

新疆新塔拉遗址农业活动特征 及其影响的植物指标记录*

赵克良^① 李小强^① 周新郢^① John Dodson^② 纪明^③

(①中国科学院古脊椎动物与古人类研究所人类演化实验室,北京 100044; ②澳大利亚核科学与技术组织环境研究所,悉尼 2232;
③中国科学院南京地理与湖泊研究所,南京 210008)

摘要 本文选择新疆中部新塔拉剖面为研究对象,运用炭化种子和花粉等植物指标,对新塔拉先民农业活动及其环境效应进行了探讨。新塔拉小麦炭化种子直接测年为 3682 ~ 3921cal. aB. P., 指示新塔拉地区早在 3800cal. aB. P. 左右已有小麦农业,与古墓沟小麦遗存相当,早于小河墓地小麦遗存。研究显示新塔拉在 3600 ~ 3900cal. aB. P. 之间农业活动以小麦种植为主,黍作为辅。新疆地区干旱气候条件下,农业活动尤其是灌溉农业可导致土地盐碱化加剧。土地盐碱化可能是新塔拉地区 3600cal. aB. P. 以后农业活动减弱的主要原因。

主题词 新塔拉遗址 农业活动 炭化小麦 花粉 土地盐碱化

中图分类号 K878, Q948 **文献标识码** A

农业的出现是人类适应和改造环境的结果,农业的起源和传播、早期农业活动特征及其环境效应等已成为考古学和过去全球变化共同关注的热点科学问题^[1,2]。原始农业源于西亚、东亚和中美洲 3 个重要中心和几个次级中心^[3]。小麦 (*Triticum aestivum*)、大麦 (*Hordeum vulgare*) 等农作物在西亚“新月沃地”首先被驯化,然后向欧洲、中亚以及东亚扩散^[4,5]; 稻作农业以及黍 (*Panicum miliaceum*)、粟 (*Setaria italica*) 旱作农业分别起源于长江和黄河流域,之后在欧亚大陆被广泛传播^[6-8]。新疆地处亚洲中部,是丝绸之路的主要通道,也是东西方文化交流的重要桥梁。认识并理解新疆地区的早期农业活动特征及其环境影响,对研究我国北方干旱化与人类适应具有历史借鉴意义^[9]。

新疆地区干旱的气候条件使许多早期人类活动遗址以及农作物遗存得以保存,为该区域早期农业活动研究提供了理想材料。新疆古代农业生产特征和农作物遗存的研究显示,起源于西亚和东亚的小麦、大麦、黍、粟等的粮食作物在新疆地区均有发现^[10-12]。孔雀河流域古墓沟出土有距今 3800 ~ 3900 年间的炭化小麦遗存^[13]; 小河墓地出土小麦年代在距今 3600 年左右^[14]; 和硕新塔拉遗址发现

距今 3500 年左右的麦和黍类标本^[10]; 哈密五堡古墓地发现距今 3000 年左右的粟类标本^[12]。目前,新疆农作物遗存的年代大多根据文化层断代所得,一些重要农作物如小麦、黍、粟等仍缺少直接的年代测定,阻碍了新疆地区早期农业活动特征以及小麦、黍、粟农业的扩散与传播研究。

新塔拉遗址位于新疆和硕县新塔拉乡红星村南(图 1),遗址面积约 $3.7 \times 10^4 \text{m}^2$,南距博斯腾湖约 10km。遗址于 1979 年被发现,并由新疆考古研究所进行了小规模发掘。出土陶器有罐、钵、杯、釜等器形,以夹砂红陶、彩陶和夹砂黑褐陶居多; 石器有石镰、石锤、石球、纺轮、石磨杵、石磨盘、石斧等; 铜器有铜斧、铜簇、铜锥等^[15],出土有小麦、黍等炭化种子^[10,16]。本文选择新塔拉遗址作为研究对象,基于炭化种子遗存和花粉记录,研究新塔拉地区农业的起始年代、农作物种植类型,探讨农业活动对环境的影响与适应。

1 研究材料和研究方法

新塔拉剖面 ($42^\circ 12' 59.1'' \text{N}$, $86^\circ 55' 51.6'' \text{E}$) 位于新塔拉遗址东部,海拔 1075m。遗址所处的焉耆盆地位于天山山脉与库鲁塔克山之间,属温带干旱

