

# 科尔沁沙地巴克窑地区近 150 年的环境演变\*

任国玉

肖 平

(中国气象局国家气候中心 北京 100081)

(中国科学院自然资源综合考察委员会 北京 100101)

**摘 要** 在沉积和花粉分析的基础上,对科尔沁沙地东南部巴克窑地区过去 150 年的植被和环境演变进行了重建。巴克窑等湖泊的诞生时间是在上个世纪前期,约 1837 年前后。这个时间也正是科尔沁沙地东南部地区首次大规模人口移入和垦荒年代。突然增加的人类活动导致了沙丘植被的迅速破坏,而植被减少和沙丘活化引起区域水文循环的重新调整,即原来通过植物蒸腾作用输出的水量明显减弱,致使地下潜水位上升,形成一系列湖泊。以后,沙地系统的演化主要是在人类活动、气候和系统内部反馈机制的共同作用下完成的。

**关键词** 环境演变 沙漠化 人类活动 科尔沁沙地

**分 类** 中图法 X 144

巴克窑泡子位于内蒙古科左后旗东南部。这个地区是科尔沁沙地中环境条件最适于人类居住的地带,但长期的人类活动已使当地环境趋于退化,居民的生活和生产受到严重影响。了解本区过去人类活动与环境之间的相互作用对于协调未来社会经济发展和环境保护之间的关系具有明显的科学意义。本文根据巴克窑泡子湖泊沉积岩芯的花粉和藻类分析,对当地过去一个半世纪沙丘植被和环境演变进行初步分析,并对人类活动与沙地环境系统之间复杂而独特的相互作用问题作出初步探讨。

## 1 研究地区和采样点环境

巴克窑泡子是科尔沁沙地东部众多湖泊之一。湖泊周围为半固定沙丘、半流动沙丘和流动沙丘所环绕。固定沙丘已不多见。半固定沙丘比较低缓,相对高度仅 5 m ~ 10 m,而流动沙丘一般较高陡,相对高度多超过 10 m。固定和半固定沙丘之间常分布着宽窄不等的低平甸子。

巴克窑地区的自然地带性植被属于沙地疏林草原。在流动沙丘上,多生长沙米 (*Agriophyllum squarrosum*)、虫实 (*Corispermum*)、刺蓬 (*salsola ruthenica*) 等藜科草本植物,也可见十字花科的沙芥 (*Pugionium cornutum*)、蒿属的乌丹蒿 (*Artemisia wudenica*)、杨柳

\* 国家教委博士点基金和国家气候中心气候研究开放实验室资助。工作得到张兰生教授的指导。采样工作得到科尔沁左翼后旗水利局、巴克窑和伊合窑渔场以及南京湖泊与地理研究所大力支持,花粉分析在中国科学院植物研究所杜乃秋先生指导下进行,南京湖泊与地理研究所夏威夷协助完成 Pb-210 测试, <sup>14</sup>C 年代测试由北京大学考古系 <sup>14</sup>C 实验室完成,在此一并表示感谢。

科的小黄柳 (*Salix flavida*) 等灌木和半灌木型植物。在半固定沙丘上, 差巴嘎蒿 (*Artemisia halodendron*)、麻黄 (*Ephedra sinica*)、小叶锦鸡儿 (*Caragana microphylla*)、羊草 (*Aneurolepidium chinense*)、冰草 (*Agropyron cristatum*) 等半灌木和禾草较常见, 尤以差巴嘎蒿最具代表性。固定沙丘上的顶极群落是杂木疏林草原, 目前已被破坏殆尽。它主要由蒙古栎 (*Quercus mongolica*)、榆树 (*Ulmus pumila*) 等乔木、西伯利亚杏 (*Prunus sibirica*)、大果榆 (*Ulmus macrocarpa*)、锦鸡儿 (*Caragana sinica*) 等灌丛和冰草、隐子草 (*Cleis togenes spp.*) 等禾草组成<sup>[1]</sup>。因此, 流动和半流动沙丘上以藜科草本植物为主, 而半固定沙丘上则主要生长蒿属和禾本科草本植物。在沙丘间的甸子上, 发育着草甸和沼泽群落。

