58(15): 1422-1429. [司艺, 吕恩国, 李肖, 等. 新疆洋海墓地先民的食物结构及人群组成探索. 科学通报, 2013, 58(15): 1422-1429.]
- [39] Wang Binghua, Liu Jielong, Mei Yuxiang, et al. Study on the barley unearthed from Wubu cemetery in Hami, Xinjiang. *Agricultural Archeology*, 1989(1): 70-73. [王炳华, 刘杰龙, 梅玉祥, 等. 新疆哈密五堡古墓出土大麦的研究. 农业考古, 1989(1): 70-73.]
- [40] Zhao Kelian, Li Xiaoqiang, Zhou Xinying, et al. Characteristics of agricultural activities and its impact on the environment at Xintala Site, Xinjiang, reconstructed from archaeological plant remains. *Quaternary Sciences*, 2012, 32: 219-225. [赵克良, 李小强, 周新郢, 等. 新疆新塔拉遗址农业活动特征及其影响的植物指标记录. 第四纪研究, 2012, 32(2): 219-225.]
- [41] Zhang Quanchao, Li Suyuan. Analysis of food structure of ancient inhabitants in No. 1 Cemetery of Qiongkeke at Nilka County, Xinjiang. *The Western Regions Studies*, 2006(4): 78-81. [张全超, 李溯源. 新疆尼勒克县穷科克一号墓地古代居民的食物结构分析. 西域研究, 2006(4): 78-81.]
- [42] Zhang Quanchao, Chang Xi'en, Liu Guorui. Stable isotopic analysis on human bones from Heigouliang Cemetery in Barkol, Xinjiang. *The Western Regions Studies*, 2009(3): 328-333. [张全超, 常喜恩, 刘国瑞. 新疆巴里坤县黑沟梁墓地出土人骨的食性分析. 西域研究, 2009(3): 328-333.]
- [43] Zhang Quanchao, Chang Xi'en, Liu Guorui. Stable isotopic analysis of human bones unearthed from Tianshan Beilu Cemetery in Hami, Xinjiang. *The Western Regions Studies*, 2010(2): 38-43. [张全超, 常喜恩, 刘国瑞. 新疆哈密天山路墓地出土人骨的稳定同位素分析. 西域研究, 2010(2): 38-43.]
- [44] Zhang Quanchao, Zhu Hong. Carbon and nitrogen stable isotope analysis of the human bones from the Gumugou cemetery in Xinjiang: A preliminary exploration of the early population dietary in Lop Nur. *The Western Regions Studies*, 2011(3): 91-96. [张全超, 朱泓. 新疆古墓沟墓地人骨的稳定同位素分析: 早期罗布泊先民饮食结构初探. 西域研究, 2011(3): 91-96.]
- [45] Zhang Xuelian, Wang Jinxia. A study of ancient man's diet. *Archaeology*, 2003(2): 62-75. [张雪莲, 王金霞. 古人类食物结构研究. 考古, 2003(2): 62-75.]
- [46] Zhang Xuelian, Qiu Shihua, Zhang Jun, et al. Stable carbon and nitrogen isotope analysis of human bone unearthed from Duogang Cemetery, Xinjiang. *Southern Heritage*, 2014(3): 79-91. [张雪莲, 仇士华, 张君, 等. 新疆多岗墓地出土人骨的碳氮稳定同位素分析. 南方文物, 2014(3): 79-91.]