第一作者简介:赵克良 男 29 岁 博士后 第四纪地质与全球变化专业 E-mail:zhaokeliang@ivpp.ac.cn

* 国家重点基础研究发展规划项目(973 项目)(批准号:2010CB950204)资助

2011-11-09 收稿,2011-12-13 收修修改稿

通讯作者:李小强 E-mail:lixiaoqiang@ivpp.ac.cn

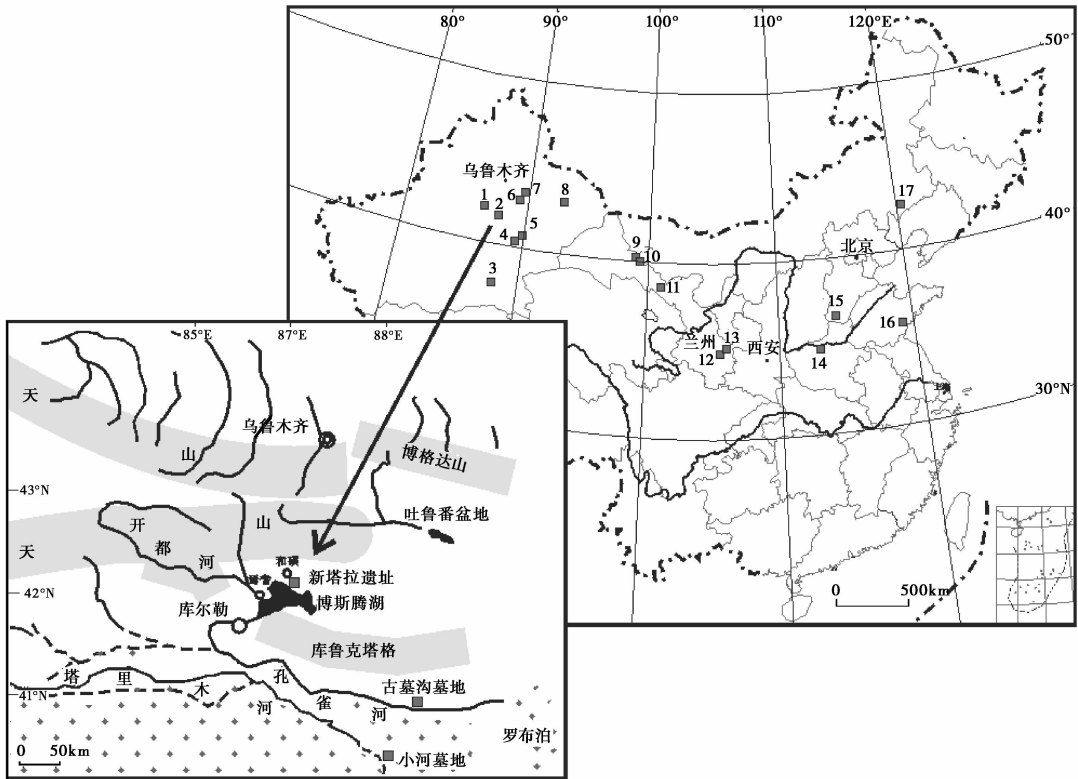


图1 新塔拉遗址的位置及文中涉及的其他遗址

1. 察吾乎沟墓地 (Chawuhugou) 2. 新塔拉遗址 (Xintala) 3. 且末扎洪鲁克 (Zahongluke) 4. 小河墓地 (Xiaoheshi)
 5. 古墓沟墓地 (Gumugou) 6. 苏贝希墓地 (Subeixi) 7. 洋海墓地 (Yanghai) 8. 五堡墓地 (Wubao) 9. 缸缸洼遗址 (Ganggangwa)
 10. 火石梁遗址 (Huoshiliang) 11. 东灰山遗址 (Dongshuishan) 12. 西山坪遗址 (Xishanping) 13. 大地湾遗址 (Dadiwan)
 14. 天坡水库遗址 (Tianposhui) 15. 磁山遗址 (Cishan) 16. 两城镇遗址 (Liangchengzhen) 17. 兴隆沟遗址 (Xinglonggou)

Fig. 1 Location of Xintala Site and other sites mentioned in the text

性大陆气候,年平均降水量 74.4mm,年蒸发量 1194.7mm,年平均气温 8.2℃。盆地东南部有博斯腾湖,开都河自西北方向流入,形成巨大的三角洲,孔雀河从博斯腾湖西南角流向罗布泊地区。盆地底部地下水位高,强烈的盐渍化形成由盐穗木 (*Halostachys belangeriana*)、盐节木 (*Halocnemum strobilaceum*)、多枝怪柳 (*Tamarix ramosissima*) 和芦苇 (*Phragmites communis*) 等为主的盐生荒漠和灌丛。河漫滩及三角洲形成大面积芦苇沼泽,三角洲排水较良好地方大部分开垦为农田。盆地四周宽广的冲积扇是典型的膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*) 荒漠,其间混生有盐生木 (*Iljinia regelii*)、合头草 (*Sympema regelii*)、泡泡刺 (*Nitraria sphaerocarpa*)、沙拐枣 (*Calligonum mongolicum*)、梭梭柴 (*Haloxylon ammodendron*) 等植物,河流沿岸有榆疏林^[17]。

新塔拉剖面厚 380cm,含陶片、炭屑等人类活动遗存。根据沉积物颜色和结构特征将剖面分为 6 层:

