

海南岛东海岸海草床近 10 a 变化趋势探讨

陈石泉, 王道儒, 吴钟解, 张光星, 李元超,
涂志刚, 姚海君, 蔡泽富

(海南省海洋与渔业科学院, 海南 海口 570125)

摘要: 2004~2013年对海南岛东部沿海海草床进行长期定点监测,对近10a来海南岛东部沿海海草床海草种类、平均盖度、平均密度及平均生物量进行了统计分析,探讨其变化趋势。结果表明,海南岛东部沿海海草床常监测到的种类为2科3亚科6属8种海草,分别为海菖蒲(*Enhalus acoroides*)、泰莱草(*Thalassia hemprichii*)、海神草(*Cymodocea rotunda*)、齿叶海神草(*Cymodocea serrulata*)、二药藻(*Halodule uninervis*)、针叶藻(*Syringodium isoetifolium*)、小喜盐草(*Halophila minor*)、喜盐草(*Halophila ovalis*);海草床整体平均覆盖度总体上呈下降趋势,由2004年58.60%下降到2013年21.12%;平均密度总体上呈下降趋势,由2004年1756株/m²下降到2013年223株/m²;平均生物量总体上保持稳定,主要为植株高大,个体平均生物量较高的海菖蒲分布稳定,而植株矮小,对环境要求苛刻的种类随着人类活动、陆源污染、海洋工程以及台风影响分布面积逐渐减少,生境退化。本文希望通过对海南岛东海岸海草床近10a来海草床变化趋势探讨,掌握海南岛东部沿海海草床基本情况,并提高公众对海草保护意识,为海南岛海草床的保护与修复提供科学理论依据。

关键词: 海南岛;东海岸;海草床;变化趋势

中图分类号: X835 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-6336(2015)01-0048-06

Discussion of the change trend of the seagrass beds in the east coast of Hainan Island in nearly a decade

CHEN Shi-quan, WANG Dao-ru, WU Zhong-jie, ZHANG Guang-xing,
LI Yuan-chao, TU Zhi-gang, YAO Hai-jun, CAI Ze-fu

(Hainan Academy of Ocean and Fisheries Sciences, Haikou 570125, China)

Abstract: Statistical analysis of the species, average coverage, average density and average biomass of the seagrass beds in the east coast of Hainan island, And discussion of the change trend of them for fixed - point monitoring in a long term from 2004 to 2013. The results show that, the often detected seagrass species in the east coast of Hainan island, were 2 families 3 subfamilies 6 genera 8 kinds, which were *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotunda*, *Cymodocea serrulata*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isoetifolium*, *Halophila minor*, *Halophila ovalis*. The average coverage of the whole seagrass beds was in a downward trend stable, Has decline by 58.60% to 21.12% from 2004 to 2013; The average density of the whole seagrass beds was in a downward trend stable, Has decline by 1756 ind/m² to 223 ind /m² from 2004 to 2013; The average biomass of the whole seagrass beds was in a remained stable, mainly for the distribution of *Enhalus acoroides* was stabilization, with a larger plants and high average bio-

收稿日期:2013-12-13,修订日期:2014-01-24

基金项目:海南省热带典型海洋生态系统调查(HN908-01-02);国家海洋公益性行业科研专项(201005012)

作者简介:陈石泉(1985-),男,湖南郴州人,硕士,从事海洋生物生态与环境调查研究工作,E-mail:breezysmile.c.s.q@163.com

通讯作者:吴钟解(1981-),男,海南乐东人,硕士,从事海洋生物生态与环境调查研究工作,E-mail:289663247@qq.com

mass, but the distribution of the species as small plants and demanding on the environment has Gradually reduced, and habitat degradation, with the impacted by human activities, Land-source pollution, Ocean engineering and typhoon. This paper hope to through the discussion of the change trend of the seagrass beds in the east coast of Hainan island for nearly a decade, to know the present situation of them, And to enhanced the public's awareness of the protection for the seagrass beds, And to provided scientific theory basis for the protection and restoration of the seagrass beds of Hainan island.

