

文章编号: 1000-0240(2004)04-0403-08

天山北麓晚全新世环境演变及其人类活动的影响

阎顺¹, 穆桂金¹, 孔昭宸², 倪健², 杨振京²(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院植物研究所
植被数量生态学重点实验室, 北京 100093)

摘要: 在天山北麓(坡)不同海拔、不同植被带、不同沉积相选取剖面, 进行¹⁴C测年和沉积相、孢粉、粒度、磁化率及烧失量分析, 探讨晚全新世的环境演变。通过对比艾比湖、大西沟、东道海子、桦树窝子和四厂湖等剖面反映的环境信息, 结果表明: 晚全新世以来, 气候有冷暖干湿波动, 但干旱的总面貌未发生根本变化。反映在植被上, 山区森林、低山丘陵区草原-荒漠草原、平原区荒漠-荒漠草原的植被景观无根本变化, 但是在森林的上下界限、平原河谷林的发育程度、平原低地草甸的面积上, 随气候的变化而发生波动。平原湖泊受环境变化的影响十分明显。晚全新世以来, 平原湖泊水面变化频繁, 3.1~2.4 ka BP、1.7~1.3 ka BP和1.27~0.3 ka BP时期是高湖面阶段。1.7~0.6 ka BP的中世纪, 气候比较湿润, 温暖, 平原湖泊处于高水位期, 1.7~1.3 ka BP期间天山的云杉林带下限下移, 林带加宽, 自然环境处于最好阶段。人为活动只是在近代对环境产生较大影响, 主要表现在对平原地区水系和自然绿洲的影响上, 河流流量减少、流程缩短、尾间湖消亡、崩缘溢出带北移、地下水位降低, 泉水流量减少等成为普遍现象。人工绿洲取代自然绿洲, 自然绿洲大面积减少, 尾间湖滨绿洲大面积消亡, 平原河谷绿洲面积减少, 崩缘溢出带绿洲和大河三角洲绿洲为人工绿洲取代。

关键词: 天山北麓; 晚全新世; 湖面变化; 环境演变; 人类活动**中图分类号:** P534.63+2 **文献标识码:** A

1 现代环境概况

1.1 自然环境

天山北坡山区: 海拔3 800 m以上, 地势高峻, 角峰林立, 多为冰雪覆盖, 气候严寒。海拔2 800 m以上, 气候寒冷, 植被为高山、亚高山草甸。据大西沟气象站(海拔3 539 m)资料, 年均气温为-5.5~-6.6℃, 年均降水为383.9 mm。海拔1 600 m以上气候凉爽湿润, 植被为森林和草甸草原, 阴坡以雪岭云杉(*Picea schrenkiana*)为主, 下部混生桦(*Betula tianschanica*)、山杨(*Populus davidiana*)等树种; 阳坡为草原和草甸草原; 河谷内分布以山杨、桦、柳(*Salix*)为主的稀疏河谷林。据小渠子气象站资料, (海拔2 160 m)年均气温2.1℃, 1月平均气温-10.8℃, 7月平均气温14.8℃, 年均降

雨量534.2 mm。海拔1 600~1 200 m是低山丘陵区, 气候比较干旱, 植被为草原和荒漠草原, 石质山坡多有灌木丛。

山麓倾斜平原区: 地貌上均属天山北坡河流形成的冲积扇或淤积平原, 地形南高北低, 由东南向西北略倾斜, 海拔在1 200~450 m间。这里有大量的泉水在崩缘溢出带出露, 也是现代主要的绿洲区。区内气候温暖干旱, 年均气温4~7℃, 年均降水量约200~300 mm, 自然植被为荒漠, 有琵琶柴荒漠、假木贼荒漠等, 短命植物和一年生植物的加入是其重要特征。北部区大部分为沙漠覆盖, 海拔400~600 m, 气候干旱少雨, 沙漠边缘降水量约150 mm。植物为旱生和超旱生型, 主要有白梭梭(*Haloxylon persicum*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、怪柳(*Tamarix spp.*)、胡杨(*Populus*

收稿日期: 2003-11-05; **修订日期:** 2004-01-10**基金项目:** 国家重点基础研究发展规划项目(G1999043502); 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-10-05); 国家自然科学基金重点项目(90102009)资助**作者简介:** 阎顺(1946—), 男, 山西临县人, 研究员, 1970年毕业于西安科技大学, 主要从事新生代孢粉、环境演变与旅游地理研究。
E-mail: yansun46@ms.xjb.ac.cn

diversifolia)、沙拐枣(*Calligonum spp.*)、蒿(*Artemisia spp.*)、麻黄(*Ephedra spp.*)、猪毛菜(*Salsola spp.*)、角果藜(*Ceratocarpus sarenarius*)等。