(1) 0~30cm,浅黄色砂质土层,质地疏松,含少量炭屑

(2) 30~100cm,红色砂质土层,炭屑含量明显增加

(3) 100~130cm,青色粉砂土层,炭屑含量较上层减少

(4) 130~240cm,红褐色粉砂质土层,炭屑含量较上层有所增加,质地变软

(5) 240~365cm,浅灰色砂土层,炭屑含量明显减少

(6) 365~380cm,浅黄色泥

在剖面 50~60cm, 100~110cm, 110~120cm, 150~160cm, 190~200cm, 250~260cm, 290~300cm 和 350~360cm 等 8 个层位各取土样约 30kg,用筛析浮选法提取了植物大化石遗存,在体视显微镜下进行鉴定和统计。实验室以 10cm 为间距,采用常规酸碱法^[18]分析花粉样品 36 个,每个样品用量为 60g。花粉鉴定参考现代花粉形态图版^[19,20],大部分样品的统计数量在 200 粒以上,少数 100 粒以上。在剖面 5~10cm, 80~85cm, 150~160cm, 290~300cm 和 350~360cm 等分别挑取炭屑与炭化小麦种子样品,在澳大利亚 ANSTO 加速器质谱实验室进行 AMS ¹⁴C 测年,校正年龄采用 Calib Rev4.4 软件^[21]。

表 1 新塔拉剖面 AMS ^{14}C 测年Table 1 The accelerator mass spectrometry (AMS) ^{14}C dates from Xintala section

实验室编号	深度/cm	测年材料	^{14}C 年龄/aB. P.	校正 ^{14}C 年龄/cal. aB. P. (2σ)	中值年龄/cal. aB. P. (2σ)
OZM448	5 ~ 10	炭屑	3395 ± 30	3566 ~ 3706	3636
OZM449	80 ~ 85	炭屑	3515 ± 30	3700 ~ 3869	3785
OZM450	150 ~ 160	炭屑	3335 ± 30	3477 ~ 3640	3559
OZM451	290 ~ 300	炭化小麦	3460 ± 35	3677 ~ 3830	3754
OZL437	350 ~ 360	炭化小麦	3515 ± 50	3682 ~ 3921	3802

2 研究结果

2.1 年代

新塔拉剖面共获得 5 个年代数据(表 1), 指示研究剖面为 3500 ~ 3900 cal. aB. P. 之间的一套沉积。其中 150 ~ 160 cm 处年代倒置(图 2), 其相对层位偏轻, 可能是耕作、房屋修建等后期人类活动扰动的结果, 其余 4 个年代序列, 与地层堆积序列基本一致。

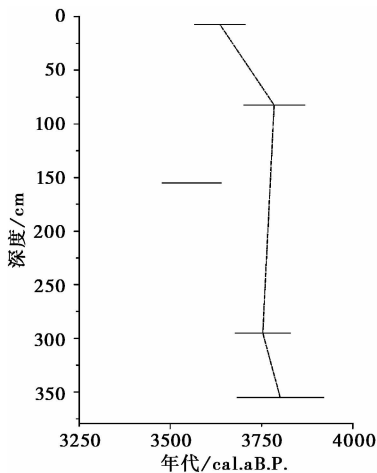


图 2 新塔拉剖面年代-深度图

Fig. 2 The age-depth model of Xintala section

2.2 炭化种子

炭化植物大化石主要包括小麦、青稞、黍、豆科等种子遗存(图 3)。整个剖面中在 8 个层位共获得小麦 90 粒, 6 个层位获得青稞 25 粒和黍 22 粒(图 4)。炭化小麦的出土数量和概率都高于青稞和黍。在 350 ~ 360 cm 与 290 ~ 300 cm 两个层位的炭化小麦的直接年代测定分别为 3682 ~ 3921 cal. aB. P. 和 3677 ~ 3830 cal. aB. P.。

2.3 花粉

36 个样品共鉴定出花粉 10197 粒, 分别属于 40 多个不同科属, 以草本和灌木为主。以鉴定统计的

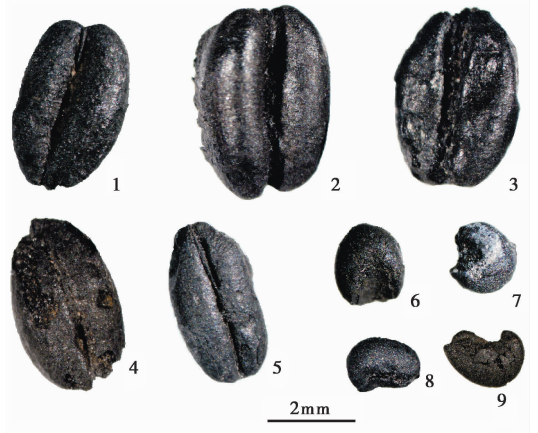


图 3 新塔拉剖面炭化种子

1 ~ 3——小麦 *Triticum aestivum* 4, 5——青稞 *Hordeum vulgare*
6, 7——黍 *Panicum miliaceum* 8, 9——豆科 Leguminosae

Fig. 3 The charred seeds in Xintala section

所有花粉为基数计算百分比和浓度, 将百分含量大于 1% 的种属绘制花粉百分比图谱(图 4)。

花粉组合变化可以分为以下 6 个阶段。

阶段 I (380 ~ 310 cm): 以藜科 (Chenopodiaceae) 和菊科 (Compositae) 为主, 平均含量为 36.1% 和 15.8%。早期菊科含量可达 47.6%, 指示菊科、禾本科 (Gramineae)、蒿属 (*Artemisia*) 组成的原生草原植被, 说明人类活动较弱。藜科花粉含量从后期开始增加。

