

·实验简报·

## 塔里木河下游胡杨林胸径结构及林木分布特征

王金山<sup>1, 2, 4</sup>, 哈力克·玉米提<sup>1, 2\*</sup>, Bernd Cyffka<sup>3</sup>, 吾斯曼·库尔班<sup>4</sup>, 彭树宏<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新疆大学资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; <sup>2</sup>新疆绿洲生态重点实验室, 乌鲁木齐 830046

<sup>3</sup>德国埃希施塔特-因戈尔施塔特大学地理系, 埃希施塔特 85071; <sup>4</sup>新疆塔里木河流域管理局, 库尔勒 841000

**摘要** 采用“面”上宏观调查与“点”上典型研究相结合, 集中对塔里木河下游阿拉干断面100 hm<sup>2</sup>的胡杨(*Populus euphratica*)林木分布与胸径结构进行了调查。结果发现, 在距河道0-20 m的范围内, 胸径为0-4 cm的幼龄胡杨占最多, 达到13.24%。以后随着离河道距离的增加, 幼龄胡杨所占比例逐渐减小。胸径分布范围简单, 胸径为16-36 cm的林木株数在胡杨林中所占的比例最多。另外, 随着离河道距离的增加, 胸径在48 cm以上的过熟林和衰老林的比例逐渐增多。距河道0-200 m的范围内, 胡杨分布占整个胡杨林的80%以上。其中以疏失度为0-50%的长势较好的胡杨为主。在200-400 m的范围内, 疏失度为50%-75%的长势较差的过熟林和衰老林的比例开始增多。距河道400 m以上, 胡杨密度开始急剧下降, 胡杨株数所占的比例几乎下降到5%以下。

**关键词** 胸径结构, 胡杨, 塔里木河, 林木分布

王金山, 哈力克·玉米提, Bernd Cyffka, 吾斯曼·库尔班, 彭树宏 (2008). 塔里木河下游胡杨林胸径结构及林木分布特征. 植物学通报 25, 728–733.

塔里木河地处中国西部干旱区——新疆, 是中国最长的内陆河, 干流全长 1 321 km。塔里木河流域具有自然资源丰富和生态环境脆弱双重特点(宋郁东等, 2000)。

胡杨(*Populus euphratica*)是我国干旱区内陆河流域唯一的成林树种, 集中分布在塔里木河两岸, 占我国胡杨林总面积的 90% 以上(黄培佑, 2002), 它对稳定该流域的生态平衡、防风固沙、调节绿洲气候和形成肥沃的森林土壤具有十分重要的作用, 是农牧业发展的天然屏障(林善枝和张志毅, 2001)。近 50 年来, 在以水资源开发利用为核心的高强度人类经济和社会活动的作用下, 以胡杨林为主体的荒漠稀疏植被受到严重破坏, 加剧了其沙漠化过程的发展, 塔里木河流域自然生态过程发生了显著变化, 特别是在下游地区生态环境出现了严重退化(刘晏良, 2000)。自从 2000 年对塔里木河下游进行 8 次应急生态输水以来, 输水河道两侧植被, 特别是该区建群树种胡杨均得到不同程度的恢复, 下游生态环境也

有所改善。国内外对塔里木河流域胡杨林受损后生态系统的恢复进行了大量的研究工作(刘加珍和陈亚宁, 2002; 徐海量等, 2003; 李霞等, 2006; Halik et al., 2006; Kleinschmit, 2006; Hoppe et al., 2006; Thevs, 2007)。但是, 关于生态输水后胡杨林的胸径结构及其空间分布特征的定量研究却尚未见报道。本研究在取得 2005 年、2006 年和 2007 年的实地调查数据的基础上, 通过对胡杨林胸径结构的特征分析, 揭示了不同胸径类型的胡杨在河道上的横向分布规律以及地下水的变化所引起的胡杨空间分布变化规律, 以期对塔里木河流域生态恢复的定量评估提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