本区属于温带大陆性半干燥和半湿润季风气候。根据周围气象站资料, 巴克窑孢子 1 月和 7 月平均气温分别为 -14 和 23, 年降水量 450 mm, 降水集中程度很高, 4 月~9 月期间的雨量占全年降水量的 80% 以上。春季干燥多大风。大风通常为南风, 其次为西北风。3 月~5 月份的大风经常引起沙尘暴天气。大风和沙尘暴是现代气候的重要特征之一。

巴克窑孢子和附近另一面积相近的伊合窑孢子均为淡水湖, 最大水深都在 2.0 m 左右。和科尔沁沙地东部其它较大孢子不同, 巴克窑和伊合窑孢子不是位于大型纵向复合沙垄之间的宽广甸子地上, 而是发育在养畜牧河东北部大片梁窝状沙丘之间, 地势明显高于北、东和南部。这个特点决定了湖水仅由大气降水和地下水补给, 基本不受地表径流注入和排泄的影响。

## 2 采样和研究方法

1992 年 10 月, 在巴克窑湖水最深处采得两根重力沉积岩芯 (BK I 和 BK II), 长分别为 103 cm 和 102 cm, 均为灰黑色亚粘土质淤泥, 再下为灰黑色细沙 (图 1)。为了对比, 也在伊合窑深水区进行了采样作业, 其灰黑色亚粘土质淤泥特征同巴克窑孢子十分相似, 而且沉积厚度也为 100 cm 左右, 表明两个孢子形成时间、湖泊水文特征及沉积物来源是相近的。但在伊合窑孢子深水区, 局部地点在 65 cm 以下出现 30 cm 厚褐色泥炭层, 再下又为灰黑色细沙 (图 1)。这层泥炭代表了湖泊形成初期的沼泽相沉积。

对 BK II 孔的单号分样品进行了花粉和烧失量分析。花粉样品处理和分析采用标准方法进行。每份样品称取 10 g 左右重量沉积物。处理前加入石松 (*Lycopodium*) 孢子, 以便计算花粉浓度。烧失量分析包括 550 和 1 000 两种, 分别指示有机炭和无机碳酸岩含量变化。并用 BK I 孔的 1-25 号分样品测定 Pb-210 剩余含量。

## 2 年代与沉积速率

Pb-210 剩余含量随深度的指数递减规律较明显 (图 2), 说明沉积物在沉积和取样时均未经受显著扰动, 由此得到的沉积速率估计是可靠的。按下列公式计算每个层位沉积速率, 然后再求得平均值:

$$S = \lambda D / \ln(C_0/C)$$

其中  $C_0$  与  $C$  分别为表层样和深度为  $D$  (mm) 样品的 Pb-210 放射性 (dpm/g),  $\lambda$  为 Pb-210 衰变常数 (取 0.031)。

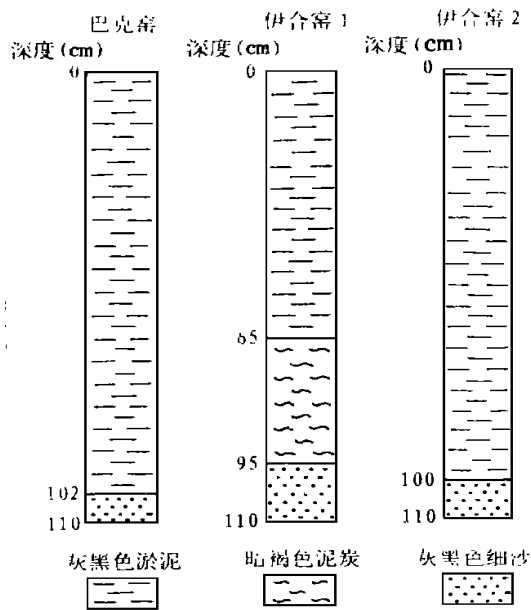


图 1 巴克窑和伊合窑湖泊沉积样芯岩性特征  
Fig.1 Feature of the sediment cores at Baikayao Lake and Yiheyao Lake, Northeast China

