

# 黑河流域中游典型退化湿地生态恢复技术研究

刘贤德<sup>1,2</sup>, 孟好军<sup>2</sup>, 张宏斌<sup>2</sup>, 赵维俊<sup>2</sup>, 雷军<sup>2</sup>, 赵明<sup>2</sup>

(1. 甘肃农业大学 林学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省祁连山水源涵养林研究院, 甘肃 张掖 734000)

**摘要:** 黑河是我国西北地区第二大内陆河流, 其湿地环境对于河西走廊的自然生态环境和社会经济发展具有十分重要的作用。为了加快黑河流域中游典型退化湿地的恢复进程, 在黑河流域典型湿地退化区, 开展了人工栽植芦苇、柽柳和封育生态恢复技术试验研究。结果表明, 栽植芦苇后第 1 年和第 2 年的盖度分别较栽植前平均提高了 36.8% 和 49.6%; 柽柳采用截顶(地上部分保留 10~12 cm)造林方式恢复湿地, 截顶苗年平均高和地茎生长量较未截顶苗分别提高了 67.8% 和 30.8%, 柽柳采用平茬促萌技术可提高覆盖率 16%~22%; 围栏封育恢复湿地地区较未封育区植被总盖度由 45.7% 提高到 77.2%, 平均高度提高了 40.9%, 地上总生物量平均增加了 73.1%。

**关键词:** 黑河流域; 退化湿地; 生态恢复技术

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)06-0116-04

中图分类号: X171.4

## Ecological Restoration of Typical Degraded Wetland in Middle Reach of Heihe River Basin

LIU Xian-de<sup>1,2</sup>, MENG Hao-jun<sup>2</sup>, ZHANG Hong-bin<sup>2</sup>, ZHAO Wei-jun<sup>2</sup>, LEI Jun<sup>2</sup>, ZHAO Ming<sup>2</sup>

(1. Gansu Agriculture University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. Academy of Water

Resources Conservation Forests in Qilian Mountains of Gansu Province, Zhangye, Gansu 734000, China)

**Abstract:** Heihe River is the second largest inland river in the northwest of China. Its wetland has played a significant role in the natural ecological environment and social economy of the Hexi corridor. In order to expedite the recovery process of the degraded wetland, ecological restoration practices including planting *Phragmites australis* and *Tamarix chinensis* along with enclosure was experimentally tested. The results showed that by the coverage 1 and 2 year after *Phragmites australis* planting increased 36.8% and 49.6% respectively. With top-pruning(10~12 cm aboveground parts retained), the average growth(in height) and new stem numbers of *Tamarix chinensis* increased 67.8% and 30.8% more than the control without top-pruning, respectively. In addition, top-pruning of *Tamarix chinensis* led to 16%~22% more increases of vegetation coverage. The vegetation coverage increased from 45.7% to 77.2% for the enclosure treatments, with 40.9% increase in height and 73.1% increase in average total aboveground biomass.

**Keywords:** Heihe River basin; degenerated wetland; ecological restoration technology

湿地是介于陆地与水生生态系统之间的过渡地带, 并兼有两类系统的某些特征<sup>[1]</sup>, 是一种特殊的土地资源和生态环境, 具有调节气候、调蓄水源、保护生物多样性和维持区域生态平衡等多种功能<sup>[2]</sup>, 与人类的生存、繁衍和发展息息相关, 是世界上最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一<sup>[3]</sup>, 湿地与森林、海洋一起成为全球具有重要的生态功能与社会经济功能的 3 大生态系统<sup>[4]</sup>。随着各类生态系统的日益退化以及相应环境问题的加剧, 世界范围内

的退化生态系统恢复逐步扩展到各种生态系统类型(如森林、草地、农田、湿地等生态系统层次和高原、山地、丘陵、平原等区域)<sup>[5]</sup>。在湿地生态恢复研究方面也取得了令人瞩目的成就, 如在湿地退化机制、退化湿地恢复与重建和人工湿地构建的生态恢复关键技术等<sup>[6-7]</sup>; 同时在湿地生态系统诊断指标、湿地生态系统健康恢复和时间与空间尺度的研究<sup>[8]</sup>及湿地生态工程模式与管理技术等方面也取得了丰富的研究成果。

