

乌鲁木齐东道海子剖面的孢粉分析 及其反映的环境变化^{*}

阎 顺^① 李树峰^① 孔昭宸^② 杨振京^{②③} 倪 健^②

(①中国科学院新疆生态与地理研究所, 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;

③中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 正定 050803)

摘要 根据乌鲁木齐河尾间湖泊东道海子剖面的高精度孢粉分析, 结合磁化率、烧失量和粒度分析资料, 以剖面中含泥炭灰黑色粘土质粉砂层做的8个¹⁴C测年数据为基础, 讨论了天山北麓古尔班通古特沙漠南部边缘的环境演变。研究认为: 4500a.B.P.以来该区域的植被是以荒漠为主的, 但是1170B.C.以来, 气候出现6次较大波动, 1170~460B.C., 250~640A.D.和680~1645A.D.时段, 气候相对冷湿, 出现过荒漠草原, 在这3个时段植物种类较多, 覆盖度高, 也是东道海子的高湖面时期, 与气候的冷期对应; 相反, 在460B.C.~250A.D., 640~680A.D.和1645A.D.以来时段, 属荒漠阶段, 湖泊的水位相对下降, 属中湖面期, 与气候的暖期对应。

主题词 乌鲁木齐 东道海子 孢粉、植被与环境

中图分类号 Q948.2 **文献标识码** A

1 区域环境和剖面概况

1.1 环境简况

东道海子(湖)是乌鲁木齐河下游的尾间湖, 位于乌鲁木齐市以北90km(湖南端)。该湖南端处于古尔班通古特沙漠的南部边缘, 向北已经深入沙漠, 发育在纵向沙垄之间; 属典型的温带大陆性气候, 气候温暖、干旱少雨, 年均气温5~7℃, 年均降水量约150mm。该湖在清代称为古尔班托罗海, 又名白家海子, 19世纪时面积近100km², 地名图志上记载当时是一个比较完整的湖泊^[1], 后来演变成为几个近南北向平行分布、中间为沙梁分割的湖泊, 另外记载的白家海子、东道海子、郑家海子等, 都是原古尔班托罗海的组成部分, 面积也减到20km²以内^[1]。解放后, 该湖上游修建水库, 湖泊在20世纪80年代曾完全干涸, 2001年重新恢复了少量湖面, 现在的名字叫东道海子。

东道海子剖面位于现在东道海子的北端(44°41.7'N, 89°33.5'E), 海拔430m, 地处古尔班通

古特沙漠南缘沙漠内部沙垄间洼地。洼地为北西-南东走向, 沙垄和洼地比高5~20m, 剖面附近的沙垄和洼地比高一般15m。沙垄为半固定型, 自然植被为荒漠, 主要是梭梭荒漠, 伴生少量短命植物和一年生植物。在沙漠边缘的沙垄和沙丘分布的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*)、胡杨(*Populus euphratica*)、沙拐枣(*Calligonum*)、蒿(*Artemisia*)、假木贼(*Anabasis*)、麻黄(*Ephedra*)、合头草(*Sympegma regelii*)、猪毛菜(*Salsola*)、角果藜(*Ceratocarpus arenarius*)等。还有沙生针茅(*Stipa glareosa*)、独尾草(*Eremurus inderiensis*)、三芒草(*Aristida pennata*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、芦苇(*Phragmites australis*)等。

1.2 剖面描述

东道海子剖面总厚190cm, 自上而下由新至老分为12层:

第1层: 0~5cm, 厚5cm, 含泥炭灰黑色粘土质粉砂层, 含螺壳。底部¹⁴C测年为305±130a.B.P., 相当于1645±130A.D.。

第一作者简介: 阎 顺 男 58岁 研究员 新生代孢粉、环境演变与旅游地理学专业 E-mail: yanshun46@ms.xjb.ac.cn

^{*} 中国科学院知识创新重大项目(批准号: KZCX1-10-05)、国家自然科学基金重点项目(批准号: NSFC90102009)和国家重点基础研究发展规划项目(批准号: G1999043502)资助