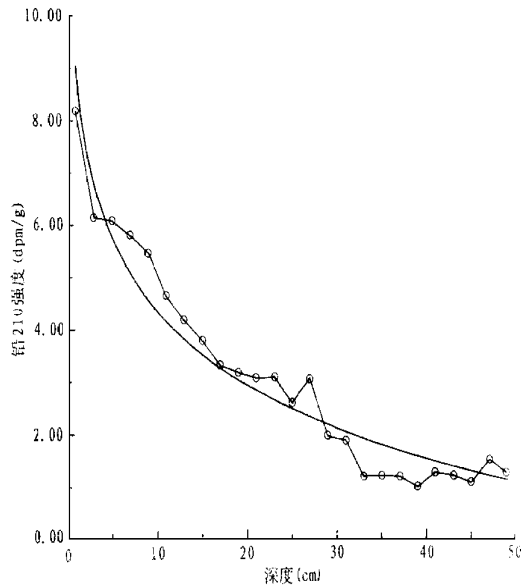


图 2 巴克窑湖泊岩芯 Pb-210 强度与深度关系  
Fig.2 Relationship between Pb-210 flux and depth for the cores of Baikayao Lake, Northeast China

这样求得的 BK1 平均沉积速率是 6.25 mm/ 年, 样芯底部 98 cm 处相当于 1992 年以前 157 年, 即公元 1835 年。Pb-210 年龄计算误差随沉积物深度增加, BK1 样芯最底部年龄误差约为  $\pm 10$  年。用其它方法计算结果与此相似。

和年代有关的问题是巴克窑泡子湖泊沉积速率。Pb- 210 测试表明平均沉积速度达到 6.25 mm/ 年。由于沉积物中有机质含量都在 8% 以下 (550 烧失量), 说明湖泊内外源生物碎屑输入通量是很低的。沉积物中的无机组分主要来源于大气粉尘降落。Pb-210 测得的高沉积速率因而反映出大气粉尘输入通量是相当可观的。

## 4 花粉分析结果

根据花粉浓度和百分比变化, 可以把巴克窑花粉序列划分为 5 个花粉带 (图 3 和图 4), 其界限和特征如下。

A 带 (AD 1837 ~ 1869) 除松属外, 所有其它花粉浓度都很低, 有些种类如栎属、榆属、蓼科、禾本科、菊科、莎草科等花粉不见或几乎没有。百分比值反映出松属- 蒿属- 藜科组合。松属花粉可能也是远距离漂运来的, 因而和其它当地植物花粉存在差别。

B 带 (AD 1869 ~ 1901) 除松属外, 几乎所有其它种类花粉浓度都明显地提高了, 蒿属花粉浓度增长尤为突出, 藜科、禾本科、蓼科花粉浓度也上升了。乔木花粉中栎属和桦属增加较显著。在花粉百分比变化上, 蒿属跃居首位, 其次是藜科, 再次为松属、莎草科和禾本科。

C 带 (AD 1901 ~ 1920) 包括松属在内的所有种类花粉浓度均显著下降, 在 1912 年

附近达到最低值，蒿属和藜科花粉当时也极少。从相对比例关系上看，这个阶段为蒿属-松属-藜科-莎草科花粉组合，麻黄属和禾本科也较多。

D 带 (AD 1920 ~ 1971) 几乎所有种类的花粉浓度又上升，其中松属、藜科、莎草科和麻黄属上升最显著，并达到全部记录时期的最高值。栎属、榆属和桦属等乔木花粉浓度也很高。花粉百分比值表明这个阶段花粉含量相对最多的是藜科，其次是蒿属、松属和莎草科，禾本科与麻黄属也比较重要。