塔里木河下游河段是指从新疆尉犁县的卡拉至若羌县的台特玛湖, 全长 428 km(图 1), 地处塔克拉玛干与库鲁

收稿日期: 2007-11-12; 接受日期: 2008-04-23

基金项目: 国家自然科学基金(No. 30760050)、新疆绿洲生态重点实验室开放课题基金(No. XJDX0201-2007-05)、德国 Klaus Tschira 基金会 EV ASTar 项目(No. 00.062.2004)和新疆塔里木河流域管理局资助项目(No. 30423)

\* 通讯作者。E-mail: halik@xju.edu.cn

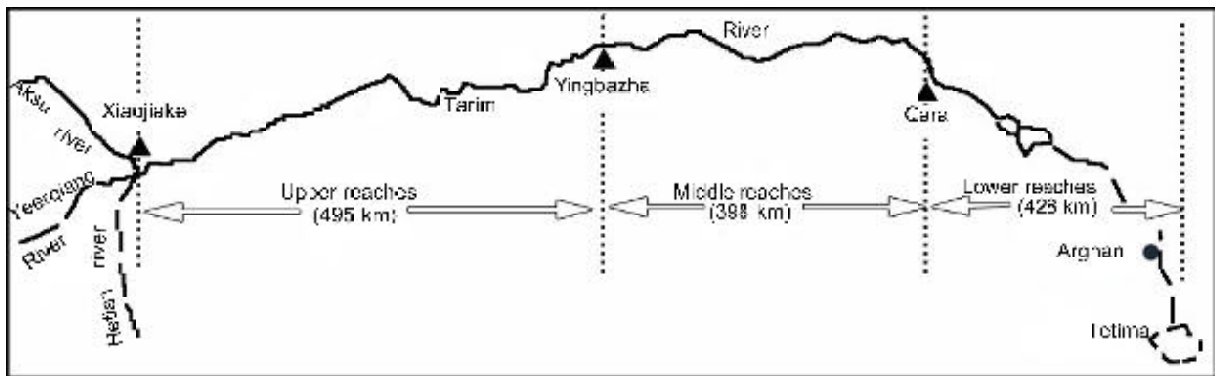


图1 塔里木河干流上、中和下游河段示意图

Figure 1 Map showing the upper, middle and lower reaches of the mainstream of the Tarim River

克两大沙漠之间。该区位于东经  $86^{\circ}32'14'' - 88^{\circ}57'12''$ ，北纬  $39^{\circ}25'13'' - 41^{\circ}02'36''$ ，呈东南走向的狭长条状，属大陆性暖温带、干旱沙漠性气候，生态环境极为脆弱。

该区年降水量在 17.4 - 42.0 mm 之间，气候干燥，多大风天气，是我国最干旱的地区之一。自 1970 年以来，由于河水断流，加之缺乏地表水的补给，地下水位大幅度下降，由地下水系维持的天然植被遭到严重破坏，塔里木河下游的主要建群种——胡杨 (*Populus euphratica*) 也大面积衰败，林间沙地开始活化。

在植被类型上，塔里木河下游沿河分布着荒漠河岸植被，局部地段有盐生荒漠植被发育，种类贫乏且结构单纯。代表性的植物有胡杨、沙枣 (*Elaeagnus angustifolia*)、多枝怪柳 (*Tamarix ramosissima*)、刚毛怪柳 (*Tamarix hispida*)、细穗怪柳 (*Tamarix leptostachys*)、黑刺 (*Lysium ruthenicum*)、铃铛刺 (*Halimodendron halodendron*)、盐穗木 (*Halostachys caspica*)、花花柴 (*Karelinia caspica*)、芦苇 (*Phragmites communis*)、罗布麻 (*Poacynum hendersonii*)、骆驼刺 (*Alhagi sparsifolia*)、胀果甘草 (*Glycyrrhiza inflata*)、蓼子朴 (*Inula salsoloides*) 和河西菊 (*Hexinia polydichotoma*) 等，构成了由乔木、灌木和草本所组成的干旱区河岸稀疏植物群落。其中，研究区内的乔木主要是胡杨和沙枣，灌木主要有多种怪柳、铃铛刺和黑刺