2003-10-20收稿, 2004-01-30收修改稿

第2层:5~20cm,厚15cm,灰白色粉砂质粘土层,含丰富的硅藻。

第3层:20~30cm,厚10cm,含泥炭灰黑色粘土质粉砂层,含腹足类化石。底部 ^{14}C 测年为 $1\,310 \pm 35\text{aB.P.}$,相当于 $640 \pm 35\text{A.D.}$;顶部 ^{14}C 测年为 $1\,270 \pm 60\text{aB.P.}$,相当于 $680 \pm 60\text{A.D.}$ 。

第4层:30~45cm,厚15cm,灰白色粉砂质粘土层,含丰富的硅藻。

第5层:45~75cm,厚35cm,含泥炭灰黑色粘土质粉砂层,含腹足类化石。底部 ^{14}C 测年为 $2\,410 \pm 170\text{aB.P.}$,相当于 $460 \pm 170\text{B.C.}$;顶部 ^{14}C 测年为 $1\,700 \pm 80\text{aB.P.}$,相当于 $250 \pm 80\text{A.D.}$ 。

第6层:79~87cm,厚8cm,灰白色粉砂质粘土层,含丰富的硅藻。

第7层:87~91cm,厚4cm,含泥炭灰黑色粘土质粉砂层。 ^{14}C 测年为 $3\,120 \pm 240\text{aB.P.}$,相当于 $1170 \pm 240\text{B.C.}$ 。

第8层:91~103cm,厚12cm,灰色细砂层。

第9层:103~106cm,厚3cm,含泥炭灰黑色粘土质粉砂层,该层不稳定,两侧过渡为灰色粉砂质细砂层。

第10层:106~132cm,厚26cm,灰色粉砂质细砂层。

第11层:132~150cm,厚18cm,含泥炭灰黑色粘土质粉砂层。该层比上部灰黑色粘土质粉砂层的有机质含量低。底部 ^{14}C 测年为 $4\,500 \pm 310\text{aB.P.}$,相当于 $2250 \pm 310\text{B.C.}$;顶部 ^{14}C 测年为 $3\,530 \pm 105\text{aB.P.}$,相当于 $1580 \pm 105\text{B.C.}$ 。

第12层:150~190cm,厚40cm,灰色粉砂质细砂层。

剖面中 ^{14}C 年龄样品由中国地震局地质研究所实验室测定,液闪仪型号Quantulus-1220(LKB)。上述 ^{14}C 测年数据均经过树轮校正,并换算为公元纪年。

2 孢粉分析

2.1 样品采集与分析

东道海子剖面的12个沉积层中,有机质含量较高的为第1层、第3层、第5层、第7层和第11层,共采集 ^{14}C 样品8个;剖面共采集孢粉样品64个,采样间距大部分为2cm,在细砂层采样间距为3~5cm。样品均采用常规分析方法,并对花粉浓度做了测定。经分析发现较丰富的孢粉,共鉴定出36个科属的孢粉,其主要成分都是现生长在该区域的分子。其名单如下:

蕨类植物:水龙骨科(Polypodiaceae)。

裸子植物:云杉属(*Picea*)、圆柏(*Juniperus*)、麻黄属(*Ephedra*)。

被子植物:柳属(*Salix*)、杨属(*Populus*)、榆属(*Ulmus*)、桦属(*Betula*)、柽柳属(*Tamarix*)、琵琶柴属(*Reaumuria*)、白刺属(*Nitraria*)、骆驼蓬属(*Pega-*

num)、霸王属(*Zygophyllum*)、锦鸡儿属(*Caragana*)、骆驼刺属(*Alhagi*)、藜科(Chenopodiaceae)、角果藜属(*Ceratocarpus*)、驼绒藜属(*Ceratoides*)、小蓬属(*Nanaphyton*)、假木贼属(*Anabasis*)、沙拐枣属(*Calligonum*)、蓼属(*Polygonum*)、菊科(Compositae)、蒲公英属(*Taraxacum*)、蒿属(*Artemisia*)、补血草属(*Limonium*)、石竹科(Caryophyllaceae)、苋科(Amaranthaceae)、唇形科(Labiatae)、伞形科(Umbeliferae)、十字花科(Cruciferae)、百合科(Liliaceae)、禾本科(Gramineae)、莎草科(Cyperaceae)、狐尾藻属(*Myriophyllum*)和香蒲属(*Typha*)。

