

[文章编号] 1003—4684(2019)05-0083-05

三峡库区消落带植物群落分布及生长影响因素分析

万 娟,刘佳瑞,肖衡林,陶高梁,刘 瑛

(湖北工业大学土木建筑与环境学院,湖北 武汉 430068)

[摘 要] 通过对三峡水库典型的 6 处消落带地区 145~175 m 范围内植物群落的调查,研究三峡库区不同高程植物群落的分布情况,消落带优势物种狗牙根香附子等草本植物生长状况的影响因素。结果表明:高程差异、地理位置、坡度急缓是影响植被群落种类分布及植物生长高度主要因素。随着高程的增加,植被群落种类增加,植被的生长高度增加;地理位置环境条件差别较大,导致地区土壤水分、肥力差异明显,植被群落种类及植被生长高度不同;坡度决定淤积层厚度,坡度越陡,淤积层越薄,植被生长高度越高。并根据调研结果分析影响植被群落种类分布及生长高度的影响因素,探究库区适宜生长植被种类,为三峡库区消落带生态修复提供建议和参考。

[关键词] 三峡库区;消落带;植物群落;生长特征;影响因素

[中图分类号] X524, X53

[文献标识码] A

三峡工程建成后,冬季蓄水发电水位为 175 m,夏季防洪水位降至 145 m,其间 30 m 水位落差暴露出的土地就形成岸线长 5578 km、面积达 34 900 km² 的三峡库区消落带。此消落带是水、陆生态系统物质转换的活跃地带,是典型的生态脆弱区。三峡水库水位调度运行之后,两岸的消落带经历数次反季节淹水,造成两岸生态系统发生了很大的改变,而大部分的原生植物无法承受这种长时间高深度的水淹,导致大量原生植物消失,失去植被保护的消落带水土流失严重,景观效果差,更多的污染物进入水体^[1-2]。

库区生态修复与治理是影响三峡水库生态环境安全的关键,受到了国内外学者的广泛关注^[3]。通过模拟三峡库区消落带实验,黄小辉等^[4]研究桑树在不同程度的干旱胁迫下的生长情况差异;李强等^[5]研究泥沙掩埋程度对狗牙根生长情况的影响;邝臣坤等^[6]研究香根草及狗牙根在模拟水库淹水环境下的适应性;樊大勇等^[7]调查理论和实际三峡库区水位差异对库区物种生长影响^[7]。这些模拟试验和现场存在一定的差异,模拟实验变量单一^[8],没有实际环境复杂,理论水位与实际水位的调度也存在偏差。

为了更确切反映消落带真实情况,笔者对三峡库区 6 处典型消落带进行调研。该 6 处典型库区消落带经历 10 次周期性淹水,已经形成较稳定的物种群落。根据调研的实际情况分析三峡库区消落带植被生长因素,探讨适宜生长的植被种类,为在三峡库区建立自稳定机制的植被群落,实施消落带生态修复,降低消落带的水土流失,加强库区的边坡稳定,提高岸坡的景观效果提供实践支持^[9-11]。

1 研究区域概况及研究方法

1.1 研究区概况

本次调研了三峡库区 6 处典型消落带,消落带地理位置图如图 1^[12]所示。其中 3 处位于重庆地界(渠口消落带、汉丰湖消落带、石宝寨消落带),3 处位于宜昌秭归地界(万古寺消落带、水田坝消落带和香溪河口消落带)。该区域整体气候温暖湿润,四季分明,年均气温 18℃,各消落带概况如表 1 所示。

1.2 研究方法

为了研究三峡库区的植物群落分布与生长影响因素,采取现场调研的方法^[13-14]。调研时间在 2018 年 6 月上旬,此时三峡库区水位已降至 145 m 左右。

[收稿日期] 2019—06—24

[基金基金] 国家科技重大专项(2016YFC05022208);国家自然科学基金(51608182);湖北省教育厅 2016 创新团队(T201605)