E 带 (AD 1971 ~ 1990) 大部分种类花粉浓度值比前一阶段有所下降，其中较明显的有莎草科、松属、藜科、麻黄属、榆属和栎属等，但蒿属、松属和禾本科表现不明显或出现上升。各种类花粉的相对重要性依次为藜科、蒿属、松属、莎草科和禾本科，与 D 带相似。

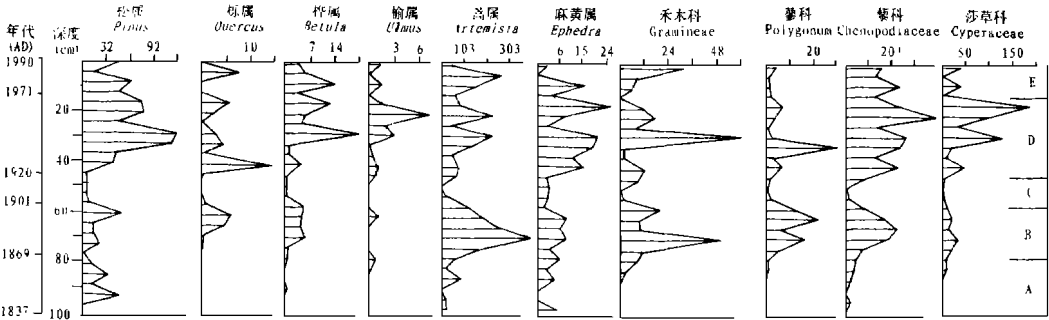


图 3 巴克窑湖泊沉积岩芯花粉浓度 (粒/g)

Fig. 3 Pollen flux (grains/g) for the cores of Bakeyao Lake, Northeast China

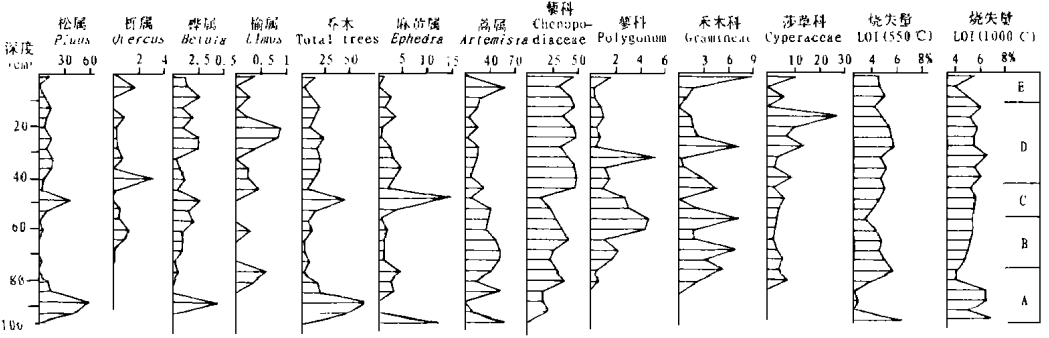


图 4 巴克窑湖泊沉积岩芯花粉百分比

Fig. 4 Pollen percentages for the cores of Bakeyao Lake, Northeast China

5 植被的演化

植被的重建主要依据花粉浓度，也考虑了花粉百分比变化。花粉浓度指示当地植物生长的茂密程度和发育状态，花粉百分比则反映不同种类之间的相对优势度。

在 1837 年 ~ 1869 年，巴克窑地区的植被一度十分稀疏。蒙古栎可能不在附近生长，其它乔木也几乎不存在。草本植物中的禾本科、莎草科、藜科和菊科极少出现，但有一定数量的蒿属和藜科植物。这种情况反映了当时沙丘大部分处于流动和半流动状态，半固定沙丘不多，固定沙丘更为罕见。在残留的半固定沙丘上，零星生长着榆树或榆灌丛，其间为差巴嘎蒿等草本植物覆盖；半流动沙丘上可能生长着虫实、沙米和小黄柳等灌丛、多属藜