收稿日期: 2011-12-09

修回日期: 2012-02-13

资助项目: 甘肃省科技重大支撑计划项目“黑河流域中游(张掖市北郊)典型退化湿地生态恢复技术与示范”(092NKDG058); 甘肃省自然科学基金计划项目“黑河中游水陆交错带芦苇湿地生态系统功能研究”(1010RJZG201)。

作者简介: 刘贤德(1963—), 男(汉族), 甘肃省酒泉市人, 研究员, 博士生导师, 主要从事湿地生态恢复等方面的研究。E-mail: liuxiande666@163.com。

黑河是我国西北地区第二大内陆河流<sup>[9]</sup>,地处欧亚大陆腹地,远离海洋,属极强大陆性气候。黑河流域的湿地环境是丝绸之路文化孕育和发展的摇篮,对于河西走廊的自然生态环境和社会经济发展具有十分重要的作用。保护和合理利用黑河流域珍贵湿地资源,已成为今天必须认真对待的问题<sup>[10]</sup>。本研究以黑河中游典型湿地退化区为研究对象,采用人工封育和人工栽培等植被生态恢复的途径。通过系统调查植被盖度、生物量、生长状况等因子,系统分析黑河中游典型湿地生态退化区人工辅助植被恢复后植被的变化特征,探讨人工辅助植被恢复的方法、途径和技术措施。为黑河流域典型湿地退化植被生态恢复提供依据。

## 1 试验区概况

试验区所处的地理位置为  $100^{\circ}06' - 100^{\circ}54'E$ ,  $38^{\circ}32' - 39^{\circ}24'N$ 。地势由南向北倾斜。多年平均气温为  $7^{\circ}C$ , 历年最高气温为  $37.4^{\circ}C$ , 最低气温为  $-28^{\circ}C$ ;  $\geq 0^{\circ}C$  积温  $3\ 388^{\circ}C$ ,  $\geq 10^{\circ}C$  积温  $2\ 896.6^{\circ}C$ , 无霜期 153 d, 年日照时数为 3 085 h; 盛行西北风, 年均风速  $2\ m/s$ , 最大风速  $36\ m/s$ , 年降雨量仅 129 mm, 在时间分布上, 多集中在 6—9 月份, 约占全年总量的 71.9%, 春季降水仅占 14%, 年内降水分布很不均匀, 年际变化较大; 蒸发强烈, 该区年平均蒸发量 2 047 mm, 干旱指数高达 10.3, 大气干燥度为 4.9。研究区内农田、沼泽、内陆盐沼镶嵌分布, 地下水位较高, 湿地分布植物主要有水生和湿生两大类 45 科 124 属 195 种, 栖息动物隶属于 3 纲 23 目 39 科 74 属 116 种, 是生物多样性最丰富的地带。

## 2 研究方法

### 2.1 人工栽培芦苇和柽柳技术要求

#### 2.1.1 人工栽培芦苇技术要求

(1) 芦苇种苗的技术要求。于 3 月下旬至 4 月上旬, 从田间挖取苗墩, 苗墩规格为  $30\ cm \times 30\ cm \times 30\ cm$ 。

(2) 芦苇栽植技术要求。① 整地。将苗墩运输至栽植地点, 按株行距  $1\ m \times 1\ m$  进行打点挖穴栽植, 深度  $\leq 30\ cm$ 。② 栽植及灌溉。在芦苇灌溉中应遵循“春浅, 夏深, 秋落干”的灌溉制度, 即在春季栽植后, 灌水水层平均  $5\ cm$ , 最深不得  $\geq 30\ cm$ 。利于加速土壤解冻, 提高地温, 促进芦苇发芽; 5 月中旬以后, 芦苇进入快速生长期, 生长速度明显加快, 苗高达到  $20\ cm$  时, 宜采取深水灌溉, 水层保持在  $30 \sim 50\ cm$ 。8 月中旬以后, 芦苇进入生殖生长期, 需水量降

低, 进行土壤排水, 保持土壤湿润, 促进芦苇成熟和秋芽发育。③ 病虫害防治。芦苇虫害以蚜虫为主, 黑河流域中游多发生在 6—7 月, 在发生期用 40% 氧化乐果  $800 \sim 1\ 500$  倍液喷杀, 可取得良好的防治效果。