2.2 孢粉组合带与组合特征

2.2.1 孢粉组合带

根据孢粉组合特征,自下而上可以划分为3个孢粉组合带,即组合I,组合II和组合III。其中组合III又可分为6个亚组合带,即III-1,III-2,III-3,III-4,III-5和III-6组合亚带(图1)。

2.2.2 孢粉组合带特征

剖面132cm以下为组合I,代表的是剖面第11层和第12层。该组合特点是以早生、超早生灌木和草本植物占绝对优势,其中以藜科几个属种含量最高,达36.8%~75%,平均52.8%,其次为蒿属(9.1%~32.9%)、柽柳属(5.0%~36.4%)和麻黄属(0~20%),平均含量分别为16.7%,18.5%和3.9%,其他还有少量琵琶柴属、菊科、禾本科等成分,外来的云杉属花粉平均1.4%。该组合的蒿属与藜科花粉比值(A/C)仅为0.32,藜科花粉的含量明显多于蒿属。组合的另一个特点是花粉浓度低,平均仅为77.1粒/克,是整个剖面中最低的。

剖面87~132cm为组合II,代表的是剖面第7层至第10层。该组合特点是以早生、超早生灌木和草本植物占优势,藜科几个属种的花粉比组合I减少,为16.3%~56.5%,平均30.7%;其次是柽柳属和麻黄属,平均分别占12.9%和13.9%,琵琶柴属、白刺属、霸王属普遍出现,一般均在5%以下;菊科(0~6.4%)和蒿属(3.4%~16.4%)花粉含量平均为4.4%和8.0%;另外,禾本科(0~18.5%)、香蒲属(0.8%~10.7%)和莎草科(0~3.8%)花粉平均分别为7.4%,6.8%和1.5%,比组合I明显增加。外来花粉云杉属和桦属花粉均少量出现,平均在6%。该组合藜科和蒿属花粉总量有所减少,A/C比值为0.26,藜科花粉的含量仍明显多于蒿属。该组合花粉浓度平均814粒/克,比组合I有增长。