科植物; 在大片的流动沙丘上则寸草不生。孢子边缘的芦苇和湿生莎草科植物极少。

从 1869 年到 1901 年, 沙丘上植物生长变得更为茂密。蒿属首先表现出迅速增长, 并约在 1882 年达到最大种群密度。禾本科和莎草科也在这个时间最多。藜科植物增长略和缓, 种群密度达到最大时间则向后延迟 6 年左右。这个延迟现象可能反映了一小部分原来的流动沙丘转变为生长藜科植物的半流动沙丘需要一个时间过程。蒙古栎可能从 1869 年前后开始零星出现, 但其种群增长显然落后于蒿属和藜科等草本植物, 在蒿属种群密度峰值以后约 13 年达到最大, 反映出植物生命周期长短对植物响应敏感性的影响。在这 30 多年内, 沙丘比前一阶段处于相对稳定状态, 流动沙丘大大减少, 主要呈半流动和半固定状态, 个别半固定沙丘可能还转变为固定沙丘, 零星生长了蒙古栎树。

1901 年~1920 年又是一个植物生长稀疏阶段, 所有种类植物的种群密度均出现低值。从蒿属花粉看, 这个植被稀疏化过程实际上从前一阶段中期即已开始, 花粉浓度持续下降, 至 1914 年附近达到最低值。其它种类植物此时也出现低值。植被的稀少反映周围沙丘又经历了活化过程, 半固定沙丘和半流动沙丘分别向半流动和流动沙丘转化, 1914 年附近可能是流动沙丘面积比例最高时间。莎草科和禾本科花粉浓度的下降表明, 湖滩低地的湿生草类和沿岸浅水区的芦苇也减少了。

1920 年至 1971 年, 大部分植物种类种群密度都较高, 其中乔木中的松属、栎属和榆属、草本植物中的藜科、莎草科和麻黄属等更达到全部记录时期最高值。藜科花粉浓度开始高于蒿属表明此时半流动沙丘比例面积较大, 半固定沙丘面积比前一阶段也有增加, 个别半固定沙丘还转化为可以生长乔灌木和禾草的固定沙丘。松属花粉浓度的最高值说明辽西山地的油松林种群也扩大了。

从 1971 年开始至 1990 年, 多数植物种类种群密度表现出下降, 最明显的如松属、栎属、榆属、麻黄属、藜科和莎草科等, 都比前一阶段减少。蒿属似乎略有增多。但从总体上看, 最近这 20 年植被覆盖和沙丘状态同前一阶段比较变化不很剧烈。不支持植物生长的流动沙丘面积可能略有增加, 它可能由半流动沙丘转化而来。仅有的固定沙丘也正在向半固定沙丘转变。

## 6 湖泊水文变化

巴克窑湖泡水位、矿化度、有机质和碳酸盐含量在一定程度上是相互联系的。沉积物中的藻类孢子和烧失量分析可用以重建过去的湖泊水文特征。

盘星藻 (*Pediastrum*) 生活在浅水湖泊中, 水深不超过 15 m。一般认为, 盘星藻的出现可以作为淡水湖沼沉积的标志<sup>[2]</sup>。云南滇池的藻类研究表明, 在浅水湖泊中, 盘星藻数量随水深度增加而上升<sup>[3]</sup>。巴克窑孢子最大深度只有 2.0 m, 尽管是淡水湖, 但湖水矿化度和 pH 值均较高。在这种临界情况下, 当湖水位上升、矿化度和 pH 值减小时, 盘星藻繁殖条件将得到改善, 反之亦然。因此, 沉积样芯中盘星藻数量的变化可以指示过去湖水位的升降。盘星藻含量高指示当时湖泡水位上升, 相反则说明水位降低了。

