

不同潮区矮大叶藻地上高度和覆盖度以及生物量的动态变化*

Dynamic Change of Height, Coverage and Biomass of *Zostera japonica* in Different Tidal Zone

李 森^{1,2}, 范航清^{1,2}, 邱广龙¹, 彭 胜^{1,2}

LI Sen^{1,2}, FAN Hang-qing^{1,2}, QIU Guang-long¹, PENG Sheng^{1,2}

(1. 广西科学院广西红树林研究中心, 广西北海 536000; 2. 广西大学林学院, 广西南宁 530004)

(1. Guangxi Mangrove Research Center, Guangxi Academy of Sciences, Beihai, Guangxi, 536000, China; 2. College of Forest, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

摘要:于 2006 年 3 月到 2007 年 2 月, 研究广西珍珠港交东海草床高潮区、中潮区、低潮区矮大叶藻 (*Zostera japonica*) 地上高度、覆盖度和生物量的动态变化。结果表明:矮大叶藻地上高度 4 月最大(10.2 cm), 9 月最小(4.3 cm), 平均 6.8 cm; 平均覆盖度 46.1%, 3 月最大(65.0%), 9 月最小(36.1%); 地上部分、地下部分的平均生物量分别为 $27.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $30.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 平均 4 月最大, 8 月最小; 地上高度、覆盖度及生物量低潮区 > 中潮区 > 高潮区, 中潮区与整个海草床最相近; 生物量与地上高度、覆盖度呈极显著正相关关系 ($P < 0.01$)。

关键词:矮大叶藻 潮区 地上高度 覆盖度 生物量

中图分类号: Q178 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2012)03-0276-03

Abstract: Dynamic change of height, coverage and biomass were studied for *Zostera japonica* at upper zone, mid zone and lower zone in Jiaodong seagrass beds, Pearl bay, Guangxi, during March 2006 to February 2007. The results showed that the maximum height was 10.2 cm found in April, while the minimum one was 4.3 cm in September, and the mean height was 6.8 cm. The mean coverage was 46.1% with the maximum of 65.0% (in March) and the minimum of 36.1% (in September). The mean above-ground and under-ground biomass was $27.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ and $30.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, respectively, and the maximum of both was found in April while the minimum was in August. All of the height, coverage and biomass revealed higher in lower zone, middle in mid zone and lower in upper zone, and the features in mid zone were closest to those of the whole seagrass bed. There was a significantly positive correlation between the biomass and the height as well as the coverage ($P < 0.01$).

Key words: *Zostera japonica*, tidal zone, height, coverage, biomass

矮大叶藻 (*Zostera japonica*) 是广西沿岸最主要的海草种类之一^[1]。矮大叶藻的地上高度、覆盖度、生物量是矮大叶藻海草床的重要参数, 是研究海草床生态系统结构和功能的重要基础^[2]。石雅君^[3]研究了广西北海矮大叶藻的生物量, 李森等^[4]探讨了

国内外海草生产力的研究方法, 并开展了矮大叶藻的生物量和生产力研究^[5], 但是尚未有不同潮区的研究报告。本文研究广西珍珠港交东海草床高潮区、中潮区、低潮区 3 个不同潮区矮大叶藻地上高度、覆盖度和生物量的动态变化, 以期矮大叶藻的研究、保护、管理和恢复提供科学依据。

1 研究地概况和研究方法

1.1 研究地概况

研究地点选择广西珍珠港交东海草床, 属北仑河口国家级海洋自然保护区范围。地理位置为经度 $108^{\circ}13'E$, 纬度 $21^{\circ}36'N$, 属南亚热带季风气候, 年平

收稿日期: 2011-12-28

修回日期: 2012-03-11

作者简介: 李 森 (1982-), 男, 助理工程师, 主要从事海草生态学研究。

* 广西自然科学基金项目 (桂科基 0832030), 广西大学人才引进专项项目 (2008), 广西红树林保护重点实验室主任基金项目 (桂科能 07109007), 广西科学院基本科研业务费项目 (09YJ17HS04), 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科能 0992028-6) 资助。