Key words: Hainan Island; east coast; seagrass beds; change trend

海草(seagrass)是生活于热带和温带海域浅水的单子叶植物^[1],一般分布在低潮带和潮下带,大多数海草种分布在 20 m 以浅海域内^[2],6 m 以浅范围区域一般是海草分布的主要区域,最深可分布在水下 90 m 处^[3]。海草具有阻止和吸附水流中的悬浮颗粒,能够消除污染、净化水质,改善水质环境^[4-5];能减弱海浪能、水动能、维护海岸、保持海床稳定,并为许多海洋生物提供食物来源,如:儒艮、绿海龟、海胆、海马、蟹类、沙虫、海葵、海鞘等等^[6-9]。

海南岛东部沿海海草床主要分布在文昌市的东郊椰林湾、高隆湾至冯家湾一带,琼海市的青葛至谭门一带,陵水黎族自治县的新村港、黎安港以及赤岭等沿岸海域。近年来,由于养殖活动、陆源污染增加,航道、港口建设以及填海造地等海洋工程开发,导致海草栖息地环境不断恶化减少,海草床群落和海草底栖生物区域性退化减少。

根据 2004 年~2013 年海南岛东部沿海高隆湾、龙湾、长圪港、新村港及黎安港 5 块样地的长期监测数据,探讨了海南岛东部沿海海草床群落的变化趋势及其影响因素,为海南岛东部沿海海域海草床研究提供基础数据,为沿海海草床保护与修复工作提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

海南岛东海岸海草床监控区共布设 5 块样地,分别为文昌市的高隆湾、长圪港,琼海市的龙湾,陵水的新村港及黎安港,其中高隆湾、长圪港及龙湾等调查样地能够反应海南岛东部文昌市至琼海市沿海海草片区种类及生态群落特征,新村港及黎安港能够反应陵水县瀉湖海草床种类及生态群落特征,海草床调查区域及站位见图 1。

1.2 研究方法

根据海草的种类、分布、海底地形、沿岸环境

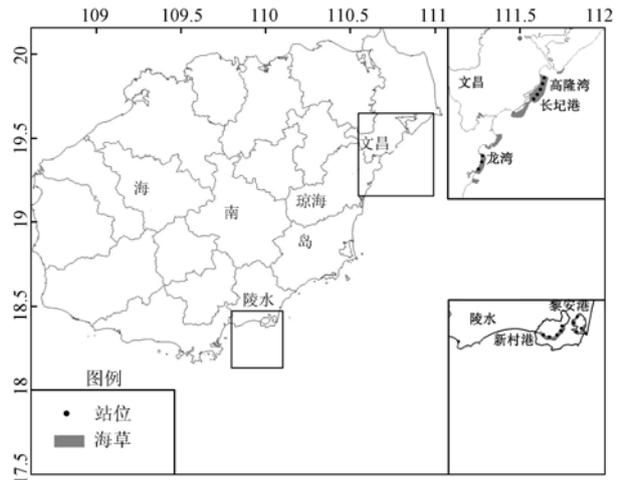


图 1 海南岛东海岸海草床监控区域及站位

Fig. 1 The monitoring areas and stations of the seagrass beds in the east coast of Hainan island

及水文情况,在每个监控区域布设监测站位 2~5 个,每一监测站位根据海草分布和种类,设置断面 2~5 条。断面自潮间带至潮下带,垂直于海岸线,贯穿海草床分布,断面布设涵盖海草分布上限、下限及海草分布中心。

用皮尺在断面平坦地段上布设,用水下数码摄像机进行水下拍照摄像,用 GPS 测定断面两端的经纬坐标,为下次监测提供准确位置。回到实验室后对照片录像进行判读^[10],分析海草的分布现状。

每一调查站位,利用 50 cm × 50 cm 的样方框,进行随机放置,对样方范围内海草的种类、盖度、平均密度进行调查分析,每一站位随机放置样方 9 个,采样时将样方框内所有海草叶片、茎及根部收入样品袋内,编号带回实验室将其表附着物与泥沙等沉积物洗涮干净,在 60~70℃ 恒温条件下持续 48~36 h 进行烘干称量,计算单位面积上海草的干重(g/m^2)。