区内河流均发源于南部山区,自西向东较大的河流有奎屯河、金沟河、玛纳斯河、塔西河、雀尔沟河、呼图壁河、三屯河、头屯河、乌鲁木齐河、三工河、四工河、白杨河、西大龙口河、东大龙口河、中葛根河、开垦河、木垒河等,总径流量 $50.94 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中玛纳斯河最大,年均径流量为 $12.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。河流在山区有比较稳定的河道,出山后,河流改道比较普遍,水量也因相关因素的变化而极不稳定。

1.2 社会环境

本文所述行政区域从西向东包括新疆塔城地区的乌苏市、沙湾县,伊犁哈萨克自治州的奎屯市、石河子市,昌吉州的玛纳斯县、呼图壁县、昌吉市、乌鲁木齐市、米泉市、阜康市、吉木萨尔县、奇台县和木垒县。区内人口数量超过 420×10^4 人,属于新疆人口高密度区域。但人口的分布不均匀,乌鲁木齐以西城市多,人口密度最大,有乌鲁木齐市、米泉市、昌吉市、石河子市、奎屯市和乌苏市。乌鲁木齐以东为人口低密度区,以小城镇和农业人口为主。人口组成以汉族最多,占 80% 以上,其它人口较多的民族有回族、维吾尔族、哈萨克族、蒙古族、满族等。

区内绿洲面积也远高于全疆平均水平,国土面积占全疆的 7.64%,绿洲面积却占全疆的

22.74%。乌鲁木齐以西地表水年径流量为 $40.54 \times 10^8 \text{ m}^3$,现有绿洲面积 $1.03 \times 10^4 \text{ km}^2$,乌鲁木齐以东地表水年径流量为 $10.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,现有绿洲面积 3 780 km^2 。天山北麓经济比较发达,是新疆最重要的经济带,2002 年人均 GDP 收入为 6519.4 元。乌鲁木齐市——克拉玛依市的天山北麓经济带是新疆最大的综合产业区,集中了全疆 83% 的重工业和 62% 的轻纺工业。

2 环境变化信息记录

最近几年,笔者在天山北麓(坡)不同海拔、不同植被带、不同沉积相选取了几个剖面进行研究,剖面位置参见图 1。其中艾比湖剖面位于西天山北部艾比湖西南湖边,海拔 195 m,地处荒漠带;大西沟剖面位于天山乌鲁木齐河源区,海拔 3 450 m,地处高山草甸带;东道海子剖面位于乌鲁木齐河下游尾间湖泊,海拔 450 m,地处荒漠带;桦树窝子剖面位于东天山北麓,海拔 1 340 m,地处荒漠草原带;四厂湖剖面位于古尔班通古特沙漠东南缘沙漠内部丘间洼地,海拔 589 m,地处荒漠带。各剖面主要依据 ^{14}C 测年,并根据沉积相、孢粉、粒度、磁化率及烧失量等分析结果来探讨环境演变。

2.1 艾比湖剖面

艾比湖剖面位于艾比湖西南,紧邻水域,地理坐标为 $82^\circ 44.1' \text{ E}$, $44^\circ 52.2' \text{ N}$,海拔 195 m,由湖泊取样器获取了 1.8 m 完整岩芯。剖面自上而下分为 9 层:

第 1 层: 0~7 cm, 厚 7 cm, 为浅黄色细沙层。

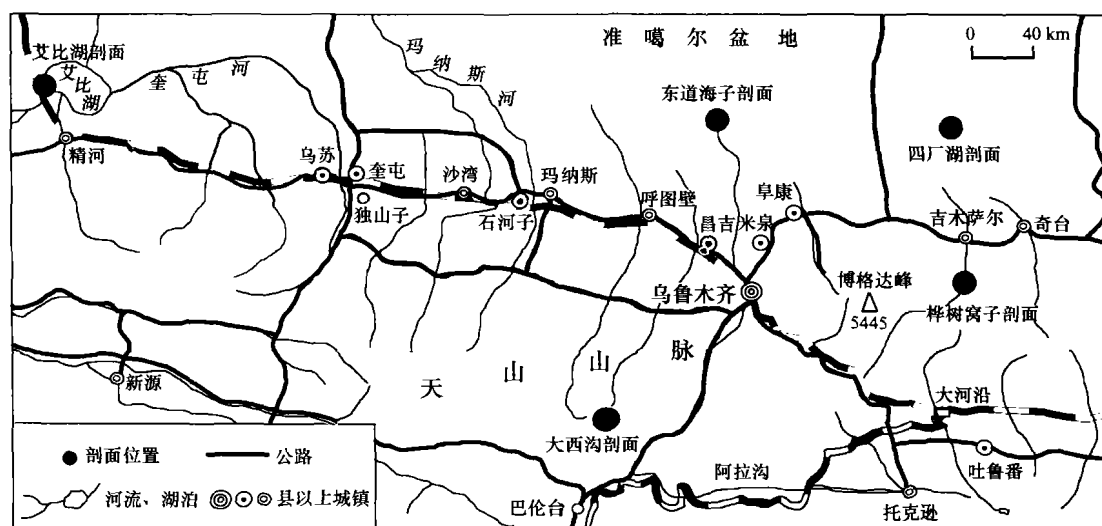


图 1 主要剖面位置分布

Fig. 1 Map showing the main sampling sites

第2层: 7~16 cm, 厚 9 cm, 为土黄色黏土层。

第3层: 16~28 cm, 厚 12 cm, 为黑灰色淤泥层。

第4层: 28~105 cm, 厚 77 cm, 为具细水平纹理结构的灰色、灰黑色黏土层, 纹层厚 0.5~2.0 mm, 在 70~80 cm 处灰黑色黏土层的¹⁴C测年为(1 400±70)a BP。

第5层: 105~160 cm, 厚 55 cm, 为具较粗水平纹理结构的灰色、灰黑色黏土层, 纹层厚 5~20 mm, 在 135 cm 处灰黑色黏土层的¹⁴C测年为(1 900±50)a BP。

第6层: 160~164 cm, 厚 4 cm, 为沙砾层。砾石约占 70%, 砾径 0.2~0.5 cm。

第7层: 164~172 cm, 厚 8 cm, 为灰色黏土层。

第8层: 172~174 cm, 厚 2 cm, 为灰黑色碳质黏土层。

第9层: 174~180 cm, 厚 6 cm, 为土黄色含砂黏土层, 质地较硬。

以沉积相、孢粉、粒度和周遍湖岸阶地和一系列湖积堤等为主要研究对象和手段的主要结论为^[1]: 艾比湖早在全新世以前已经存在, 此后, 湖面发生了明显的退缩。根据环境信息和测年资料进行综合分析, 可以推测 2 500 a BP 来艾比湖的沉积环境总体是比较稳定的, 但由于气候波动引起的人湖水量变化, 使艾比湖的水位发生几度变化。约在公元前 300~400 年, 是艾比湖面积缩小时期, 当时的湖泊面积远小于后来的高湖面时期, 按现代湖面积和湖岸线做参考, 当时湖水面积应不足 600 km², 湖周为梭梭荒漠。约公元前 300—公元 300 年, 即战国后期至西晋, 是艾比湖水位较高时期。约公元 300—1400 年, 即东晋至 15 世纪初, 是艾比湖的高水位时期, 当时的湖面海拔在 226~210 m 之间, 高出现代湖面 15~31 m。这反映了在中世纪, 艾比湖地区的环境可能明显好于现代。约 15 世纪初至 17 世纪中是艾比湖的水位下降期, 但水位比现代仍然高; 约 17 世纪中至 19 世纪初的小冰期是气候相对寒冷的一个时期, 此时的艾比湖水位处在一个相对上升期。

2.2 东道海子和大西沟剖面

2.2.1 东道海子

东道海子剖面位于乌鲁木齐河下游尾间湖泊, 地理坐标 44°41.7' N, 87°33.5' E(图 1), 海拔 430 m, 剖面深 190 cm。剖面分 12 层:

第1层: 0~5 cm, 厚 5 cm, 为褐色泥炭层, ¹⁴C测年为(305±130)a BP。

第2层: 5~20 cm, 厚 15 cm, 为灰白色硅藻土层。

第3层: 20~30 cm, 厚 10 cm, 为褐色泥炭层, 顶部¹⁴C测年为(1 270±60)a BP, 底部¹⁴C测年为(1 310±35)a BP。

第4层: 30~45 cm, 厚 15 cm, 为灰白色硅藻土层。

第5层: 45~75 cm, 厚 35 cm, 为褐色劣质泥炭层, 有螺壳和大量芦苇。顶部¹⁴C测年为(1 700±80)a BP, 底部¹⁴C测年为(2 400±170)a BP。

第6层: 75~87 cm, 厚 12 cm, 为灰白色硅藻土层。

第7层: 87~91 cm, 厚 4 cm, 为浅褐色泥炭层。

第8层: 91~103 cm, 厚 12 cm, 为青灰色粉砂层。

第9层: 103~106 cm, 厚 3 cm, 为浅褐色泥炭层。

第10层: 106~132 cm, 厚 26 cm, 为青灰色粉砂层。

第11层: 132~150 cm, 厚 18 cm, 为浅褐色劣质泥炭层。顶部¹⁴C测年为(3 530±105)a BP, 底部¹⁴C测年为(4 500±310)a BP。

第12层: 150~190 cm, 厚 40 cm, 为青灰色粉砂层, 有植物根系。

东道海子剖面研究提供了该地 4 500 a BP 来湖面的多次变化过程, 在湖泊的主要水域基本保持了湖泊的延续, 而在湖泊的边缘地域出现了水域——沼泽的多次转换, 在广域上, 植被基本上是以荒漠植被为主, 有时与荒漠草原交替出现。