[第一作者] 万 娟(1977—),女,湖北天门人,湖北工业大学副教授,研究方向为生态岩土工程

[通信作者] 刘佳瑞(1994—),女,湖北黄石人,湖北工业大学硕士研究生,研究方向为生态岩土工程

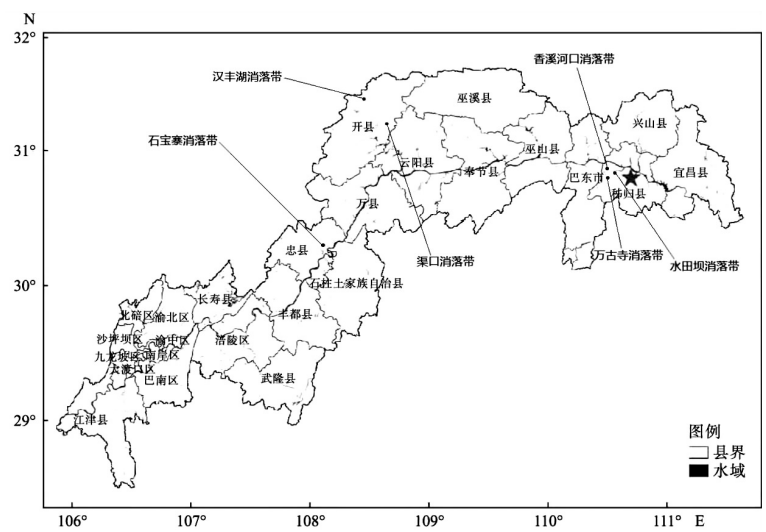


图 1 三峡水库地理位置图

表 1 典型消落带研究区概况

消落带	地理位置	边坡	土质
渠口消落带	北纬 31°7′25″， 东经 108°28′55″	呈台阶型，有平地，有近 90° 边坡，也有位于其间的边坡	农业耕地/黄壤
汉丰湖沧海桑田	北纬 31°8′41″，东经 108°30′8″	正常倾斜边坡	农业耕地/黄壤
石宝寨消落带	北纬 31°8′41″，东经 108°30′8″	正常倾斜边坡	农业耕地/黄壤，有人畜活动影响，可提供养料
万古寺、水田坝、 香溪河口消落带	北纬 31°0′59″—31°2′52″，东经 110°41′3″—110°45′22″	正常倾斜边坡	农业耕地/黄壤

三峡库区的水位调度图如图 2 所示。根据三峡库区实际的水位调度，调研时不同的消落带高程对应一定的出水时间。根据长江海事局水位公告，水位降到 145 m 前长江三峡水位以 4 m/d 的速度下降。当三峡实际水位≥145 m 时，出水天数=(实测高程—当天实际水位)/4；当三峡实际水位=145 m 时，出水天数=(实测高程—145 m)/4+保持 145 m 水位的天数，建立高程与出水天数间的关系。

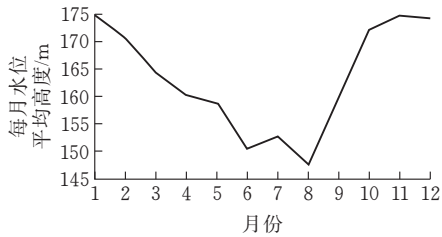


图 2 三峡水库水位涨落图

为调研方便，将消落带区域高程分为 145~155 m、155~165 m、165~175 m 三个阶梯。每个阶梯再根据具体的地形、坡度、高程等设置调查的样块。利用 GPS 高度仪测量消落带经纬度信息和样块的高程。样块的坡度采用多功能坡度测量仪测试。样块土壤淤积层的厚度采用钢钎配合直尺测量。得到样块的基本信息后，着手调查样块内植物的种类，高度，覆盖度。同种植物测量 5 株取平均高度作为其

生长高度，目测植物覆盖度，植物数量少时按照株数来记录。

2 调研结果

2.1 植被群落种类分布特征

不同地理位置消落带植物群落种类分布随着高程的变化如表 2 所示。从表 2 可以看出，不同地理位置的消落带存活的植物种类存在差别，在渠口、汉丰湖、万古寺、水坝田等三峡库区消落带植物物种组成成分比较接近，这些区域消落带在蓄水后，草本植物比例有所增加；随着高程的增加，物种的数量也明显增加，在 145~155 m 高程处(此高程淹水时间最长，淹没深度最大)，狗牙根存活数量最多，其次香附子。高程 155~165 m 区域，这一区域物种丰富起来，有大量存活的草本植物，除了狗牙根与香附子外，还有苍耳，鬼针草，陌上菜，鳢肠，马棠，仍以狗牙根和香附子为主要物种。高程 165~175 m 区域，除了苘麻，鬼针草，稗草，鳢肠，蓼等草本植物，开始出现木本植物。165 m 高程，木本植物基本不能存活，实地种植的秋华柳死亡。170 m 高程，出现存活的木本植物桑树、榆树、中山杉。

