

胡杨枝直径生长对塔里木河下游应急输水的响应

孙 卫^{1,2}, 侯 平^{1,3}, 李 霞¹

(1. 新疆农业大学林学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 乌鲁木齐市植物园, 乌鲁木齐 830011; 3. 浙江林学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 胡杨枝年轮信息包含了塔里木河水量变化内容, 通过胡杨枝生长量调查可以反映塔里木河应急输水规律。塔里木河应急输水后, 受输水影响不同离河距离胡杨枝连年直径生长量出现突出增长, 产生明显影响的开始时间大多起于 2001 年, 有些枝直径增长量是输水前 3.85 倍。输水后与输水前胡杨枝直径生长量的比值与离河距离之间存在显著负相关。通过输水前后胡杨枝直径的变化关系可以推断出各输水断面胡杨对输水的响应范围, 在 2003 年分布最远已经达到的离河 900m。

关键词: 塔里木河; 应急输水; 胡杨枝; 直径生长量

文章编号: 1000-0933(2006)09-2913-05 中图分类号: Q143, Q948, S718.5 文献标识码: A

Increment in Branch Diameter of *Populus Euphratica* in Response to Emergent water Transportation to Downstream Tarim River, China

SUN Wei^{1,2}, HOU Ping^{1,3}, LI Xia¹ (1. School of Forestry, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Urumqi Botanical Garden, Urumqi 830011, China; 3. Zhejiang Forestry College, Lin'an, Zhejiang 311300, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9): 2913 ~ 2917.

Abstract: The ring growth of the branches of *Populus euphratica* Oliv. reflected the changes in water flow of the Tarim River. We can thus find information about the emergent water transportation to the Tarim River through the investigation of the increment of the branch of *P. euphratica*. After the emergent water transportation the growth of *P. euphratica* branches in diameter increased significantly, mostly since the year 2001, in some cases up to 3.85 times the growth before the water transportation project was carried out. The ratio of the branch diameter after and before water transportation was negatively correlated to the distance between the tree and the river. The pattern of the change in branch diameter increment indicates that the extent of the influence of the emergent water transportation reached 900 m from the river in 2003.

Key words: Tarim River; emergent water transportation; branches of *Populus euphratica*; diameter increment

塔里木河位于新疆维吾尔自治区塔里木盆地的北部, 是我国第一大内陆河。塔里木河下游输水区指由大西海子水库至台特玛湖, 河流东侧为库姆塔格沙漠, 西侧为塔克拉玛干沙漠, 两大沙漠之间为一条宽 10 ~ 20km 的条带状绿色走廊。1972 年塔里木河下游英苏以下断流之后, 造成绿色走廊植被衰退, 如果不进行恰当人为干预, 绿色走廊消失, 不仅使当地生态环境恶化, 而且, 处于塔里木河绿色走廊之间作为我区通往内地的另一条重要交通公路也将受到威胁^[1]。为此国务院于 2001 年批准了 107 亿塔里木河生态治理规划方案, 用于对塔里木地区进行生态综合治理。通过每年从大西海子水库进行生态应急输水改善当地生态状况, 促进大西海子水库以下直到台特玛湖的河畔绿色走廊植被恢复(图 1)。

塔里木河下游是有名的干旱地区之一, 年平均气温 10.5℃, 年平均降水量 50.7mm, 蒸发量为

基金项目: 国家水利部科技创新资助项目(SCX2001-02)

收稿日期: 2005-12-05; 修订日期: 2006-05-20

作者简介: 孙卫(1972~), 男, 河南舞阳人, 硕士, 高级园林工程师, 从事生态学研究。E-mail: xjsunwei@yahoo.com.cn

* 通讯作者 Corresponding author. 李霞 E-mail: xjlx782@sohu.com

Foundation item: The project was supported by the Irrigation Ministry Scientific Innovation Programme (No. SCX2001-02)

Received date: 2005-12-05; Accepted date: 2006-05-20

Biography: SUN Wei, Master, mainly engaged in ecology. E-mail: xjsunwei@yahoo.com.cn