2 结果与讨论

2.1 海草床种类年份变化

2004~2013年海南岛东部沿海海域历次调查到海草种类有2科3亚科6属8种海草,分别为海菖蒲、泰莱草、二药藻、喜盐草、海神草、针叶藻、齿叶海神草、小喜盐草等。经统计,监测样地2004年监测到的海草种类为2科3亚科5属6种,2005~2010年监测到的海草种类为2科3亚科6属8种,2011~2013年监测到海草种类为2科3亚科5属5~8种,见表1。

2004~2013年高隆湾、龙湾、新村港及黎安港等4块样地监测到的海草种类变化较小,高隆湾2004~2013年调查到海草种类有海菖蒲、泰莱草、喜盐草、海神草、二药藻等5种,其中海菖蒲、泰莱草、喜盐草为常见种,海菖蒲及泰莱草分布遍及样地,成斑块或零星分布,受海洋工程及台风引起的泥沙搬运影响,部分区域海草被流沙掩埋,近岸海草分布上限倒退,高隆湾人工岛周边数百米内已无海草分布,喜盐草主要分布于高隆湾红树林沿海海域,分布面积较大,平均盖度及平均密度较高;龙湾2004~2013年调查到种类有海菖蒲、泰莱草、喜盐草、海神草、二药藻等5种,其中根系发达的海菖蒲、泰莱草为常见种,成片状及斑块状分布,有些区域两者相互间生,海神草分布面积较小,喜盐草、二药藻分布面积稀小,仅零星分布,龙湾虽然常年风浪较大,但底质类型为珊瑚碎屑居

多,相对稳定,因此海草被冲刷或海底沉积物掩埋较少,海草叶片末端腐烂严重;新村港2004~2013年调查到种类有海菖蒲、泰莱草、二药藻、海神草、喜盐草、小喜盐草等6种,其中海菖蒲、泰莱草、二药藻、海神草为常见种,长势均较好,海菖蒲植株高大,叶片完成,集中于水深区域,泰莱草、二药藻、海神草等分布于离岸较近的浅水区域,三者之间有些分布区域相互间生,成片分布;黎安2004~2013年调查到海菖蒲、泰莱草、针叶藻、二药藻、喜盐草等5种海草,其中海菖蒲、泰莱草为常见种,长势较好,二药藻、喜盐草、针叶藻成零星分布,分布面积较大,黎安港2005年因围垦养殖导致针叶藻发生区域性灭亡;长圯港海草种类变化较大,长圯港2004~2013年调查到海草种类有海菖蒲、泰莱草、二药藻、小喜盐藻、喜盐草、针叶藻、齿叶海神草、海神草等8种海草,目前海菖蒲为常见种,其余种类分布稀少,长圯港为一河口性瀉湖,为众多养殖虾塘的入海排污口,常年风浪及河流冲刷作用较大,台风及下雨天气,水质变得异常浑浊,这些因素对长圯港海草生长造成巨大不利影响,导致海草床严重退化。另外海洋工程及台风引起的泥沙搬运和河流冲刷,也是海草退化的主要原因,如2010年10月份因台风导致其河口约1 km范围内的海草被冲刷和覆盖,沿岸浅水区域形成小沙洲,植株矮小种类尤其被流沙掩埋或冲刷严重。

表1 近10 a海南岛东海岸海草床监测种类

Tab. 1 The monitoring species of the seagrass beds in the east coast of Hainan island in nearly a decade

序号	科	属	海草种类	拉丁文种名	监测到的年份
1		海神草属	海神草	<i>Cymodocea rotunda</i>	2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012
2	眼子菜科	海神草属	齿叶海神草	<i>Cymodocea serrulata</i>	2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012
3	(海神草亚科)	二药藻属	二药藻	<i>Halodule uninervis</i>	2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013
5		针叶藻属	针叶藻	<i>Syringodium isoetifolium</i>	2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013
6	水鳖科	海菖蒲属	海菖蒲	<i>Enhalus acoroides</i>	2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013
7	(水鳖亚科)	泰莱草属	泰莱草	<i>Thalassia hemprichii</i>	2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013
8	水鳖科	喜盐草属	小喜盐草	<i>Halophila minor</i>	2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012
9	(喜盐草亚科)	喜盐草属	喜盐草	<i>Halophila ovalis</i>	2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013

