

梅山水库消落带绿化植物选择与配置

章珊珊¹, 李若男¹, 王伟², 卢万友², 任媛¹, 傅松玲^{1*}

(1. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036; 2. 安徽省梅山水库管理处, 金寨 237300)

摘要: 根据梅山水库消落带地形、土壤及岩石裸露率等因子, 将其划分为斜坡地、急坡地和岩石边坡3种立地, 分别进行树种筛选和栽培措施研究。通过不同水位临界点各样地植物成活率和生长量对比, 分析植物衰退及死亡的原因并找出替代树种。研究表明, 随着坡位和海拔高度上升, 植物常年受水淹时间越短, 且水淹深度越浅, 其植物长势提高, 与此同时植物受干旱胁迫增加, 植物长势于海拔119 m处达到最大值。相同淹水和干旱条件下, 垂柳枝条萎蔫严重, 死亡率约为55%; 旱柳生长情况最好, 成活率约为86%; 该几种乔木树种成活率为旱柳>水杉>竹柳>乌桕>枫香>垂柳, 马尾松栽植于消落带上部未受水淹, 因耐瘠薄而正常生长。

关键词: 水库; 消落带; 斜坡地; 急坡地; 岩石边坡

中图分类号: S727.22

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2015)03-0357-06

Tree species selection in the riparian zone of Meishan reservoir

ZHANG Shanshan¹, LI Ruonan¹, WANG Wei², LU Wanyou², REN Yuan¹, FU Songling¹

(1. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Anhui Meishan Reservoir Management Office, Jinzhai 237300)

Abstract: According to the existing topography, soil test data, and the rock bareness degrees in the riparian zone of Meishan reservoir, we divided the zone into 3 sites, the ramp ground, steep slope and rock slope. Tree species selection and cultivation techniques were determined in the 3 sites based on the water level, survival rates of different plants, and the growth performance in dry and wet seasons. We also analyzed the causes of the tree death and decay to find alternative plant species. The results showed that the plant growth was different under different water levels. With the rise of altitude, the time of waterlogging became shorter and the water depth became shallower, the plant growth was promoted; however, the drought stress became seriously. The plant growth reached the maximum value at the altitude of 119 m. Under the same flooding and drought conditions, *Salix babylonica* performed poorly and could not adapt to the reservoir environment with ~55% of death rate. The best performance was obtained from *Salix matsudana*, with ~86% of survival rate. The order of the survival rate was *Salix matsudana* > *Metasequoia glyptostroboides* > bamboo willow > *Sapium sebiferum* > *Liquidambar formosana* > *Salix babylonica*. *Pinus massoniana* planted in the upper area of the riparian zone grew normally because of no flooding stress.

Key words: reservoir; riparian zone; ramp ground; steep slope; rock slope

水库消落带是指由于人为控制或自然降雨或江河源头融雪在时间尺度上的不均匀发生, 江河湖泊水位会发生季节和时间性的波动, 导致水体岸边的土地交替出现淹没和出露的现象, 其最高水位线与最低水位线之间的土地区域^[1], 是水陆之间的连接带, 是两者间进行物质、能量、信息交换的生态过

渡带^[2]。它具有明显的环境因子、生态过程和植物群落梯度等特征, 是生命脆弱的敏感带和易污染、易破坏带^[3]。目前, 我国已有许多关于水库消落区的生态环境问题^[4]、土地利用^[5]、土壤环境^[6]和生态重建^[7]等方面的试验和研究。安徽省梅山水库不仅是省内重要的防洪工程, 也是旅游观赏的重点景区,

收稿日期: 2014-12-25

基金项目: 安徽省水利厅科研及技术咨询项目“梅山水库植被恢复技术研究”(2014J09)资助。

作者简介: 章珊珊, 硕士研究生。E-mail: 893307174@qq.com

* 通信作者: 傅松玲, 教授, 博士生导师。E-mail: fusongling@ahau.edu.cn

其消落带的形成不仅影响了旅游观赏效果,更带来了一系列生态与环境问题,如岸边污染带的形成、消落带的环境地质灾害加剧、消落带植物多样性受损、旅游资源恶化、生态系统更为脆弱等^[8],这些都对库区景观和生态产生负面影响。