表 2 消落带植物群落分布

高程/m	渠口消落带	汉丰湖沧海桑田	石宝寨消落带	万古寺水田坝等消落带
145~155	狗牙根、香附子	狗牙根、香附子	狗牙根、香附子	狗牙根、苍耳
155~165	狗牙根、香附子、苍耳、鬼针草、	狗牙根、香附子、苍耳	荇草、莲子草	狗牙根、香附子、苘麻、鬼针草、香根草
165~175	狗牙根、香附子、苍耳、鬼针草、桑树、榆树、中山杉	狗牙根、香附子、苘麻、鬼针草、稗草、鳢肠、蓼等	细草旱芹、艾、唐松草、石苈、苘麻、苍耳、草木犀、蓼、落花生、莲子草、鬼针草、酸浆、荔枝草、等	乔木、铁刀木、柳树、狗牙根、香附子、苘麻、鬼针草、香根草

2.2 植被生长高度特征

不同地理位置下狗牙根生长高度随高程(对应出水天数)和关系如图 3 所示。由于石宝寨消落带有牧畜出没,植物的高度不能得到真实反映,故只列出其他 5 处的植物生长状况。从图 3 可以看出,调研 5 处消落带的狗牙根的生长高度随出水天数增多而增高,但地区之间狗牙根生长存在差异。

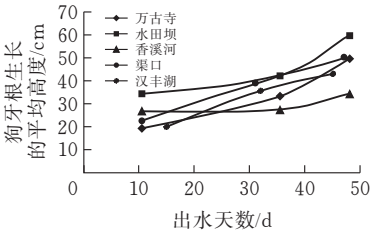


图 3 不同地理位置消落带狗牙根生长高度与出水天数的关系

同一高程(对应同一出水天数)的水田坝、万古寺以及香溪河口地区在出水 40 d 前,狗牙根生长高度增长较平缓,出水天数达到 50 d 以上,生长高度增长趋势加快,虽香溪河口地区狗牙根生长高度的增长趋势和水田坝、万古寺地区没有差别,但整体低于其他地区。渠口地区狗牙根整体增长趋势较均匀,但生长高度明显大于其他地区;汉丰湖地区狗牙根出水天数 40 d 以前增长趋势较快,40 d 后增长平缓。重庆的渠口和汉丰湖消落带不同植物的生长高度和高程(对应出水天数)的关系如图 4、图 5 所示。宜昌的几处消落带有类似规律。

本次调研渠口消落带和汉丰湖消落带是三峡库区消落带典型代表地区,采集样本较完整,从图 4、图 5 可以看出,重庆市的 2 处消落带狗牙根和香附子随着高程的增长,植物生长高度增大。渠口和汉丰湖消落带生长的狗牙根和香附子在高程低时,生长高度较低,出水天数在 20 d 内长势比 20 d 后长势增加较快。

同一高程不同坡度影响淤积层厚薄,本次坡度调研高程为 150 m,该高程坡度分为三种:0°、16°、75°。不同的坡度形成的淤积层厚度不同,生长在不同坡度下的淤积层厚度和狗牙根的平均高度的关系如图 6 所示。从图 6 可以看出:坡度越陡,淤积层越薄,狗牙根生长平均高度越高;坡度越缓,淤积层越

厚,狗牙根生长平均高度越低。

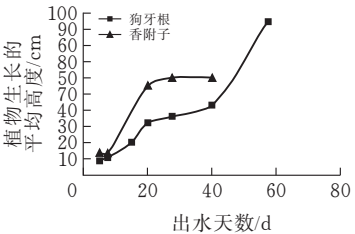


图 4 渠口消落带植物生长高度与高程的关系

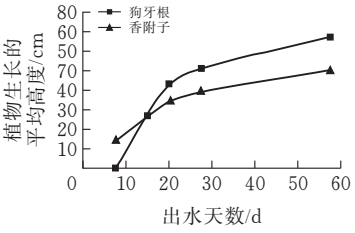


图 5 汉丰湖消落带植物生长高度与高程的关系

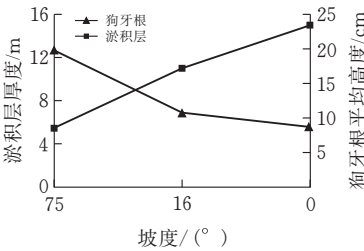


图 6 不同坡度和狗牙根生长高度的关系

3 分析与讨论

3.1 地理位置差异影响

地理位置差异是影响植被群落种类的因素之一。表 2 中的同一高程植被群落种类分布表明,不同地区植被群落分布不同;地理位置差异也是影响植被生长高度因素之一,同一高程(即同一出水天数)不同地区狗牙根生长高度不同。从图 3 看出,石宝寨消落带植被群落物种相较于其他三处消落带植被群落物种增加。石宝寨消落带土壤与人畜物质交换频繁,牛羊等牲畜在附近出没。造成一方面牛羊吃草,破坏消落带植被;另一方面,牛羊粪便给植被供给养料,由于有养料供给,且有该地区有从高处流往低处的溪流,表明石宝寨消落带土壤肥力较肥沃,因此石宝寨消落带物种比其他地区物种丰富。