2.2 海草床覆盖度变化

2004~2013年海南岛东部沿海海草床整体平均覆盖度总体上呈下降趋势,2004年平均覆盖度为58.60%,2004~2010年海草床平均覆盖度

能够维持稳定,变化范围为59.68%~35.20%,2010~2013年海草床平均覆盖度下降趋势明显,从43.00%下降到21.12%,见图2。

2004~2013年高隆湾、长圯港、龙湾、新村港

以及黎安等各监测样地的海草床平均覆盖度均呈下降趋势。高隆湾海草床平均覆盖度变化范围为 45.65% ~ 11.63%, 均值为 32.44%; 长圯港海草床平均覆盖度变化范围为 54.60% ~ 3.00%, 均值为 33.55%; 龙湾海草床平均覆盖度变化范围为 78.00% ~ 18.89%, 均值为 41.66%; 新村港海草床平均覆盖度变化范围为 66.00% ~ 36.22%, 均值为 51.67%; 黎安港 67.00% ~ 35.86%, 均值为 46.60%。海草床平均覆盖度均值从大到小为新村港 > 黎安港 > 龙湾 > 长圯港 > 高隆湾。高隆湾、长圯港及龙湾历年海草床平均覆盖度变化普遍受到养殖等人为活动严重影响。此外,高隆湾到东郊椰林海草床片区海洋工程对海草床有一定影响,长圯港常年风浪较大,沿岸虾塘分布较多,养殖废水、生活污水等陆源污染以及风浪流沙等自然因素对海草床种类及平均覆盖度影响较大,平均覆盖度变化范围较大,下降明显。新村港与黎安港破坏因素主要为 2005 年大规模的围垦养殖,自 2007 年设有海草床特别保护区以来,主要为麒麟菜养殖,人为干扰较少,另沿岸浅水区域海草床受到轻微挖贝、耙螺影响。总体上新村港与黎安港为典型泻湖海湾,风浪流沙影响较小,平均覆盖度变化范围相对较小,平均覆盖度较大,各调查样地平均覆盖度变化情况见图 2。

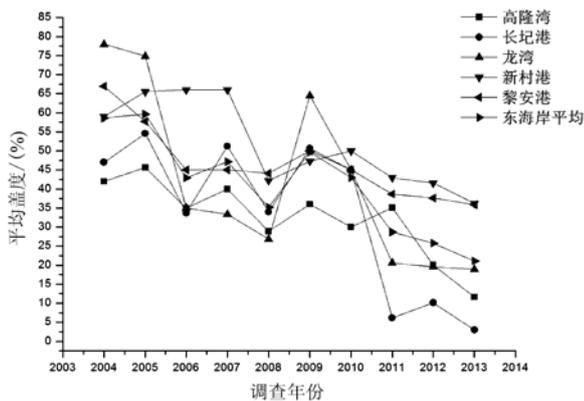


图 2 海南岛东海岸海草床平均覆盖度年份变化

Fig. 2 The change of the average coverage of the seagrass beds in the east coast of Hainan island over the years

2.3 海草床平均密度变化

2004 ~ 2013 年海南岛东部沿海海草床整体平均密度总体上呈下降趋势。2004 ~ 2005 年下降比较明显,从 1756 株/m² 下降到 308 株/m², 2006 ~ 2008 年海草床平均密度变化基本稳定,变化范围约为 (638 ~ 745) 株/m², 2009 ~ 2013 年呈