梅山水库消落带库岸坡度大、裸岩率高、土层薄、库区水位变幅大,无论从树种选择还是生态修复技术来说,难度都很大。作者通过对消落带的植被修复与重建进行了实地试验,按照立地条件不同将其分为斜坡地、急坡地、岩石边坡3个地块来设计试验,通过多种植物在消落带不同立地的表现,筛选出适宜栽培植物^[9],从中筛选出一些根系发达、生命力强,耐旱、耐贫瘠、耐水淹的适宜植物种类^[10],以探索性的过程来逐步完善树种选择与配置。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地位于六安市金寨县,地处东经 $115^{\circ}22'19''\sim 116^{\circ}11'52''$ 与北纬 $31^{\circ}06'41''\sim 31^{\circ}48'51''$ 之间,安徽省西部,大别山主脉北坡。该地区为北亚热带湿润季风气候,特点是季风明显、四季分明、雨量充沛。主要土壤类型有黄棕壤、山地酸性棕壤等。土壤呈酸性和微酸性^[11],pH值为4.8~5.5,养分低,土壤瘠薄。由梅山水库2002年至2012年10年的水位变化图(图1)可知,水库水位介于114~124 m之间,变幅高达10 m。由于水库需要满足供水、防洪、发电等功能的要求,库区水位涨落规律与自然的河流湖泊正好相反。自然河流湖泊大多冬春干旱水位低夏秋降雨水位高,而水库则因为夏秋要发电和供水导致水位低,冬春要持续蓄水导致水位高造成消落带下部长期被水淹^[12]。



图1 2002~2012年梅山水库水位变化

Figure 1 Changes of water level of Meishan reservoir between 2002 and 2012

根据水位变化把消落带划分为3个区域。由水位变化图可知,消落带下部(114~116 m)为经常性水淹型区域^[13],长时间遭受库水淹没,出露期也将

遭受干旱,水土侵蚀相对严重。消落带中部(116~118 m)为半露半淹型区域,会周期性遭受较长时间水淹。消落带上部(119~124 m)为经常性出露型区域,较少受水淹,出露期较长。

1.2 试验材料

1.2.1 土壤理化性质分析 土壤样品取自试验地梅山水库初期蓄水前的消落带河岸。水库消落带环境恶劣,岩石裸露率高,对于土层较厚的区域取0~20 cm地表土充分混合,土层薄的区域则选同一高程土壤混合均匀,于3月份同时采取3种立地混合土样,带回实验室进行分析。用环刀法测土壤容重及含水率;pH值测定采用电位法;EC值测定采用稀释液法;有机质测定采用重铬酸钾容量法;全氮测定采用凯氏定氮法;有效氮测定采用碱解—扩散法;全钾测定采用碱熔原子发射光度法;有效钾测定采用火焰原子吸收分光光度法;全磷测定采用硫酸—高氯酸消煮法;速效磷测定采用碳酸氢钠法^[14]。

1.2.2 试验所用植物 基于相关学者在消落带及湿地植物筛选方面的实验成果,本研究以1~2年生裸根苗和容器苗栽植相结合,兼植藤灌及地被植物,于2014年3月开始进行栽植。乔木有乌桕(*Sapium sebiferum*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、垂柳(*Salix babylonica*)、旱柳(*Salix matsudana*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、竹柳(*Salicaceae*)及马尾松(*Pinus massoniana*);藤灌木有常春藤(*Hedera nepalensis*)、扶芳藤(*Euonymus fortunei*)、迎春(*Jasminum nudiflorum*)及红叶石楠(*Photinia serrulata*);地被有狗牙根(*Cynodon dactylon*)、黑麦草(*Lolium perenne*)、红三叶(*Trifolium pratense*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)及野花草籽。

