

濒危植物艾比湖桦生存的水文地质及土壤条件

孙建军， 丁祺仁， 吕锦萍， 李秀珍， 李霞飞

(博尔塔拉州农业科技开发中心， 新疆博乐 833400)

Hydro-Geological and Soil Conditions for Survival of Endangered Aibihu Birch

SUN Jian-jun, DING Qi-ren, LV Jin-ping, LI Xiu-zhen, LI Xia-fei

(The Agricultural Sci-Tech Development Center, BorTaLa Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, Bole, Xinjiang 833400, China)

摘 要： 初步研究发现，艾比湖桦仅见于古尔图河古老三角洲西缘泉水溢出地带。虽地处温带漠境，但土壤却系既无盐化又无碱化且碳酸钙含量很低的草甸沼泽土，地下水矿化度小于 1 g/L，pH 值 6.9~7.4。

关键词： 艾比湖桦；地下水；土壤

中图分类号： Q948.118

艾比湖桦是近年在艾比湖湿地自然保护区发现的桦木科植物新种。目前仅存有数百株，处于濒危状态。为了更好地保护这一濒危物种，博州农业科技开发中心的土壤工作者，于 2002 年 9 月对当时暂定名为盐生桦的该濒危植物所处的水文地质及土壤条件进行了初步研究。

1 生物气候背景

艾比湖湿地地处温带极端干旱的漠境。其主要气候特点是：日照充足、降水稀少、蒸发强烈、夏季炎热干燥、冬季寒冷少雪、春夏多大风、5—8 月盐尘暴和浮尘活动频繁（表 1）。

表 1 艾比湖湿地主要气候要素

| 监测站  | 年均日照<br>时数 (h) | 年均降水<br>量 (mm) | 年均蒸发<br>量 (mm) | 空气相对湿度 |       | 年均温<br>(℃) | 极端最高<br>气温 (℃) | 极端最低<br>气温 (℃) | 年均<br>≥10℃积<br>温 (℃) | 年均大风<br>日数<br>(天) | 干燥度  |
|------|----------------|----------------|----------------|--------|-------|------------|----------------|----------------|----------------------|-------------------|------|
|      |                |                |                | (%)    |       |            |                |                |                      |                   |      |
|      |                |                |                | 全年     | 5—8 月 |            |                |                |                      |                   |      |
| 阿拉山口 | 2658           | 107            | 4017           | 53     | 34    | 8.5        | 44.2           | -33.0          | 3963                 | 163               | 15.1 |
| 精河   | 2643           | 98             | 1596           | 61     | 48    | 7.4        | 41.3           | -36.4          | 3610                 | 28                | 10.7 |
| 沙泉子  |                | 106            | 2464           | 63     | 45    | 7.3        | 42.3           | -33.1          | 4008                 |                   | 10.3 |

注：沙泉子资料为 1959—1960 年平均值。

艾比湖湿地是艾比湖流域的水盐汇集中心，又处在阿拉山口大风的主风道上，抗干旱、耐盐碱、抗风沙的荒漠植被和盐生植被构成了湿地植被的主体<sup>[1]</sup>。但艾比湖盆地复杂的中小地貌和水文地质条件也造就了该地区植物的多样性。在山前砾质洪积扇上，地下水埋藏很深，主要生长着梭梭、麻黄、假木贼等深根耐旱的灌木、半灌木和多种猪毛菜属的植物，土壤为在粗骨性母质土上发育而成的典型地带性土壤灰棕漠

土；在有细土覆盖的洪积扇下部及由黄土状物质堆积而成的河阶地上，地下水埋深多在 7~1 m 之间，矿化度 3~10 g/L，主要生长着琵琶柴、白梭梭、怪柳、盐穗木、胡杨等耐盐灌木和乔木，低平地段伴生有铃铛刺及芦苇、罗布麻、胖姑娘等喜湿耐盐植物，土壤自高而低依次为盐化灰漠土、典型盐土、草甸盐土、盐化林灌草甸土等；在地下水埋深<1 m，矿化度 10~100 g/L，甚至更高的湖积平原低洼地段及湖滨，则主

作者简介：孙建军（1960—），男，新疆人，高级农艺师，主要从事土壤肥力技术试验、示范、推广工作。E-mail: lvjinpings@126.com

要为高度耐盐喜湿的盐节木、盐角草所占据，其下发育为沼泽盐土；而在冲积湖平原的固定、半固定沙丘上，地下水位大多较低，除白梭梭、怪柳、白刺等耐干旱、抗风沙的灌木外，常伴生有沙米、沙拐枣、沙生针茅等沙生植物。

