

桑沟湾大叶藻附着生物的季节变化

高亚平^{1,2} 方建光^{2*} 张继红² 李峰² 毛玉泽² 杜美荣²

(¹华东理工大学生物工程学院, 上海 200237)

(²农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘要 2008年9月~2009年8月,对桑沟湾楮岛海域大叶藻叶片上的附着生物进行了周年调查,以期为我国浅海生态系中大叶藻等海草生态功能的研究提供基础资料。调查共记录大叶藻附着生物29种。附着的主要种类有盾卵形藻 *Cocconeis scutellum* 及其小型变种 *C. scutellum var. pava*, 褐毛藻 *Halothrix lumbricalis*、点叶藻 *Punctaria latifolia*、锈凹螺 *Chlorostoma rustica*、*Australaba* sp.、脆螺 *Stenotis* sp.。在春季,大叶藻上的附着硅藻类有9种,大型海藻类7种,动物类8种。其中,褐藻类为主要附着生物,附着高峰出现在4月份。夏季,附着的大型海藻种类明显减少,仅出现4种,而动物类有6种,硅藻类8种。其中,腹足类为夏季附着优势种。硅藻附着高峰出现在秋季,此时的附着动物类减少至4种,大型藻类种数与夏季持平,但附着的生物量较小。冬季未发现附着的大型海藻及动物,仅有微藻类的硅藻附着。

关键词 大叶藻 海草 附着生物 季节变化 桑沟湾

中图分类号 Q954.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)04-0059-06

Seasonal variation of fouling organisms on eelgrass *Zostera marina* L. in Sanggou Bay

GAO Ya-ping^{1,2} FANG Jian-guang^{2*} ZHANG Ji-hong²
LI Feng² MAO Yu-ze² DU Mei-rong²

(¹College of Biology Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237)

(²Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

ABSTRACT In order to understand the ecological function of seagrass in coastal ecosystems in China, fouling organisms on the leaves of eelgrass *Zostera marina* L. in the area of Chu Island of Sanggou Bay was investigated from September 2008 to August 2009. Twenty-nine species of organisms were found and the dominant species were *Cocconeis scutellum*, *C. scutellum var. Pava*, *Halothrix lumbricalis*, *Punctaria latifolia*, *Chlorostoma rustica*, *Australaba* sp. and *Stenotis* sp. In the spring, 9 diatom species, 7 macroalge species and 8 invertebrate species were found. Phaeophyta dominated the fouling species of eelgrass and the biomass reached the peak in April. Species of epiphytic macroalgae decreased in summer and the dominant fouling organ-

国家重点基础研究计划(973)项目(2006CB400608)、国家科技支撑项目(2006BAD09A09, 2006BAD09A10)和国际合作项目: UNDP GEF Yellow Sea Large Marine Ecosystem 共同资助

* 通讯作者。E-mail: fangjg@ysfri.ac.cn, Tel: (0532)85822957

收稿日期: 2009-09-29; 接受日期: 2009-12-03

作者简介: 高亚平(1984-), 女, 硕士研究生, 主要从事海洋生物生态研究。E-mail: gaoyaping8640@163.com

isms were gastropoda. The number of diatom, macroalgae and invertebrate species were 8, 4 and 6, respectively. In autumn, diatom abundance reached the peak, while there were only four species of invertebrates. The number of epiphytic macroalgae species was the same as that of summer while the biomass of macroalgae and invertebrates were less than that of the summer. No epiphytic macroalgae and invertebrate were found in winter, besides diatoms.