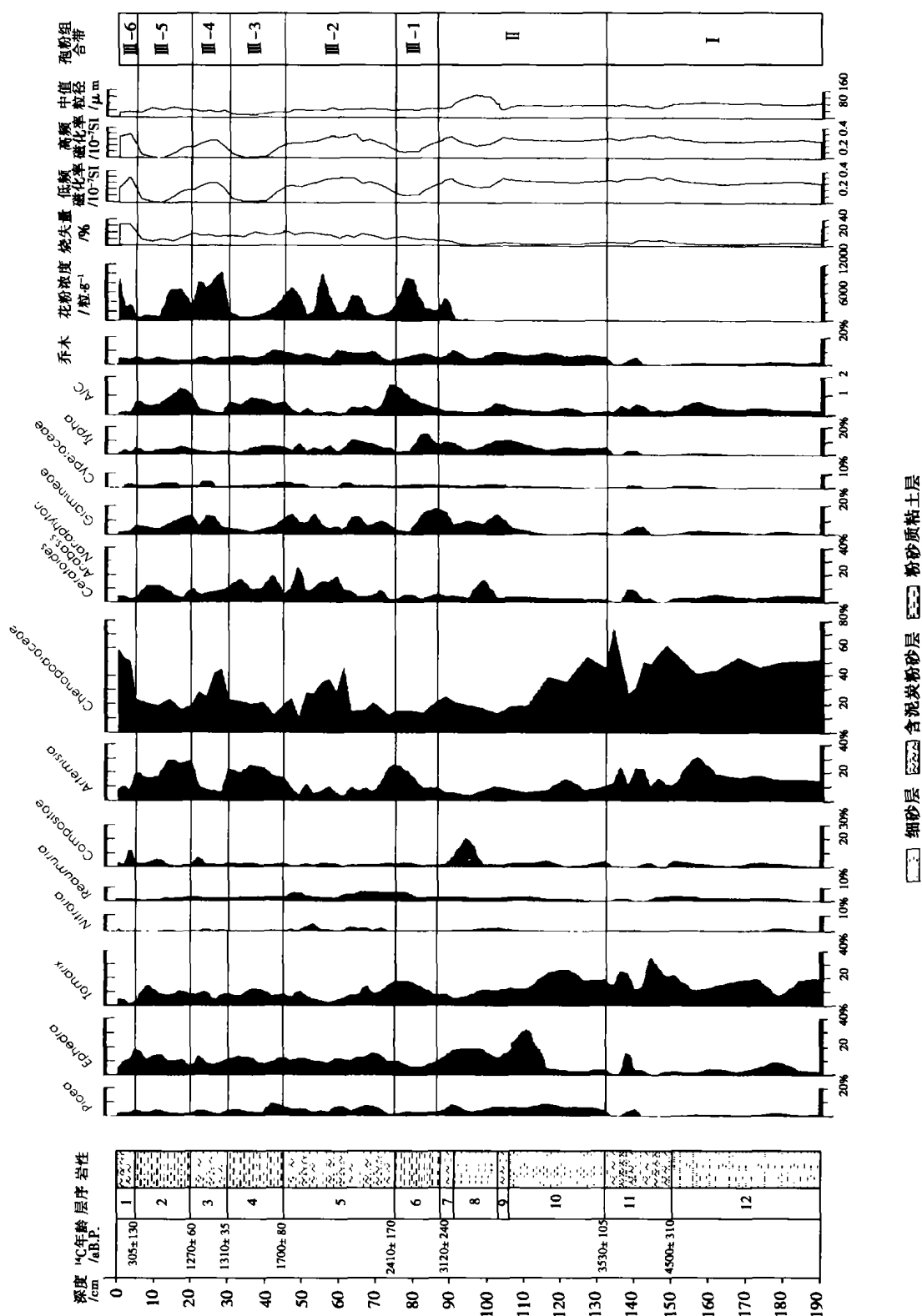


图 1 东道海子剖面孢粉图谱与磁化率、粒度、烧失量变化曲线对比图

Fig. 1 The diagram of pollen, magnetic susceptibility, loss on ignition, and grain size of the Dongdaohaizi section

剖面 0 ~ 87cm 为组合Ⅲ,代表的是剖面第 1 层至第 6 层。

组合Ⅲ中仍以早生、超旱生植物占优势。藜科花粉平均 34.3%, 蒿属花粉 14.0%, 桤柳属 8.5%, 麻黄属 10.8%, 琵琶柴属 3.4%。另一方面中生和水生植物花粉(禾本科、莎草科、香蒲属)有明显增加。花粉浓度也明显增长,平均达 4 229 粒/克,是整个剖面中最高的。花粉组合显示有规律的变化,可以进一步划分为 6 个亚组合带。Ⅲ-1 组合亚带藜科和蒿属花粉总量减少,平均 36.7%, 分别为 18.1% 和 18.3%, A/C 比值为 1;另外禾本科和香蒲属含量较高,分别达到 7.0% 和 7.5%;在该段样品中还发现大量的硅藻化石。Ⅲ-2 组合亚带藜科平均为 33.3%, 蒿属 9.4%, A/C 比值为 0.4;还有桤柳属 7.8%, 麻黄属 11.5%, 琵琶柴属 4.4%, 白刺属 1.7%, 霸王属 1.1%, 菊科 1.9%, 禾本科 9.1% 和香蒲属 5.9% 等花粉。Ⅲ-3, Ⅲ-5 与Ⅲ-1 组合亚带有一定的相似性, A/C 比值分别为 0.7 和 0.8, 都发现大量的硅藻化石。Ⅲ-4, Ⅲ-6 与Ⅲ-2 组合亚带有一定的相似性, A/C 比值为 0.4 和 0.5, 样品中硅藻化石均不多。