阶段 II (310 ~ 170 cm): 本阶段禾本科含量最高可达 63.9%, 平均 36.8%。藜科的花粉平均含量为 44.9%, 花粉浓度达到剖面最高值。高比例的禾本科花粉含量可能与人类的农业活动有关。

阶段 III (170 ~ 130 cm): 禾本科花粉减少, 藜科与香蒲属 (*Typha*) 的花粉含量增加显著, 分别占到 57.8% 和 19.7%, 指示盐生草甸植被景观。

阶段 IV (130 ~ 90 cm): 禾本科含量再次增加, 达到 26.9%, 藜科与香蒲属含量降低。

阶段 V (90 ~ 30 cm): 禾本科花粉明显减少, 平均为 9.0%。藜科明显增加, 达到 73.1%, 同时花粉

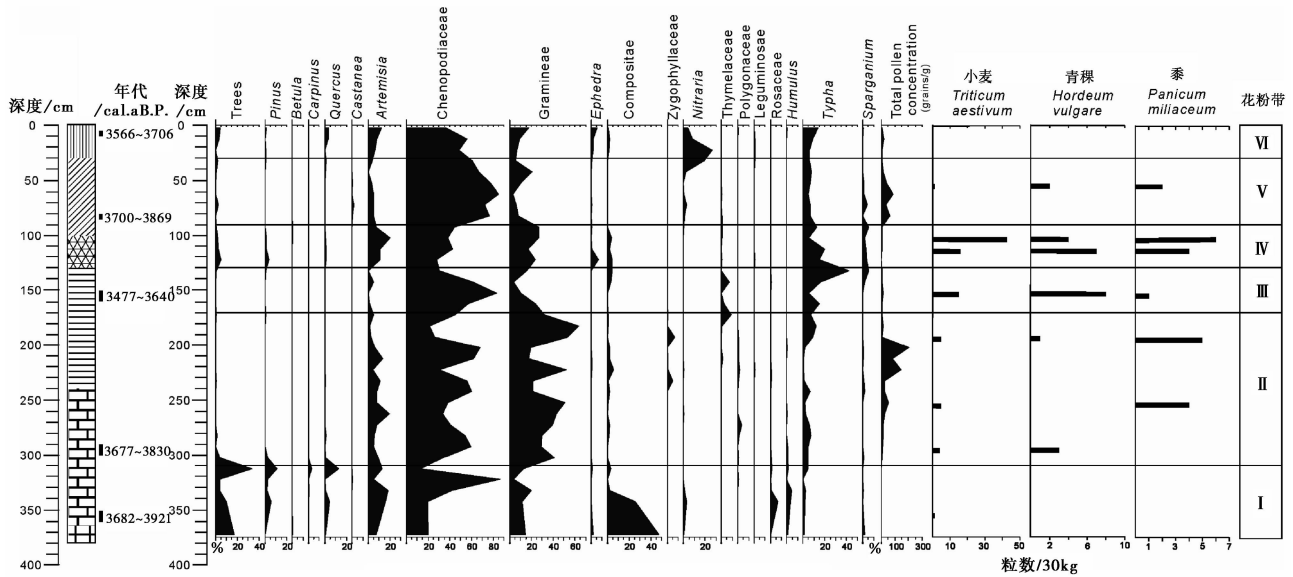


图4 新塔拉剖面花粉百分比与种子图谱

Fig. 4 The diagram of pollen percentages and charred seed distribution in Xintala section

浓度也有所增加。

阶段 VI (30 ~ 0 cm): 白刺属 (*Nitraria*) 含量增加, 平均含量达到 12.7%, 藜科以及禾本科含量都有减少, 花粉浓度降低。指示人类活动减弱, 以藜科、白刺属为主的次生灌丛植被发育。

3 讨论与结论

炭化种子作为农作物种植的直接证据, 在研究农业的起源以及传播中具有不可替代的作用^[22,23]。花粉是重建早期人类活动的环境背景、探讨人类活动特征及环境效应的重要替代指标^[24-31]。新塔拉遗址炭化种子和花粉记录共同显示早在距今 3800 年左右, 新疆中东部地区已开始种植小麦、黍等农作物, 这对认识早期小麦和旱作农业在新疆地区的传播与交流, 探讨干旱区农业活动及其对环境的影响具有重要意义。

目前, 关于西亚的小麦农业在何时何地传入中国以及新疆是否是其进入中国的第一站等科学问题并没有形成统一观点^[24,32-34]。东部地区山东两城镇遗址小麦遗存出现在 2600 ~ 1800 BC 之间^[35]; 中原地区伊洛河流域小麦在 1600 ~ 1300 BC 成为重要的农作之一^[36]; 甘肃西山坪遗址 4600 cal. a.B.P. 出现了小麦和燕麦遗存^[24]; 河西走廊中部东灰山遗址小麦和大麦农业在 1661 ~ 1457 BC 已占据重要地位^[34]; 河西走廊西部火石梁和缸缸洼遗址小麦的年代分别出现在 2135 ~ 1895 BC 和 2026 ~ 1766