图 5 表示盘星藻孢子占陆生花粉总和的百分比值变化。在相当于花粉 A 带的时间内 (1837 年~1869 年), 盘星藻百分比值很高, 其中两块样品孢子数比全部陆生植物花粉总量还多, 说明当时湖水水位可能显著高于后来任何阶段, 湖水矿化度和 pH 值也相应下降, 水

变得更淡。在花粉 B 带中(1869 年~1901 年)的盘星藻百分比保持在较低水平上,且相对稳定少变,这时的湖水水位比较低,可能和目前相近,波动也不大。花粉 C 带(1901 年~1910 年)盘星藻百分含量再次上升,但远不如 A 带高,指示 20 世纪初的 20 年湖水水位也较高,湖水矿化度相对较低。在相当于花粉 D 带和 E 带两个阶段,盘星藻一般都比较少,D 带的后期即大约在 1952 年~1971 年之间尤其稀少,E 带(1971 年~1990 年)则稍有增多。因此,1920 年以后湖水水位一般处于较低水平上,1952 年~1971 年之间水位可能比这个时期平均情况还略低。

比较盘星藻与陆生植物花粉浓度变化可见,湖水水位升高时期对应植物种群密度减小阶段;湖水水位较低时,植物一般生长却较茂密。在花粉浓度最少的 1837 年~1869 年和 1901 年~1920 年这两个阶段,也正是盘星藻百分含量最多的时期。这种现象还将进一步讨论。

图 4 也给出巴克窑孢子样芯烧失量(LOI)分析结果。550 烧失量即有机质含量一般在陆生植物花粉浓度低和盘星藻大量繁殖时表现为低值;相反,在花粉浓度高和盘星藻减少时有机质含量却较高。在相当于花粉 A 带的阶段,有机质含量很少。这种情况说明,湖水和沉积物中的有机物质可能主要不是由浮游水生生物提供的。浅水区的芦苇和陆生植物碎屑可能是更重要的。沙丘和湖滩上的草本植物碎屑可以在春季和秋季被风带到湖里。

1 000 烧失量相当于碳酸盐含量,其变化的一个重要特点是在样芯底部即 1869 年以前比较高,但最小值也出现在这个阶段的尾端。1971 年以来碳酸盐含量同样较低。现在还不能圆满地解释这些变化特点,但钙元素含量较高的粉尘输入量可能起一定作用,而粉尘输入量既和周围沙丘植被覆盖及沙丘状态有关,也和湖水面积有联系。

## 7 环境演变的原因和机制

巴克窑和伊合窑孢子的湖相黑色淤泥层厚度都在 100 cm 左右,后者在局部深水区沉积物表层之下 65 cm~95 cm 出现泥炭。100 cm 以下为未钻透的细沙层。这些沉积特征表明,巴克窑和伊合窑孢子同时形成于 19 世纪上半叶,约在 1837 年前后。最初,它们可能是相对较小的丘间风蚀洼地,地下水出露并上升后,湖泊会通过浸润和夷平低矮沙丘过程不断扩大。伊合窑孢子形成之初其边缘曾经过沼泽化,沉积了近 30 cm 厚的泥炭层。

巴克窑孢子在诞生后的前 30 多年内面积曾很大,湖水水位较高,湖水矿化度和 pH 值也比较小,有大量喜淡水和深水的盘星藻繁殖。约在 19 世纪 60 年代,湖水水位出现明显下降,以后除 20 世纪初期曾有回升外,一直保持在较低的水平上。