1.3 试验设计

梅山水库消落带面积广、坡度大、裸岩率高、土壤瘠薄。根据消落带所处山地的高度、坡度及土壤组成差异,分别取斜坡地、急坡地及岩石边坡等3种典型立地作为试验样地。垂直于等高线方向,不同水位布局相同树种,配置方式如下图所示(见图2),每种立地选择3个样地,每个样地设置3个重复,共选9个样地。根据不同样地的立地条件因地制宜选择不同的树种进行栽培。定期对不同样地不同树种的地径、苗高等生长量及成活率进行统计。从景观及生态角度对3种不同立地条件下的植被恢复情况进行综合评价。

1.4 数据处理

试验数据由Excel 2003进行统计,用DPS统计软件(Tukey HSD法)进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同立地土壤理化性质分析

通过对土壤样品进行测试, 土壤理化性质如表 1 所示。由此可见, 梅山水库消落带 3 种典型立地土壤含水量匮乏, 有机质、全氮(TN)、有效氮(EN)、

全钾(TK)、有效钾(EK)等含量低, 养分缺乏, 土壤瘠薄, 其中急坡地土壤含水量最低, 仅有 5.9% 左右, EC 值最高, 不利于植物生长, 有机质含量低, 养分极度缺乏, 土壤条件最为恶劣, 水土流失最严重, 该立地栽植植物前需进行客土和土壤改良。

表 1 不同立地土壤理化性质

Table 1 The physics and chemistry properties of soil in different sites

理化性质 Physicochemistry property	斜坡地 Ramp ground	急坡地 Steep slope	岩石边坡 Rock slope
pH 值 pH value	4.90±0.20 ^{AA}	5.37±0.20 ^{AA}	4.90±0.07 ^{AA}
含水量/% Moisture content	10.00±0.45 ^{AA}	5.90±4.80 ^{AA}	7.38±0.39 ^{AA}
EC/mS·cm ⁻¹	0.71±6.30 ^{AA}	0.97±6.30 ^{AA}	0.43±6.87 ^{AA}
容重/g·cm ⁻³ Bulk density	1.32±0.16 ^{AA}	1.43±0.43 ^{AA}	1.27±0.82 ^{AA}
总孔隙度/% Total porosity	29.33±0.88 ^{AA}	30.33±2.19 ^{AA}	29.67±1.67 ^{AA}
有机质/g·kg ⁻¹ Organic matter	6.00±0.01 ^{AA}	5.83±0.12 ^{AA}	5.87±0.05 ^{AA}
TN/g·kg ⁻¹	0.54±1.08 ^{AA}	0.42±0.02 ^{bAB}	0.31±0.55 ^{AB}
EN/mg·kg ⁻¹	27.53±12.35 ^{AA}	16.67±12.92 ^{AA}	11.27±5.72 ^{AA}
TK/g·kg ⁻¹	6.10±0.01 ^{AA}	4.80±0.59 ^{abA}	4.21±0.05 ^{bA}
EK/mg·kg ⁻¹	50.01±0.10 ^{AA}	47.23±0.03 ^{AA}	46.75±0.12 ^{AA}
TP/g·kg ⁻¹	0.37±0.05 ^{AA}	0.23±0.01 ^{AB}	0.28±0.10 ^{AA}
EP/mg·kg ⁻¹	7.13±1.33 ^{AA}	5.69±0.17 ^{AA}	5.57±0.32 ^{AA}

注: 同一列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。下同。

Note: The data within a column followed by different small letters indicate significant difference ($P < 0.05$), and different capital letters indicate significant difference ($P < 0.01$). The same below.