- [47] Zhang Xuelian, Qiu Shihua, Zhong Jian, et al. The  $^{14}\text{C}$  laboratory reports of archaeological institute of Chinese Academy of Social Sciences (41). *Archaeology*, 2015(7): 107-109. [张雪莲, 仇士华, 钟建, 等. 放射性碳素测定年代报告(四一). 考古, 2015(7): 107-109.]
- [48] Zhang Xuelian, Zhang Jun, Li Zhipeng, et al. A preliminary analysis to the diet of the primitive residents of the Xichengyi Site in Zhangye, Gansu. *Archaeology*, 2015(7): 14. [张雪莲, 张君, 李志鹏, 等. 甘肃张掖市西城驿遗址先民食物状况的初步分析. 考古, 2015(7): 14.]
- [49] Zhou Jinling, Yu Jianjun, Zhang Cheng'an, et al. Excavation of the Askchar Cemetery in Hami City, Xinjiang. *Archaeology*, 2002(6): 30-41. [周金玲, 于建军, 张成安, 等. 新疆哈密市艾斯克霞尔墓地的发掘. 考古, 2002(6): 30-41.]
- [50] Bocherens H, Mashlour M, Drucker D G, et al. Stable isotope evidence for palaeodiets in southern Turkmenistan during Historical period and Iron Age. *Journal of Archaeological Science*, 2006, 33(2): 253-264.
- [51] Chang C, Benecke N, Grigoriev F P, et al. Iron Age society and chronology in southeast Kazakhstan. *Antiquity*, 2013, 77 (296): 298-312.
- [52] Cattani M, Salvatori S, Tosi M. Excavations at sites No.1211 and No.1219 (Final Bronze Age). The Bronze Age and Early Iron Age in the Margiana Lowlands: Facts and Methodological Proposals for a Redefinition of the Research Strategies. Oxford: Archaeopress, 2008: 119-132.
- [53] Dodson J, Bertuch F, Chen L, et al. Cranial metric, age and isotope analysis of human remains from Huoshiliang, western Gansu, China. *Terra Australis*, 2012, 34: 177-191.
- [54] Dodson J R, Li X Q, Zhou X Y, et al. Origin and spread of wheat in China. *Quaternary Science Reviews*, 2013, 72(2): 108-111.
- [55] Doumani P N, Frachetti M D, Beardmore R, et al. Burial ritual, agriculture, and craft production among Bronze Age pastoralists at Tasbas (Kazakhstan). *Archaeological Research in Asia*, 2015, 1/2: 17-32.
- [56] Flad R, Li S C, Wu X H, et al. Early wheat in China: Results from new studies at Donghuishan in the Hexi Corridor. *Holocene*, 2010, 20(6): 955-965.
- [57] Frachetti M D, Spengler R N. Earliest direct evidence for broomcorn millet and wheat in the central Eurasian steppe region. *Antiquity*, 2010, 84(326): 993-1010.
- [58] Harris D R, Masson V M, Berezkin Y E. Investigating early agriculture in Central Asia: New research at Jeitun, Turkmenistan. *Antiquity*, 1993, 67(255): 324-338.
- [59] Herrmann G, Kurbansakhatov K. The international Merv Project preliminary report on the second season (1993). *Iran*, 1994, 32: 53-75.
- [60] Herrmann G. The International Merv Project. Preliminary Report on the Sixth Season (1997). *Iran*, 1998, 36: 53-75.
- [61] Iacumin P, Nikolaev V, Genoni L, et al. Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: A way to trace dietary and environmental changes. *Geobios*, 2004, 37(1): 37-47.
- [62] Isakov A, Kohl P L, Lamberg-Karlovsky C C, et al. Metallurgical analysis from Sarazm, Tadjikistan SSR. *Archaeometry*, 2007, 29(1): 90-102.
- [63] Jia P W, Betts A, Wu X. New evidence for Bronze Age agricultural settlements in the Zhunge'er (Junggar) Basin, China. *Journal of Field Archaeology*, 2011, 36(4): 269-280.
- [64] Jiang H E, Li X, Ferguson D K, et al. The discovery of *Capparis spinosa*, L. (Capparidaceae) in the Yanghai Tombs (2800 years B.P.), NW China, and its medicinal implications. *Journal of Ethnopharmacology*, 2007, 113(3): 409-420.
- [65] Kuzmina E E, Mair V H. *The Prehistory of the Silk Road*. Pennsylvania: University of Pennsylvania Press, 2008.
- [66] Liu X Y, Lightfoot E, O'Connell T C, et al. From necessity to choice: Dietary revolutions in west China in the second millennium BC. *World Archaeology*, 2014, 46(5): 661-680.
- [67] Liu X Y, Lister D L, Zhao Z J, et al. The virtues of small grain size: Potential pathways to a distinguishing feature of Asian wheats. *Quaternary International*, 2016.
- [68] Masson V M, Sarianidi V I. *Central Asia: Turkmenia before the Achaemenids*. UK: Thames and Hudson, 1972.
- [69] Matuzeviciute G M, Preece R C, Wang S, et al. Ecology and subsistence at the Mesolithic and Bronze Age site of Aigyrzhal-2, Naryn valley, Kyrgyzstan. *Quaternary International*, 2015.
- [70] Matuzeviciute G M, Lightfoot E, O'Connell T C, et al. The extent of cereal cultivation among the Bronze Age to Turkic period societies of Kazakhstan determined using stable isotope analysis of bone collagen. *Journal of Archaeological Science*, 2015, 59: 23-34.
- [71] Matuzeviciute G M, Kiryushin Y F, Rakhimzhanova S Z, et al. Climatic or dietary change? Stable isotope analysis of Neolithic-Bronze Age populations from the Upper Ob and Tobol river basins. *Holocene*, 2016, 26(10): 1711-1721.