4.5~3.5 ka BP, 沼泽沉积发育; 3.5~3.1 ka BP, 水位降低, 植被为荒漠, 气候可能为相对暖干时期; 3.1~3.0 ka BP, 湖面开始回升, 3.0~2.4 ka BP, 湖面处于高水位, 湖里有大量硅藻, 植被为荒漠草原; 2.4~1.7 ka BP, 湖面下降, 沼泽沉积发育, 气候可能为相对冷干时期; 1.7~1.3 ka BP, 湖面上升, 湖里有大量硅藻, 植被为荒漠草原; 1.3~1.27 ka BP, 湖面再次下降, 沼泽沉积发育; 1.27~0.3 ka BP, 湖面再次上升, 湖里有大量硅藻; 0.3 ka BP 以来, 沼泽沉积发育。

2.2.2 大西沟剖面

大西沟剖面位于天山乌鲁木齐河源区, 地理坐

标 $43^{\circ}7.1' N$, $86^{\circ}51.2' E$ (图 1), 海拔 3 450 m, 剖面深 110 cm, 整个剖面分为 6 层:

第 1 层: 0~5 cm, 厚 5 cm, 为棕色黏土层, 含大量草根。

第 2 层: 5~27 cm, 厚 22 cm, 为浅棕色砂质黏土层。

第 3 层: 27~43 cm, 厚 16 cm, 为浅棕色含泥炭黏土层,

第 4 层: 43~48 cm, 厚 5 cm, 为浅棕色含泥炭层。 ^{14}C 测年为 $(890 \pm 60)a BP$ 。

第 5 层: 48~97 cm, 厚 49 cm, 为棕褐色泥炭夹黏土层, 有未腐烂的枯草叶。

第 6 层: 97~110 cm, 厚 13 cm, 为棕黑色含黏土泥炭层。 ^{14}C 测年为 $(3\ 640 \pm 60)a BP$ 。

研究提供的主要环境信息为: 3.6~3.2 ka BP, 气候状况较好, 应较今温暖湿润, 云杉林上限上升; 3.2~2.0 ka BP, 植被覆盖率较低, 气候可能为相对较干时期; 2.0~1.4 ka BP, 气候又开始好转, 当地植被覆盖率增加; 在 1.4~0.6 ka BP 时段, 天山乌鲁木齐河源区进入 3.6 ka BP 以来气候最适宜的阶段, 当时雪岭云杉林上限再次上移; 0.6~0 ka BP, 当时植被覆盖率仍较高, 仍处于较为温暖湿润阶段。

2.3 桦树窝子和四厂湖剖面

2.3.1 桦树窝子

桦树窝子是东天山北麓海拔 1 340 m 处的沉积剖面, 剖面总厚 110 cm, 自下而上分为 6 层:

第 1 层: 110~88 cm, 可见厚度 22 cm, 为含小砾石灰黑色黏土, 底部潜水出露。在底部灰黑色黏土中采 C^{14} 样, 测年为 $(2170 \pm 185)a BP$, 树轮校正后为 $(2\ 150 \pm 225)a BP$ 。

第 2 层: 88~38 cm, 厚 50 cm, 为棕黑色黏土, 下部有机质多泥炭化, 在 50~48 cm 处泥炭化黏土中采 C^{14} 样, 测年为 $(1\ 050 \pm 50)a BP$, 树轮校正后为 $(950 \pm 60)a BP$ 。

第 3 层: 38~17 cm, 厚 21 cm, 为浅灰色黏土层夹浅黄色黏土层。

第 4 层: 17~14 cm, 厚 3 cm, 为深灰色黏土层。在黏土中采 C^{14} 样, 测年为 $(450 \pm 55)a BP$, 树轮校正后为 $(510 \pm 30)a BP$ 。

第 5 层: 14~4 cm, 厚 10 cm, 为浅棕色黏土层, 有草根。

第 6 层: 4~0 cm, 为棕色黏土层, 有大量草根。地表为草被。

剖面研究(还有小西沟剖面为辅助剖面)揭示了该处 2000 多年以来的环境变化。2000 a BP 以来, 该地植被经历了荒漠草原、草原、荒漠草原、荒漠草原—草原 4 个阶段的演替过程。2000~1300 a BP, 植被为草原, 其中 1750~1400 a BP, 气候状况适宜云杉生长, 云杉林带下移, 幅度可达 250 m 左右。当时的气候温度略低而湿度较高, 是新疆历史上一个相对冷湿的环境。约 1300~450 a BP 前, 植被为荒漠草原, 与现代环境相近。450 a BP 以来, 植被为荒漠草原—草原, 附近以桦树为主的阔叶林, 云杉林带也有下移的反映, 相对现代讲, 也处于一个较冷湿的环境。