2.2 不同立地树种选择与配置

2.2.1 斜坡地树种选择 斜坡地是指坡度在 30° 以内的边坡。斜坡地在库区中所占面积较少, 占 10% 左右, 立地条件相对较好, 有土层覆盖, 岩石裸露率 < 30%。将此立地树种进行自然栽植, 并结合碎石覆盖护坡技术^[15]防止水土流失。

苗木选择时以 1~2 年生裸根苗栽植为主, 兼植藤本及地被植物。乔灌木选择乌柏、枫香、垂柳、旱柳、水杉、竹柳等。苗高 2~3 m 之间, 胸径 1.5~3

cm 左右。所选树种皆可经受 2 个月以上的高温干旱和水淹, 尤其是柳属植物能耐 3 个月以上的水淹。所有树种皆为当地乡土树种。草种选择狗牙根、黑麦草、红三叶、紫花苜蓿及野花草籽。

栽植密度以株行距 1 m×1 m, 第一行栽植高程约为 116 m, 自下而上进行栽植, 共 10 行。针阔混交 (具体的株行距根据具体地块实际情况合理安排, 见缝插绿), 每种乔木 3 列重复, 以品字型配置, 提高水土保持效果。

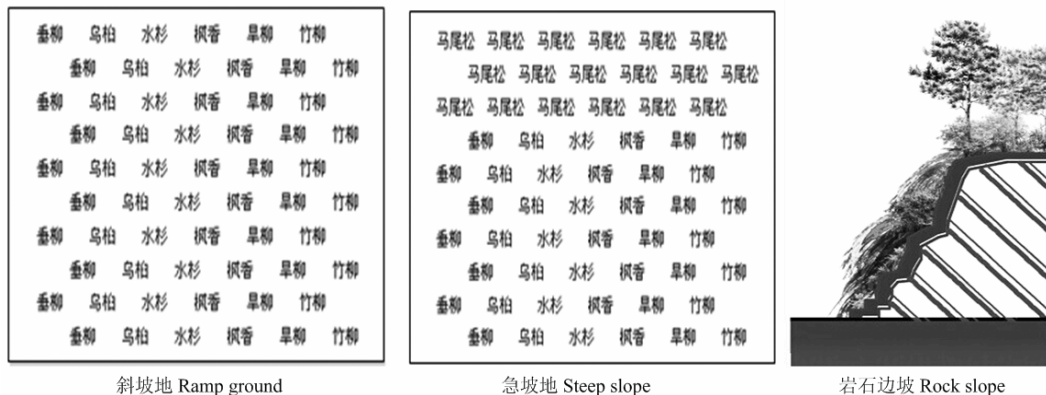


图 2 不同立地树种配置简图

Figure 2 Sketch of tree species configuration in different sites

表 2 斜坡地不同水位高程树种成活率

Table 2 The survival rate of the trees under different water levels on ramp grounds

树种 Tree species	水位高程/m Water level				
	116	117	118	119	120
垂柳 <i>Salix babylonica</i>	57.33±3.05 ^{dC}	64.67±2.52 ^{dE}	68.67±1.15 ^{dD}	76.33±1.53 ^{cC}	73.67±1.15 ^{cdD}
旱柳 <i>Salix matsudana</i>	78.00±2.00 ^{aA}	82.00±2.00 ^{bB}	83.00±1.00 ^{bB}	85.67±1.15 ^{bB}	82.67±3.05 ^{bB}
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	76.67±1.53 ^{abA}	78.00±1.00 ^{bBC}	80.67±2.08 ^{bB}	82.67±0.58 ^{bB}	80.33±0.58 ^{bB}
竹柳 <i>Salicaceae</i>	71.67±1.53 ^{bcAB}	72.67±0.58 ^{cCD}	75.33±1.15 ^{cC}	76.67±1.53 ^{cC}	76.00±1.00 ^{cCD}
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	68.33±0.58 ^{cB}	68.67±0.58 ^{cdDE}	71.33±1.15 ^{dCD}	73.33±1.15 ^{cdC}	71.00±1.00 ^{dD}
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	67.33±2.08 ^{cB}	68.00±2.00 ^{dDE}	70.67±0.58 ^{dD}	72.67±1.15 ^{dC}	71.33±0.58 ^{dD}

