

三峡水库消落带生态友好型利用途径探索 ——以基塘工程为例*

熊森¹, 李波^{2,3}, 肖红艳^{2,3}, 袁兴中^{2,3}, 陈忠礼^{2,3}

(1. 重庆市开县澎溪河湿地自然保护区管理局, 重庆 开县 405400; 2. 重庆大学 资源及环境科学学院, 重庆 400030; 3. 重庆大学 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室, 重庆 400030)

摘要: 三峡水库水位的反季节变动给消落带带来了一些不可避免的生态环境问题, 同时也为消落带的利用提供了机遇。如何才能既对消落带土地资源进行有效利用, 同时又能解决消落带内产生的生态环境问题, 这是本文研究的主要目的。本文探讨了基塘工程这一基于三峡水库季节性水位变动和消落带地形特征而设计的湿地生态友好利用途径, 并从作物产量和生物多样性改变两个方面对其生态经济效益进行了评价。结果表明, 基塘工程具有可观的经济效益, 同时基塘工程区域植物种类组成与对照区植物种类组成有明显差别。与对照区相比, 基塘工程区拥有较多的水生植物和较少的陆生植物。研究表明, 基塘工程是一种适合三峡水库消落带的生态友好型利用途径, 有助于改善消落带湿地环境, 保护和恢复消落带动植物多样性。

关键词: 消落带; 生态友好利用; 基塘工程; 三峡水库

中图分类号: X37

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2010)06-0023-04

随着三峡水库的运行, 三峡水库消落带可能导致的环境问题正在逐渐显现, 地质滑坡^[1-3]、水土流失^[4-6]、面源污染^[7-10]、温室气体排放^[11-12]、生物多样性^[13-14]等问题越来越受到人们的关注。三峡水库水位反季节变动的特征为许多湿地植物的生长提供了机会, 库区沿岸的部分农民也已经开始利用夏季水位消退的时间段来种植农作物, 但没有科学导向的盲目利用, 必将使水库消落带现有的生态环境问题加重。如何利用好三峡水库反季节水位变动带来的契机, 寻找一条适合三峡水库消落带的生态恢复之路, 是当前必须考虑的问题。本文就如何根据三峡水库消落带水位变动特征, 并结合局部区域地形地貌条件对水库消落带湿地进行生态友好型利用进行了探讨, 为三峡水库消落带生态恢复提供参考。

1 研究区域与方法

1.1 研究区域概况

研究地位于开县澎溪河支流白夹溪河口地带的老土地湾(东经 108°34'5.046" ~ 东经 108°34'21.44", 北纬 31°9'0.798" ~ 北纬 31°9'9.674"), 最低海拔 159.49 m, 最高海拔 175 m。该区域是三峡水库蓄水的直接影响区, 在 2008 年到 2010 年两次高水位蓄水最大淹没深度 13.27 m(实际最高蓄水水位为

172.76 m), 最长淹没时间达 189 d(图 1)。三峡水库低水位(145 m)运行时间段(4月~9月)为其中的湿地植物提供了生长机会, 很多湿地植物甚至可以完成从发芽到种子成熟脱落的一个完整的生命周期。

1.2 研究方法

2009年3月开始, 选择地势平缓老土地湾进行基塘工程建设, 通过挖泥成塘、堆泥成基的方法, 建设试验性基塘共计 25 块。塘与塘之间通过传统的水堰进行连结, 形成适合西南山地地形条件的基塘系统, 占地总面积约 2.7 ha。2009年, 分别选择 4 块基塘试验性种植了茭白、普通莲藕、慈菇、荸荠等水生作物。2010年, 新增种植水生经济作物太空飞天、良种莲藕、菱角、水芹、蕹菜、水稻等水生作物。对基塘系统内的水生作物采取生态管理模式, 禁止农药化肥的施用。根据植物的生长特性, 于每年蓄水之前或退水之后测定各种水生作物的产出情况。为了考察基塘系统相对于一般消落带土地利用方式对湿地动植物多样性的影响, 选择老土地湾旁边与基塘系统具有同样高程分布范围的农田系统作为对照区, 对照区土地利用形式包括水塘、稻田、旱地和荒地, 主要农作物包括水稻、玉米、红薯、芝麻等。于 2010年8月对基塘工程区和对照区内的非人工种植高等维管束植物进行了对比调查。