等，草本植物主要有芦苇、胀果甘草、罗布麻和骆驼刺等 (徐海亮等, 2004; 杨戈和郭永平, 2004; Halik et al., 2006)。

项目靶区阿拉干位于塔里木河下游的中下游河段，地理坐标为  $88^{\circ}21'28'' E$ ,  $40^{\circ}08'50'' N$ 。下游河段的两条支流——老塔河和齐文阔尔河在此处交汇。同时，塔里木河流域管理局在此处设置了 6 个地下水动态变化长期监测井，为本研究提供了详细的地下水资料。因此，生态输水后的胡杨林响应特征具有代表性。

## 1.2 数据来源与研究方法

在塔里木河下游的阿拉干断面设立 1 个面积为  $100 \text{ hm}^2$  的胡杨长势长期监测样地 (由 100 个  $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$  的样方组成)。以离河岸距离为标准将监测样地分成 11 个固定样带，分别为 0 - 20 m、20 - 50 m、50 - 100 m、100 - 200 m、200 - 300 m、300 - 400 m、400 - 500 m、500 - 600 m、600 - 800 m、800 - 1 000 m 和 1 000 m 以上。整个监测断面包括河道在内向两侧延伸，一直伸展到胡杨分布区边界，最远的胡杨个体离河道 1 083.9 m。在本研究中，主要是通过分析胡杨各胸径段在样带中所占的百分比来阐明胡杨林木的分布规律，所以样带面积不同，长度也就不同。另外，由于以前曾有一个  $100 \text{ hm}^2$  的胡杨长势监测样地，故样带长度局限