表 3 急坡地不同水位高程树种成活率

Table 3 The survival rate of trees under different water levels on steep slopes

树种 Tree species	水位高程/m Water level				
	116	117	118	119	120
垂柳 <i>Salix babylonica</i>	55.33±2.52 ^{eD}	61.33±1.15 ^{eF}	63.33±1.53 ^{dD}	70.00±2.00 ^{eD}	67.67±2.52 ^{dC}
旱柳 <i>Salix matsudana</i>	75.00±2.00 ^{bB}	78.33±0.58 ^{bB}	80.00±1.00 ^{bB}	83.33±1.53 ^{bB}	78.67±1.15 ^{bB}
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	73.67±2.08 ^{bcB}	74.67±2.08 ^{bcBC}	77.00±1.00 ^{bB}	80.00±1.00 ^{bcBC}	78.33±1.15 ^{bB}
竹柳 <i>Salicaceae</i>	69.67±0.58 ^{cBC}	71.33±1.53 ^{cCD}	72.67±0.58 ^{cC}	75.67±1.53 ^{cdCD}	73.00±1.00 ^{cBC}
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	64.33±1.15 ^{dC}	66.33±0.58 ^{dDE}	69.33±1.15 ^{cC}	73.00±1.00 ^{deD}	67.33±2.52 ^{eDC}
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	64.33±1.53 ^{dC}	66.67±1.53 ^{dE}	69.33±1.53 ^{cC}	71.67±2.08 ^{deD}	69.67±1.53 ^{dC}

表 4 斜坡地不同水位高程树种地径变化

Table 4 Changes of the trees' diameters under different water levels on ramp grounds

树种 Tree species	水位高程/m Water level				
	116	117	118	119	120
垂柳 <i>Salix babylonica</i>	25.90±0.00 ^{aA}	26.13±0.06 ^{aA}	26.32±0.03 ^{aA}	26.36±0.04 ^{aA}	26.35±0.03 ^{aA}
旱柳 <i>Salix matsudana</i>	28.41±0.02 ^{aA}	28.58±0.03 ^{aA}	28.64±0.01 ^{aA}	28.90±0.02 ^{aA}	28.90±0.05 ^{aA}
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	26.13±0.06 ^{aA}	26.24±0.06 ^{aA}	26.51±0.02 ^{aA}	26.59±0.03 ^{aA}	26.53±0.01 ^{aA}
竹柳 <i>Salicaceae</i>	24.32±0.02 ^{aA}	24.44±0.03 ^{aA}	24.63±0.04 ^{aA}	24.80±0.02 ^{aA}	24.70±0.04 ^{aA}
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	10.81±0.02 ^{aA}	10.83±0.02 ^{aA}	10.94±0.04 ^{aA}	11.18±0.05 ^{aA}	11.06±0.03 ^{aA}
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	10.81±0.02 ^{aA}	10.82±0.02 ^{aA}	10.87±0.01 ^{aA}	11.02±0.07 ^{aA}	11.00±0.06 ^{aA}

表 5 急坡地不同水位高程树种地径变化

Table 5 Changes of the trees' diameters under different water levels on steep slopes

树种 Tree species	水位高程/m Water level				
	116	117	118	119	120
垂柳 <i>Salix babylonica</i>	25.87±0.01 ^{aA}	26.07±0.06 ^{aA}	26.14±0.04 ^{aA}	26.20±0.00 ^{bB}	26.17±0.01 ^{bB}
旱柳 <i>Salix matsudana</i>	28.40±0.06 ^{aA}	28.53±0.06 ^{aA}	28.58±0.00 ^{aA}	28.69±0.02 ^{bB}	28.63±0.02 ^{bB}
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	26.10±0.00 ^{aA}	26.16±0.02 ^{aA}	26.28±0.01 ^{aA}	26.41±0.03 ^{bB}	26.31±0.02 ^{bB}
竹柳 <i>Salicaceae</i>	24.31±0.00 ^{aA}	24.38±0.00 ^{aA}	24.55±0.05 ^{aA}	24.8±0.02 ^{bB}	24.63±0.01 ^{bB}
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	10.79±0.01 ^{aA}	10.81±0.01 ^{aA}	10.86±0.02 ^{aA}	10.96±0.01 ^{bB}	10.90±0.01 ^{bB}
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	10.81±0.01 ^{aA}	10.82±0.01 ^{aA}	10.85±0.02 ^{aA}	10.92±0.00 ^{aA}	10.90±0.00 ^{aA}
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	5.89±0.01 ^{aA}	5.97±0.06 ^{aA}	6.00±0.02 ^{aA}	6.03±0.65 ^{aA}	6.01±0.05 ^{aA}