* 收稿日期 2010-05-26 修回日期 2010-07-03

资助项目: 重庆市科委科技攻关项目(No. CSTC2009AB1079)

作者简介: 熊森, 男, 工程师, 研究方向为湿地保护管理。

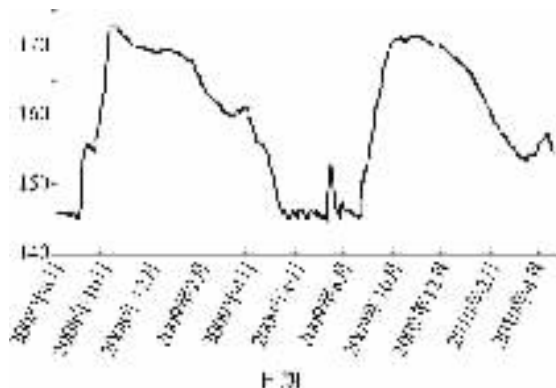


图1 三峡水库水位年际动态变化
(2008年8月~2010年4月)

Fig. 1 Water level fluctuation of Three Gorges reservoir
from August 2008 to April 2010

2 结果与分析

2.1 基塘工程作物产量

调查表明,地势平缓的消落带区域非常适合水生作物试验品种的生长,除水芹以外的其他作物均能够在不额外施用农药、化肥的生态管理模式下获得良好的产量(表1)。菱角、茭白、太空飞天荷花、薤菜和水稻的产量接近重庆地区其他农田产量,其中太空飞天荷花花期更是长达4个月之久,且莲子饱满度高,产量大。而慈菇、荸荠、莲藕等以地下茎为主要产物的品种产量则相对较低。