均气温约 22℃,年平均日照 1896 h,年太阳总辐射量达 11.4 万 cal·cm⁻²,年降雨量充沛,可达 2800 mm。海草床以矮大叶藻为优势种,伴生贝壳喜盐草(*Halophila beccarii*)。附近有以桐花树(*Aegiceras corniculatum*)为优势的红树林。

1.2 研究方法

将海草床分为高潮区、中潮区和低潮区 3 个潮区,潮区间距约 100 m。每个潮区选取 3 个海草斑块(斑块边缘以海草覆盖度 5%为限),共 9 个斑块。根据目测法^[6]估计斑块内矮大叶藻的覆盖度。在每个斑块中,随机选取 3 簇矮大叶藻,用刻度尺自底质面测量其地上高度。

采用收获法研究各斑块中矮大叶藻的生物量。用直径为 10 cm 的取样器采集矮大叶藻样品,取样深度 15 cm。用海水缓缓冲去泥沙,带回实验室于 100℃蒸汽中杀青后,用载玻片轻轻去除叶片上附着的藻类。将海草样品分为地上部分和地下部分,用蒸馏水冲洗干净后装入信封,于 60℃烘至恒重后,采用岛津 AUX 120 分析天平称重(精确到 0.1 mg),计算生物量。实验于 2006 年 3 月至 2007 年 2 月进行。

2 结果与分析

2.1 地上高度

从图 1 可以看出,2006 年 3 月后,矮大叶藻生长迅速,4 月份地上高度达到最大(10.2 cm)。5 月后生长衰退,地上高度缓慢降低,9 月最低(4.3 cm)。10 月后恢复生长,地上高度不断增加。矮大叶藻平均地上高度为 6.8 cm,除 5~11 月外,其余月份均大于平均值。

2006 年 3 月后,高潮区的矮大叶藻生长出现衰退,地上高度持续下降,其中 6~7 月减小幅度较大,7~9 月地上部分消失。10 月后恢复生长,到次年 2 月基本稳定;全年平均高度为 3.6 cm,3 月最大(7.0 cm),4 月次之(6.0 cm)。与高潮区不同,2006 年 3 月后中潮区矮大叶藻的地上高度增大,4 月最高(10.3 cm);4 月后生长衰退,地上高度缓慢减少,5~11 月相对稳定,12 月后缓慢增大;全年平均高度 7.4 cm,仅 3~4 月、12~2 月地上高度大于平均值。低潮区矮大叶藻的平均高度为 9.4 cm。2006 年 3 月后,矮大叶藻生长良好,地上高度大幅增大,4 月达最大值(14.3 cm)后急剧降低,6 月后生长恢复,地上高度增加,7 月后又降低,9 月达到最小值(7.3 cm),10 月到次年 2 月缓慢增大。总的来讲,矮大叶藻 3 个潮区地上高度最大值均出现在 3~4 月,最小值为 8~9 月;各潮区地上高度平均为:低潮区(9.4 cm)>中潮

区(7.4 cm)>高潮区(3.6 cm);中潮区地上高度的变化趋势与整个海草床的平均变化趋势最相近。

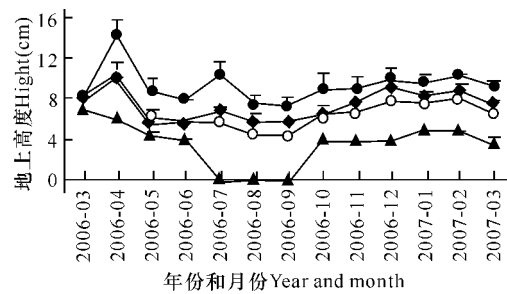


图 1 矮大叶藻地上高度的动态变化

Fig. 1 Dynamic change of above height of *Zostera japonica*

▲: 高潮区, ◆: 中潮区, ●: 低潮区, ○: 平均。
▲: Upper zone, ◆: Mid zone, ●: Lower zone, ○: Mean.