下降趋势,从 316 株/m² 下降到 223 株/m², 见图 3。

2004 ~ 2013 年高隆湾、长圯港、龙湾、新村港以及黎安各监测样地的平均密度均呈下降趋势。高隆湾从 2004 年 506 株/m² 下降到 2013 年 198 株/m², 均值 325 株/m²; 长圯港从 2004 年 496 株/m² 下降到 2013 年 192 株/m², 均值 351 株/m²; 龙湾从 2004 年 372 株/m² 下降到 2003 年 257 株/m², 均值 196 株/m²; 新村港从 2004 年 1910 株/m² 下降到 2013 年 237 株/m², 均值约 1041 株/m²; 黎安港从 2004 年 5496 株/m² 下降到 2013 年 230 株/m², 均值 821 株/m²。平均密度均值从大到小为新村港 > 长圯港 > 龙湾 > 高隆湾 > 黎安港。黎安港目前主要以海菖蒲与泰莱草较为常见,尤以植株高大,占地面积较大海菖蒲最为常见,故单位面积密度最低;新村港除海菖蒲常见外,泰莱草、二药藻、海神草等植株适中种类分布较广,分布面积也较大,长势也好,故平均密度最高;长圯港历次调查种类较多,植株适中及矮小种类分布较广,故长圯港平均密度仅次于新村港,但近年来随着养殖污染严重,及台风直接或间接作用,目前长圯港海草种类及平均密度下降趋势极为明显,目前海菖蒲为常见种,其他种类零星分布;龙湾港海草平均密度变化不大,海菖蒲与泰莱草较为常见,两者常相互间生;高隆湾海草床平均密度下降也明显,主要受海洋工程影响如人工岛、堤坝及沿岸虾塘围填,但分布于红树林沿岸喜盐草植株矮小,个体占地面积较小,单位面积平均密度较大,故海草平均密度也较黎安海草平均密度高,见图 3。

2.4 海草床平均生物量变化

2004 ~ 2013 年海南岛东部沿海海草床平均生物量总体上保持稳定。2004 ~ 2005 年有所下降,从 348.00 g/m² 下降到 84.71 g/m², 2005 ~ 2008 年海草床平均生物量变化有所上升,2008 年达到 299.63 g/m², 2008 ~ 2012 年呈下降趋势,2012 年海草床平均生物量为 145.82 g/m², 2013 年又上升到 388.87 g/m², 见图 4。

2004 ~ 2013 年高隆湾、长圯港、龙湾、新村港以及黎安等地的平均生物量基本稳定。高隆湾 2004 ~ 2013 年平均生物量范围为 (51.10 ~ 298.78) g/m², 均值约 153.08 g/m²; 长圯港 2004 ~ 2013 年平均生物量范围为 (51.10 ~

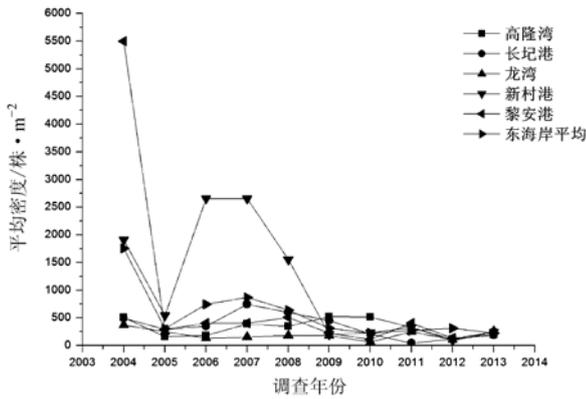


图3 海南岛东海岸海草床平均密度年份变化

Fig. 3 The change of the average density of the seagrass beds in the east coast of Hainan island over the years

298.78) g/m^2 , 均值约 $174.06 \text{ g}/\text{m}^2$; 龙湾 2004 ~ 2013 年平均生物量范围为 (81.13 ~ 242.41) g/m^2 , 均值约 $146.42 \text{ g}/\text{m}^2$; 新村港 2004 ~ 2013 年平均生物量范围为 (36.38 ~ 537.86) g/m^2 , 均值约 $151.34 \text{ g}/\text{m}^2$; 黎安港 2004 ~ 2013 年平均生物量范围为 (52.70 ~ 994.00) g/m^2 , 均值约 $212.54 \text{ g}/\text{m}^2$; 调查样地平均生物量均值从大到小为黎安港 > 长圪港 > 高隆湾 > 新村港 > 龙湾, 见图 4。海草平均生物量主要受到植株本身影响, 植株高大、根系发达种类如海菖蒲, 个体平均生物质量较大, 如黎安、长圪港以海菖蒲最为常见, 平均生物量均值较大, 高隆湾海菖蒲与泰莱草较常见, 但植株矮小, 根系不发达, 个体平均生物质量较小的喜盐草也有一定的分布区域, 故平均生物量仅次于黎安港与长圪港, 新村港种类变化不大, 植株适中种类如泰莱草、二药藻、海神草分布面积较大, 故整体平均生物量次于黎安港、长圪港与高隆湾, 龙湾港海菖蒲及泰莱草植株较不完整, 茎叶缺损严重, 故平均生物量最低。