2.3.2 四厂湖剖面

四厂湖剖面位于地理坐标为 $44^{\circ}18.6' E$, $89^{\circ}8.6' N$, 海拔 589 m(图 1)。剖面地处古尔班通古特沙漠东南缘沙漠内部丘间洼地, 该剖面总厚 100 cm, 自上而下分为 6 层:

第 1 层: 0~30 cm, 厚 30 cm, 为风成沙, 层理倾斜, 多变, 以细沙为主, 含少量中沙。

第 2 层: 30~56 cm, 厚 26 cm, 为灰色细沙层, 黏土层, 层理呈水平状。

第 3 层: 56~64 cm, 厚 8 cm, 为深灰色泥质粉、细沙层, 层理呈水平状, 含较多有机质, 含腹足类化石。 ^{14}C 测年为 $(665 \pm 50)a BP$, 树轮校正后为 $(650 \pm 55)a BP$ 。

第 4 层: 64~72 cm, 厚 8 cm, 为灰白色粉沙、黏土层, 层理呈水平状。

第 5 层: 72~82 cm, 厚 10 cm, 为深灰色泥质粉、细沙层, 层理呈水平状, 含较多有机质, 含腹足类化石。 ^{14}C 测年为 $(1\ 000 \pm 65)a BP$, 树轮校正后为 $(930 \pm 85)a BP$ 。

第 6 层: 82~100 cm, 未见底, 为锈黄色风成沙, 层理倾斜, 多变, 以细沙为主。

四厂湖剖面反映了该地近 2 000 a 来植被的变化过程, 即经历了由荒漠植被演替为浅湖和沼泽植被, 又回到荒漠植被的 3 个阶段的变化特点。而在广域上, 一直是荒漠植被, 与现代古尔班通古特沙漠东南缘的荒漠植被相当^[2]。

四厂湖剖面代表了古尔班通古特沙漠东南缘沙漠内部的沉积剖面, 它反映出该处在 1 000~1 160 a BP, 剖面位置就有沙丘。至今, 沙丘的范围在剖面以南约 2~3 km, 表明沙漠向南的移动不大。在 1 000~1 160 a BP 后, 现在古尔班通古特沙漠南缘的沙漠内部有发源于东天山河流的尾间湖存在,

湖泊至少在唐朝中期已经存在,至少延续到 600 a BP 元朝中期以后.在清朝,尾间湖向南退缩,在现沙漠南缘成湖.唐朝-元朝将近 400~500 a 间,可能是气候相对比较湿润的阶段.

3 环境演变讨论

3.1 晚全新世环境

全新世分为早、中、晚期,全新世早期与中期在 8.5~7 ka BP 间过渡,中期和晚期在 4~3 ka BP 间过渡^[3].上述几个剖面反映的时间序列不同,东道海子和大西沟较长,可以达到 4 ka BP 以上,其它剖面均在 2.5 ka BP 以内,主要反映晚全新世环境信息.可以看出,各剖面提供的信息内容主要表现在湖面变化、植被变化方面,综合反映了气候的变化(图 2).

4.5~3.5 ka BP 东道海子剖面沼泽沉积发育,反映湖面处于较低水位,当时湖泊未受到人类活动干预,是自然环境相对较干的时期.3.5~3.1 ka BP 间东道海子剖面水位继续降低,植被为荒漠,同时期大西沟剖面反映云杉林有上移的表现,当时湖泊基本未受到人类活动干预,应该是气候相对暖

干的时期.3.1~3.0 ka BP 东道海子湖面开始回升,到 3.0~2.4 ka BP 湖面处于高水位,湖里有大量硅藻,植被为荒漠草原,当时,大西沟剖面反映属于寒冷时期;同期,乌鲁木齐河源、贡嘎山海螺沟等地^[3~4]的冰川处于冰进期,冰芯记录^[5]在 2.8~2.7 ka BP 形成一个冷谷,根据太阳辐射变化研究提供的信息表明这一时期处于低温期^[6],当时,天山北麓应该属于相对冷湿阶段.2.4~1.7 ka BP,东道海子剖面表现为湖面下降,沼泽沉积发育,同期,艾比湖剖面属于中湖面期,大西沟剖面反映气候为由冷向暖过度,桦树窝子由荒漠草原向草原过度.1.7~1.3 ka BP,东道海子湖面上升,湖里有大量硅藻,植被为荒漠草原,艾比湖剖面属于最高湖面期,大西沟剖面反映气候为暖干向暖湿过度阶段,桦树窝子剖面反映处于暖湿阶段,云杉林带下移 250 m 左右,这一时期是新疆北部中世纪气候适宜期.1.3~1.27 ka BP,东道海子湖面出现短期下降,沼泽沉积发育,四厂湖剖面有反映,表现为风成沉积.1.27~0.3 ka BP,东道海子湖面再次上升,湖里有大量硅藻,艾比湖剖面 and 四厂湖剖面均有相同反映,但结束时间约在 0.6 ka BP,要早一