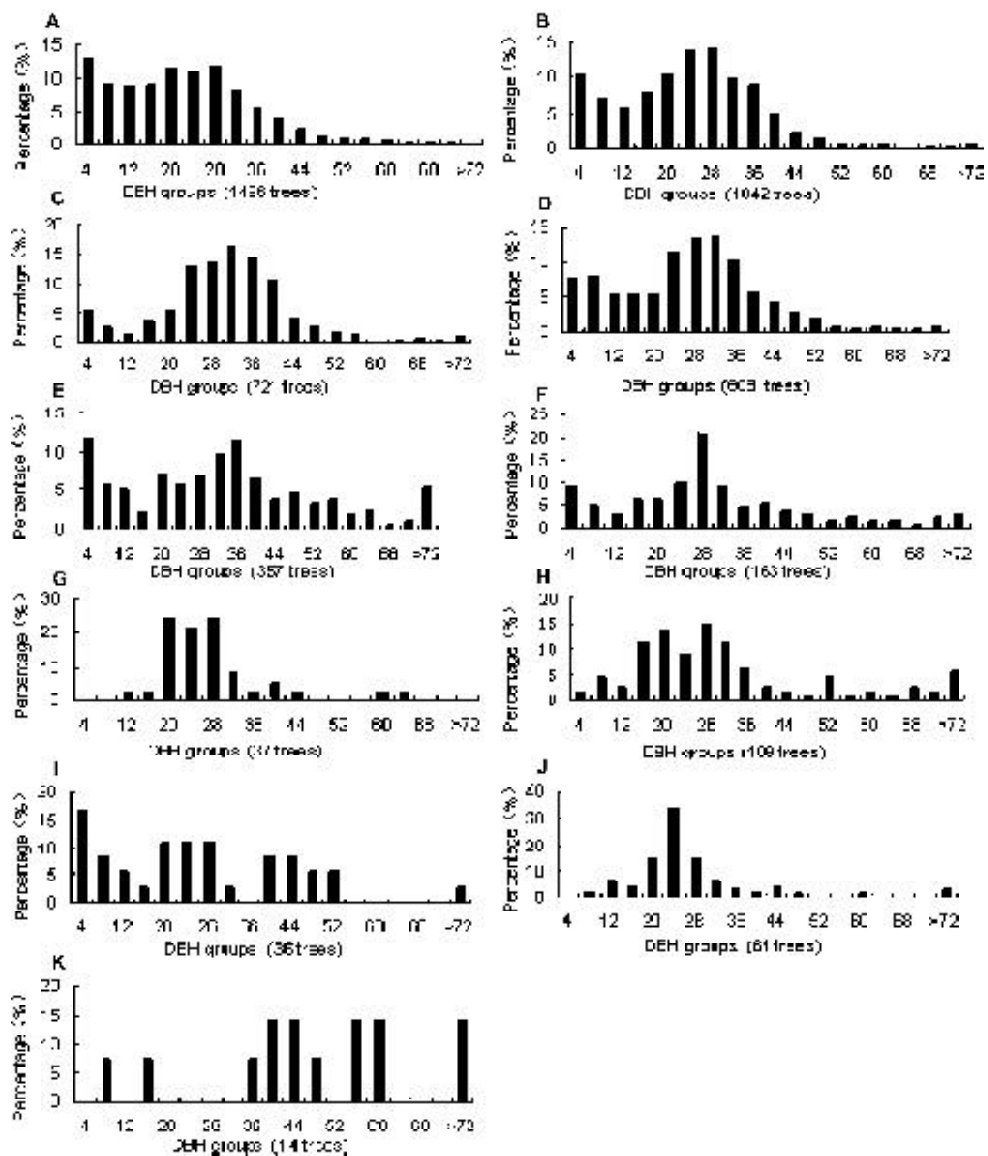


图2 离塔里木河下游河道不同距离区段内的胡杨胸径(DBH)分布

(A) 距河道0-20 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (B) 距河道20-50 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (C) 距河道50-100 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (D) 距河道100-200 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (E) 距河道200-300 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (F) 距河道300-400 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (G) 距河道400-500 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (H) 距河道500-600 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (I) 距河道600-800 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (J) 距河道800-1 000 m范围内胡杨各胸径组所占的比例; (K) 距河道1 000 m以上区段胡杨各胸径组所占的比例

Figure 2 The distribution of diameter at breast height (DBH) of *Populus euphratica* in different distance away from the Tarim River (A) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 0-20 m away from the river; (B) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 20-50 m away from the river; (C) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 50-100 m away from the river; (D) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 100-200 m away from the river; (E) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 200-300 m away from the river; (F) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 300-400 m away from the river; (G) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 400-500 m away from the river; (H) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 500-600 m away from the river; (I) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 600-800 m away from the river; (J) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance 800-1 000 m away from the river; (K) The percentage of each group of DBH of *P. euphratica* at distance more than 1 000 m away from the river

于已有的 100 个 100 m × 100 m 样方内。

分别于 2004 年 8 月、2005 年 8 月和 2006 年 8 月进行样地调查。实测样地内每株胡杨树的胸径、树高、冠幅、枝下高和树冠疏失度等指标, 同时还系统调查了其树冠类型、萌生枝、林下草本及更新状况。本文着重分析胡杨树的胸径结构特征。

## 2 结果与分析

首先将每个样带内胡杨的胸径数据进行分组, 由于所测 72 cm 以下的胸径数据较多, 胸径阶距采用 4 cm, 分成 18 组。胸径大于 72 cm 的胡杨个体数较少, 可单独分为 1 组。

### 2.1 胡杨胸径结构特点

在距河道 0-20 m 范围内, 由于近几年生态输水的影响, 地下水位有所升高, 水分较充足, 生长出的幼龄胡杨增多, 所以在 0-20 m 范围内, 胸径范围在 0-4 cm 的幼龄胡杨占最多, 达到 13.24%。以后随着距河道距离的增加, 幼龄胡杨所占比例逐渐减小, 胸径分布范围比较简单, 胸径为 16-36 cm 的林木在胡杨林中所占的比例最多。另外, 随着距河道距离的增加, 胸径在 48 cm 以上的过熟林、衰老林的比例逐渐增多(图 2)。

以上分析结果表明, 塔里木河下游胡杨林的胸径结构与距河道距离之间存在着密切的关系。总的来说, 随

着距河道距离的增加小胸径(36 cm 以下)的林木基本上占绝大多数。近年来, 在距河道 400 m 范围内生长出的幼龄胡杨(胸径 4 cm 以下)较多, 萌生枝现象普遍, 这种情况说明近河道地区胡杨种群基本处于稳定发展状态。