3 样品的磁化率、烧失量和粒度分析

对东道海子剖面采集的 64 个样品还分别进行了粒度、磁化率和烧失量分析。样品由兰州大学教育部重点实验室测定。粒度分析采用 Mastersizer 2000 型激光粒度仪测定样品;磁化率采用 MS2 型磁化率仪测定样品。

根据高频磁化率和低频磁化率测试得到的磁化率特征变化曲线(见图 1)反映,相当于孢粉组合 I 带,高频磁化率和低频磁化率为相对高值区,高频磁化率为 $0.28 \times 10^{-7} \sim 0.38 \times 10^{-7}$ SI, 低频磁化率为 $0.32 \times 10^{-7} \sim 0.42 \times 10^{-7}$ SI。相当于组合 II 带,磁化率也为相对高值区,高频磁化率为 $0.21 \times 10^{-7} \sim 0.37 \times 10^{-7}$ SI, 低频磁化率为 $0.25 \times 10^{-7} \sim 0.39 \times 10^{-7}$ SI;仅在相当于剖面第 8 层(细砂层)阶段,磁化率属中值,高频磁化率为 $0.21 \times 10^{-7} \sim 0.27 \times 10^{-7}$ SI, 低频磁化率为 $0.25 \times 10^{-7} \sim 0.29 \times 10^{-7}$ SI。相当于组合 III 带,磁化率发生明显波动,其中相当于孢粉 III-1, III-3 和 III-5 组合亚带,磁化率为相对低值区,高频磁化率分别为 $0.11 \times 10^{-7} \sim 0.25 \times 10^{-7}$ SI, $0.02 \times 10^{-7} \sim 0.17 \times 10^{-7}$ SI 和 $0.01 \times 10^{-7} \sim 0.18 \times 10^{-7}$ SI;低频磁化率分别为 $0.12 \times 10^{-7} \sim 0.26 \times 10^{-7}$ SI, $0.03 \times 10^{-7} \sim 0.17 \times 10^{-7}$ SI 和 $0.01 \times 10^{-7} \sim 0.19 \times 10^{-7}$ SI。相当于 III-2, III-4 和 III-6 组合亚带,

磁化率为相对高值区,高频磁化率分别为 $0.16 \times 10^{-7} \sim 0.4 \times 10^{-7}$ SI, $0.19 \times 10^{-7} \sim 0.3 \times 10^{-7}$ SI 和 $0.36 \times 10^{-7} \sim 0.4 \times 10^{-7}$ SI;低频磁化率分别为 $0.19 \times 10^{-7} \sim 0.4 \times 10^{-7}$ SI, $0.21 \times 10^{-7} \sim 0.32 \times 10^{-7}$ SI 和 $0.2 \times 10^{-7} \sim 0.41 \times 10^{-7}$ SI。

烧失量特征变化曲线(见图 1)反映,剖面上烧失量有明显变化。相当于孢粉组合 I 和 II 带,烧失量在 5% 左右,只在相当于剖面第 11 层(含泥炭浅灰黑色粘土质粉砂层),烧失量稳定在 10% 左右。相当于组合 III 带,烧失量明显上升,最高达到 34%, 在相当于 III-2 和 III-4 组合亚带时达到 15% ~ 20%;在相当于 III-6 组合亚带时,达到 30% 以上;在相当于孢粉 III-1, III-3 和 III-5 组合亚带,烧失量下降,在 10% 左右。

粒度分析资料为剖面的岩性提供了依据,粒度变化曲线(见图 1)反映了剖面上的粒度特征。相当于孢粉组合 I 带,中值粒径为相对高值,为 $62.4 \sim 94.4 \mu\text{m}$, 平均 $80.6 \mu\text{m}$ 。相当于组合 II 带,中值粒径也为相对高值,为 $49.2 \sim 135.4 \mu\text{m}$, 平均 $83.9 \mu\text{m}$, 但在相当于剖面第 8 层(细砂层)阶段,粒径达到整个剖面的最高值,为 $108.6 \sim 135.4 \mu\text{m}$, 平均 $123.7 \mu\text{m}$ 。相当于组合 III 带,中值粒径明显下降,为 $21.1 \sim 65.8 \mu\text{m}$, 平均 $45.9 \mu\text{m}$;相对而言,相当于孢粉 III-1, III-3 和 III-5 组合亚带,中值粒径更低一些,平均为 $41.9 \mu\text{m}$ 。