在上述极其严酷的生物气候条件等大背景下，桦木科植物能够顽强地生存下来，主要与其所处的特殊水文地质条件及土壤环境有关。

2 水文地质条件

现存的艾比湖桦仅见于艾比湖湿地东部的古尔图

河古老三角洲西缘泉水溢出地带。凡生长艾比湖桦的地方，附近均有水质良好的承压水出露，并生长着茂密的苔草或芦苇。泉水及其附近主要由承压水补给的潜水，通过在艾比湖周围泉眼处、剖面下部泉水溢出处、河流中部采集水样 8 个（洁净塑料瓶）分析化验，矿化度均<1 g/L、pH 6.9~7.4，其水质不仅大大优于艾比湖湿地东部沼泽盐土下的地下水，而且大大优于其北 30 多 km 处奎屯河下游之河水以及玛依拉山山前洪积扇扇缘与湖积平原交接带受洪积扇潜流、洪水和湖积平原承压水等混合补给的盐化沼泽土的浅层地下水（表 2）。

表 2 生长艾比湖桦地段的泉水、潜水与湿地东部其他地段河水、潜水质比较

| 采样地点         | 埋深<br>(cm) | pH  | 矿化度<br>(g/L) | 离子组成 (cmol/L)                 |                               |                 |                               |                  |                  |                                 | 土壤类型  |
|--------------|------------|-----|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|-------|
|              |            |     |              | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> |       |
| 艾比湖桦树下       | 泉水         | 7.4 | 0.29         | 0.00                          | 1.82                          | 0.50            | 0.50                          | 1.39             | 0.41             | 1.02                            | 沼泽土   |
| 艾比湖桦树下       | 泉水         | 7.4 | 0.80         | 0.00                          | 6.57                          | 1.86            | 2.26                          | 4.22             | 1.96             | 4.33                            | 沼泽土   |
| 艾比湖桦树下       | 49         | 6.9 | 0.95         | 0.00                          | 6.26                          | 1.88            | 5.77                          | 5.36             | 1.96             | 6.59                            | 草甸沼泽土 |
| 五道泉南奎屯河      | 河水         | 8.0 | 9.49         | 0.00                          | 6.71                          | 81.4            | 62.0                          | 38.2             | 9.99             | 102                             | -     |
| 五道泉西南新桥下     | 河水         | 8.1 | 9.14         | 0.00                          | 6.51                          | 75.3            | 61.0                          | 16.9             | 29.9             | 96.0                            | -     |
| 科克巴斯套        | 82         | 7.2 | 3.50         | 0.00                          | 10.0                          | 28.2            | 11.0                          | 12.1             | 13.1             | 24.0                            | 盐化沼泽土 |
| 沙泉子西古湖底      | 123        | 7.5 | 25.12        | 0.00                          | 3.03                          | 347             | 70.8                          | 52.3             | 31.7             | 337                             | 沼泽盐土  |
| 托托盐场东 1.5 km | 50         | 7.9 | 119.1        | 0.00                          | 10.3                          | 1425            | 468                           | 32.9             | 98.7             | 1771                            | 沼泽盐土  |

注：表中 pH 值采用电位法，全盐量采用重量法，CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 和 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 采用双指示剂-中和滴定法，Cl<sup>-</sup> 采用硝酸银沉淀滴定法，Ca<sup>2+</sup> 和 Mg<sup>2+</sup> 采用 EDTA 络合滴定法，SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 采用茜素红法<sup>[2]</sup>测定。

表 2 结果充分表明，生长艾比湖桦地段的泉水及潜水 pH 都<7.5，不仅矿化度极低，而且盐分组成上主要是 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>，其次是 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，氯化物含量非常少，是水质良好的淡水资源。

充沛的淡水供给是艾比湖桦的重要立地条件，但水分过多也可能导致幼树死亡。调查中发现，在艾比湖桦集中分布地段，凡长期积水的泉水露头附近，均有自然死亡的艾比湖桦幼树。

3 土壤特性

在艾比湖桦生长较好且集中分布地段，海拔 350 m 左右，在剖面周围，地面有微小的起伏，自西向东北有微小倾斜，地表积水处有自然死亡的桦树，林下及林间空地覆盖着茂密的苔草，伴生着三叶草、水芹菜等禾本科植物，成土母质为冲积-湖积物，土壤为草甸沼泽土<sup>[3]</sup>。在该区共挖土壤剖面 5 个，通过评土比土，选择位于北纬 44°34′08″、东经 83°44′26″、海拔 349 m 的 02-补-2 号剖面为代表剖面，详述土壤形态