2730.3mm,干燥度为 18.4~21.5。^[4]因此,降水对于胡杨生长的影响是很小,胡杨生长变化主要受到应急输水的影响。和长江、黄河等大河流相比,其它流域植被生长受降水量影响大、受人为干扰因素多、强度大。在塔里木河下游大部分地区处于无人居住状态,使塔里木河流域地表植被很少受到人为干扰影响;因此塔河应急输水后河畔植被变化的来源可以认为主要是径流造成的,输水后植物响应规律的研究具有可行性。通过胡杨小枝直径生长量可以反映输水作用,研究塔里木河下游输水量、输水持续时间与河畔植物响应关系。了解响应过程和响应程度,探索极度干旱区河流生态系统在应急输水后河畔植被生态恢复的规律。利用这些规律为更好的输水决策提供依据,为相似地区的生态恢复提供参考。因此塔里木河下游植被输水响应研究具有特殊意义。在水资源充分市场化的国家和地区,集中水资源进行生态恢复是很难办到的。因此,塔里木河下游应急输水,绿色走廊的生态恢复是世界上人为干预条件下流域生态恢复的独特案例。

1 研究方法

1.1 研究指标选择

为了探索应急输水以后河畔植被响应规律,首先要从响应变化的识别特征进行观测,识别特征观测是对其量变程度和变化方向观测。到 2003 年为止,输水后 4a,响应在某一时间和空间尺度上表现出显著变化,因此要在恰当等级结构中进行观测,才能观测到植被对输水响应显著规律。

Urban 从不同等级水平上提出生物系统等级结构从小到大表示为:叶片生理、树木生理、树木生长、树木更替、林窗动态、斑块动态、景观动态、区域动态等 8 种动态类型^[3,9]。胡杨是塔里木河下游植物群落的主要建群种,对应急输水响应主要表现为生理响应和生长响应,胡杨、柽柳在沿河 50m 范围内有一定的树木更新现象。在林窗动态及其以上的等级结构中,尚无明显的输水响应^[7]。在森林调查中常常通过对标准木的解析揭示林木年生长过程,生理响应是不可视的,而生长响应则是可视可测的。因此,对胡杨年轮生长量的研究,可以了解树木年生长,但塔里木河下游胡杨林对应急输水的响应调查中解析木技术失效,主要原因是成过熟胡杨林广泛存在“空洞”现象,无法从树干年轮中解译输水对树木个体的影响^[5]。

全息生物学认为,植物局部往往是整体的全息反应^[8]。虽然不能进行树干解析,但胡杨生长在一定年限以下的小枝不存在“空洞”现象。通过胡杨枝年轮界定不同年份生长量的变化,以小枝对输水的响应分析,推断胡杨个体对输水的响应,本文通过对一级枝 0 样盘直径解析认识个体对输水响应规律,以多个个体响应认识胡杨群体对应急输水响应。

1.2 调查方法

2003 年 8 月进行胡杨枝的直径调查时,第 5 次输水已结束(表 1),样枝选择是在英苏、喀尔达依、阿拉干 3 个断面(图 1)有胡杨分布的地段,沿河道垂直方向设平行样线,距离河岸 30、80、130、180、230、280m、...直到无胡杨分布为止。在平行样线左右 15m 幅度范围内,随机选取样地中 4 株以上树木胡杨枝作为采样对象,取样位置以胡杨一级枝为主,采集有代表性的底部直径 4~5cm 的枝作为样枝进行解析,共在 3 个断面 21 处取样枝 102 个。确定这一底径是由于过粗的枝则出现心腐现象,不能清晰准确读出年轮,过细则不能含有较多的年轮信息。

对采到的样枝从基部截取 0 号圆盘,抛光后扫入计算机中,在 PHOTOSHOP 支持下,测定不同年份的直径生长量(年轮宽度,精度 0.1mm),将不同样木读值作为进行分析的基础数据。扫描图见图 2。

2 结果与分析

2.1 连年生长量变化分析



图 1 塔里木河下游输水线路

Fig. 1 The route of the water supply

以英苏、阿拉干、喀尔达依 3 个断面具较长树龄的小枝 ,求平均连年直径生长量。对最近 12a 的胡杨小枝直径生长量进行平均 ,小枝年直径生长量与对应年份做图。得到直径连年生长量图(图 3)。