4 植被与环境讨论

4.1 各组合反映的植被面貌

根据孢粉组合特征,参考 A/C 比值和以往研究成果^[2,3],组合 I 可以反映为荒漠植被。推测建群植物主要是藜科的属种,有梭梭、驼绒藜、假木贼、小蓬等,其他有桤柳属、蒿属、麻黄属、琵琶柴属、菊科和少量禾本科等成分。由于花粉浓度低,推测植被覆盖度较低。

组合 II 可以反映为荒漠植被。仍以超旱生灌木和草本植物占优势,藜科的多个属种和桤柳属、麻黄属、蒿属、琵琶柴属等为主要植物,禾本科、香蒲属和莎草科植物比组合 I 明显增加。推测当时湖泊面积不大,水生和沼生的植物香蒲、苔草、禾本科(主要是芦苇)在湖边分布,较远的外围,仍为荒漠景观。整个区域的植被覆盖度比前期增高。

组合 III 可以反映为荒漠草原和荒漠交替出现的植被类型,植被覆盖度比较高。其中 III-1, III-3 和

Ⅲ-5组合亚带反映当时湖泊外围为荒漠草原,湖泊面积大,水生和沼生的植物香蒲、苔草、禾本科(主要是芦苇)近湖边分布,湖岸附近草本植物成分较多,湖里有大量硅藻生长,反映当时湖泊稳定,水质较好;Ⅲ-2、Ⅲ-4和Ⅲ-6组合亚带反映当时湖泊外围为荒漠,接近现代当地植被。当时湖泊面积减小,湖岸附近沼泽植被比较发育,沉积物中有大量腹足类化石。

4.2 植被变化特征

现代藜科植物在新疆有36属、150多种和10变种^[4],是荒漠、半荒漠和盐碱地上分布最广的植物,在新疆平原地区形成多种群落。在沙丘、丘间洼地和山麓平原、古老淤积平原广泛分布梭梭荒漠,往往伴生怪柳、琵琶柴、沙拐枣等盐生、沙生植物;在山前平原、洪积扇上,多分布小蓬荒漠、假木贼荒漠、合头草荒漠等。东道海子剖面上始终稳定出现占有优势的藜科多个属种和怪柳、麻黄、蒿属等荒漠植物的花粉,说明当地4500aB.P.(±值省略,下同),相当于2250B.C.以来的植被主要是以荒漠为主的,说明了在湖泊周围的地带性植被主要为荒漠,并未发生根本变化。这与附近地区的研究^[5]有相同的结论。

综合东道海子剖面的孢粉及其他的结果显示(见图1),4500aB.P.以来,有3个时段,即:3120~2410aB.P.(相当于1170~460B.C.),1700~1310aB.P.(相当于250~640A.D.),1270~305aB.P.(相当于680~1645A.D.)出现过荒漠草原。

东道海子地区由于一直存在或大或小的湖泊,不管湖泊四周是荒漠还是荒漠草原背景,湖边隐域性的水生和沼生植被一直在繁衍,上述出现荒漠草原的3个阶段,这种隐域性植被分布更广。

4.3 环境变化讨论

4.3.1 湖泊的高水位期

东道海子是乌鲁木齐河的尾间湖,湖相沉积发育。在做孢粉分析过程中,除了发现水生、沼生的植物花粉外,还发现了大量的湖相硅藻化石^[6],它们主要集中分布在剖面的第2、4、6层,这从一个侧面反映出当时的湖泊环境。从剖面沉积相分析,剖面第1~6层都是湖相沉积,其中第6、4、2层为湖积层,剖面第5、3、1层属于湖沼沉积。前者为灰白色粉砂质粘土层,含大量硅质成分和硅藻;后者为含泥炭灰黑色粘土质粉砂层,含腹足类化石,样品中烧失量高,一般为15%~20%,最高达34%,显示有大量的有机质。由此推定,剖面第6、4、2层的沉积时期