### 2.2 胡杨林的空间分布特征

塔里木河下游的阿拉干断面上, 胡杨从河道向两边呈阶梯状分布, 且其密度从河道向两边也呈阶梯状递减, 但由于地形、人为以及古河道等因素的影响, 中间胡杨林密度有所增加。距河道 0-200 m 的范围内, 胡杨分布占整个胡杨林的 80% 以上。其中以疏失度为 0-50% 的长势较好的胡杨居多, 占胡杨林的 70% 以上。根据胸径结构特点, 决定胡杨林持续发展的幼龄胡杨一般多分布在水分条件较好的主河道及其岔流两岸的河漫滩和低阶地带, 呈走廊状分布且在距河道 0-20 m 范围内所占的比例最多。在距河道 200-400 m 的范围内, 疏失度为 50%-75% 的长势较差的过熟林和衰老林的比例开始增多。距河道 400 m 以上, 胡杨密度开始急剧下降, 胡杨株数所占的比例几乎下降到 5% 以下, 且大部分以衰老林和枯死树为主。距河道远的区域由于地下水位急剧降低, 已无法满足胡杨林生长及更新的需要, 胡杨长势呈现衰败态势(图 3)。

#### 2.2.1 地下水埋深对胡杨分布的影响

在塔里木河下游地区当地下水位低于 3 m 时, 土壤不会

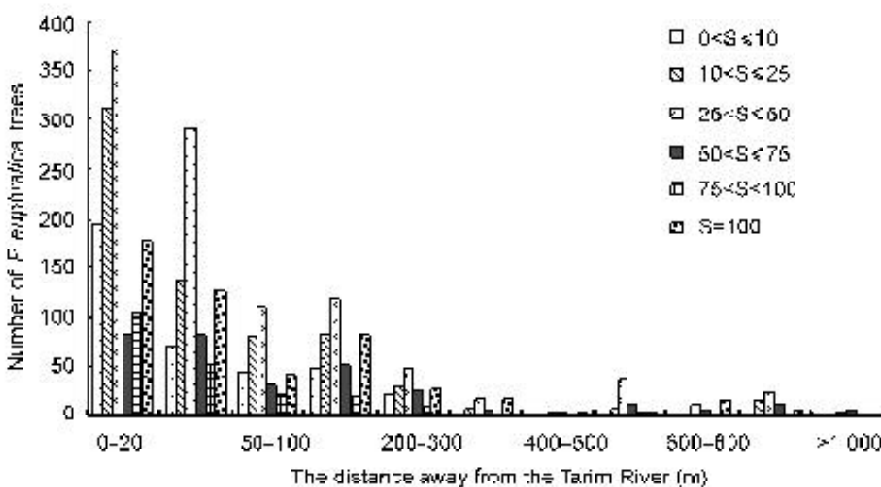


图 3 胡杨的疏失度分布

S: 疏失度

Figure 3 Growth density distribution of *Populus euphratica*

S: Crown density

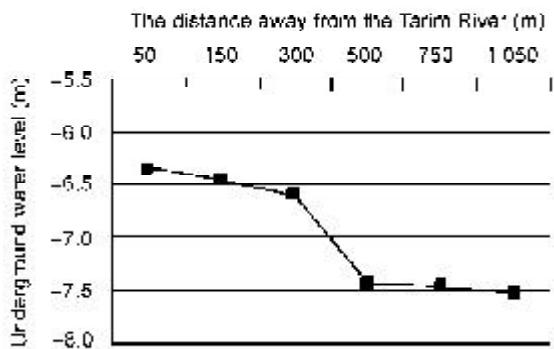


图4 阿拉干地区地下水动态变化

Figure 4 Dynamic change of under groundwater in Argan

因为强烈积盐而发生严重的盐渍化;当地下水位在4.5 m以上时,基本能满足乔木和灌木生长的需求,一般也不会发生荒漠化。再考虑到塔里木河下游水资源贫乏的现状和主要恢复植被(主要以建群植被胡杨和柽柳为主),本区的生态水位以3.5-5.0 m为宜(徐海量等,2003;陈亚宁等,2003)。地下水位超出以上范围,胡杨的生长将呈弱化趋势并最终将转化为枯死树(陈亚宁等,2005)。