特征与理化特性。

3.1 形态特征

整个剖面自上而下由草根层、腐殖质层、氧化还原层、潜育层等 4 个发生层次构成。其中的氧化还原层依照颜色（采用门塞尔比色法）、质地（采用国际制分级）等差异又划分出 3 个亚层<sup>[3]</sup>。

0~20 cm：草根层，湿时黑棕色（7.5YR2/2），风干后呈暗棕色（7.5YR3/3），质地为壤土，弱层片状至粒状结构，较紧，根系密集（盘根错节），并有多量半腐烂中、细根。

20~28 cm：腐殖质层，湿时呈黑色（10YR2/1），风干后为黑棕色（10YR2/3），质地为砂质黏壤土，层片状结构，较松，少量中根，多量细根。

28~40 cm：氧化还原层第一亚层，土壤基质呈黑棕色（湿，10YR2/2），有少量浊棕色（湿，2.5YR4/4）锈斑；风干后土壤基质为棕灰色（10YR5/1），锈斑呈亮棕色（7.5YR5/6）；质地砂质黏壤土，层片状结构，较松，有多量细根，少量腐根。

40~50 cm: 氧化还原层第二亚层, 土壤基质呈橄榄黑色(湿, 5Y3/1), 有中量浊红棕色(湿, 5YR4/4)锈斑; 风干后土壤基质为灰色(5Y5/1), 锈斑呈亮棕色(7.5YR5/6); 质地为黏壤土, 板状结构, 较紧, 中量细根, 少量腐根。

50~64 cm: 氧化还原层第三亚层, 土壤基质为灰橄榄色(湿, 7.5Y6/2), 有多量红棕色(湿, 5YR4/8)锈斑; 风干后土壤基质呈淡橄榄灰色(5GY7/1), 锈斑呈亮黄棕色(10YR6/8); 质地为壤土, 拟棱块状结构, 较紧, 少量腐根, 中量细根。

64 cm 以下: 灰橄榄色(湿, 7.5Y5/3)潜育层, 风干后近于灰白色(2.5GY8/1); 质地为粉砂质黏壤土, 拟棱块状结构, 较松软, 中量细根, 少量腐根。

剖面通体都很湿, 40 cm 以下水分呈过饱和状态; 除最上部的草根层有弱的石灰反应外, 以下各层均无石灰反应。

3.2 理化特性

(1) 受成土母质的影响, 质地多为黏壤土。剖面上中部的土壤颗粒组成中, 虽以砂粒(2.0~0.02 mm)占优势, 但黏粒(<0.002 mm)达 190~250 g/kg, 粉砂粒(0.02~0.002 mm)达 240~300 g/kg, 质地为砂质黏壤土-黏壤土; 剖面下部的潜育层砂粒仅为 310 g/kg, 而黏粒和粉砂粒分别达到 190 g/kg 和 500 g/kg,

质地为粉砂质黏壤土(表 3)。

表 3 02-补-2 号剖面颗粒组成分析结果

| 采样深度<br>(cm) | 颗粒组成 (g/kg) |          |        | 质地名称   |
|--------------|-------------|----------|--------|--------|
|              | 2.0~0.02    | 0.02~    | <0.002 |        |
|              | mm          | 0.002 mm | mm     |        |
| 20~28        | 530         | 280      | 190    | 砂质黏壤土  |
| 28~40        | 570         | 240      | 190    | 砂质黏壤土  |
| 40~50        | 450         | 300      | 250    | 黏壤土    |
| 50~64        | 470         | 420      | 110    | 壤土     |
| 64 以下        | 310         | 500      | 190    | 粉砂质黏壤土 |

注: 颗粒组成分析采用比重计法<sup>[2]</sup>; 0~20 cm 为草根层, 未做颗粒组成分析。

(2) pH 值低, 盐分含量极少, 无盐化、碱化现象。除剖面最上部的草根层 pH 为 8.0、总盐量略高于 2 g/kg 外, 其余各层的 pH 均<7.5, 总盐量均在 1 g/kg 以下。在盐分组成中, 各土层均无 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 存在, Cl<sup>-</sup> 及 Mg<sup>2+</sup>、Na<sup>+</sup>亦很低(表 4)。