2.2 覆盖度

整个实验期中,矮大叶藻的平均覆盖度为 45.5%,3 月最大为 65.0%,9 月最小为 36.1%。2006 年 3 月后,矮大叶藻的覆盖度急剧减少,5~12 月覆盖度比较低,但是趋于稳定,12 月后缓慢增大(图 2)。

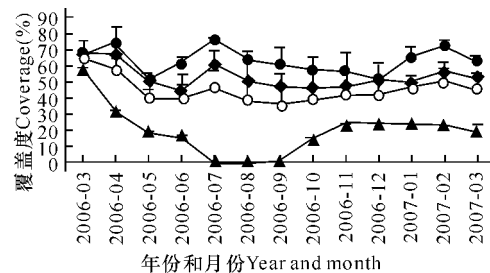


图 2 矮大叶藻覆盖度的动态变化

Fig. 2 Dynamic change of coverage of *Z. japonica*

▲: 高潮区, ◆: 中潮区, ●: 低潮区, ○: 平均。
▲: Upper zone, ◆: Mid zone, ●: Lower zone, ○: Mean.

高潮区矮大叶藻的覆盖度 3 月最高(58.3%)。3~7 月持续减小,而且幅度较大;7~9 月地上部分几乎消失,覆盖度为 0;10 月后恢复,11 月到次年 2 月维持在 25%左右。中潮区矮大叶藻覆盖度的变化趋势与高潮区不同,3~4 月覆盖度最大(68.3%),4 月后下降,6 月到达最小值(45%),7 月增大后开始缓慢减小,9 月到次年 2 月变化不大。全年平均覆盖度为 53.6%,除 2006 年 3~4 月、7 月、2007 年 2 月外,其它月份覆盖度均小于平均值。低潮区矮大叶藻覆盖度变化趋势复杂,其中,4~5 月、7~12 月覆盖度减小,3~4 月、5~7 月、12 月到次年 2 月覆盖度增大。其中 7 月最大,为 76.7%,2006 年 5 月和 12 月最小,为 51.7%。三个潮区比较而言,高潮区矮大叶藻的

覆盖度最小,低潮区的覆盖度最大。这与矮大叶藻地上高度反映出来的结论相似。

2.3 生物量

2.3.1 不同部分的生物量

从图3可以看出,矮大叶藻生物量4月最大($98.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),8月最小($34.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),平均 $58.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$;除4月外,生物量全年主要在 $40 \sim 60 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间,变化幅度不大。矮大叶藻地上部分平均生物量为 $27.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,4月最大($54.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),8月最小($20.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),两者相差1.7倍;地下部分平均生物量为 $30.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,4月最大($43.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),8月最小($19.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),相差1.4倍。平均生物量地上部分小于地下部分。总体来看,矮大叶藻无论是地上部分、地下部分还是总生物量,都是4月最大,8月最小。

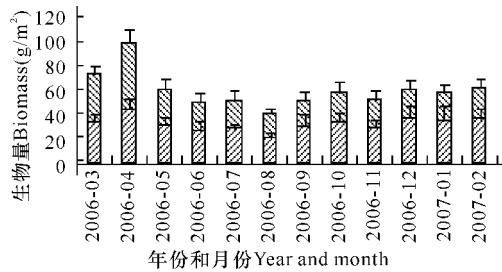


图3 矮大叶藻生物量的动态变化

Fig. 3 Dynamic change of biomass of *Z. japonica*

▨: 地下部分, ▩: 地上部分。
 ▨: Under-ground, ▩: Above-ground.

2.3.2 不同潮区的生物量

从图4可以看出,高潮区矮大叶藻生物量的年变化较大,3月份后矮大叶藻出现生长,生物量增加,4月达到最大($29.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$)后不断减小,7~10月生物量为0;10月后恢复生长,生物量不断增大,全年平均 $12.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。中潮区矮大叶藻生物量与高潮区相似,4月最大($98.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),8月最小($32.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$),平均 $49.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。低潮区矮大叶藻的平均生物量为 $85.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,其中最大值出现在4月,为 $131.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,最小值出现在8月,为 $49.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

从潮区来看,矮大叶藻生物量高潮区<中潮区<低潮区,即距岸越远,生物量越高。造成生物量潮区差异的原因可能是退潮后不同潮区滞留的海水量不同。退潮后滩面上滞留海水越少,矮大叶藻越易受到暴晒而灼伤。低潮区比中潮区和高潮区滞留的海水量大,降低了矮大叶藻受暴晒而造成组织伤害的可能性。矮大叶藻的地上高度(图1)、覆盖度(图2)和生物量(图4)低潮区>中潮区>高潮区,即矮大叶藻的生长状态与滞留海水量有关。夏季太阳辐射强烈,对矮大叶藻造成的灼伤更严重,可能是矮大叶藻夏季生