#### 2.1.2 人工栽培柽柳技术要求

(1) 柽柳种苗的规格要求。选择 1~2 年生, 苗高  $0.8\ m$  以上, 地径  $0.5\ cm$  以上, 根长  $15.0\ cm$  以上的健壮苗木。

(2) 栽植技术要求。① 整地。采用穴状整地, 穴的大小以  $40\ cm \times 40\ cm$  为宜。② 栽植及灌溉。按照行距  $1 \sim 2\ m$ , 株距  $1\ m$  的标准, 3 月底至 4 月中旬平茬植苗造林。适当深栽是提高造林成活率的关键。栽后及时灌水, 第 1 次灌水后至地表露白时再灌一次水, 利于苗木成活。在春夏生长期可适当进行疏剪整形, 剪去过密枝条, 以利通风透光, 秋季落叶后可行一次修剪。③ 病虫害防治。柽柳主要病虫害有梨剑纹夜蛾危害叶片, 可在幼虫期以敌百虫  $800 \sim 1\ 000$  倍液喷洒防治; 蚜虫可用 40% 乐果  $2\ 000$  倍液喷杀。

## 2.2 调查方法

2.2.1 植被生物调查 在植被封育区、人工栽培植被恢复试验区和对照区, 分别随机设置 18 个  $5\ m \times 5\ m$  的临时小样方, 调查植物的密度、盖度、地茎、高度、生物量。草本密度调查采用  $1\ m \times 1\ m$  的样方, 计数全部的植株个数; 盖度调查采用投影法; 生物量调查采用刈割法, 测定地上部分的鲜重。同时对样地的立地条件(地理位置、坡度、坡向、坡位、土壤等)进行详细的记载。土壤 pH 值采用电位测定法测定。

2.2.2 苗木生长量调查 芦苇栽培后生长情况调查, 在芦苇栽培地设置固定样地和临时样地, 进行定期和不定期的生长量观测。柽柳生长量调查, 在栽培区设立  $6\ m \times 6\ m$  的标准地, 进行每株调查。

2.2.3 造林成活率调查 在柽柳栽培区设立  $10\ m \times 10\ m$  的标准地 6 块, 分别调查造林成活株数和总株数, 计算每块标准地的成活率, 然后采用算数平均法计算出造林的平均成活率。

2.2.4 覆盖度调查 在柽柳栽培区设立  $2\ m \times 2\ m$  的样方 5 个, 分别调查样方中柽柳的垂直投影面积, 计算每个样方的覆盖度, 然后采用算数平均法计算出试验区的平均覆盖度。

### 2.3 样地指标计算

植被盖度通常采用样方内植物遮盖地面的面积与该样地面积的百分比, 即:

$$\text{植被盖度} = \frac{\text{样方内植物遮盖地面的面积}}{\text{样地面积}} \times 100\% \text{ [11]}$$

采用加权平均法计算单位面积的平均生物量。

$$\text{造林成活率} = (\text{造林成活株数} / \text{造林总株数}) \times 100\%$$

$$\text{覆盖度} = (\text{垂直投影面积} / \text{样方面积}) \times 100\%$$

### 3 结果与分析

#### 3.1 人工栽培芦苇试验

在试验过程中,选择典型的内陆盐沼湿地退化区,进行了人工栽培芦苇恢复植被试验。

3.1.1 芦苇生长规律研究 以调查数据为依据,计算苗木的地茎和株高年平均生长量,并根据计算结果分析苗木的生长过程。苗木的年平均生长量反映整个苗龄内的苗木生长的总趋势和生长速度(图 1)。从图 1 可以看出,芦苇栽培后,5—8 月不论苗高还是地茎都处于迅速生长期,8 月以后生长速度减缓。

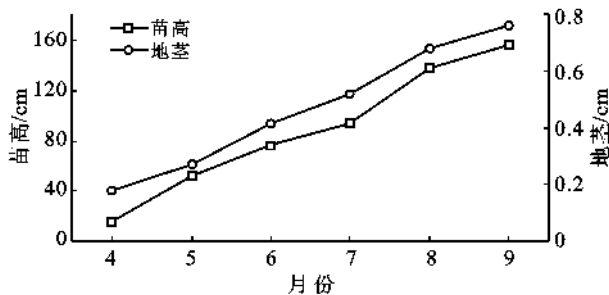


图 1 研究区芦苇苗高和地茎生长曲线

3.1.2 芦苇栽培前后盖度变化 通过对芦苇栽培区植被的盖度 2 a 的变化调查,结果表明,栽植芦苇后第 1 年和第 2 年的盖度分别较栽植前平均提供了 36.8% 和 49.6%。