在巴克窑孢子形成之初,周围植被是很稀少的,说明大部分沙丘可能处于活动状态,流动和半流动沙丘远多于半固定和固定沙丘。由于湖水水位较高,活动沙丘直逼湖岸线,不存

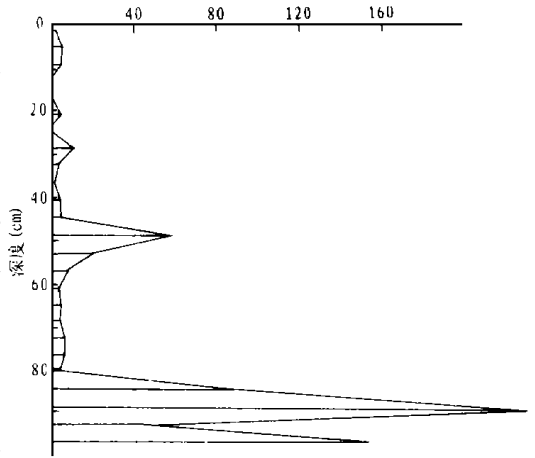


图 5 巴克窑湖泊沉积岩芯盘星藻孢子  
占陆地生花粉百分比

Fig. 5 Spore percentages for *Pediastrum* in  
the core of Baikou Lake, Northeast China

在大片湖滩地, 浅水区芦苇也极少, 因此莎草科和禾本科植物很少见。在 19 世纪 60 年代以后, 植物才开始大量发展起来。

科尔沁沙地的禁荒政策是在 1802 年解除的, 此后的几十年里, 大批南部移民涌入科左后旗南部<sup>[4]</sup>。1819 年清政府规定“科尔沁左翼后札萨克王旗昌图额尔克地方, ……准其招民开垦”。接着清廷准许养息牧场试垦。1828 年~1832 年又以“借地养民”之由续开科左后旗库都力荒。至此, 后旗境内荒地大部分已被开垦。伴随垦荒热潮而来的是人口的急剧增加。巴克窑泡子地处后旗南缘, 其周围人口的大量移入和全面垦殖亦当始于 19 世纪初期<sup>[4, 5]</sup>。

上述变化在时间上的一致性 or 承继性颇引人注意。它说明湖泊的形成、植被的疏化和人口的涌入三者之间可能具有某种内在的联系。19 世纪初大量移民的迁入可能是造成这种链锁变化的起因。人口的迅速增长必然增加对资源的需求。丘间甸子地开垦为农田, 沙丘上的植被遭到前所未有的破坏。垦殖和植被破坏的结果是沙丘的活化和移动, 流动起来的沙丘进一步减少了区内植物覆盖度。由于沙丘上植被的消失, 区内水文系统受到干扰。

在未受干扰的条件下, 区域地下潜水水位由于沙丘植物的蒸腾作用而保持在相对低的水平上; 但在人为导致的沙丘活化情况下, 通过植物向大气输送水汽的通道几乎被切断, 这将引起地下水位上升, 从而形成大小不等的湖泊。巴克窑和伊合窑地区没有河流向外排泄过剩的水量是这一机制运作的前提条件。在湖泊形成以后, 部分过剩水量可以通过直接的水面蒸发向大气输送, 水面越大, 蒸发损失也越多。这表明地下水位的上升将在降水量、植物蒸腾量, 地下径流排泄量和湖水水面蒸发量之间达到新的平衡时稳定下来。

但是, 随着地下水位的普遍上升, 沙丘发育植被的水分条件又将改善, 植物会比原来生长得更密更好。植被重新覆盖沙丘将“接通”水分输出的蒸腾渠道, 引起地下水位和湖水水位的再次下降。在巴克窑泡子诞生后 20 多年, 主要草本植物种类种群密度开始增大。在 1869 年~1901 年之间, 植物生长相当茂密, 巴克窑泡子湖水位也稳定在较低水平上。当然, 19 世纪 60 年代以后植被的发展也不能排除人为压力暂时解除或减轻影响的可能性, 它可能和沙地系统内部的反馈机制共同发生作用。

无论如何, 在湖泊扩张阶段和其后的收缩阶段, 气候可能并未出现明显改变, 因为 1901 年以前区外的松属花粉浓度在两个阶段是很相近的。来源于较大区域范围内的松属花粉大体保持稳定, 说明这两个阶段干湿状况是相似的, 因此巴克窑地区两个阶段之间环境特征的改变主要不是由气候因子引起的。