物量较低的主要原因,需要进一步实验验证。

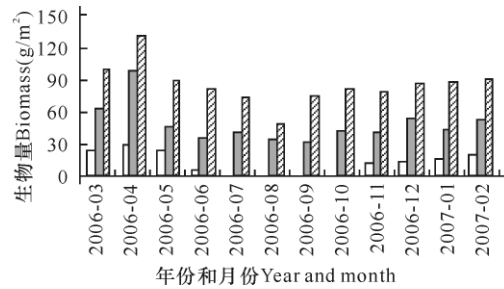


图4 不同潮区矮大叶藻生物量的动态变化

Fig. 4 Dynamic change of biomass of *Z. japonica* in different tidal zone

□: 高潮区, ■: 中潮区, ▨: 低潮区。
 □: Upper zone, ■: Mid zone, ▨: Lower zone.

相对高潮区和低潮区,中潮区的海草的生物量、地上高度、覆盖度与海草床的平均值最相近。中潮区最能代表整个海草床,因此,在海草研究中,建议选择中潮区的海草作为研究对象。

2.3.3 地上高度、覆盖度和生物量的相关分析

经SPSS12.0分析得到,矮大叶藻地上高度与覆盖度、地上生物量、地下生物量以及总生物量呈极显著正相关关系($P < 0.01$);覆盖度与地上生物量、总生物量呈极显著正相关($P < 0.01$),与地下生物量相关性不显著($P > 0.05$);地上生物量和地下生物量显著正相关($P < 0.05$),与总生物量极显著正相关($P < 0.01$)。

2.3.4 不同海草床矮大叶藻比较

广西珍珠港交东海草床矮大叶藻地上高度小于北海榕根山(13.0 cm)和古城岭(8.8 cm),和竹林海草床(6.8 cm)^[3]差异不大。地上高度差异的原因可能是地域差异。退潮后海草床滞留海水量也是影响矮大叶藻地上高度的重要原因。

珍珠港交东海草床矮大叶藻地上部分生物量小于北海竹林($184.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$)^[5],高于北海古城岭($23.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$)和榕根山($15.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$)^[3]。竹林海草床研究时间为晚秋(11月),而古城岭和榕根山为初秋(9月),研究时间不同是矮大叶藻生物量出现差异的一个原因。此外,采样地点的光照^[1]、温度^[7]、盐度^[8]、污染物^[9]、底质类型^[10]、附生藻类^[8]、人类干扰^[1]等外界环境的不同也是生物量存在差异的重要原因。

3 结论

广西珍珠港交东海草床矮大叶藻地上高度4月最大(10.2 cm),9月最小(4.3 cm),低潮区最大(9.4 cm),高潮区(3.6 cm)最小。矮大叶藻的平均覆盖度

(下转第288页 Continue on page 288)

3 结束语

本研究以拉巴豆为材料,通过单株选择,培育出的白花扁豆 06-1 生长速度快,再生性能好,全年株高可达 269.8cm,特别是其苗期生长快,与杂草竞争力强,这是其区别于其他豆科牧草的优势所在^[2]。在广西 3 个不同的区域试验中,白花扁豆 06-1 表现出广泛的适应性,能够在 3 个不同的环境气候条件下长势良好,产草量高,其中在平均气温 19.3℃ 的广西桂林种植,越冬率比对照品种高出了 50%,而且平均鲜草产量达到 51780.2 kg/hm²,比对照品种增产 37.4%;干草产量达到 11954.1 kg/hm²,比对照品种增产 38.1%,说明白花扁豆 06-1 具有较强的抗寒性^[3,4]。白花扁豆 06-1 在历时 3 年的广西 3 个不同的区域试验中,鲜草产量和干草产量均高于对照品种,其中干草产量(10032.6~11896.9kg/hm²)比对照品种(7048.9~8035.5kg/hm²)增产 26.1%~40.8%,达到了显著水平,说明白花扁豆 06-1 具有连续高产的特性^[3]。