BC 之间^[33] (图 1)。新疆地区较早的小麦遗存出现在孔雀河下游古墓沟遗址, 其年代大约在 3800 ~ 3900 a.B.P. 之间^[13], 但至今未见有关该遗址小麦直接测年数据发表。位于古墓沟墓地西南约 50 km 小河墓地的小麦种子遗存年代在 1687 ~ 1498 BC 之间^[34]。新塔拉剖面底部小麦的年龄为 3682 ~ 3921 cal. a.B.P., 是目前新疆地区最老的小麦种子直接测年数据。其年代晚于河西走廊火石梁和缸缸洼遗址, 与古墓沟小麦遗存年代相当, 早于小河墓地小麦遗存。显示新疆地区 3800 cal. a.B.P. 左右已开始种植小麦。

黍最早起源于东亚中国的黄河中下游地区^[8]。河北磁山遗址先民在约 10300 cal. a.B.P. 就已经驯化栽培了黍^[8]; 内蒙兴隆沟遗址出土有兴隆洼文化中后期 (大约 8000 ~ 7500 cal. a.B.P.) 的黍作物^[37]; 甘肃大地湾遗址的黍遗存年代在 7900 ~ 7200 cal. a.B.P.^[38,39] (图 1)。距今 7000 年以后, 中国北方遗址中粟类遗存逐渐增多, 粟、黍旱作农业迅速发展^[40-42]。

新疆地区汉代以后的遗址中出土黍、粟种子已比较普遍, 但在汉代以前仅和硕新塔拉、哈密五堡墓地、和静察吾乎沟、吐鲁番洋海墓地、鄯善县苏贝希三号墓地、且末扎洪鲁克等遗址有黍和粟遗存报道^[12,43] (图 1)。新塔拉遗址炭化黍种子遗存显示在 3800 年左右已出现黍作农业, 但黍出土的数量和概率远少于小麦, 同时考虑小麦农业的载荷远大于黍作农业等原因, 新疆新塔拉地区 3600 ~

3900cal. aB. P. 期间以小麦农业为主,黍作农业的比例不高。

禾本科为低代表性花粉类型^[44],即使在禾本科为建群种的草原群落内,其花粉含量也大多低于10%^[45],在以芦苇为建群种的盐生草甸植被生态中,禾本科的花粉含量可达25%^[46]。在农业活动影响地区高含量禾本科花粉可间接指示农作物盖度,作为农业活动的替代指标^[47]。新塔拉剖面花粉带Ⅱ中禾本科含量高达63.9%,结合炭化农作物种子,显示高比例禾本科花粉含量与先民农业种植的结果,后期禾本科花粉含量以及炭化种子数量同时减少,指示了农业活动强度减弱。

藜科是荒漠、半荒漠和盐碱地上分布最广的重要植物,白刺属则是沙漠和盐碱地区重要的耐盐固沙植物^[17]。新塔拉剖面花粉带Ⅴ和Ⅵ中的藜科与白刺属花粉含量明显增加,而蒿属与禾本科含量同时减少,说明植被向荒漠和盐碱类型转变,指示土壤盐碱化加剧。盐碱化可导致农业生产力的严重衰退,甚至使生产者弃耕^[48]。波斯腾湖记录显示在3600~3900cal. aB. P. 之间该区域气候处于相对稳定的干旱状态,湖泊水位没有明显波动^[49~51]。因此,新塔拉花粉带Ⅴ和Ⅵ中藜科和白刺属含量增加不是气候变化的直接结果。

小麦的种植需要人工灌溉,不合理的灌溉很容易导致土地退化。美索不达米亚2400~1700 BC 的土地盐碱化与农业灌溉有直接关系^[52]。河西走廊东灰山遗址与黄娘娘台遗址研究显示,藜科、怪柳科、蒺藜科等盐生植物花粉含量增加,显示了干旱区农业活动导致的土地退化^[53]。波斯腾湖记录显示在3850~3640cal. aB. P. 之间湖泊中的磷酸盐含量增加,指示湖泊周围土壤侵蚀增强且可能与农业活动有关^[49]。新塔拉地区3600~3900cal. aB. P. 期间的小麦农业需要进行灌溉,较高的蒸发量加之脆弱的生态环境加剧了新塔拉地区土壤侵蚀和土地盐碱化。因此,新塔拉剖面阶段Ⅴ和Ⅵ中藜科和白刺属含量的显著增加应是农业活动的直接结果,土地盐碱化可能是新塔拉遗址后期农业活动减弱的主要原因。

致谢 花粉分析和炭化农作物种子鉴定分别得到童国榜研究员、刘长江高级工程师的热情指导和帮助,在此一并感谢。

参考文献 (References)