2.2.2 急坡地树种选择 急坡地是梅山水库消落带的主要立地类型, 约占库区消落带面积的 70%。坡

度在 60° 左右, 裸岩率约为 30%~70%。立地条件较差, 经实地勘察, 石缝中有瘠薄土层。此立地以

裸根苗与容器苗相结合的方式, 通过植被混凝土生态防护技术、生态护坡工程技术及燕窝植生穴技术^[16-17]等达到防土固沙, 提高景观生态效益。

乔木树种包括乌桕、枫香、垂柳、旱柳、水杉、马尾松以及竹柳。灌木树种有常春藤、扶芳藤。地被植物包括黑麦草、狗牙根、红三叶、紫花苜蓿以及野花草籽。

2.2.3 岩石边坡消落带树种选择 该区域约占库区消落带面积的 20%, 含有中到大等体积石块。立地条件差, 岩石体量较大, 裸岩率 70%以上, 部分为全岩。在岩石边坡顶部, 结合开沟、客土、培土等工程技术开挖成台梯进行栽培, 栽植披挂型藤本或小灌木, 结合播草种, 以形成景观墙, 不仅成本低且景观效果好。植物选择为: 藤本灌木有爬山虎、野蔷薇、迎春、红叶石楠。地被植物有黑麦草、狗牙根、红三叶、紫花苜蓿以及野花组合。

2.3 不同立地树种生长情况调查

2.3.1 斜坡地和急坡地不同水位高程树种成活率对比 3 月份开始在水位 116 m 处自下而上进行绿化植物栽植。4 至 6 月份水位下降, 最低水位为 114 m; 8 至 10 月份水位上升, 最高水位达 121 m, 植物分别历经长达 2 个多月的干旱和水淹。表 2 和表 3 分别为斜坡地和急坡地各水位高程树种成活率比较。

对比表 2 和表 3 可知, 斜坡地树种的成活率普遍高于急坡地。马尾松因栽植于急坡地上部约海拔 122 m, 未被水淹, 生长好, 成活率为 97%; 相同水位高程处, 旱柳、竹柳、水杉生长较好, 其中旱柳成活率最高, 垂柳成活率最低, 乌桕、枫香生长情况一般。主要原因是旱柳经过一段时间的水淹, 长出发达的气生根, 帮助呼吸, 表现出其较强的耐淹能力。它是杭州湾滨海湿地自然生长的唯一乔木树种^[21], 也是黄土高原防风固沙的先锋树种^[22]。相关文献表明, 柳属植物在水库蓄水期间被水完全淹没下仍能存活^[23-24]。同样作为柳属树种, 垂柳的耐淹耐旱能力强。但因库区风力强、水分蒸发快、水位波动幅度大, 垂柳枝条长而柔软, 导致其易失水而萎蔫严重, 死亡率高。

海拔 116~118 m 水位区域为半露半淹型, 周期性遭受干旱和水淹, 受水淹时间较长, 一般为 2~6 个月。随着水位高程上升, 树种成活率提高, 在海拔 119 m 处达到最大值。消落带上部 (119 m 以上) 为经常性出露型区域, 受水淹影响较小, 一般不超过 2 个月。海拔 119 m 以上区域较常受干旱, 全年出露期长达 9 个多月, 树种成活率降低, 但高于海拔 118 m 处树种的成活率。