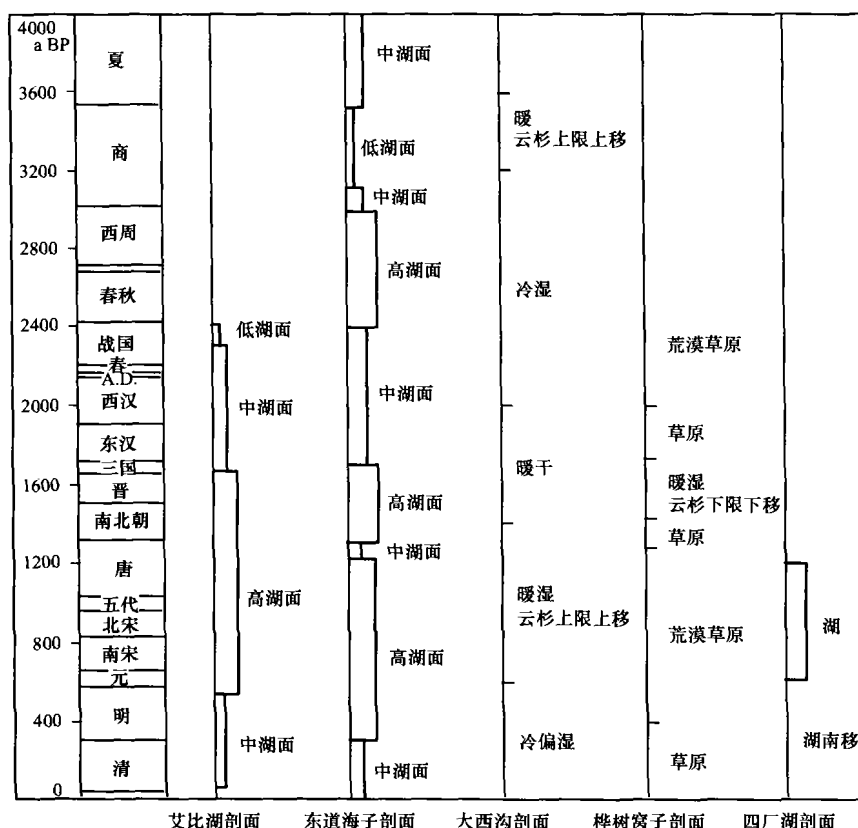


图 2 环境演变综合信息

Fig. 2 Synthesis information of environment evolvement

些,大西沟剖面气候处于较湿润阶段.0.3 ka BP 以来,东道海子湖面逐渐下降,艾比湖有相似的表现.四厂湖面积缩小,位置移到沙漠的南边.这一时期湖泊已经受到人类活动的干预,到 20 世纪,由于大量水库的修建和引水工程,人类活动对新疆平原湖泊产生严重影响,湖面的变化已经不能代表自然环境的变化.资料显示^[7~9],20 世纪 90 年代中期以来,天山北麓相对处于一个暖湿阶段,山地冰川的退缩在加剧,冰川年融水径流量显著增加.这种变化在平原湖泊也有显示,艾比湖面积由 500 多 km^2 已经逐渐增加到近 1 000 km^2 ,已经干涸的玛纳斯湖和东道海子也出现了水面.

3.2 人类活动的影响

3.2.1 地表水系变化

新疆天山北麓的水系系内陆河流域,地表水系变化主要表现在尾间湖大量消失和河流流程缩短等方面^[10].

天山北麓的河流受构造和地形条件的控制,多为南北流向,较大的河流一般在北部沙漠边缘或沙漠边缘内部均有尾间湖形成.由于自然环境的演变和人类活动的影响,许多湖泊消失,如玛纳斯湖由于人为截流河水,湖泊干涸;白家海子(即东道海子)在 19 世纪面积约 100 km^2 ,目前已完全干涸;艾比湖在 2 000 a BP 面积有 3 000 km^2 ,20 世纪 50 年代湖面积为 1 200 km^2 ,20 世纪 80 年代仅约 500 ~ 600 km^2 .乌鲁木齐以东沙漠前缘的众多小湖目前均已干涸(20 世纪 90 年代中期以来,新疆处于丰水年,部分湖泊面积有恢复).代替原来湖泊的是在河流出山口的山区水库和扇缘地区、平原地区的平原水库,天然湖泊的减少和水库的增加是水系变化的一个重要特征.

平原地区原来的河流已被纵横交错的渠道代替,乌鲁木齐以西地表年径流为 $40.54 \times 10^8 \text{ m}^3$,目前已引用 $24 \times 10^8 \text{ m}^3$;乌鲁木齐以东地表年径流为 $10.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,目前已引用 $8 \times 10^8 \text{ m}^3$.奎屯河现多年无水进入艾比湖;玛纳斯河缩短了 150 km 以上;原来与玛纳斯河相汇的安集海河、金沟河、塔西河、雀尔沟河均与其分离,河流中下游流程缩短 50%~70%;呼图壁河缩短了 200 km;三屯河、头屯河、乌鲁木齐河等均缩短约 100 km;三工河、四工河、白杨河、西大龙口河、东大龙口河、中葛根河、开垦河、木垒河等均有不同程度的缩短.原河流的下游河床由于多年无水,河道起沙、阻塞现象严重,微地貌形态变化大.