KEY WORDS *Zostera marina* L. Seagrass Epiphyte Seasonal variation
Sanggou Bay

大叶藻 *Zostera marina* L. 为北半球分布最为广泛的一种海草, 为高等的海洋沉水被子植物。同其他海草种类一样, 大叶藻通常在浅海形成巨大的草床。由于其提供的巨大表面和高达 1~2 m 的枝条叶片对表层光照的进一步接近及叶片随水流浮动而产生的营养的快速交换, 从而成为各种附着生物生长的理想场所。

海草生态系素有很高的生物多样性, 这其中就有来自附着生物的重要贡献 (Klumpp *et al.* 1992; Nelson *et al.* 1997)。大叶藻纤维含量过高, 直接摄食大叶藻的生物种类很少, 但其枝体叶片上的附着生物则为草床生态系的诸多动物提供重要食物来源 (Kitting *et al.* 1984; Mazzella *et al.* 1989)。此外, 各种附着生物在草床营养循环和沉积物形成等方面也发挥着重要作用 (Walker *et al.* 1988; Cornelise *et al.* 2002)。

大叶藻等海草生态系的研究在我国尚较少 (杨宗岱等 1984; 刘志鸿等 1998; 于函等 2009)。本文对桑沟湾大叶藻附着生物及其季节变化进行了调查研究, 从海草生态系附着生物组成、为周围生物尤其是经济动物所能提供的食物来源等方面进行初探, 为人工构建海草生态系, 近岸海域的生态系统结构优化与受损生境的生物修复提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 取样地点

采样地点位于桑沟湾南岸的最东端楮岛海区 (37°02' N, 122°32' ~ 122°33' E), 该海区年平均表层水温 13.5 °C, 表层盐度 31.77, 沿岸为侵蚀崖岸。这里集中分布着多种海草, 其中大叶藻为主要优势种, 形成了桑沟湾内面积最大的大叶藻床。大叶藻平行于海岸分布, 由低潮带延伸至水深 3 m 处, 与其共同分布于此的海草种类还有矮大叶藻 *Z. japonica*、丛生大叶藻 *Z. caespitosa* 及红纤维虾形藻 *Phyllospadix iwatensis*。

1.2 研究方法

2008 年 9 月~2009 年 8 月, 每月 1 次, 在大叶藻单种分布区, 相距约 1 000 m 的两个草床内, 水深 1.0 m 和 1.5 m 处, 随机取 0.1 m² 样框内大叶藻地上部分, 每处均平行于海岸, 共取 3 个样框内的大叶藻。采集的样品固定于 4% 中性甲醛溶液中, 带回实验室, 鉴定附着生物群落种类组成, 测定附着生物的生物量 (Saunders *et al.* 2003)。数据的统计分析均用 SPSS 17.0 和 Excel 2003 统计软件进行。

2 结果与分析

2.1 大叶藻主要附着生物

2008 年 9 月~2009 年 8 月, 共获得大叶藻附着生物 29 种。其中, 硅藻类 10 种; 小型海藻 10 种; 扁形动物 1 种; 多毛类 1 种; 节肢动物两种; 软体动物 5 种 (表 1)。硅藻类以盾卵形藻、盾卵形藻小型变种和加利福尼亚楔形藻为主, 其中盾卵形藻全年出现, 11 月至次年 6 月期间均为优势种, 而盾卵形藻小型变种在 7~10 月形成优势种。小型海藻类主要是褐毛藻和茎刺藻, 分别在 3、4 和 9 月份为优势种。动物类以锈凹螺、*Australaba* sp.、脆螺和丽核螺为主, 锈凹螺于 5~8 月为优势种。

表 2 2008 年 9 月~2009 年 2 月桑沟湾大叶藻附着生物数量和组成的月分布
Table 2 Monthly species number, biomass and composition of fouling organisms present on eelgrass of Chu Island in Sanggou Bay from September 2008 to February 2009

月份 Month	物种总数(硅藻种数) Species number (Diatom)	硅藻附着量 ($\times 10^3/\text{cm}^2$) Diatom abundance	总湿重(不计硅藻) Wet weight (g/m^2) (Without diatom)	湿重百分组成(Wet weight composition)(%)			
				藻类 Macroalgae	软体动物 Mollusca	节肢动物 Arthropoda	其他 Others
1	7(7)	5.33					
2	7(7)	4.34					
3	20(7)	5.68	81.27	90.94	4.51	4.27	3.03
4	20(7)	6.56	149.23	89.88	4.25	3.82	2.12
5	14(8)	4.48	25.5	3.57	92.75	3.69	
6	13(7)	3.66	52.61		97.13	2.87	
7	11(5)	15.69	74.44		98.15	1.85	
8	11(2)	15.6	92.95	1.93	95.90	2.17	
9	10(2)	13.93	23.4	60.56	39.44		
10	6(3)	14.31	12.63	68.73	31.27		
11	7(7)	9.78					
12	8(8)	8.51					