#### 3.2 柽柳栽培效果分析

3.2.1 土壤 pH 值对柽柳造林成活率的影响 不同造林成活率与土壤 pH 值的大小有很大差异。研究结果表明,土壤 pH 值对造林成活率产生了一定的影响,柽柳的造林成活率是随着土壤 pH 值的增加而下降。在土壤 pH 值为 11 时,成活率为 79.8%,当土壤 pH 值达到 12 时成活率大幅度下降,仅达到 37.6%,由此说明,柽柳耐盐碱的范围为 pH 值 < 11,这个结论与李晓茹等人<sup>[12]</sup>的研究结论是一致的。

3.2.2 造林苗木的处理对幼树生长的影响 根据当地气候条件,春季风大,地温上升缓慢,不利根系发育,不能及时地满足地上部分叶面蒸腾对水分的供应,同时由于重盐碱地土壤中的盐碱离子含量比较多,水中的浓度高,不利于根系吸收等特点。在造林时对造林苗采取截顶与未截顶的对比观察试验,调查结果表明,采用截顶(地上部分保留 10~12 cm)造林

年平均高和地径生长量均大于未截顶苗造林的年平均生长量。截顶苗高生长量年均均为  $98.6 \pm 0.70$  cm,地茎为  $0.68 \pm 0.32$  cm,未截顶苗年平均高生长量为  $58.7 \pm 0.83$  cm,地茎为  $0.52 \pm 0.41$  cm,截顶苗年平均高和地茎生长量较未截顶苗分别提高 67.8% 和 30.8%。

3.2.3 提高柽柳造林地覆盖度的技术 柽柳群落是黑河流域盐碱地上分布十分广泛的天然植物群落。在该区域柽柳群落的主要问题是生长缓慢,覆盖率低,种类组成贫乏,生物多样性丰富度低。为了提高柽柳群落植被覆盖率,可利用柽柳的萌蘖和根幅大的特性,将柽柳平茬,促进萌蘖,增加分枝数,有利于提高覆盖率。试验表明采用平茬促萌技术可提高覆盖率 16%~22%。

#### 3.3 封育恢复

围栏封育主要是通过人为降低或完全排除牲畜对草场生态系统的影响,使系统在自身的弹性下得以恢复和重建<sup>[13-14]</sup>。毋庸置疑,退化生态系统在排除外界人畜干扰后必将进行自我恢复。这种措施在草原生态系统植被恢复中已开展了广泛应用,研究成果很多,但在退化湿地生态系统生态恢复中的报道则比较少。为了探讨封育对湿地退化生态系统恢复中的价值,开展了封育恢复湿地植被研究。

3.3.1 植物群落特征变化 围栏封育后的退化湿地植物群落的种类成分基本没有改变,但植被高度、密度、盖度等指标分别高于对照区。(1) 植被盖度的变化通过对封育 2 a 恢复区的调查,结果表明,封育和未封育湿地地区相比较,植被总盖度由 45.7% 提高到 77.2%。由此可见,围栏封育后,湿地植被均能够迅速恢复生长。(2) 植被平均高度的变化。在围栏禁牧后,各物种高度增加比较明显。湿地退化植被区地封育后,植被避免了牲畜的过度采食和践踏,植株显著增高。通过对封育区和未封育区植被高度的调查,结果表明封育区植被平均高度较与未封育提高了 40.9%。(3) 植被密度的变化。围栏封育后不仅可以增加植被的盖度和高度,而且可以提高植被的密度。试验调查结果显示,封育区植被的平均密度较未封育区提高了 20.7%。

3.3.2 地上生物量变化 围栏封育后,因排除了牲畜的啃食与践踏,植被生物量明显高于未封育区,调查结果表明,围栏封育湿地地区地上总生物量变化范围为  $976.4 \sim 1\ 002.8$  g/m<sup>2</sup>,未围栏草地地上总生物量为  $564.8 \sim 592.0$  g/m<sup>2</sup>,地上总生物量增加了 72.8%~73.3%,均值为 73.1%。