表2 基塘工程区及对照区植物种类

Tab. 2 Plant species of dike-pond project area and contrast area

编号	物种 中文名	物种拉 丁学名	属	科	分布区		编号	物种 中文名	物种拉 丁学名	属	科	分布区	
					基塘工程区	对照区						基塘工程区	对照区
1	鸭舌草	<i>Monochoria vaginalis</i>	雨久花属	雨久花科	√		24	水蓼	<i>Polygonum hydropiper</i>	蓼属	蓼科	√	√
2	鸭跖草	<i>Commelina communis</i>	鸭跖草属	鸭跖草科	√		25	龙葵	<i>Solanum nigrum</i>	茄属	茄科	√	√
3	矮慈菇	<i>Sagittaria pygmaea</i>	慈菇属	泽泻科	√		26	苋	<i>Amaranthus tricolor</i>	苋属	苋科	√	√
4	萤蔺	<i>Scirpus juncoidea</i>	蔺草属	莎草科	√		27	空心莲子草	<i>Alternanthera sessilis</i>	莲子草属	苋科	√	√
5	浮叶眼子菜	<i>Potamogeton natans</i>	眼子菜属	眼子菜科	√		28	苦蒿	<i>Artemisia codonoccephala</i>	蒿属	菊科	√	√
6	双穗雀稗	<i>Paspalum paspaloides</i>	雀稗属	禾本科	√		29	泥花草	<i>Lindernia antipoda</i>	母草属	玄参科	√	√
7	野荸荠	<i>Heleocharis plantagineiformis</i>	荸荠属	莎草科	√		30	三白草	<i>Saururus chinensis</i>	三白草属	三白草科		√
8	异型莎草	<i>Cyperus difformis</i>	莎草属	莎草科	√		31	虎杖	<i>Reynoutria japonica</i>	蓼属	蓼科		√
9	水苦苣	<i>Veronica undulate</i>	婆婆纳属	玄参科	√		32	紫苏	<i>Perilla frutescens</i>	紫苏属	唇形科		√
10	菖蒲	<i>Acorus calamus</i>	菖蒲属	天南星科	√		33	金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i>	金鱼藻属	金鱼藻科		√
11	商陆	<i>Phytolacca acinosa</i>	商陆属	商陆科	√		34	合萌	<i>Aeschynomene indica</i>	田皂角属	豆科		√
12	无芒稗	<i>Echinochloa crusgali var. mitis</i>	稗属	禾本科	√	√	35	钻叶紫菀	<i>Aster subulatus</i>	紫菀属	菊科		√
13	浮萍	<i>Lemna minor</i>	浮萍属	浮萍科	√	√	36	马鞭草	<i>Verbena officinalis</i>	马鞭草属	马鞭草科		√
14	鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	鬼针属	菊科	√	√	37	凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i>	凤眼莲属	雨久花科		√
15	道草	<i>Potamogeton crispus</i>	眼子菜属	眼子菜科	√	√	38	水虱草	<i>Fimbristylis miliacea</i>	飘拂草属	莎草科		√
16	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	狗尾草属	禾本科	√	√	39	陌上菜	<i>Lindernia procumbens</i>	母草属	玄参科		√
17	小白酒草	<i>Conyza japonica</i>	白酒草属	菊科	√	√	40	香附子	<i>Cyperus rotundus</i>	莎草属	莎草科		√
18	苍耳	<i>Xanthium sibiricum</i>	苍耳属	菊科	√	√	41	酸模叶蓼	<i>Polygonum lapathifolium</i>	蓼属	蓼科		√
19	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	狗牙根属	禾本科	√	√	42	鸡眼草	<i>Kummerowia striata</i>	鸡眼草属	豆科		√
20	鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i>	鳢肠属	菊科	√	√	43	海蚌含珠	<i>Acalypha australis</i>	铁苋菜属	大戟科		√
21	杠板归	<i>Polygonum perfoliatum</i>	蓼属	蓼科	√	√	44	丁香蓼	<i>Ludwigia prostrata</i>	丁香蓼属	柳叶菜科		√
22	白茅	<i>Imperata cylindrical</i>	白茅属	禾本科	√	√	45	红麟扁莎	<i>Pycurus sanguinolentus</i>	扁莎草属	莎草科		√
23	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>	马唐属	禾本科	√	√							

注:√表示物种在该区有分布。

表1 基塘工程水生作物产量

Tab. 1 Aquatic crops yield of dike-pond project

编号	水生作物	生长情况	产量情况
1	菱角	8月结实 9月成熟	10 125 kg/hm ²
2	慈菇	次年3月收获地下球茎	5 805 kg/hm ²
3	荸荠	次年3月收获地下球茎	6 180 kg/hm ²
4	茭白	8月结茭	7 500 kg/hm ²
5	水芹	杂草难以控制,生长差	
6	水稻	8月底成熟收割	9 000 kg/hm ²
7	薤菜	6月开始收割,产量高	45 000 kg/hm ²
8	普通莲藕	次年3月收获莲藕	20 400 kg/hm ²
9	良种藕	生长良好,尚未产藕	根状茎尚未成熟
10	太空飞天荷花	花期6~9月	荷花 156 745.5 朵/hm ² , 莲子饱满度 78.6%, 莲子产量 1 555.5 kg/hm ²

注:产量情况一栏中的数值均为鲜重。

2.2 植物多样性

基塘工程区共记录到非人工种植高等维管植物29种,分属15科28属,对照区共记录到非人工种植高等维管植物34种,分属17科30属。在基塘工程区和对照区同时发现的非人工种植高等维管植物共有18种,仅在基塘工程区发现的维管束植物共有11种,且多属于水生植物,而仅在对照区发现的16种维管植物多属于较常见的陆生植物(表2)。