1901 年以后, 沙地系统演变可能是更为复杂的, 气候、人为活动和系统内部的自振荡过程可能都起到一定作用。如在 1901 年~1920 年间的植被稀疏和湖水上升阶段, 松属花粉也表现出减少, 表明这可能是较大区域内气候干旱造成的。但是, 巴克窑泡子周围蒿属等花粉浓度开始下降时间大大早于松属, 又说明由人类初始扰动引起的沙地系统内部反馈过程可能仍然起作用, 即 19 世纪后期出现的地下水位下降又导致了沙丘植物生长条件的恶化和植被的稀疏化, 从而使地下水位重新上升, 于是巴克窑泡子湖水位此时出现次高值。而在 1920 年~1971 年阶段, 气候的湿润化是无疑的, 因为不仅当地植物花粉, 而且区外松属花粉都显著增多。但前一阶段后期的地下水位偏高有利于沙丘植物的恢复和发展仍不可忽视。

此外, 从蒿属和藜科花粉来看, 1869 年以后两者相对比例存在着长期相反的趋势变化, 藜科花粉表现出不断增多趋势。这表明, 巴克窑地区沙丘状态有由半固定沙丘向半流动沙丘缓慢转化倾向。松属和榆属等乔木花粉浓度的长期增多说明气候可能没有朝干燥方向发

展。因此，半固定沙丘向半流动沙丘状态的缓慢转化反映了人为压力的持续增强过程。

参 考 文 献

1 中国科学院内蒙古综合考察队. 内蒙古植被. 科学出版社, 1985  
2 胡鸿钧等. 中国淡水藻类. 上海科技出版社, 1980. 314 ~ 317  
3 孙湘君, 吴玉书. 云南滇池表层沉积物中花粉和藻类的分布规律及数量特征. 海洋地质与第四纪地质, 1987, 7(4) 81 ~ 92  
4 景爱. 清代科尔沁的垦荒. 中国历史地理论丛, 1992(3) 155 ~ 173  
5 景爱. 历史时期东北农业的分布与变迁. 中国历史地理论丛, 1987(2) 95 ~ 119

作 者 简 介

任国玉, 男, 1958 年生, 1982 年毕业于辽宁师范大学地理系, 1985 年在福建师范大学获硕士学位, 1994 年在北京师范大学获博士学位. 现从事古气候和全球变化方面的研究, 在国内外学术刊物上已发表论文 30 多篇。

ENVIRONMENTAL CHANGE IN THE LAST 150 YEARS  
IN BAKERYAO, SOUTHEASTERN HORQIN SANDLAND,  
NORTHEAST CHINA

Ren Guoyu

(National Climate Center, CMA, Beijing, 100081)

Xiao Ping

(Commission for Integrated Survey of Natural Resources, CAS, Beijing, 100101)

Abstract

Desertification in North and Northeast China has become a commonly concerned problem among environmental scientists. The desertification in the Maowushu and Horqin Sandlands of Inner Mongolia Autonomous Region is the most serious in the country. In order to investigate the past human impact on sand dune mobilization and land degradation, we collected two sediment cores in Bakeryao Lake, Southeastern Horqin Sandland, and analyzed the pollen and algae spore from one of them. The result shows that the little lake was formed in 1837, when the first migrants from Shandong and Hebei Provinces arrived in the study area for agriculture production. The original sand dune vegetation was greatly destroyed by the early settlers, and a series of little lakes were formed owing to the reduced plant evapotranspiration. The later changes of the lake and sand land system were controlled by the interaction among human activities, climates and the initial intervention. Since the early ninetieth, human activities have been the dominating factor in the sand land environmental changes. The feedback process within the sand land system may have been of importance.

**Key words** environmental change, desertification, human activities, Horqin Sandland