3.2.2 地下水变化

天山北麓在河流出山口均有较大规模的河流扇形地发育,形成一个东西向展布的扇形带,历史上,扇缘地带是泉水广泛出露的区域,并形成部分小河流和湖泊,很多历史记载和遗留至今的地名都证实着这种现象.然而,这种规律也在发生改变.据调查发现,扇缘带的地下水位普遍下降,泉水流量急剧减少,以泉水为补给源的河流和湖泊大量消失,泉水溢出带有向下(向北)推移的趋势.据新疆国土资源厅资料,多年来天山北麓地下水位持续下降年均 0.1~0.5 m,泉水溢出带自 60 年代至今已向北位移 2~10 km,全疆 50 年代末流量 $> 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 的 33 条泉流河的流量均有减少的趋势.

造成上述变化的原因主要有两种,其一为由于许多引水渠直接伸入河流的出山口,致使河水在出山口的下渗量减少,减少了泉水的补给量;其二为在扇缘打了许多机井提取地下水,过量超采造成地下水位降低.

3.2.3 绿洲变化

2 000 a BP 以来,人工绿洲的面积在逐渐增加,在唐代、元代、清代和解放后是几个大的发展阶段.绿洲位置也经历了从沙漠边缘到扇缘带,再扩展到扇缘带及扇缘以北的过程.在这个过程中,北部沙漠有向南移动的表现,著名的唐朝路现在有一部分在沙漠中,有的地方深入沙漠数公里,但相对来讲,其移动速度远缓慢于塔克拉玛干沙漠南缘.

4 结论

天山北麓是干旱区山地生态系统和荒漠生态系统的交界地带,是自然环境的敏感区域.晚全新世以来,气候有冷暖干湿波动,但干旱的总面貌未发生根本变化.反映在植被上,山区森林、低山丘陵区草原-荒漠草原、平原区荒漠-荒漠草原的植被景观无根本变化,但是在森林的上下界限、平原河谷林的发育程度、平原低地草甸的面积上,随气候的变化而发生波动.

平原湖泊受环境变化的影响十分明显.晚全新世以来,平原湖泊水面变化频繁,3.1~2.4 ka BP、1.7~1.3 ka BP 时期和 1.27~0.3 ka BP 时期是高湖面阶段.1.7~0.6 ka BP 的中世纪,气候比较湿润、温暖,平原湖泊处于高水位期;1.7~1.3 ka BP,天山的云杉林带下限下移,林带加宽,自然环境处于最好阶段.

在整个生态系统中,山地生态系统比较稳定,平原生态系统相对不稳定.尤其是平原河流和湖泊抗干扰性极差,容易发生改变,同时也引起局地小气候及生物群的变化.近 2 000 a 来,由于气候变化和人类活动的影响,平原地区的水系变化很大,河流流量减少、流程缩短、尾间湖消亡、扇缘溢出带北移、地下水位降低,泉水流量减少等成为普遍现象.

由于人工绿洲取代自然绿洲,自然绿洲大面积减少,尾间湖滨绿洲大面积消亡,平原河谷绿洲面积减少,扇缘溢出带绿洲和大河三角洲绿洲为人工绿洲取代,自然绿洲功能弱化,基本失去了改善荒漠环境、生物栖息地、保护荒漠区生物多样性等多种生态功能.

致谢:粒度、磁化率和烧失量由兰州大学教育部重点实验室测定; ^{14}C 年代由国家地震局地质研究所 ^{14}C 实验室和日本老古局大学 ^{14}C 实验室测定,在此一并致谢.

参考文献(References):