1 Ruddiman W F. The anthropogenic greenhouse era began thousands

of years ago. *Climatic Change*, 2003, **61** (3) :261 ~ 293

- 2 Willcox G, Buxo R, Herveux L. Late Pleistocene and Early Holocene climate and the beginnings of cultivation in northern Syria. *The Holocene*, 2009, **19** (1) :151 ~ 158
- 3 Bellwood P. *The First Farmers: The Origins of Agricultural Societies*. London: Blackwell Publishing, 2005. 1 ~ 180
- 4 Zohary D, Hopf M. *Domestication of Plants in the Old World* (3rd edition). Oxford: Oxford University Press, 2001. 1 ~ 328
- 5 Willcox G. The distribution, natural habitats and availability of wild cereals in relation to their domestication in the Near East: Multiple events, multiple centres. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2005, **14** (4) :534 ~ 541
- 6 Crawford G W, Shen C. The origins of rice agriculture: Recent progress in East Asia. *Antiquity*, 1998, **72** (4) :858 ~ 866
- 7 Higham C, Lu T. The origins and dispersal of rice cultivation: Rice domestication. *Antiquity*, 1998, **72** (278) :867 ~ 877
- 8 Lu H Y, Zhang J P, Liu K *et al*. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, **106** (18) :7367 ~ 7372
- 9 符宗斌, 安芷生. 我国北方干旱化研究——面向国家需求的全球变化科学问题. *地学前缘*, 2002, **9** (2) :271 ~ 275
Fu Congbin, An Zhisheng. Study on aridification in northern China——A global change issue facing directly the demand of nation. *Earth Science Frontiers*, 2002, **9** (2) :271 ~ 275
- 10 王炳华. 新疆农业考古概述. *农业考古*, 1983, (1) :102 ~ 121
Wang Binghua. Outline of agricultural archaeology in Xinjiang. *Agricultural Archaeology*, 1983, (1) :102 ~ 121
- 11 张玉忠. 新疆出土的古代农作物简介. *农业考古*, 1983, (1) :122 ~ 126
Zhang Yuzhong. A summary account about the ancient crops of Xinjiang. *Agricultural Archaeology*, 1983, (1) :122 ~ 126
- 12 卫 斯. 西域农业考古资料索引. *农业考古*, 2003, (3) :269 ~ 285
Wei Si. Indexing of agricultural archaeology data in the western regions. *Agricultural Archaeology*, 2003, (3) :269 ~ 285
- 13 王炳华. 孔雀河古墓沟发掘及其初步研究. 见: 王炳华. 西域考古历史论集. 北京: 中国人民大学出版社, 2008. 274 ~ 292
Wang Binghua. The excavation at the Kongque River's valley of Ancient Tombs and a preliminary study. In: Wang Binghua ed. *Collected Works of Archaeological and Historical Studies of the Western Regions*. Beijing: Renmin University of China Press, 2008. 274 ~ 292
- 14 新疆文物考古研究所. 新疆罗布泊小河墓地2003年发掘简报. *文物*, 2007, (10) :4 ~ 42
The Cultural Relics and Archaeology Institute of Xinjiang Autonomous Region. A brief excavation report in Xiaohe Graveyard located in Luobupo, Xijiang Autonomous Region. *Cultural Relics*, 2007, (10) :4 ~ 42
- 15 新疆考古研究所. 新疆和硕新塔拉遗址发掘简报. *考古*, 1988, (6) :399 ~ 407
Institute of Xinjiang Archaeology. A primary excavation report of Xintala Site in Heshuo, Xinjiang. *Archaeology*, 1988, (6) :399 ~ 407
- 16 贺菊莲. 从新疆史前考古初探其古代居民饮食文化. *中国农史*, 2007, **26** (3) :3 ~ 10
He Julian. On prehistoric inhabitants' diet culture in Xinjiang from