白花扁豆 06-1 属于蔓生草本植物,草质柔软,叶量丰富,营养价值高,其粗蛋白含量为 17.8%,比对照品种提高 6.6%,粗脂肪含量提高 19.5%,粗纤维降低 23.2%。此外,白花扁豆 06-1 的适口性好,叶量大,牛、羊、兔等草食家畜都喜食,也可以作为猪、鸡等

畜禽打粉添加到精料中饲喂^[5]。白花扁豆 06-1 一年可刈割 2~3 次,经济价值高。而且,白花扁豆 06-1 具有晚熟的特性,秋季长势旺盛,正好可以补充夏季饲料作物和冬季饲料作物交替造成的饲料断档期,是一种饲用价值极高的优良牧草,饲喂草食动物转化率高,能产生较好的经济效益,是热带、亚热带地区优良青饲料豆科牧草品种^[6]。具有十分广阔的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 赖志强. 广西饲用植物志:第一卷[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2011:273-276.
- [2] 易显凤,赖志强,蔡小艳,等. 果园套种豆科牧草试验研究[J]. 草业科学,2010,27(8):161-165.
- [3] 滕少花,赖志强,顾国才,等. 四种豆科牧草的种植及生产性能比较试验[J]. 广西畜牧兽医,2010,26(1):3-5.
- [4] 易显凤,赖志强,关常欢,等. 高产优质豆科牧草拉巴豆[J]. 上海畜牧兽医通讯,2011(4):65.
- [5] 蒋爱国. 拉巴豆的经济价值评定[J]. 农村百事通,2009(23):42-43.
- [6] 梁永良,赖志强,韦锦益,等. 四种豆科牧草在桂南地区初步应用[J]. 广西畜牧兽医,2008,24(5):294-296.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 278 页 Continue from page 278)

为 46.1%,3 月最大(65.0%),9 月最小(36.1%),而且低潮区>中潮区>高潮区。矮大叶藻地上部分、地下部分平均生物量分别为 27.8 g·m⁻² 和 30.9 g·m⁻²,其中 4 月最大,8 月最小。就潮区而言,高潮区(12.5 g·m⁻²)<中潮区(49.4 g·m⁻²)<低潮区(49.5 g·m⁻²)。中潮区矮大叶藻的地上高度、覆盖度及生物量与整个海草床平均值最相近,中潮区最能代表整个海草床。在海草研究中,建议选择中潮区的海草作为研究对象。矮大叶藻的生物量和地上高度、覆盖度呈极显著正相关关系($P < 0.01$)。

致谢:

感谢广西北仑河口国家级自然保护区在野外工作中给予的大力支持和帮助!

参考文献:

- [1] 范航清,彭胜,石雅君,等. 广西北部湾沿海海草资源与研究状况[J]. 广西科学,2007,14(3):289-295.
- [2] 范航清,邱广龙,石雅君,等. 中国亚热带海草生理生态学研究[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [3] 石雅君. 两种海草植物与土壤的关系及其叶片不同发育

阶段元素含量和热值的研究[D]. 南宁:广西大学,2008.

- [4] 李森,范航清,邱广龙,等. 海草生产力研究进展[J]. 海洋环境科学,2011,30(1):143-147.
- [5] 李森,范航清,邱广龙,等. 广西北海竹林三种海草种群生物量和生产力研究[J]. 生态科学,2009,28(3):193-198.
- [6] Short F T, McKenzie L J, Coles R G, et al. Seagrassnet manual for scientific monitoring of seagrass habitat (Worldwide edition)[M]. New Hampshire: University of New Hampshire Publication.
- [7] Hemminga M A, Duarte C M. Seagrass ecology[M]. United Kingdom: Cambridge University Press, 2000.
- [8] 许战洲,黄良民,黄小平,等. 海草生物量和初级生产力研究进展[J]. 生态学报,2007,27(6):2594-2602.
- [9] 黄道建,黄小平. 海草污染生态学研究进展[J]. 海洋湖沼通报,2007(S1):182-188.
- [10] Short F T. Effects of sediment nutrients on seagrasses: literature review and mesocosm experiment[J]. Aquatic Botany, 1987, 27: 41-57.

(责任编辑:邓大玉)