虾形藻生长的底质存在差异, 虾形藻附着种类更多, 加之本研究采集的大叶藻来自楮岛一个海区, 所以大叶藻附着生物种类少于杨宗岱等(1984)的调查。Rindi 等(1999)和 Borowitzka 等(1990)的调查研究也证实, 不同海草种类、不同调查范围和不同调查时间均会造成海草附着生物种类、附着量的差异。

在春季, 桑沟湾楮岛海区大叶藻主要为大型海藻附着, 附着顶峰出现在 4 月份, 此时的大叶藻尚未进入快速生长阶段, 几乎被繁盛的其他大型藻所覆盖, 故附着的藻类生物量也达最大值。夏季动物附着占主导, 藻类生物量较小, 也与周围环境的生物分布相似。各季节对大叶藻地上部分生物量与附着生物量的统计计算表明, 桑沟湾楮岛海区大叶藻附着生物量仅占大叶藻地上部分生物量的 0.12%~5.29%。而 Borum 等(1984)在丹麦对大叶藻的调查结果表明, 仅附着的大型藻类生物量就达大叶藻地上生物量的 36%, 其在另一地点的调查中, 大叶藻附着生物量仅占地上部分的 1%~5%。影响附着生物种类与附着量的因素有很多, 如: 繁殖体的可得性及周围海域的温度、水流、营养水平等环境因子(Lepoint *et al.* 1999; Cornelisen *et al.* 2002)。

桑沟湾经济物种多样, 楮岛海区自然条件优越, 海参资源尤为丰富。美国 Long Island 湾曾发现海参对大叶藻上附着生物的摄食(http://counties.cce.cornell.edu/suffolk/habitat_restoration/seagrassli/index.ht

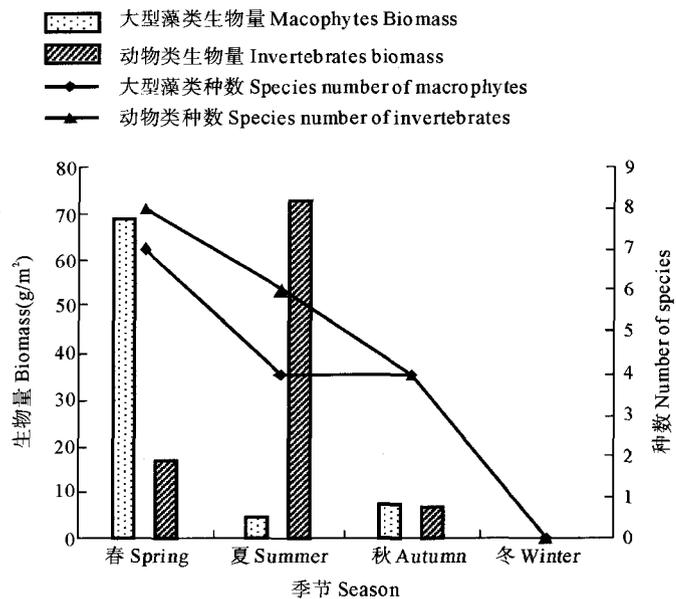


图 1 各季节桑沟湾大叶藻大型藻类与无脊椎动物的附着种类、附着量
Fig. 1 Number of species and biomass of fouling macroalgae and invertebrates on eelgrass in Sanggou Bay during each season

ml)。因而楮岛海区大叶藻附着的硅藻类也应为附着阶段的幼参的重要饵料。Morgan 等(1984)对海草床内动物摄食行为及肠道内容物的分析发现,海草附着生物常被周围动物摄食殆尽。周围生物肠道中多有附着的硅藻及丝状藻。本调查中,大叶藻叶片附着的众多的腹足动物多为壳高为 1.2~2.7 mm 的幼体,且调查进行的同时还发现楮岛海域大叶藻床内分布有种类和数