- its archaeology discoveries. *Agricultural History of China*, 2007, **26** (3): 3 ~ 10
- 17 中国科学院新疆综合考察队, 中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用. 北京: 科学出版社, 1978. 258
The Xinjiang Comprehensive Expedition Team of Chinese Academy of Sciences, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. The Vegetation of Xinjiang and Its Utilization. Beijing: Sciences Press, 1978. 258
- 18 Faegri K, Iversen J. Textbook of Pollen Analysis (3rd.). Oxford: Blackwell, 1989. 295
- 19 王伏雄, 钱南芬, 张玉龙等. 中国植物花粉形态(第二版). 北京: 科学出版社, 1997. 1 ~ 461
Wang Fuhsiung, Chien Nanfen, Zhang Yulong *et al.* Pollen Flora of China (Second Edition). Beijing: Science Press, 1997. 1 ~ 461
- 20 席以珍, 宁建长. 中国干旱半干旱地区花粉形态研究. *Yushania*, 1994, **11**: 119 ~ 191
Xi Yizhen, Ning Jianchang. Study on pollen morphology of plants from dry and semidry area in China. *Yushania*, 1994, **11**: 119 ~ 191
- 21 Stuiver M, Reimer P, Bard E *et al.* INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000 ~ 0 cal BP. *Radiocarbon*, 2006, **40** (3): 1041 ~ 1083
- 22 Willcox G. Measuring grain size and identifying near eastern cereal domestication: Evidence from the Euphrates valley. *Journal of Archaeological Science*, 2004, **31** (2): 145 ~ 150
- 23 Fuller D, Qin L, Zheng Y *et al.* The domestication process and domestication rate in rice: Spikelet bases from the lower Yangtze. *Science*, 2009, **323**: 1607 ~ 1610
- 24 Li X Q, Dodson J, Zhou X Y *et al.* Early cultivated wheat and broadening of agriculture in Neolithic China. *The Holocene*, 2007, **17** (5): 555 ~ 560
- 25 Li X Q, Shang X, Dodson J *et al.* Holocene agriculture in the Guanzhong Basin in NW China indicated by pollen and charcoal evidence. *The Holocene*, 2009, **19** (8): 1213 ~ 1220
- 26 赵克良, 李小强, 周新郢等. 辽西城子山遗址夏家店下层文化期农业活动特征及环境效应. 第四纪研究, 2011, **31** (1): 8 ~ 15
Zhao Keliang, Li Xiaoqiang, Zhou Xinying *et al.* Agricultural activities and its impact on the environment in lower Xiajiadian culture period of the Chengzishan Site, West Liaoning Province. *Quaternary Sciences*, 2011, **31** (1): 8 ~ 15
- 27 许清海, 曹现勇, 王学丽等. 殷墟文化发生的环境背景及人类活动的影响. 第四纪研究, 2010, **30** (2): 273 ~ 286
Xu Qinghai, Cao Xianyong, Wang Xueli *et al.* Generation of YinXu Culture: Environmental background and impacts of human activities. *Quaternary Sciences*, 2010, **30** (2): 273 ~ 286
- 28 张振翊, 许清海, 李月丛等. 殷墟地区土壤剖面孢粉组合特征及环境意义. 第四纪研究, 2007, **27** (3): 461 ~ 468
Zhang Zhenqing, Xu Qinghai, Li Yuecong *et al.* Environmental changes of Yin Ruins area based on pollen analysis. *Quaternary Sciences*, 2007, **27** (3): 461 ~ 468
- 29 胡雅琴, 李宜垠, 周力平等. 更新世末期西辽河上游地区古代环境研究. 第四纪研究, 2009, **29** (4): 733 ~ 743
Hu Yaqin, Li Yiyin, Zhou Liping *et al.* Late Pleistocene environment assessment for the upper western Liao River region. *Quaternary Sciences*, 2009, **29** (4): 733 ~ 743
- 30 杨士雄, 郑卓, 黄康有等. 亚热带稻作区表土孢粉研究及其考古学应用. 第四纪研究, 2010, **30** (2): 262 ~ 272
Yang Shixiong, Zheng Zhuo, Huang Kangyou *et al.* Surface pollen analysis in subtropical double-cropping rice areas and its archaeological application. *Quaternary Sciences*, 2010, **30** (2): 262 ~ 272
- 31 王伟铭, 舒军武, 陈炜等. 长江三角洲地区全新世环境变化与人类活动的影响. 第四纪研究, 2010, **30** (2): 233 ~ 244
Wang Weiming, Shu Junwu, Chen Wei *et al.* Holocene environmental changes and human impact in the Yangtze River Delta area, East China. *Quaternary Sciences*, 2010, **30** (2): 233 ~ 244
- 32 靳桂云. 中国早期小麦的考古发现与研究. 农业考古, 2007, (4): 11 ~ 20
Jin Guiyun. The archaeological findings and study on the early wheat in China. *Agricultural Archaeology*, 2007, (4): 11 ~ 20
- 33 Dodson J, Li X Q, Ji M *et al.* Early Bronze in two Holocene archaeological sites in Gansu, NW China. *Quaternary Research*, 2009, **72** (3): 309 ~ 314
- 34 Flad R, Li S C, Wu X H *et al.* Early wheat in China: Results from new studies at Donghuishan in the Hexi Corridor. *The Holocene*, 2010, **20** (6): 955 ~ 965
- 35 Crawford G, Underhill A, Zhao Z *et al.* Late Neolithic plant remains from northern China: Preliminary results from Liangchengzhen, Shandong. *Current Anthropology*, 2005, **46** (2): 309 ~ 317
- 36 Lee G A, Crawford G, Liu L *et al.* Plants and people from the Early Neolithic to Shang Periods in North China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, **104** (3): 1087 ~ 1092
- 37 赵志军. 植物考古学及其新进展. 考古, 2005, (7): 42 ~ 49
Zhao Zhijun. Archaeobotany and its new achievements in China. *Archaeology*, 2005, (7): 42 ~ 49
- 38 Barton L, Newsome S, Chen F H *et al.* Agricultural origins and the isotopic identity of domestication in Northern China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, **106** (14): 5523 ~ 5528
- 39 刘长江, 孔昭宸. 粟、黍籽粒的形态比较及其在考古鉴定中的意义. 考古, 2004, (8): 76 ~ 83
Liu Changjiang, Kong Zhaochen. The morphological comparison of grains between foxtail and broomcorn millet and its application for identification in archaeology remains. *Archaeology*, 2004, (8): 76 ~ 83
- 40 安志敏. 中国的史前农业. 考古学报, 1988, (4): 369 ~ 381
An Zhimin. Prehistoric agriculture in China. *Acta Archaeologica Sinica*, 1988, (4): 369 ~ 381
- 41 游修龄. 黍粟的起源及传播问题. 中国农史, 1993, **12** (3): 1 ~ 13
You Xiuling. The origin and dispersal of broomcorn and foxtail millet. *Agricultural History of China*, 1993, **12** (3): 1 ~ 13
- 42 陈文华. 中国原始农业的起源和发展. 农业考古, 2005, (1): 8 ~ 15
Chen Wenhua. The origin and expanding of primitive agriculture in China. *Agricultural Archaeology*, 2005, (1): 8 ~ 15
- 43 Jiang H E, Li X, Ferguson D K *et al.* The discovery of *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) in the Yanghai Tombs (2800 years BP), NW China, and its medicinal implications. *Journal of Ethnopharmacology*, 2007, **113** (3): 409 ~ 420
- 44 李宜垠, 张新时, 周广胜等. 中国北方几种常见表土花粉类型与植被的数量关系. 科学通报, 2000, **45** (7): 761 ~ 765
Li Yiyin, Zhang Xinshi, Zhou Guangsheng *et al.* Quantitative relationships between vegetation and several pollen taxa in surface soil from North China. *Chinese Science Bulletin*, 2000, **45** (7): 761 ~ 765