表 1 塔里木河下游 5 次输水统计一览表

项目 Subject of water supply	第 1 次输水 First water supply	第 2 次输水 Second water supply	第 3 次输水 Third water supply		第 4 次输水 Fourth water supply	第 5 次输水 Fifth water supply
			第 1 阶段 The early	第 2 阶段 The latter		
开始时间 Beginning time	2000-05-14	2000-11-03	2001-04-01	2001-09-12	2002-07-20	2003-03-03
结束时间 Ending time	2000-07-13	2001-02-14	2001-07-06	2001-11-17	2002-11-10	2003-07-11
持续天数 Days of water supply(d)	61	104	97	67	110	47
输水量 Number of supply(×10 ⁴ m ³)	9883	22000	18400	19700	29300	12000

从图 3 可以看出 ,2000 年以前胡杨直径生长量基本处于较平稳状态 ,2000 年开始输水以后 ,2001 年各断面出现平均直径生长量显著增长 ,从 2000 年 ~ 2003 年的输水量表(表 1)可以看出 ,2001 年是应急输水以来输水量最大的年份 ,生长量显著增长说明输水响应程度和输水量的相关性。其次 ,图 3 还显示出胡杨在生长量大小与受水时间长短、树势、微地形等因素的综合影响。根据断面排列位置 ,受水时间长短顺序依次为英苏、卡尔达依、阿拉干 ,但输水响应大小顺序却是英苏、阿拉干和卡尔达依。总结取样条件 ,卡尔达依断面取样带位于河边高地 ,地下水位相对较低 ,生长响应必然小些。

2.2 小枝直径增长比分析

为了对不同离河距离上胡杨枝直径生长量输水前后生长量差异进行比较 ,引入了直径增长比概念 ,以尽可能减少所取样本个体之间小枝生长基础(生长势)的差异 ,使用输水以后的生长量和同一株树以前生长量的比值 ,可以消除部分个体差异 ,更多保留和反映输水对胡杨生长影响。

将样木输水后 4a(2000 ~ 2003 年 8 月)的直径平均增长量除以输水前 4a(1996 ~ 1999 年)的直径平均生长量。以此比值系列表达离河道不同距离上输水的效果。以输水前 4a(1996 ~ 1999 年)的小枝直径平均生长量除以输水前 5 ~ 8a(1992 ~ 1995 年)直径平均生长量可以得到无输水情况下小枝直径增长比。

从图 4 可见 ,3 个断面输水前在不同离河距离上胡杨直径增长比由近及远表现出一个接近水平线的变化趋势 ,输水后 3 个断面垂直河道不同距离胡杨直径增长比表现出较一致的特征 ,即离河越远 ,小枝增长比越低 ,表现为一定斜率的斜线 ,最大增长比达 3.85(图 4)。

在英苏断面 ,输水后直径增长比较输水前均有提高。输水前直径增长比与离河距离不相关 ,只与胡杨个体生长有关 ,在输水有效影响范围内 ,输水前直径增长比从 0.8 ~ 1.2 在 1 左右浮动。输水后 ,离河越近胡杨枝直径增长比越大。而输水后离河不同距离上的所有样点上小枝直径增长比均高于此值 ,说明在 280m 以内胡杨生长均受输水影响。并且 ,小枝直径增长比与离河距离之间具有良好的线性相关性 ($y = - 0.0087x + 3.8986$, $R = 0.913$)。

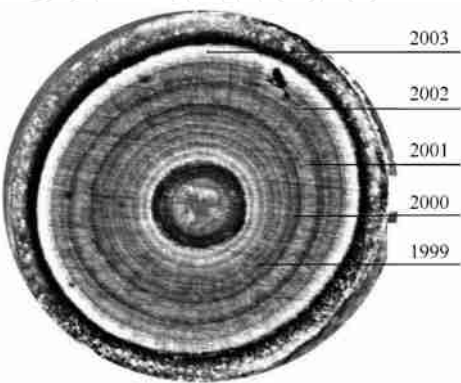


图 2 胡杨枝底径年轮图

Fig.2 The picture of the growth ring of populus euphratica Oliv.