- [72] Miller A V, Usmanova E, Logvin V, et al. Subsistence and social change in central Eurasia: Stable isotope analysis of populations spanning the Bronze Age transition. *Journal of Archaeological Science*, 2014, 42(1): 525-538.
- [73] Miller N F. Agricultural development in western Central Asia in the Chalcolithic and Bronze Ages. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1999, 8(1): 13-19.
- [74] Moore K M, Miller N F. Agriculture and herding in the early oasis settlements of the Oxus Civilization. *Antiquity*, 1994, 68(259): 418-427.
- [75] Murphy E M, Schulting R, Beer N, et al. Iron Age pastoral nomadism and agriculture in the eastern Eurasian steppe: implications from dental palaeopathology and stable carbon and nitrogen isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40(5): 2547-2560.
- [76] Possehl G L. The transformation of the Indus civilization. *Journal of World Prehistory*, 1997, 11(4): 425-472.
- [77] Renfrew, Jane M. *New Light on Early Farming*. Edinburgh University Press, 1991.
- [78] Rouse L M, Cerasetti B. Ojakly: A Late Bronze Age mobile pastoralist site in the Murghab Region, Turkmenistan. *Journal of Field Archaeology*, 2014, 39(1): 32-50.
- [79] Sarianidi V. Excavations at Southern Gonur. Iran, 1993, 31: 25-37.
- [80] Spengler R N, Willcox G. Archaeobotanical results from Sarazm, Tajikistan, an early Bronze Age settlement on the edge: Agriculture and exchange. *Environmental Archaeology*, 2013, 18(3): 211-221.
- [81] Spengler R, Frachetti M, Doumani P, et al. Early agriculture and crop transmission among Bronze Age mobile pastoralists of Central Eurasia. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2014, 281(1783): 3382-3389.
- [82] Spengler III R N, Cerasetti B, Tengberg M, et al. Agriculturalists and pastoralists: Bronze Age economy of the Murghab alluvial fan, southern Central Asia. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2014, 23(6): 805-820.
- [83] Spengler III R N, Nigris I D, Cerasetti B, et al. The breadth of dietary economy in Bronze Age Central Asia: Case study from Adjli Kui 1 in the Murghab region of Turkmenistan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2016: 1-10.
- [84] Svyatko S V, Mertz I V, Reimer P J. Freshwater reservoir effect on redating of Eurasian steppe cultures: First results for Eneolithic and Early Bronze Age Northeast Kazakhstan. *Radiocarbon*, 2015, 57(4): 625-644.
- [85] Wang T T, Fuller B T, Wei D, et al. Investigating dietary patterns with stable isotope ratios of collagen and starch grain analysis of dental calculus at the Iron Age cemetery site of Heigouliang, Xinjiang, China. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2015, 26: 693-704.
- [86] Willcox G. Carbonized plant remains from Shortughai, Afghanistan//Renfrew J M. *New Light on Early Farming: Recent Developments in Palaeoethnobotany*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1991: 139-153.
- [87] Wu X, Miller N F, Crabtree P J. Agro-pastoral strategies and food production on the achaemenid frontier in Central Asia: A case study of Kyzyltepa in southern Uzbekistan. Iran, 2015, 53: 93-117.
- [88] Zhang G L, Wang S Z, Ferguson D K, et al. Ancient plant use and palaeoenvironmental analysis at the Gumugou Cemetery, Xinjiang, China: Implication from desiccated plant remains. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2015: 1-8.
- [89] Zhou X Y, Li X Q, Dodson J, et al. Rapid agricultural transformation in the prehistoric Hexi Corridor, China. *Quaternary International*, 2016: 1-9.
- [90] Yang X, Wan Z, Perry L, et al. Early millet use in northern China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2012, 109(10): 3726-3730.
- [91] An C B, Ji D X, Chen F H, et al. Evolution of prehistoric agriculture in central Gansu Province, China: A case study in Qin'an and Li County. *Chinese Science Bulletin*, 2010, 55(18): 1925-1930.
- [92] An Chengbang, Fruits: From the past to now. *Popular Archaeology*, 2016(8): 52-56. [安成邦. 水果的前世今生. 大众考古, 2016(8): 52-56.]
- [93] Frachetti M. Bronze Age exploitation and political dynamics of the Eastern Eurasian Steppe Zone. *Ancient interaction: East and West in Eurasia*, 2002: 161-170.
- [94] Hua Li. *History of Agricultural Development in Xinjiang in the Qing Dynasty*. Harbin: Heilongjiang Education Press, 1995: 220. [华立. 清代新疆农业开发史. 哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 1995: 220.]
- [95] Guo Wu. *Archeology Studies of Late Prehistoric Society in Xinjiang*. Shanghai: Shanghai Ancient Books Publishing House, 2012. [郭物. 新疆史前晚期社会的考古学研究. 上海: 上海古籍出版社, 2012.]
- [96] Huang Wei, Chen Jianhui, Zhang Xiaojian, et al. Definition of the core zone of the "westerlies-dominated climatic regime", and its controlling factors during the instrumental period. *Science China: Earth Sciences*, 2015, 58(5): 676-684. [黄伟, 陈建徽, 张肖剑, 等. 现代气候条件下降水变化的“西风模态”空间范围及其影响因子初探. 中国科学: 地球科学, 2015, 45(4): 379-388.]