- 45 许清海,李月丛,阳小兰等.北方草原区主要群落类型表土花粉分析.地理研究,2005,24(3):394~402
Xu Qinghai, Li Yuecong, Yang Xiaolan *et al.* The analysis of surface pollen in the main groups in grassland, North China. *Geographical Research*, 2005, 24(3):394~402
- 46 Luo C X, Zheng Z, Tarasov P *et al.* Characteristics of the modern pollen distribution and their relationship to vegetation in the Xinjiang region, north western China. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2009, 153(3~4):282~295
- 47 Li X Q, Zhou X Y, Zhou J *et al.* The earliest archaeological evidence of the broadening agriculture in China recorded at Xishanping Site in Gansu Province. *Science in China (Series D)*, 2007, 50(11):1707~1714
- 48 王遵亲,祝寿泉,余仁培等.中国盐渍土.北京:科学出版社,1993.1~6
Wang Zunqin, Zhu Shouquan, Yu Renpei *et al.* Saline Soil in China. Beijing: Science Press, 1993. 1~6
- 49 Wünnemann B, Mischke S, Chen F H. A Holocene sedimentary record from Bosten Lake, China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2006, 234(2~4):223~238
- 50 Mischke S, Wünnemann B. The Holocene salinity history of Bosten Lake (Xinjiang, China) inferred from ostracod species assemblages and shell chemistry: Possible palaeoclimatic implications. *Quaternary International*, 2006, 154~155(1):100~112
- 51 陈发虎,黄小忠,杨美临等.亚洲中部干旱区全新世气候变化的西风模式——以新疆博斯腾湖记录为例.第四纪研究,2006,26(6):881~887
Chen Fahu, Huang Xiaozhong, Yang Meilin *et al.* Westerly dominated Holocene climate model in arid Central Asia——Case study on Bosten Lake, Xinjiang, China. *Quaternary Sciences*, 2006, 26(6):881~887
- 52 Jacobsen T, Adams R M. Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture. *Science*, 1958, 128:1251~1258
- 53 Zhou X Y, Li X Q, Dodson J *et al.* Land degradation during the Bronze Age in Hexi Corridor (Gansu, China). *Quaternary International*, 2011, doi: 10.1016/j. quaint. 2006. 02. 014

CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL ACTIVITIES AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT AT XINTALA SITE, XINJIANG, RECONSTRUCTED FROM ARCHAEOLOGICAL PLANT REMAINS

Zhao Keliang^① Li Xiaoqiang^① Zhou Xinying^① John Dodson^② Ji Ming^③

(^①Laboratory of Human Evolution, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;

^②Institute for Environmental Research, Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Sydney 2232;

^③Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

Xinjiang, a strategic passage of the Silk Road due to its Central Asia position, was also a significant bridge of cultural exchange between the East and West. The characteristics of early agriculture activities of Xinjiang as well as its role in the early agricultural dispersal are the hot topics of common concern in the field of archaeology and past global changes. The Xintala section (42°12'59.1"N, 86°55'51.6"E, 1075m a. s. l.), is a 380cm deep excavation, located on the eastern part of Xintala site in Heshuo County of Central Xinjiang. The section contains many remains of human activities, including pottery fragments and charcoal. Based on the AMS ¹⁴C dating, charred seeds and pollen records from the section, the characteristics of agricultural activities and its impacts on the environment were explored. 90 wheat, 25 naked barley and 22 broomcorn millet seed remains were collected from the section by using the sieving and floating method. The dating of carbonized wheat seed in the bottom of the section is 3682~3921 cal. aB. P. indicating that wheat was grown no later than ca. 3800 cal. aB. P. in Xintala. The dating is same to the Gumugou and earlier than Xiaohe. Our data also reveals that wheat was the principal crop between ca. 3600 cal. aB. P. and 3900 cal. aB. P. in Xintala. The increase of the percentages of Chenopodiaceae and *Nitraria* pollen is associated with the decrease of *Artemisia* and Gramineae content in the upper part of the section, which indicates an increase in soil salinity. The salinization was suggested to have been caused by the agricultural activities, especially by the irrigated agriculture. Land salinization resulted possibly in the weakening of agricultural activities after 3600 cal. aB. P. in Xintala.

Key words Xintala site, agricultural activities, charred wheat, pollen, land salinization