根据2006年7月18日的实测数据表明,塔里木河下游地下水位从河道向两边呈下降趋势(图4)。

由于阿拉干地区地下水位埋深在6 m以上,且依河道向两边呈下降趋势,所以胡杨分布也依河道向两边逐渐弱化,距河道较远的地方由于得不到地下水的补给,胡杨生长缓慢,呈现衰败态势,最终会出现衰老林和枯死树占绝大部分的现象。

### 2.2.2 人类活动对胡杨分布的影响

近几年,由于生态输水的影响,沿河道两旁胡杨长势较好,且小胸径胡杨比重大,林木生长呈现出良好的趋势。然而在人类居住区,由于耕地面积不断增加,地表水相应减少,地下水的补给来源也相应短缺,地下水位逐渐降低,再加上乱砍滥伐,使胡杨林植被受破坏严重,导致在人类居住区胡杨分布主要以衰老林为主。

自从2000年实行生态输水,为了使水量顺利到达台特玛湖,塔里木河流域管理局实施了多项疏导工程,改直了以前弯曲的河道,这在一定程度上影响了胡杨的分布。

## 3 讨论

通过以上对胡杨胸径结构与林木分布特征的分析可以得出以下结论:(1)塔里木河下游胡杨在距河道不同的距离上表现出不同的类型和数量分布,在距河道近的地方表现为数量多、密度大和长势较好的胡杨类型分布,且小胸径幼龄胡杨占比重很大,距河道较远的地方分布着长势差且密度小的胡杨种群,其中以衰老林和枯死树为主要类型。但在整个研究区,小胸径(36 cm以下)的林木基本上占绝大多数。这体现了该地区胡杨林群落结构处于稳定发展的状态。(2)影响胡杨分布的因素有地下水埋深、古河道和人类活动等,其中主要受地下水条件的影响,随着离河道距离的增加,地下水埋深降低导致胡杨林随着离河道距离增加而长势变弱,密度变小。(3)经过8年的生态输水,离塔里木河下游河道较近处的胡杨有了一定的恢复,这主要是因为生态输水给塔里木河下游断流河道的地下水给予了一定的补充,使得长时间生长停滞的胡杨得到了生存机会。但距河道较远处的胡杨更新能力较差,大多是衰老林。

研究表明,胡杨虽具有耐旱特征,但其种子耐旱结构不完善,生命力很低且不具有休眠特性。在自然条件下种子散播30天后就会失去生命力,成熟的种子散播以后必须及时着生于湿润的土壤才有望成苗(王世绩等,1995);另外本研究发现,随着离河距离的增加,胡杨的长势逐渐衰退。同时在野外数据采集的过程中,发现人类放牧对胡杨幼苗的破坏也非常大。因此,在继续实施生态输水的同时,建议对离河道较远处进行一定的漫灌,形成一定的面状水面并加大保护力度,禁止放牧,保证胡杨幼苗正常生长。同时减少人类活动,发展其它非农产业,以降低对地下水的采集。

## 参考文献

- 陈亚宁,李卫红,徐海量(2003).塔里木河下游地下水位对植被的影响.地理学报 58, 542-549.
- 陈亚宁,张宏锋,李卫红(2005).新疆塔里木河下游物种多样性变化与地下水位的关系.地球科学进展 20, 158-165.
- 黄培佑(2002).干旱区免灌植被及其恢复.北京:科学出版社. pp. 15-50.