据杨宗岱、林鹏、范航清、黄小平等人海草调查工作统计, 海南岛周边海域海草种类为 2 科 6 亚科 8 属 13 种^[11-12], 本研究于 2004 ~ 2009 年对海南岛周边海域的海草资源进行综合调查, 共调查到 6 属 10 种^[13], 其中贝克喜盐草与羽叶二药藻主要分布于海南岛西北部花场湾红树林淤泥底质沿岸海域, 通过对海南岛东部沿海海草床长期定点监控, 在监控站点区域历次监测到海草种类为 6 属 8 种。

不同的底质类型对不同种类的海草分布与生长具有限制作用, 台湾柯智仁等通过对海草分类

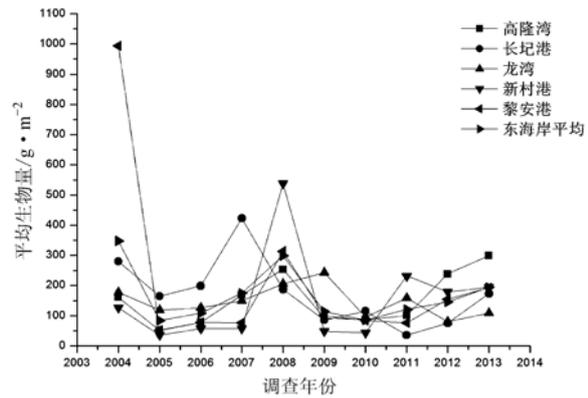


图4 海南岛东海岸海草床平均生物量年变化

Fig. 4 The change of the average biomass of the seagrass beds in the east coast of Hainan island over the years

与分布的研究中认为热带、亚热带地区的海草分布与海草分布底质类型上多有关系, 海菖蒲、泰莱草、海神草、齿叶海神草、针叶藻及二药藻等均能在珊瑚沙、珊瑚碎屑及珊瑚礁平台上生长, 喜盐草、羽叶二药藻及二药藻能在泥质滩地上生长, 贝克喜盐草及喜盐草在软泥质盐田叶有分布^[14]。本研究于 2004 ~ 2013 年对海南岛东部沿海海草床进行长期监控, 海菖蒲、泰莱草、喜盐草、二药藻及海神草在海南岛东海岸分布广泛, 针叶藻、小喜盐草、齿叶海神草等分布较少。通过样地调查, 海南岛东部沿岸黎安港和新村港海草床主要分布在泻湖沿岸, 沉积物组成类型是泥砂及少量珊瑚碎屑; 长圪港、龙湾和高隆湾海草床主要分布在珊瑚礁港湾海岸, 海草床沉积物组成类型是珊瑚屑、贝壳屑、砾石、粗砂、中砂和细砂, 此外, 高隆湾至长圪港之间有红树林分布, 红树林沿岸有淤泥底质。因此, 高隆湾以珊瑚碎屑、粗砂、中砂和细砂底质类型的海菖蒲、泰莱草以及红树林沿岸泥沙底质类型的喜盐草为常见种, 龙湾以海菖蒲跟泰莱草为常见种, 新村港以海菖蒲、泰莱草、海神草等为常见种, 黎安以海菖蒲、泰莱草为常见种, 长圪港海草种类以海菖蒲为常见种。

本研究通过大量实地调查数据分析了海南岛周边 10 种海草床群落的种间关系, 认为海草之间株高存在的巨大差异, 导致光合作用的巨大差异, 海草间存在很强对空间环境的相互竞争关系; 根系发达且有株高优势海菖蒲与其他海草种类表现出很强的负相关性, 具有很强适应环境及排斥其他海草种的特性, 海南岛海草群落尚未达到完全稳定状态, 仍处于发展演替之中, 较容易受