## 4 结论

(1) 芦苇栽培后,5—8月不论苗高还是地茎都处于迅速生长期,8月以后生长缓慢。栽植芦苇后第1年和第2年的盖度分别较栽植前平均提高了36.8%和49.6%。

(2) 柽柳的造林成活率是随着土壤pH值的增加随之下降。研究结果表明柽柳耐盐碱的范围为pH值<11;采用截顶(地上部分保留10~12cm)造林年平均高和地径生长量均大于未截顶苗造林的年平均生长量。截顶苗年平均高和地径生长量较未截顶苗分别提高67.8%和30.8%;采用平茬促萌技术可提高覆盖率16%~22%。

(3) 围栏封育后的退化湿地区植物群落的种类基本没有改变,但其高度、密度、盖度等指标分别高于对照区。封育和未封育湿地区相比较,植被总盖度由45.7%提高到77.2%,植被平均高度较与未封育提高了40.9%,植被地上总生物量平均增加了73.1%。

(4) 采用人工措施可以加速退化湿地生态系统的植被恢复,进而提高退化湿地生态系统的功能。

(5) 本研究采用了3种措施,探讨了黑河流域典型湿地退化区植被的恢复技术,研究了不同措施植被恢复下的生长规律、盖度、生物量等指标的变化特征,但就这3种植被恢复技术途径来说,相关恢复过程中退化湿地生态系统生物多样性的变化特征、群落演替特征、生态功能等方面的内容有待进一步的深入研究。同时,围栏封育从群落功能上看,显著提高了植被的地上和地下生物量,这与韩天虎等<sup>[15]</sup>、陈全功<sup>[16]</sup>和周志宇等<sup>[17]</sup>的研究结果相似。然而随着封育时间的延长,植被群落的变化特征和地上生物量等方面如何变化尚待进一步研究。

### [ 参 考 文 献 ]

[1] Mitsch W J, James G G. Wetlands[M]. US: Van Nos-

trand Reinhold Company Inc., 2000:1-43,356-430.

- [2] 张峥,张建文,李寅年,等. 湿地生态评价指标体系[J]. 农业环境保护,1999,18(6):283-285.
- [3] 陈克林. 湿地效益评价的必要性[J]. 湿地通讯,2003(6):2-3.
- [4] 北京大学,南京大学,上海大学,等. 地貌学[M]. 北京:高等教育出版社,1984.
- [5] 李智广. 刍议水土保持生态修复工程的监测内容[J]. 水土保持通报,2004,24(2):46-47.
- [6] 张永泽,王炬. 自然湿地生态恢复研究综述[J]. 生态学报,2001,21(2):309-315.
- [7] 崔保山,刘兴土. 湿地恢复研究综述[J]. 地球科学进展,1999,14(4):358-364.
- [8] 崔保山,杨志峰. 湿地生态系统健康研究进展[J]. 生态学杂志,2001,20(3):31-36.
- [9] 牛云,马力,武开拓. 黑河流域中游地区水资源问题研究[J]. 甘肃科技纵横,2003(5):57-58.
- [10] 梁国昭. 广东的湿地及其保护[J]. 热带地理,2004,24(3):265-269.
- [11] 孙儒泳,李博,尚玉昌,等. 普通生态学[M]. 北京:高等教育出版社,1997.
- [12] 李晓茹,藏敬燕,宗成聚. 柽柳造林新技术[J]. 林业科技,1996,21(1):15-16.
- [13] 李永宏. 内蒙古典型草原地带退化草原的恢复动态[J]. 生物多样性,1995,3(3):125-130.
- [14] 杨晓晖,张克斌,侯瑞萍. 封育措施对半干旱草场植被群落特征及地上生物量的影响[J]. 生态环境,2005,14(5):730-734.
- [15] 韩天虎,赵忠,王安禄,等. 青藏高原东缘异针茅草地群落组成及生产力研究[J]. 草业学报,2007,16(6):62-66.
- [16] 陈全功. 江河源区草地退化与生态环境的综合治理[J]. 草业学报,2007,16(1):10-15.
- [17] 周志宇,付华,陈亚明. 阿拉善荒漠草地恢复演替过程中物种多样性与生产力的变化[J]. 草业学报,2003,12(1):34-40.