- 李霞, 侯平, 杨鹏年 (2006). 塔里木河下游胡杨对水分条件变化的响应. *干旱区研究* **23**, 26-31.
- 林善枝, 张志毅 (2001). 杨树抗冻性的研究现状. *植物学通报* **18**, 318-324.
- 刘加珍, 陈亚宁 (2002). 新疆塔里木河下游植物群落逆向演替分析. *干旱区地理* **25**, 231-235.
- 刘晏良 (2000). 塔里木河中下游实地踏勘报告. 北京: 中国统计出版社. pp. 3-41.
- 宋郁东, 樊自立, 雷志栋 (2000). 中国塔里木河水资源与生态问题研究. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. pp. 215-241.
- 王世绩, 陈炳浩, 李护群 (1995). 胡杨林. 北京: 中国环境科学出版社. pp. 45-70.
- 徐海亮, 宋郁东, 陈亚宁 (2003). 生态输水后塔里木河下游合理水位探讨. *水土保持通报* **23**, 22-25.
- 徐海亮, 宋郁东, 王强, 艾合买提 (2004). 塔里木河中下游地区不同地下水对植被的影响. *植物生态学报* **28**, 400-405.
- 杨戈, 郭永平 (2004). 塔里木河下游末端实施生态输水后植被变化与展望. *中国沙漠* **24**, 167-172.
- Halik U, Kurban A, Mijit M, Schulz J, Paproth F (2006). The potential influence of embankment engineering and ecological water transfers on the riparian vegetation along the middle and lower reaches of the Tarim River. In: Hoppe TH, Kleinschmit B, Roberts B, Thevs N, Halik U, eds. *Watershed and Floodplain Management Along the Tarim River in China's Arid Northwest*. Aachen: Shaker Press. pp. 221-236.
- Hoppe T, Kleinschmit B, Roberts B, Thevs N, Halik U (2006). *Watershed and Floodplain Management Along the Tarim River in China's Arid Northwest*. Aachen: Shaker Press. pp. 1-432.
- Kleinschmit B (2006). A combined approach towards a vitality analysis of Tugay forests with satellite data and terrestrial samples. In: Hoppe TH, Kleinschmit B, Roberts B, Thevs N, Halik U, eds. *Watershed and Floodplain Management Along the Tarim River in China's Arid Northwest*. Aachen: Shaker Press. pp. 337-348.
- Thevs N (2007). Ecology, Spatial Distribution, and Utilization of the Tugay Vegetation at the Middle Reaches of the Tarim River, Xinjiang, China. Goettingen: Cu villier Verlag. pp. 175-175.

## Study on DBH-structure of *Populus euphratica* and Their Spatial Distribution in the Lower Reaches of the Tarim River

Jinshan Wang<sup>1, 2</sup>, Umut Halik<sup>1, 2\*</sup>, Bernd Cyffka<sup>3</sup>, Kurban Osman<sup>4</sup>, Shuhong Peng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Resources and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China

<sup>2</sup>Xinjiang Key Laboratory of Oasis Ecology, Urumqi 830046, China; <sup>3</sup>Faculty of Mathematics and Geography, Catholic University of Eichstaett-Ingolstadt, Eichstaett 85071, Germany; <sup>4</sup>Xinjiang Tarim River Basin Administration, Korla 841000, China

**Abstract** Combining spatial large-scale survey and selective plot investigation, we examined the distribution and diameter at breast height (DBH) of *Populus euphratica* trees in 100 hm<sup>2</sup> of the Argan transect in the lower reaches of the Tarim River, NW China. Within 20 m of the river, the proportion of young trees with DBH < 4 cm was the greatest, at 13.24%. With increasing distance from the river, the proportion of young trees gradually declines. DBH distribution is simple; the proportion of trees with DBH ranging from 16 to 36 cm is the greatest in the forest. In addition, the further from the river, the higher the proportion of the over-mature forests and effete forests, with DBH > 48 cm. Within 200 m of the river is 80% of the popular forest of *P. euphratica* trees with high vitality, with crown density 0-50%. From 200 to 400 m of the river, the proportion of over-mature forests and effete forests with trees of crown density between 50% and 75% and lower vitality begins to increase. At more than 400 m from the river, the density of *P. euphratica* begins to decrease greatly, with the proportion < 5%.

**Key words** DBH structure, *Populus euphratica*, Tarim River, tree distribution

Wang JS, Halik U, Cyffka B, Osman K, Peng SH (2008). Study on DBH-structure of *Populus euphratica* and their spatial distribution in the lower reaches of the Tarim River. *Chin Bull Bot* **25**, 728-733.

\* Author for correspondence. E-mail: halik@xju.edu.cn