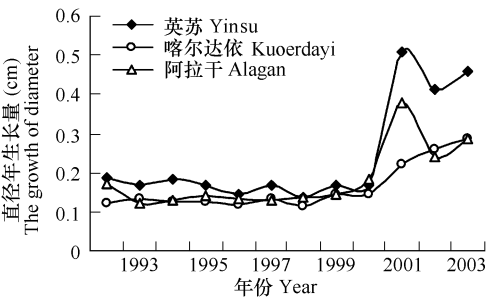


图 3 英苏、喀尔达依、阿拉干胡杨小枝样木平均直径连年生长量对比

Fig.3 The growth contrast among the Yinsu , Kuoerdayi , Alagan

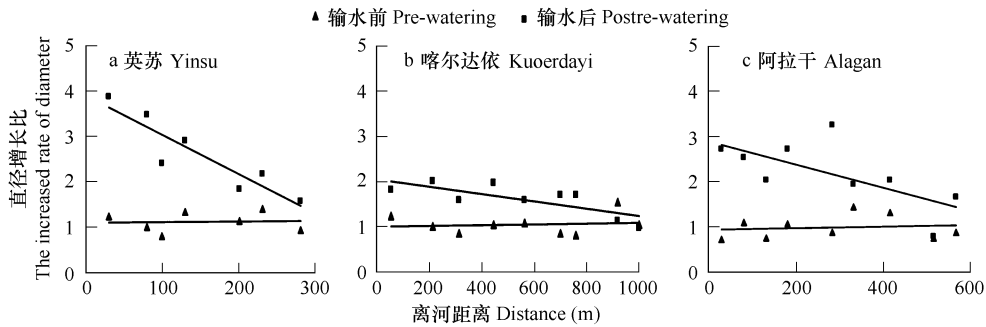


图4 英苏断面小枝直径增长比

Fig.4 The increased rate of diameter in Yinsu, Kuordayi, Alagan

在喀尔达依,由于在离河垂向距离上存在着较大地表的微地形差异,有些样木处于凹地中,有些处于坡地上,使胡杨直径增长比不只受到离河距离这一因素影响。一个样地中取4株树的小枝不能消除微地形造成的影响。因此,对样地间隔较小的样地进行合并后得到以上的离河距离和胡杨枝直径增长比关系。小枝输水后增长比与离河距离之间的关系(图4b)线性拟合为: $y = -0.0008x + 2.0635$, $R = 0.767$ 。输水后直径增长比普遍大于输水前胡杨直径增长比,在950m处出现和输水前比直径增大现象,可以认为,喀尔达依此范围以前受到输水影响。

在阿拉干,小枝直径增长比与离河距离之间的拟合关系(图4c)是: $y = -0.0026x + 2.9012$, $R = 0.67$ 。

英苏、喀尔达依、阿拉干断面小枝直径增长比与离河距离之间均表现出负相关,且各方程均达到95%的显著水平。如果和输水前的小枝直径增长比相比较,英苏断面在调查的280m以内,喀尔达依断面在900m范围内,阿拉干500m范围内,胡杨小枝生长均受到输水影响。

从3个拟合方程斜率绝对值和生长量增长比均表现为英苏>阿拉干>喀尔达依,说明输水后胡杨枝直径急剧增长。以河流纵向而言,英苏处于上游,受到输水影响较早,持续时间较长,胡杨受输水影响后枝直径生长表现出较大生长量,较易理解。相比较而言,阿拉干处于河流下游,其胡杨枝直径增长量反而大于喀尔达依断面,这和喀尔达依断面地表地形比较复杂有一定关系,由于该断面地表微地形变化较多,应急输水后输水作用影响相对其它两断面不明显。但喀尔达依断面胡杨生长量明显的表示出输水的响应范围在2003年,已经达到离河900m。