- [1] Yan Shun, Kong Zhaochen, Yang Zhenjing, *et al.* Environmental evolution information from Aibi Lake since the last 2 500 a [J]. *Arid Land Geography*, 2003, **26**(3): 225—231. [阎顺,孔昭宸,杨振京,等. 2500 年来艾比湖的环境演变信息[J]. *干旱区地理*, 2003, **26**(3): 225—231.]
- [2] Yan Shun, Kong Zhaochen, Yang Zhenjing. Pollen analysis and its significance on the Sichanghu section in Jimusaer County, Xinjiang [J]. *Acta Botanica Boreali—Occidentalia Sinica*, 2003, **20**(4): 531—536. [阎顺,孔昭宸,杨振京. 新疆吉木萨尔县四厂湖剖面孢粉分析及其意义[J]. *西北植物学报*, 2003, **23**(4): 531—536.]
- [3] Shi Yafeng. *Glaciers and Their Environments in China* [M]. Beijing: Science Press, 2000. 349—350. [施雅风. *中国冰川与环境* [M]. 北京: 科学出版社, 2000. 361—362.]
- [4] Zheng Benxing, 1997, Glacier variation in the monsoon maritime glacial region since the last Glaciation on the Qinghai Xizang (Tibetan) Plateau [A]. Jablonski N G. *The Changing Face of Eastern Asia during the Tertiary and Quaternary* [C]. Hongkong, Center of Asia studies, Univ. of Hongkong, 1997. 103—114.
- [5] Yao Tandong, Tompson L G, Shi Yafeng, *et al.* The records of climatic changes since the last glaciation in Guliya ice core [J]. *Science in China (Series B)*, 1977, **27**(5): 447—452. [姚檀栋, Tompson L G, 施雅风, 等. 古里雅冰心中末次冰期以来气候变化记录[J]. *中国科学(B 辑)*, 1977, **27**(5): 447—452.]
- [6] Tang Hongye, Jiang Hongbo, Hong Bing, *et al.* Changes of the Sun and Uddulation of Climate [J]. *Science in China (Series D)*, 1998, **28**(6): 491—497. [洪业汤, 姜洪波, 洪冰, 等. 近 5000 年的气候波动与太阳变化[J]. *中国科学(D 辑)*, 1998, **28**(6): 491—497.]
- [7] Wang Qianjin, Bayinchahan, Ma Daodian, *et al.* Analysis on causes of the water level variation of Ebinur Lake in recent 50 years [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2003, **25**(2): 224—228. [王前进, 巴音查汗, 马道典, 等. 艾比湖水近 50a 变化成因分析[J]. *冰川冻土*, 2003, **25**(2): 224—228.]
- [8] Shi Yafeng, Shen Yongping, Hu Ruji. Preliminary study on signal, impact and foreground of climate shift from warm—dry to warm—humid in Northwest China [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2002, **24**(3): 220—226. [施雅风, 沈永平, 胡汝骥. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J]. *冰川冻土*, 2002, **24**(3): 220—226.]
- [9] Li Zhongqin, Han Tianding, Jin Zhefan, *et al.* A summary of 40—year observed variation facts of climate and Glacier No. 1 at headwater of Ürümqi River, Tianshan, China [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2003, **25**(2): 117—123. [李忠勤, 韩添丁, 井哲帆, 等. 乌鲁木齐河源区气候变化和一号冰川 40a 观察事实 [J]. *冰川冻土*, 2003, **25**(2): 117—123.]
- [10] Yan Shun. The information of environmental evolvement of the northern piedmonts of the Tianshan Mts. in the history [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2002, **26**(Suppl.): 82—87. [阎顺. 天山北麓历史时期的环境演变信息[J]. *植物生态学报*, 2002, **26**(增刊): 82—87.]

Environmental Evolvment and Human Activity Impact in the Late Holocene on the North Slopes of the Tianshan Mountains, China

YAN Shun¹, MU Gui-jin¹, KONG Zhao-cheng², NI Jian², YANG Zhen-jing²

(1. *Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Ürümqi Xinjiang 830011, China*; 2. *Key Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, CAS, Beijing 100093, China*)

Abstract: Several cross-sections were selected at different elevations, different vegetation zones and different sedimentary faces on the north slopes of the Tianshan Mountains. Substitutive indexes for environmental study (including sedimentary phase, pollen, grain size, magnetic susceptibility, cautory lost, and ¹⁴C dating) show that there has been the climatic oscillation of cold/warm and dry/wet since the beginning of the late Holocene, but the arid features did not basically change. There is no significant change in vegetation pattern, including alpine forest, grassland—steppe on low mountain and hill, steppe—desert on the plain. But both of the upper and lower timberlines, developing level of the valley forest, and marshland area on the lowland distinctly change with climatic oscillation. The lakes on plains have significantly varied with environmental change, especially the lake surface area. The periods from 3.1 to 2.4, 1.7 to 1.3,

and 1.27 to 0.3 ka BP were high lake level stages. The climate was relatively moist and warm, with high lake level, during the Middle Ages from 1.7 to 0.6 ka BP. The lower timberline of the Tianshan conifer forest moved downward, the forest zone was widened, and the natural environment appeared the optimum time from 1.7 to 1.3 ka BP. Human activity has significantly impacted the environment in latter history period only, and mainly influenced the plain runoff system and the oases. On the plain regions appear river discharge decreasing, shortening of the of the river courses, drying—up of the tail—lakes, northward migrating of the fan—margin, lowering—down of the ground water and spring discharge decreasing. Artificial oases replaced the natural oases. The area of natural oases tremendously decreases, including the lakeshore oases, valley—plain oases, fan—margin oases and delta oases.

Key words: north slopes of the Tianshan Mountains; Late Holocene; lake surface variation; environmental evolvment; human activity