3.2 高程差异影响

高程差异是影响植被群落种类的重要因素。从图 2 水位涨落图和表 2 可以看出,消落带高程较高地区淹水时间短,植被出水时间短;高程较低地区淹水时间长,植被出水时间长;较高高程植物群落出现草本乔木类植被,较低高程只有草本植被,表明高程(出水天数)直接影响植被群落种类的分布。植被在生长过程中要进行光合作用和呼吸作用,乔木植被所需的阳光、水分相较于草本植被更多,植被浸泡时间越长,光合作用和有氧呼吸作用停止时间越长,植被生存越艰难,因此高程较高区域乔木类植被可以存活,较低高程能存活的是根系较发达,生命力旺盛的草本植被。

高程差异也是影响植被生长高度的因素。狗牙根在淹水的过程中,上部匍匐茎很快死亡,其地下根状茎牢固地抓住土壤,吸收土壤营养,储存能量;当狗牙根上部茎露出水面即可进行光合作用和有氧呼吸作用,植物会快速长出。从图 4 和图 5 两处消落带的狗牙根的生长情况看,随着高程的增加,出水天数减少,植被生长高度增加,表明高程(出水天数)直接影响植被生长高度。植被出水天数越短,进行光合作用和有氧呼吸作用时间越长,长势越明显。结合狗牙根在淹水状态下的生长模式,出水天数较短,其上部茎进行光合作用的时间越长,植被生长时间越长,因此生长高度越高。香附子生长高度虽然没有狗牙根高,但该物种极易播种后疯长,植被出水天数越长,生长越快。

3.3 坡度的影响

表层覆盖的淤积层改变原本植被生长环境,覆盖程度越大,根茎掩埋越多,植被可进行的光和作用及呼吸作用越弱,生长趋势和高度就越差。

根据调研结果,三峡库区泄水时期,随着水位的下降,水中携带的泥沙沉积在消落带边坡形成一定厚度的淤积层。高程越低,江水中携带的泥沙越多,淤积层厚度越厚;坡度越陡,江水中携带的泥沙越少,淤积层厚度越薄。同时,坡度的缓急直接作用于淤积层厚度,在同一高程下,坡度越陡,泥沙越难沉积,故厚度越薄。消落带区域土壤淤积层厚度集中在 5~15 cm 之间。从图 6 可以看出,对于同一高程的狗牙根,随着坡度的降低,淤积层逐渐增加,生长高度在减少。狗牙根的生长规律与三峡库区泄水规律一致,在 10 月份蓄水时期上部植物死去,等到泄水时期(第二年 1 月份)狗牙根又重新发芽生长。随着高程的增加,植物的高度也在不断的增加。从狗牙根的生长态势来看,大多数狗牙根从淤积层的裂缝中长出(即前一年上部茎叶枯萎后,待第二年泥沙

沉积,水位退去后,未死去的狗牙根根部重新发芽,从覆盖层中长出);有部分狗牙根的种子飘落在边坡上发芽,故少数狗牙根直接在淤积层上部生长。因此,根据狗牙根植被在消落带的生长特性,表明淤积层厚度越薄,狗牙根种子越快发芽;出水时间越长,发芽后的狗牙根长势越快,生长高度越高;淤积层厚度越厚,狗牙根种子越慢发芽;出水时间越短,发芽后的狗牙根长势越慢,生长高度越低。

4 结 论

1)高程差异是影响植被群落种类分布以及生长高度的重要因素,高程较低地段植被出水天数时间较短,进行光合作用时间较短,因此植被群落种类分布较少且生长高度较低;高程较高地段植被出水天数时间较长,进行光合作用时间较长,因此植被群落种类分布较多且生长高度较高。在 145~155 m 高程,植物种类较单一,主要为狗牙根与香附子,生长高度较低。在 155~165 m 高程,植被种类丰富,出现了苍耳,鬼针草等其他草本植物,生长高度适中。在 165~175 m 高程,消落带的原生草本植物基本能存活,170 m 高程以上开始有木本植物存活,植被生长平均高度较高。

2)地理位置差异影响植被群落种类以及生长高度。不同地区地理背景条件有差异。石宝寨地区人畜物质交换频繁且水资源较丰富,导致该地区土壤肥力较好,植被群落种类分布较多,生长平均高度较高;库区其他消落带为农业耕地,原生地表植被破坏严重,人畜物质交换频率较低,导致该地区土壤肥力较差,植被群落种类分布较少,生长平均高度较低。