3 讨论

通过基塘工程试验性种植实验,初步确定了太空飞天荷花、菱角、茭白、水稻、藕菜等产量较高的水生作物,这几种植物均可在播种当年进行收割,且生长时间与三峡水库低水位运行时间相吻合,具有较高的经济价值。尽管慈菇、荸荠、莲藕等以地下茎为主要产物的水生作物不能在当年收割,但这些地下茎均能在水底度过冬季并逐渐成熟,可以在次年退水后进行收割。地下茎产量相对较低,可能与淹水时间早,植物地上组织过早死亡有关。而对于如水芹等生长密集型植物,由于田间杂草管理难度大,生长缓慢,产量低,不适合在消落带种植。

虽然基塘工程采用的生态管理模式杜绝了农药和化肥的使用,但种植的水生作物产量仍然十分可观,这应同三峡水库蓄水期间在水底沉积了大量的营养物质(其可提供基塘工程植物生长所需养分)有关。

基塘工程除具有一定的经济效益外,还具有非常重要的生态价值,表现在:1)基塘工程所采取的生态管理模式有助于减轻局部范围内的面源污染,种植于基塘中的水生作物生长吸收底泥中沉积的营养物质,避免了它们再次释放进入库区水体引起富营养化。同时,基塘系统可以阻止高海拔区域农业面源污染物质直接进入库区水体,具有良好的生态缓冲作用。2)通过基塘工程建设,改善了局部湿地环境,有助于保护物种多样性。基塘工程建设形成了系列形状各异、大小不一的水塘,它们具有良好的储水功能,为水生植物和涉禽鸟类提供了更多的生存空间,这充分的体现在基塘工程区和对照区的动植物组成方面。虽然生态管理模式加强了对农田杂草的管理,但基塘工程区植物种数并没有明显低于对照区。基塘工程建设增加了该区域湿地面积,为水生植物提供了更多的生存空间,因此,基塘工程区野生水生植物种类数量明显高于对照区域。基塘工程区野生陆生植物种类数量低于对照区则主要是受到生态管理模式中对杂草管理力度加强的影响。3)基塘工程有助于减轻消落带温室气体排放,基塘工程的运行抑制了其他杂草植物的生长,在三峡水库蓄水前对基塘水生作物的地面部分进行收割,可

以减少遗留在消落带里的生物残体,避免更多的植物在水下厌氧分解排放温室气体,从而实现碳的转移,同时,也能够避免植物残体腐烂污染水体。

参考文献:

- [1] 周永娟,仇江啸,王效科,等.三峡库区消落带崩塌滑坡脆弱性评价[J].资源科学,2010,32(7):1301-1307.
- [2] 舒华.三峡库区地质灾害稳定性评价研究——以开县小湾滑坡为例[J].甘肃水利水电技术,2010(6):43-45.
- [3] 贾玉武.三峡库区兴山县电厂滑坡的稳定性分析[J].西部探矿工程,2010,22(8):28-30.
- [4] 杨远祥,冷燕,马翔,等.植物篱在坡耕地水土保持中的应用[J].亚热带水土保持,2010(2):23-24.
- [5] 郭宏忠,冯明汉,赵健,等.三峡库区水土流失防治分区及防治对策[J].西南农业大学学报·社会科学版,2010,8(3):25-27.
- [6] 郭宏忠,于亚莉.重庆三峡库区水土流失动态变化与防治对策[J].中国水土保持,2010(4):58-59.
- [7] 熊中福,梁修慧.三峡库区水质污染趋势分析[J].长江工程职业技术学院学报,2010,27(2):1-4.
- [8] 王丽婧,郑丙辉,李子成.三峡库区及上游流域面源污染特征与防治策略[J].长江流域资源与环境,2009,18(8):783-788.
- [9] 郑丙辉,王丽婧,龚斌.三峡水库上游河流入库面源污染负荷研究[J].环境科学研究,2009,22(2):125-133.
- [10] 李凤清,叶麟,刘瑞秋,等.三峡水库香溪河库湾主要营养盐的入库动态[J].生态学报,2008,28(5):2073-2079.
- [11] Chen H, Wu Y, Yuan X, et al. Methane emissions from newly created marshes in the drawdown area of the three gorges reservoir[J]. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 2009, 114(19):1-7.
- [12] Chen H, Yuan X, Gao Y, et al. Nitrous oxide emissions from newly created littoral marshes in the drawdown area of the three gorges reservoir, China[J]. Water, Air, & Soil Pollution, 2009, 211:25-33.
- [13] 王强,刘红,袁兴中,等.三峡水库蓄水后彭溪河消落带植物群落格局及多样性[J].重庆师范大学学报:自然科学版,2009,26(4):48-54.
- [14] 赵常明,陈伟烈,黄汉东,等.三峡库区移民区和淹没区植物群落物种多样性的空间分布格局[J].生物多样性,2007,15(5):510-522.