(3) 草皮层以下各土层仅含有微量的 CaCO<sub>3</sub>(表 5)。

(4) 有机质及 N 素丰富, 但有机质分解程度低(上部土层 C/N 高达 14~16), 中下部土层速效 P 相当贫乏(表 5)。

表 4 02-补-2 号剖面 pH 和盐分分析结果

| 采样深度<br>(cm) | pH 土水比 |     | 全盐<br>(g/kg) | 离子组成 (cmol/kg)                |                               |                 |                               |                  |                  |                                 |
|--------------|--------|-----|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
|              | 1:1    | 1:5 |              | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> |
| 0~20         |        | 8.0 | 2.24         | 0.00                          | 1.65                          | 0.72            | 0.76                          | 1.11             | 0.61             | 1.41                            |
| 20~28        | 6.4    | 6.8 | 0.71         | 0.00                          | 0.25                          | 0.26            | 0.50                          | 0.15             | 0.05             | 0.81                            |
| 28~40        | 6.3    | 6.6 | 0.48         | 0.00                          | 0.25                          | 0.21            | 0.25                          | 0.30             | 0.10             | 0.31                            |
| 40~50        | 6.3    | 6.6 | 0.75         | 0.00                          | 0.22                          | 0.10            | 0.76                          | 0.35             | 0.10             | 0.63                            |
| 50~64        | 6.4    | 6.7 | 0.45         | 0.00                          | 0.22                          | 0.18            | 0.25                          | 0.10             | 0.10             | 0.45                            |
| 64 以下        | 7.1    | 7.4 | 0.37         | 0.00                          | 0.39                          | 0.13            | 0.00                          | 0.35             | 0.10             | 0.07                            |

表 5 02-补-2 号剖面主要化学性质分析结果

| 采样深度<br>(cm) | 有机质<br>(g/kg) | 全 N<br>(g/kg) | C/N  | 全 P<br>(g/kg) | 碱解 N<br>(mg/kg) | 速效 P<br>(mg/kg) | 速效 K<br>(mg/kg) | CaCO <sub>3</sub><br>(g/kg) |
|--------------|---------------|---------------|------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| 0~20         | 289.8         | 10.51         | 16.0 | 1.20          | 625             | 17              | 288             | 34.40                       |
| 20~28        | 67.9          | 2.81          | 14.0 | 0.68          | 157             | 5               | 138             | 0.48                        |
| 28~40        | 41.0          | 1.51          | 15.7 | 0.68          | 99              | 3               | 155             | 0.48                        |
| 40~50        | 26.0          | 1.05          | 14.4 | 0.70          | 64              | 3               | 180             | 0.48                        |
| 50~64        | 6.3           | 0.36          | 10.2 | 0.76          | 30              | 2               | 205             | 0.48                        |
| 64 以下        | 6.7           | 0.44          | 8.9  |               |                 |                 |                 | 0.48                        |

注: 表中有机质采用丘林法, 全 N 采用凯氏法, 全 P 采用高氯酸-硫酸酸溶法, 碱解 N 采用扩散吸收法, 速效 P 采用碳酸氢钠法, 速效 K 采用醋酸铵-火焰光度法, 碳酸钙采用气量法<sup>[2]</sup>测定。

#### 4 结语

(1) 生长艾比湖桦的沼泽土, 除具有艾比湖湿地沼泽土的一般理化特性外, 最主要的特点是剖面通体呈中性-微碱性反应, 无盐化、碱化现象, 草根层以下仅含有微量的  $\text{CaCO}_3$ 。

(2) 艾比湖桦所处的生物气候大背景虽为生境严酷的极干旱荒漠, 但在艾比湖桦分布地段, 地下水埋藏浅, 水质好, 土壤无盐化、碱化现象, 且由于土壤有机质丰富、含水量高、热容量大、土温变幅小、近地空气湿度也相对较高, 从而为艾比湖桦的生存提供了良好的土壤和小气候环境。

(3) 泉水露头附近艾比湖桦幼树的自然死亡现象, 可能是常年积水所致。1998—2002 年为艾比湖流域丰水期, 艾比湖湿地东部泉水溢出量增加很多, 致使泉水露头附近相对低洼处常年积水, 土壤长期处于嫌气

状态。今后如再发现艾比湖桦林下有较长时间积水现象, 应注意适当排水。

(4) 草皮层以下土壤速效 P 含量偏低, 特别是地下 30~60 cm 处, 速效 P 相当贫乏。为促进其健壮生长, 建议在地下 20~50 cm 处适当补施 P 肥。

**致谢:** 参加野外调查及室内化验的尚许满红、艾尼瓦尔、张玉霞、巴哈提古丽等同志, 特此致谢。

#### 参考文献:

- [1] 李遐龄. 艾比湖生态演变趋势和综合治理的对策研究. 乌鲁木齐: 华清印务有限责任公司, 2001: 20
- [2] 新疆维吾尔自治区地方标准局. 新疆土壤分析方法标准 (DB/6500B11-1438-1450-87). 1987
- [3] 崔文采. 新疆土壤. 北京: 科学出版社, 1996: 52-55, 294-295