3 结论

3.1 塔里木河下游胡杨小枝年轮记录了塔里木河应急输水响应信息。应急输水对塔里木河河畔胡杨小枝直径生长有明显促进(图2)。产生显著影响的年份是在2001年。调查断面均表现出输水后胡杨小枝直径生长量显著增加(图3)。

3.2 输水前胡杨枝直径增长比与离河距离无关,表现出随机性,无论离河远近,增长比在1上下振动。输水后胡杨枝直径增长比与离河距离相关,表现出一定斜率。与输水前四年平均直径增长量作为对比,英苏断面在调查的280m以内,喀尔达依断面在900m范围内,阿拉干500m范围内,胡杨小枝生长均受到输水影响。其中离河越近受到输水作用越大。需要说明的是上述各断面胡杨生长量变化范围并不表示胡杨输水响应范围,而只是所测定活体胡杨在河畔的生长分布范围。

3.3 喀尔达依断面胡杨分布达到1000m,反映出该断面在胡杨发生时期自然河道的摆动幅度较大,由于地表微地形多变造就了适于胡杨更新和生长的地下水位,使这一断面的胡杨分布具有较大范围。喀尔达依样地中一些离河较近处胡杨直径增长比反而较小,也是河畔微地形复杂的表现。人工微地形改造是扩大输水后胡杨分布范围措施之一。

3.4 如果以输水前直径增长比作为无输水响应比值来看,在英苏断面由于胡杨分布范围相对较小,还有较大的适于胡杨生长范围内无树,这些地区应是人工提高覆盖率的较好区域。

3.5 阿拉干断面处于 3 个研究断面的下游,输水以后,在保持一定输水时间和输水量前提下,胡杨将稳定恢复。

References:

- [1] Song Y D, Fan Z L. A study on the water resource and ecological problems in Tarim River in China. Urumqi: Xingjiang People Press, 2000. 233 ~ 237.
- [2] Guan Y Y. Trees measurement. Beijing: Chinese forestry Publish House, 1987. 73 ~ 77.
- [3] Ge F. modern ecology. Beijing: Chinese Scientific and Technological Press, 2002. 198 ~ 207.
- [4] Huang P Y. The vegetation and restoration without irrigation in aridity area. Beijing: Chinese Scientific and Technological Press, 2002. 65 ~ 66, 86 ~ 90.
- [5] Wei Q L. The *Populus euphratica* Oliv, Beijing: Chinese forestry Publish House, 1990. 65 ~ 74.
- [6] Li J F. Study and application on the growth ring hydrology. Beijing: Chinese Scientific and Technological Press, 2000. 47 ~ 58, 125 ~ 127, 170 ~ 180.
- [7] Li X, Hbu P, Zhu X H. Investigation on the Vegetation Recovery Responding to the Urgent Water Transportation to the Lower Reaches of Tarim River. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2004, 18(3): 68 ~ 73.
- [8] Zhang Y Q. The three theory on the biology structure. Huhhot: Neimenggu People Press, 1982. 32 ~ 100.
- [9] Urban D L, et al. landscape ecology: a hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns. Bio-science, 1987, 37(2): 119 ~ 127.

参考文献:

- [1] 宋郁东, 樊自立, 等. 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, 2000. 233 ~ 237.
- [2] 关玉秀, 等. 测树学. 北京: 中国林业出版社, 1987. 73 ~ 77.
- [3] 戈峰. 现代生态学. 北京: 科学出版社, 2002. 198 ~ 207.
- [4] 黄培佑. 干旱区免灌植被及其恢复. 北京: 科学出版社, 2002. 65 ~ 66, 86 ~ 90.
- [5] 魏庆莒. 胡杨. 北京: 中国林业出版社, 1990. 65 ~ 74.
- [6] 李江风. 树木年轮水文学研究与应用. 北京: 科学出版社, 2000. 47 ~ 58, 125 ~ 127, 170 ~ 180.
- [7] 李霞, 候平, 朱小虎, 等. 塔里木河下游应急输水植被响应效果调查与初步分析. 干旱区资源与环境, 2004, 18(3): 68 ~ 73.
- [8] 张颖清. 生物体结构三定律. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1982. 32 ~ 100.