2.3.2 斜坡地和急坡地不同水位高程乔木地径生长量对比 不同立地条件下树种的地径生长量如表 4 和表 5 所示。

比较表 4 和表 5 可知, 斜坡地因立地条件相对较好, 树种的地径均大于急坡地树种的地径。与树种成活率变化趋势相同, 植物在海拔 119 m 处地径最大, 海拔 116 m 植物地径最小。随着水位高程上升, 植物受水淹时间越短, 水淹深度越浅, 植物长势提高, 同时植物受干旱胁迫增加, 尤其是海拔 120 m 以上, 全年出露期长达约 9 个月, 而适度水淹会促进植物生长^[25-26], 因此 119 m 水位处植物成活率最高, 地径最大, 长势最好, 此处最适宜植物生长。

对于岩石边坡植物生长情况, 通过观察记录, 狗牙根、黑麦草等两栖草种^[27]及野花草籽水淹后可迅速恢复生长, 长势较好, 部分已开花; 扶芳藤、迎春等藤本正常生长, 生长速度较慢; 未见爬山虎长出, 很可能是由于播种前爬山虎种子未处理充分。

3 小结与讨论

不同水位高程植物长势不同。随着坡位和海拔上升, 植物常年受水淹时间越短, 且水淹深度越浅, 其植物长势提高, 与此同时植物受干旱胁迫增加, 植物长势于海拔 119 m 处达到最大值, 说明 119 m 水位处最适宜栽植植物。

不同树种长势不同, 但各水位高程处树种的生长情况基本相似, 即相同淹水和干旱条件下, 旱柳成活率最高, 垂柳成活率最低, 斜坡地和急坡地海拔 116 m 处旱柳成活率分别高达 78.00% 和 75.00%, 垂柳成活率分别为 57.33% 和 55.33%。马尾松栽植于消落带上部海拔约 122 m 处, 未受水淹, 正常生长。该几种乔木树种的成活率大小为旱柳>水杉>竹柳>乌桕>枫香>垂柳。

不同立地条件下植物生长情况不同。斜坡地由于坡度小, 裸岩率低, 土壤条件相对较好, 植物成活率和地径高于急坡地植物; 急坡地坡度较大, 土壤瘠薄且受水体冲刷等影响, 部分土壤已经风化, 植物生长情况较差; 岩石边坡大部分坡度为直角, 受水体冲刷影响小, 在开挖成的台梯内进行客土, 使得植物的生长环境与自然环境相同, 植物生长情况好。

不同立地植物选择不同。经过植被恢复实地试验及借鉴其他相关研究, 狗牙根、黑麦草等两栖草种由于分生组织活跃, 水淹过后恢复生长能力强, 适宜栽植在消落带下部海拔 114~116 m 之间; 消落带中部海拔 116~118 m 区域, 可栽植旱柳、水杉、

竹柳、乌桕和枫香等乔木,生长能力较弱的应多在较高水位处栽植,结合播草种;迎春、扶芳藤等披挂型藤本景观效果好,成本小,但不耐水淹,可搭配乔木栽植于消落带上部海拔 119 m 以上,尤其是 119 m 水位高程处,以提高成活率。

本试验对六安梅山水库消落带不同立地类型土壤理化性质进行了研究分析,但对土壤微生物与酶活性的分析、土壤施肥措施以及造林栽培技术等研究不足,今后仍需对此开展进一步深入研究工作。其次,由于研究时间有限、市场可供选择的试验树种有限、冬季库区蓄水导致高水位而无法进行观测等客观原因,对水库消落带树种选择与生长情况未能进行长期详细的研究,今后在此基础上仍需添加更多试验树种及植物生长状况评价指标进行更为深入研究,为水库消落带生态恢复理论研究提供依据。

参考文献:

- [1] 王勇,刘义飞,刘松柏,等.三峡水库消涨带植被重建[J].植物学通报,2005,22(5):513-522.
- [2] 张永祥.水库消落带生态修复与重建[D].南宁:广西大学,2007:65-66.
- [3] 黄川,谢红勇,龙良碧.三峡湖岸消落带生态系统重建模式的研究[J].重庆教育学院学报,2003,16(3):63-66.
- [4] 范小华.三峡库区河岸带复合生态系统研究[D].重庆:西南大学,2006.
- [5] 牛志明,解明曙.三峡库区水库消落区水土资源开发利用的前期思考[J].科技导报,1998,6(4):61-62.
- [6] 唐将,王世杰,付绍红,等.三峡库区土壤环境质量评价[J].土壤学报,2008,45(4):601-607.
- [7] 王建超,朱波,汪涛.三峡库区典型消落带淹水后草本植被的自然恢复特征[J].长江流域资源与环境,2011,20(5):603-610.
- [8] 苏维词.三峡库区消落带的生态环境问题及其调控[J].长江科学院院报,2004,21(2):32-34.
- [9] Lytle D A, Poff N L R. Adaptation to natural flow regimes[J]. Trends in Ecology & Evolution, 2004, 19(2): 94-100.
- [10] 廖世纯,韦桥现,蒙炎成,等.4种植物的耐淹耐旱性及在消落带中的应用[J].中国水土保持,2009(5):13-14.
- [11] 谢勇.安徽省金寨县森林资源状况调查及分析[J].安徽农业科学,2007,35(23):7153-7154.
- [12] 付浚妍.丹江口库区消落带适生植物耐淹耐旱研究[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [13] 雷波,杨春华,杨三明,等.基于GIS的长江三峡水库消落带生态类型划分及其特征[J].生态学杂志,2012,31(8):2082-2090.
- [14] 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析[M].上海:上海科学技术出版社,1978.
- [15] 朱伟,谢三桃,阮爱东,等.碎石覆盖对河流硬质护坡土壤抗侵蚀性及植物生长的影响[J].应用生态学报,2008,19(3):634-640.
- [16] 汤显强,吴敏,金峰.三峡库区消落带植被恢复重建模式探讨[J].长江科学院院报,2012,29(3):13-17.
- [17] 王富,李红丽,董智,等.城市周边破坏山体的立地条件类型划分及其植被恢复措施—以山东淄博市为例[J].中国水土保持科学,2009,7(1):92-96.
- [18] 徐爱春,陈益泰,陈庆红,等.镉胁迫下旱柳无性系耐镉性变异及生理变化[J].浙江林学院学报,2009,26(5):674-681.
- [19] 杨卫东,陈益泰,王树凤.镉胁迫对旱柳矿质营养吸收的影响[J].林业科学研究,2009,22(4):618-622.
- [20] 李艳丽,李永杰.土壤铅胁迫对旱柳生长及相关生理特性的影响[J].北方园艺,2011(13):168-170.
- [21] 吴统贵,周和锋,吴明.旱柳光合作用动态及其与环境因子的关系[J].生态学杂志,2008,27(12):2056-2061.
- [22] 彭小平,樊军,米美霞,等.黄土高原水蚀风蚀交错区不同立地条件下旱柳树干液流差异[J].林业科学,2013,49(9):38-45.
- [23] 杨斌,石培贤.刘家峡水库柳树固岸林防护效应试验[J].水土保持通报,2006,26(4):44-47.
- [24] Greenwood H, O'Dowd D J, Lake P S. Willow (*Salix rubens*) invasion of the riparian zone in south-eastern Australia: reduced abundance and altered composition of terrestrial arthropods[J]. Diversity and Distributions, 2004, 10(5/6):485-492.
- [25] Tan S, Zhu M, Zhang Q. Physiological responses of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) to submergence [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2010, 32(1): 133-140.
- [26] Xia J, Hu L, Pu Q. Edge-Effect of Ecological Riparian Zone[M]//Advances in Water Resources and Hydraulic Engineering. Heidelberg: Springer, 2009: 465-471.
- [27] 马利民,唐燕萍,张明,等.三峡库区消落区几种两栖植物的适生性评价[J].生态学报,2009,29(4):1885-1892.