3)坡度缓急影响植被生长高度。坡度越陡,土壤沉积越薄,淤积层厚度越薄,植物生长高度越高。

4)通过现场调研结果,可在不同高程、不同的地理位置和坡度选择适合生长的植物种植。145~165 m 高程建议种植狗牙根、香附子和苍耳等生命力较顽强的植被,165~175 m 高程建议种植桑树和杉树等固土能力较好的乔木类植被;土壤条件较差地区以及坡度较缓地段建议种植狗牙根植被,可以有效防止水土流失,加强库区边坡稳定。

[参 考 文 献]

[1] 梁丽,王永敏,李先源,等.三峡水库消落带植被禾的分布特征[J].环境科学,2015,36(11):4103-4111.
[2] 郭泉水,洪明,康义,等.消落带适生植物研究进展[J].世界林业研究,2010,23(4):14-20.

[3] 卢刚,徐高福,刘乐群,等.中国水库消落带植被恢复研究进展[J].浙江林业科技,2016,36(1):72-80.

[4] 黄小辉,尹小华,刘芸,等.干旱胁迫对三峡库区消落带桑树生长的影响[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2012,29(3):57-60.

[5] 李强,丁武泉,朱启红,等.模拟沙埋对三峡库区低位消落带狗牙根恢复生长的影响[J].生态学杂志,2015,34(4):919-924.

[6] 邝臣坤,郑美燕,李建生.香根草及狗牙根对水库消落带淹水环境的适应性模拟研究[J].环境保护与循环经济,2018,38(4):41-45.

[7] 樊大勇,熊高明,张爱英,等.三峡库区水位调度对消落带生态修复中物种筛选实践的影响[J].植物生态学报,2015,39(4):416-432.

[8] 王业春,雷波,张晟.三峡库区消落带不同水位高程植被和土壤特征差异[J].湖泊科学,2012,24(2):206-212.

[9] 张晟,杨春华,雷波,等.三峡水库蓄水初期消落带植被分布格局[J].环境影响评价,2013(5):45-50.

[10] Wang Yong-Yan, Wen An-Bang, Guo Jin, et al. Spatial distribution, sources and ecological risk assessment of heavy metals in shenja river watershed of the three gorges reservoir area[J].Journal Of Mountain Science, 2017,14(2):325-335.

[11] 孙荣,袁兴中,刘红,等.三峡水库消落带植物群落组成及物种多样性[J].生态学杂志,2011,30(2):208-214.

[12] 杨文航,任庆水,秦红,等.三峡库区消落带不同海拔狗牙根草地土壤微生物生物量碳氮磷含量特征[J].草业学报,2018,27(2):57-68.

[13] 吕明权,吴胜军,陈春娣,等.三峡消落带生态系统研究文献计量分析[J].生态学报,2015,35(11):3504-3518.

[14] 赵洋,饶良懿,徐子棋,等.水淹对三峡库区消落带中山杉生长的影响[J].环境科学与技术,2017,40(2):19-25,52.

Analysis on the Influencing Factors of Distribution and Growth of Plant Communities in the Water-fluctuating Zone of the Three Gorges Reservoir Area

WAN Juan, LIU Jiarui, XIAO Henglin, TAO Gaoliang, LIU Ying

(School of Civil Engin.,Architecture and Environment ,Hubei Univ. of Tech.,Wuhan 430064,China)

Abstract:Based on an investigation of six plant communities in the typical fauna zone of the Three Gorges Reservoir from 145m to 175m, the distribution of plant communities at different elevations and the major factors affecting the distribution of herbaceous plants such as the dominant species of the fascia in the Three Gorges reservoir area were explored. The results show that the elevation difference, geographical location and steep slope are the main factors affecting the distribution of vegetation community species and plant growth height. With the increase of elevation, the variety and height of vegetation communities increased. The geographical conditions of the geographical environment were different, resulting in obvious differences in soil moisture and fertility, vegetation species and growth height. The slope determines the thickness of the silt and slope. The steeper the sedimentation layer, the higher the height of vegetation growth. On the basis of the survey results, the influencing factors affecting the species distribution and growth height of vegetation communities are analyzed, and the suitable vegetation types in the reservoir area are explored to provide suggestions and references for the ecological restoration of the Three Gorges reservoir area.

Keywords: Three Gorges reservoir area; water fall zone; plant community; growth characteristics; influencing factors

[责任编辑:裴琴]