是高湖面期,对应1170~460B.C.,250~640A.D.和680~1645A.D.。剖面第5、3、1层的沉积时期是中湖面期,对应460B.C.~250A.D.,640~680A.D.和1645A.D.以来。

4.3.2 温度变化

新疆第四纪以来大环境干旱的背景为科学界公认,但发生冷暖干湿波动变化的规律仍是科研工作者十分关注的问题。高湖面(应该是相对湿润期)对应的是温暖期还是寒冷期,学者的认识并不相同^[7~10]。根据孢粉组合反映的植被状况,高湖面时期,植被以荒漠草原为主;中湖面期,植被以荒漠为主。按照新疆北部植被分布格局,荒漠在平原中部,而荒漠草原出现在山麓与平原交界地带,海拔高出邻近荒漠200m。荒漠草原出现区域的年均降水量大于邻近荒漠区约50~100mm,而年均气温低约1~2℃。这个证据说明高湖面期对应的是相对寒冷期,中湖面期对应的是相对暖期。这个问题也可以从东道海子剖面高密度的磁化率样品分析中得到较好的启示。剖面中磁化率特征变化曲线反映,相当于孢粉组合Ⅲ带(剖面第1~6层),磁化率发生明显波动。其中,在剖面6、4、2层(即高湖面期),磁化率明显为相对低值区,与相对冷期对应;剖面5、3、1层(中湖面期),磁化率明显为相对高值区,与相对暖期对应。这种磁化率特征变化曲线的相对高值与气候的暖期相对应、相对低值与气候的冷期相对应的结论也见于其他区域的研究中^[11]。

5 小结

综上所述,本文的主要结论如下:

(1) 东道海子地区4500aB.P.以来的植被主要是以荒漠为主的,说明了湖泊周围的地带性植被主要为荒漠,只有3个时段出现过荒漠草原。

(2) 在1170~460B.C.,250~640A.D.和680~1645A.D.时段,湖泊处于高湖面期,湖泊的周围的地带性植被以荒漠草原为主。在460B.C.~250A.D.,640~680A.D.和1645A.D.以来时段,湖泊处于中湖面期。

(3) 湖泊的高湖面期也是植被发育较好阶段,与气候的冷期对应;湖泊的中湖面期也是植被发育较差阶段,与气候的暖期对应。

参考文献(References)