外界因素干扰而发生波动^[15],海南岛海草床变化的主要影响因素为渔业活动、陆源污染、海洋工程、非法渔业以及自然因素等^[13]。高隆湾、长圯港、龙湾、新村港以及黎安各调查样地的平均覆盖度及平均生物平均密度均呈下降趋势,其中高隆湾主要是受到海洋工程及沿岸虾塘围填及其排污影响;长圯港主要受到陆源污染、台风及海洋工程影响;龙湾港主要为养殖污染影响;新村港及黎安主要受到养殖活动影响,耙螺等活动、自然因素影响较少。

3 结 论

(1)2004年~2013年海南岛东海岸共调查到海草种类有2科3亚科6属8种,分别为海菖蒲、泰莱草、二药藻、喜盐草、海神草、齿叶海神草、针叶藻、小喜盐草等。经统计,2004~2013年监测常见种类有海菖蒲、泰莱草、二药藻、喜盐草、海神草等,一些对底质类型以及环境条件要求苛刻的种类,分布面积逐渐减少。

(2)2004~2013年海南岛东部沿海海草床整体平均覆盖度总体上呈下降趋势,由2004年58.60%下降到2013年21.12%;平均密度总体上呈下降趋势,由2004年1756株/m²下降到2013年223株/m²;高隆湾、长圯港、龙湾、新村港以及黎安各地的平均覆盖度及平均生物平均密度均呈下降趋势。主要影响原因有海洋工程、陆源污染、养殖活动以及台风等。

(3)2004~2013年海南岛东海岸海草床总体平均生物量变化不大,基本保持稳定。海南岛东海岸海草床主要为对环境要求苛刻,适应能力不强的种类分布面积逐渐减少,而根系发达,植株高大海菖蒲变化不大,且有占有其他种类生境趋势。因此,整个海南岛东部沿海海草床平均生物量相

对稳定。

参考文献:

- [1] 杨宗岱. 中国海草植物地理学的研究[J]. 海洋湖沼通报, 1979(2):41-46.
- [2] DENNISON W C, ORTH R J, MOORE K A, et al. Assessing water quality with submersed aquatic vegetation [J]. Bioscience, 1993, 43:86-94.
- [3] DEN H C. The seagrasses of the world [M]. Amsterdam: North Holland Publication, 1970:234-275.
- [4] PRANGE J A, DENNISON W C. Physiological responses of five seagrass species to trace metals [J]. Marine Pollution Bul, 2002, 41:327-336.
- [5] 许战州, 朱艾嘉, 蔡伟叙, 等. 流沙湾海草床重金属富集特征 [J]. 生态学报, 2011, 31(23):7244-7250.
- [6] 王丕烈, 韩家波, 马志强, 等. 海南省儒艮资源现状调查 [J]. 兽类学报, 2007, 27(1):68-73.
- [7] 李文涛, 张秀梅. 海草场的生态功能 [J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(5):933-939.
- [8] 黄小平, 黄良民, 李颖虹, 等. 华南沿海主要海草床及其生境威胁 [J]. 科学通报, 2006, 51:114-119.
- [9] DEIONGN H H, KISWARA W, KUSTIAWAN W, et al. A review of research on the interactions between dugongs (Dugong dugon mü ller 1776) and intertidal seagrass beds in Indonesia [J]. Hydrobiologia, 2007, 591:73-83.
- [10] RONALD C P, MCROY C P. Seagrass research methods [M]. Paris: Unesco, 1990:19-25.
- [11] 杨宗岱. 中国海草的生态学研究 [J]. 海洋科学, 1982, (2):34-37.
- [12] 范航清, 石雅君, 邱广龙. 中国海草植物 [M]. 北京: 海洋出版社, 2009:1-50.
- [13] 王道儒, 吴钟解, 陈春华, 等. 海南岛海草资源分布现状及存在威胁 [J]. 海洋环境科学, 2012, 31(1):34-39.
- [14] 柯智仁. 台湾海草分类与分布之研究 [D]. 台湾: 国立中山大学, 2004:45-48.
- [15] 陈石泉, 吴钟解, 王道儒, 等. 海南岛海草床群落种间关系研究 [J]. 海洋通报, 2013, 32(1):78-85.