Resources , Environment and Ecology in Three Gorges Area

Exploration of Eco-friendly Use of the Littoral Zone of Three Gorges Reservoir Dike-Pond Project as a Case Study

XIONG Sen¹ , LI Bo^{2,3} , XIAO Hong-yan^{2,3} , YUAN Xing-zhong^{2,3} , CHEN Zhong-li^{2,3}

(1. Pengxi River Wetland Nature Reserve Management Bureau , Kaixian Chongqing 405400 ; 2. College of Resource and Environmental science , Chongqing University , Chongqing 400030 ; 3. Key Laboratory of Southwest Resource Exploitation and Environmental Disaster Controlling Project of Educational Ministry , Chongqing 400030 , China)

Abstract : As results of the anti-season fluctuation of the water level , some eco-environmental problems have been taken into the littoral zone of Three Gorges Reservoir unavoidably , but it also offers us an opportunity to make use of this area. The purpose of this paper is to find an eco-friendly way to make use of the land in the littoral zone as well as the eco-environmental problems been dealt with. And the dike-pond project , an eco-friendly use of the littoral zone which was designed based on the seasonal water level change and the character of the landform , was discussed in this article. The ecological and economic benefits of dike-pond system were appraised through the production and the biodiversity change. The results showed that there was an considerable economic benefit generated from the dike-pond system , and the composition of the plant species is different between the dike-pond system and the contrast area. Compared with the contrast area , there were much more hydrophytes and less terrestrial plant in the dike-pond system. It was obviously that the dike-pond project is an eco-friendly way fitting to the littoral zone of the Three Gorges Reservoir , and it was helpful to improve the wetland environment and protect the biodiversity in the littoral zone.

Key words : littoral zone ; eco-friendly use ; dike-pond project ; Three Gorges reservoir

(责任编辑 方 兴)

(上接第 11 页)

[12] BALDICK R. The generalized unit commitment problem [J]. IEEE Transactions on Power Systems ,1995 ,10 :465-475.

[13] Cohen G. Auxiliary problem principle and decomposition of

optimization problems[J]. Journal of Optimization Theory and Applications ,1980 ,32 :277- 305.

[14] Bertsekas D P. Nonlinear programming[M]. Belmont : Athena Scientific ,1995.

Operations Research and Cybernetics

Comparison of Two Decomposition Approaches with the Augmented Lagrangian Function

WANG Lei , BAI Fu-sheng

(College of Mathematics Science , Chongqing Normal University , Chongqing 400047 , China)

Abstract : The decomposition methods are used to solve large-scale optimization problems by decomposition them into sub-problems. The main drawback of the augmented Lagrangian relaxation method is that the quadratic term introduced by the augmented Lagrangian is not separable. To cope with the non-separability of the augmented Lagrangian function , we can apply auxiliary problem principle (APP) method or block coordinate descent (BCD) method to the augmented Lagrangian relaxation method. Compared with the literature [24] in solving the optimization problem with constraints $x - \bar{x} = 0$, we compare these two decomposition methods solving optimization problem with more general constraints——linear constrains $z = Ax$. Two numerical examples are to show comparison of theoretical validation——In dealing with non-separable augmented Lagrangian function , we can often expect faster performance of the BCD method compared to the APP method under certain conditions.

Key words : decomposition methods ; augmented Lagrangian relaxation ; auxiliary problem principle ; block coordinate descent

(责任编辑 黄 颖)