- (清)袁大化,王树楠.新疆图志(四).上海:上海古籍出版社

- (缩拼影印本), 1992. 2 653 ~ 2 654
- Yuan Dahua, Wang Shunan. The Maps Annals Xinjiang (4). Shanghai: Ancient Books Publishing House, 1992. 2 653 ~ 2 654
- 2 El-Mslinmany A P. Ecological significance of common nonarborescent pollen: Examples from drylands of the Middle East. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 1990, **64**: 343 ~ 350
- 3 阎 顺, 许英勤. 新疆阿勒泰地区表土孢粉组合. 干旱区研究, 1989, (1): 26 ~ 33
- Yan Shun, Xu Yingqin. Spore-pollen association in surface-soil in Altay, Xinjiang. *Arid Zone Research*, 1989, (1): 26 ~ 33
- 4 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物志 (第二卷, 第一分册). 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1994. 1 ~ 3
- Commissione Redactorum Florae Xinjiangensis. Flora Xinjiangensis, Tomus (Vol. 2, No. 1). Ürümqi: Xinjiang Science & Technology & Hygiene Publishing House, 1994. 1 ~ 3
- 5 阎 顺, 孔昭宸, 杨振京. 新疆吉木萨尔县四厂剖面孢粉分析及其意义. 西北植物学报, 2003, **23**(4): 531 ~ 536
- Yan Shun, Kong Zhaochen, Yang Zhenjing. Pollen analysis and its significance on the Sichanghu section in Jimusaer county, Xinjiang. *Acta Botanica Boreali - Occidentalia Sinica*, 2003, **23**(4): 531 ~ 536
- 6 黄成彦, 刘师成, 程兆第等著. 中国湖相化石硅藻图集. 北京: 海洋出版社, 1998. 9 ~ 48
- Huang Chengyan, Liu Shicheng, Cheng Zhaoqi *et al.* Atlas of Limnetic Fossil Diatoms of China. Beijing: China Ocean Press, 1998. 9 ~ 48
- 7 施雅风, 孔昭宸, 王苏民等. 中国全新世大暖期的气候波动与重要事件. 中国科学(B辑), 1992, **00B**(12): 1 300 ~ 1 308
- Shi Yafeng, Kong Zhaochen, Wang Suming *et al.* Climatic fluctuation and important events during Holocene Megathermal in China. *Science in China* (Series B), 1992, **00B**(12): 1 300 ~ 1 308
- 8 王开发, 郭柏林, 潘安定. 新疆柴窝堡地区第四纪孢粉组合及古气候. 新疆大学学报, 1981, (2): 113 ~ 119
- Wang Kaifa, Guo Bailin, Pan Anding. The Quaternary sporo-pollen assemblage from Chaiwopu in Xinjiang and its paleo-climatology. *Journal of Xinjiang University* (Natural Science Edition), 1981, (2): 113 ~ 119
- 9 李志忠, 海 鹰, 周 勇等. 乌鲁木齐河下游地区 30kaB.P. 以来湖泊沉积的孢粉组合与古植被古气候. 干旱区地理, 2001, **24**(3): 201 ~ 205
- Li Zhizhong, Hai Ying, Zhou Yong *et al.* Pollen component of lacustrine deposit and its palaeo-environment significance in the downstream region of Ürümqi river since 30kaB.P. *Arid Land Geography*, 2001, **24**(3): 201 ~ 205
- 10 阎 顺, 李文漪, 梁玉莲等. 新疆柴窝堡盆地更新世孢粉组合与环境. 见: 中国科学院新疆地理研究所编辑. 干旱区地理集刊(2). 北京: 科学出版社, 1991. 1 ~ 15
- Yan Shun, Li Wenyi, Liang Yulian *et al.* Pleistocene pollen assemblages and environment of Chaiwopu Basin, Xinjiang. In: Xinjiang Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences ed. *Geographical Symposium of Arid Zone*(2). Beijing: Science Press, 1991. 1 ~ 15
- 11 杨小强, 李华梅, 周永章. 南海南部 NS93-5 孔沉积物磁化率特征及其对全球气候变化的记录. 海洋地质与第四纪地质, 2002, **22**(1): 31 ~ 36
- Yang Xiaoqiang, Li Huamei, Zhou Yongzhang. Magnetic susceptibility oscillation and unstable climate events of core NS93-5 from South China Sea. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2002, **22**(1): 31 ~ 36

THE POLLEN ANALYSES AND ENVIRONMENT CHANGES OF THE DONGDAOHAIZI AREA IN ÜRÜMQI, XINJIANG

Yan Shun^① Li Shufeng^① Kong Zhaochen^② Yang Zhenjing^{②③} Ni Jian^②

(^① Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Ürümqi 830011;

^② Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093;

^③ The Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Zhengding 050803)

Abstract

High-precision palynological analysis was carried out on a section of the Dongdaohaizi Lake, a terminal lake of the Ürümqi river. On the basis of the data of the pollen analysis, the magnetic susceptibility, the loss on ignition, the grain size, and the ¹⁴C dating in the gray-black peat-bearing clayey silt layer, the evolution of environment in the south margin of Gurbantünggüt Desert was discussed. The results showed that desert vegetation was dominant in this area since 4 500aB.P. There were several climate fluctuations in this area since 1170B.C. During three periods (1170 ~ 460B.C., 250 ~ 640A.D. and 680 ~ 1645A.D.), climate was comparatively cold and humid and desert steppe prevailed over the area. There was preferable vegetation during this time intervals and the Dongdaohaizi Lake was at its high water level, corresponding to the cold periods. On the contrary, the periods of 460B.C. ~ 250A.D., and 640 ~ 680A.D. and 1645A.D. up to the present were dominated by desert vegetation, the water level was comparatively descended, corresponding to the warm climate periods.

Key words a terminal lake of the Ürümqi river, Dongdaohaizi, pollen analysis, vegetation and environment