- [97] Chang Fen. Propagation and development of the Islam in Central Asia. *East European, Russian & Central Asian Studies*, 2001(1): 76-85. [常芬. 伊斯兰教在中亚的传播与发展. 俄罗斯东欧中亚研究, 2001(1): 76-85.]
- [98] Zhao Rongzhi. A discussion on the social causes of the development of Islam in Xinjiang. *The Western Regions Studies*, 2001(3): 102-107. [赵荣织. 论伊斯兰教在新疆兴起的社会根源. 西域研究, 2001(3): 102-107.]
- [99] Guo Yunshen. *History of Sino-Russian Tea Trade*. Harbin: Heilongjiang Education Press, 1995. [郭蕴深. 中俄茶叶贸易史. 哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 1995.]
- [100] Motuzaitė-Matuzevičiūtė G, Staff R A, Hunt H V, et al. The early chronology of broomcorn millet (*Panicum miliaceum*) in Europe. *Antiquity*, 2013, 87(338): 1073-1085.
- [101] Ge Quansheng, Zheng Jingyun, Hao Zhixin, et al. State-of-the-arts in the study of climate changes over China for the past 2000 years. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(9): 1248-1258. [葛全胜, 郑景云, 郝志新, 等. 过去 2000 年中国气候变化研究的新进展. 地理学报, 2014, 69(9): 1248-1258.]
- [102] Li Bingcheng. *Study on Desertification in Hexi Corridor during the Historical Period*. Beijing: Science Press, 2003. [李并成. 河西走廊历史时期沙漠化研究. 北京: 科学出版社, 2003.]

## Environmental changes and cultural exchange between East and West along the Silk Road in arid Central Asia

AN Chengbang, WANG Wei, DUAN Futao, HUANG Wei, CHEN Fahu

(Key Laboratory of Western China's Environmental Systems (Ministry of Education), College of Earth and Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** Based on environmental records, archaeological findings, and isotopic data, the environmental changes and cultural exchange between East and West along the Silk Road in arid Central Asia during the Holocene have been studied. The results show that the cultural exchange is definitely influenced by geographic setting and environmental changes. Hexi Corridor is located at the marginal area of monsoonal Asia, characterized by monsoon-westerly transitional model. From Xinjiang to Central Asia, the environmental change demonstrated uniform trends during the Holocene: the early Holocene witnessed dry environment conditions and desert vegetation, while during the mid and late Holocene, steppe vegetation expanded when moisture increased. The cultural exchange between East and West along the Silk Road took advantage of moisture conditions during the mid to late Holocene. Benefited from the improvement of environmental conditions, the cultural exchange between East and West accelerated after 2000 BC. During 2500-2000 BC, Eastern and Western agriculture met and integrated along the Silk Road, representing the beginning of prehistoric "Silk Road" along the Tianshan Mountains. Furthermore, during 2000-1000 BC, a mixed economy characterized by wheat/barley-millet-husbandry appeared in the oases along the Silk Road, and expanded to the Eurasia steppe after 1500BC, being a sharp contrast to the surrounding animal husbandry and continuing to the historic periods. Such spatial differentiation is the result of integrated geographic setting and cultural exchange between East and West. During the prehistoric period, Eastern and Western agriculture oppositely spread along the oases in a leapfrogging forward way. While during the historic periods, political factors were the primary controlling upon the Silk Road, but environmental change was still a factor that cannot be ignored.

**Keywords:** arid Central Asia; Silk Road; environmental change; wheat; millet; cultural exchange