量均非常丰富的鱼类和蟹类,因而附着的藻类和腹足类幼体应是周围鱼、虾、蟹等的食物来源之一。

致谢:感谢荣成楮岛水产有限公司王军威总经理、毕 胜队长不遗余力地给予的帮助。

参 考 文 献

- 于 函,马有会,张 岩,原永党. 2009. 大叶藻花序的解剖结构及超显微结构. 渔业科学进展, 30(3):131~134
- 刘志鸿,董树刚,牟海洋,杨永杰,高明君. 1998. 青岛汇泉湾大叶藻种群遗传多样性的研究. 海洋水产研究, 19(2):27~32
- 杨宗岱,吴宝铃. 1984. 青岛近海的海草场及其附生生物. 黄渤海海洋, 2(2): 55~67
- Borowitzka, M. A., Lethbridge, R. C., and Charlton, L. 1990. Species richness, spatial distribution and colonisation pattern of algal and invertebrate epiphytes on the seagrass *Amphibolis griffithii*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 64: 281~291
- Borum, J. 1985. Development of epiphytic communities on eelgrass (*Zostera marina*) along a nutrient gradient in a Danish estuary. Mar. Biol. 87 (2): 211~218
- Cornelisen, C. D., and Thomas, F. I. M. 2002. Ammonium uptake by seagrass epiphytes: Isolation of the effects of water velocity using an isotope label. Limnol. Oceanogr. 47: 1 223~1 229
- Kitting, C. L., Fry, B., and Morgan, M. D. 1984. Detection of inconspicuous epiphytic algae supporting food webs in seagrass meadows. Oecologia, 62: 145~49
- Klumpp, D. W., Salita-Espinosa, J. S., and Fortes, M. D. 1992. The role of epiphytic periphyton and macroinvertebrate grazers in the trophic flux of a tropical seagrass community. Aquatic Botany, 45: 327~349
- Lepoint, G., Havelange, S., Gobert, S., and Bouqueneau, J. M. 1999. Fauna vs flora contribution to the leaf epiphytes biomass in a *Posidonia oceanica* seagrass bed (Revellata Bay, Corsica). Hydrobiologia, 394: 63~67
- Mazzella, L., and Russo, G. F. 1989. Grazing effect of two *Gibhula* species (Mollusca, Archaeogastropoda) on the epiphytic community of *Posidonia oceanica* leaves. Aquatic Botany, 35: 357~373
- Morgan, M. D., and Kitting, C. L. 1984. Productivity and utilization of the seagrass *Halodule wrightii* and its attached epiphytes. Limnol. Oceanogr. 29: 1 066~1 076
- Nelson, T. A., and Waaland, J. R. 1997. Seasonality of eelgrass, epiphyte, and grazer biomass and productivity in subtidal eelgrass meadows subjected to moderate tidal amplitude. Aquatic Botany, 56: 51~74
- Rindi, F., Maltagliati, F., Rossi, F., Acunto, S., and Cinelli, F. 1999. Algal flora associated with a *Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson (Hydrocharitaceae, Helobiae) stand in the western Mediterranean. Oceanologica Acta, 22: 421~429
- Saunders, J. M., Attrill, M. J., Shaw, S. M., and Rowden, A. A. 2003. Spatial variability in the epiphytic algal assemblages of *Zostera marina* seagrass beds. Mar. Ecol. Prog. Ser. 249: 107~115
- Walker, D. I., and Woelkerling, W. J. 1988. Quantitative study of sediment contribution by epiphytic coralline red algae in seagrass meadows in Shark Bay, Western Australia. Mar. Ecol. Prog. Ser. 43: 71~77

表 3 各季节大叶藻与附着生物生物量及附着比重

Table 3 Biomass and fouling organisms composition on eelgrass during each season

	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
大叶藻地上部分总生物量(g/m ²) Eelgrass aboveground biomass	1 644	6 576	10 010	1 704
附着生物生物量(g/m ²) Fouling organism biomass	85.33	75.33	12.01	
附着生物所占比重(%) Fouling organism percentage	5.29	1.15	0.12	