

琼海麒麟菜保护区藻场退化原因分析

于淑楠¹, 王雅丽¹, 黄 勃¹, 段泽林², 杨文杰¹, 张 钰¹, 胡吟胜¹, 马 坤¹,
刘福欣¹, 米 波¹

(1. 海南大学 海洋学院, 海南 海口 570228; 2. 华东师范大学 生命科学学院, 上海 200062)

摘要: 麒麟菜在热带海域广泛分布, 具有较高营养价值和生态价值。琼海保护区内麒麟菜已无法形成藻场。其主要原因是人工掠夺性采集麒麟菜和毁灭性开采珊瑚。在调查期间, 麒麟菜在调查站位中只出现两次, 分布稀少。珊瑚种类出现频率为 0。沿岸养殖面积大, 大量污水排放保护区内。总氮含量高(0.58 mg/L)导致氮磷比例不协调(38.6 : 1)、化学需氧量(COD)较高(0.79 mg/L), 生物因素中细菌含量偏高(506 CFU/mL), 珊瑚大量被破坏, 导致麒麟菜的藻场退化。底栖生物多样性低, 周年平均 1.176。

关键词: 麒麟菜; 琼海; 藻场退化; 水质原因

中图分类号: S963.4 文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2018)05-0077-05

DOI: 10.11759/hyxx20140301001

麒麟菜是一种珍贵的海藻, 生长在有珊瑚礁的海底上, 有“海底庄稼”之称。主要分布在热带, 如菲律宾、印尼和中国的海南等。它含有丰富的角叉菜胶, 多糖, 色素, 海藻氨基酸及多种微量元素, 因此, 是很有价值的食品和药品^[1-4], 工业上也可以用来制造卡拉胶等工业原料^[5-7]。原广东省海南行政区粤府函[1983]63 号文批准, 批准在海南省沿海一带文昌、琼海藻区建立麒麟菜自然资源保护区, 保护区总面积约为 130 km²。原保护区内麒麟菜资源丰富, 野生群体较多^[8-9]。但是, 随着人类活动在沿海区域不断加强, 麒麟菜资源逐渐衰退, 麒麟菜藻场面积也急剧减少^[10-12]。我国开展的麒麟菜保护研究工作相对较少, 缺少保护麒麟菜及其生境的意识和相应措施。本文通过对琼海麒麟菜保护区海域生态调查, 主要针对温度、盐度、总氮、总磷、COD、底栖生物、细菌含量、珊瑚和麒麟菜的种类和分布情况进行研究, 分析琼海麒麟菜保护区的生态环境现状, 寻找麒麟菜保护区藻场退化的原因。

12 个站点。其中站点 2、站点 3、站点 6、站点 8、站点 9、站点 12 共计 6 个站点位于潮下带, 余下的 6 个站点位于潮间带。

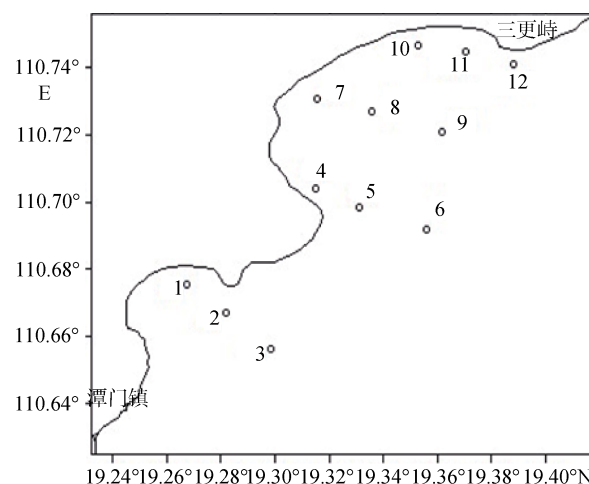


图 1 琼海麒麟菜保护区调查海区采样站位图

Fig. 1 Sampling stations in the Qionghai eucheuma nature reserve

1 材料与方 法

1.1 样品采集

2010 年在麒麟菜保护区针对麒麟菜的退化机制已经做了大量定性采样调查, 结果显示麒麟菜保护区内已经很难采到。本文于 2011 年选取了 4 个季度的月份(4 月、7 月、9 月和 11 月)对琼海麒麟菜保护区采样地点进行定量调查, 具体调查站位如图 1 所示。琼海麒麟菜保护区站共设 4 个取样断面, 总计

收稿日期: 2017-05-27; 修回日期: 2018-02-02

基金项目: 海南省重点计划项目(ZDYF2016089); 国家海洋公益项目(201105008-7); 国家 863 项目(2012AA10A412-8); 中医药行业科研专项(201207002-03)

[Foundation: Hainan Key Research Program (ZDYF2016089); National Marine public welfare project, No.201105008-7; National 863 Project, No.2012AA10A412-8; scientific research project of Chinese medicine industry, No.201207002-03]

作者简介: 于淑楠(1987-), 女, 山东济南人, 硕士研究生, 主要从事海洋生物学研究, 电话: 13156186361, E-mail: kdm@foxmail.com; 黄勃(1965-), 通信作者, 教授, 电话: 13876065269, E-mail: huangbohbl@163.com

1.2 样品分析

检测的水质项目包括: 温度、盐度、化学需氧量(COD)、总氮(TN)、总磷(TP)、底栖生物、细菌含量、珊瑚和麒麟菜的种类和分布, 样品分析按《海洋监测规范》(GB17378.3-1998)方法进行^[13], 海水质量评价采用《海水水质标准》(GB3097-1997)^[14]。

2 结果与分析

2.1 温度

调查显示一年中最低水温测值平均值在春季约为 24.89℃, 最高平均水温在夏季达到了 29.14℃, 年平均温度为 26.76℃。保护区内海水温度的平面分布主要特点是: 中部是相对较高, 东部和西部两侧相对较低。

2.2 盐度

调查期间, 一年中最低平均盐度测值在春季为 25.53, 最高平均盐度测值在夏季为 27.83, 年平均盐度测值为 26.48。观测期间的盐度分布的基本格局是近岸区高, 并在站 6 附近形成一个相对低盐的区域。

2.3 总氮

调查显示琼海麒麟菜保护区年度总氮的测值范围在 0.46~0.68 mg/L, 其平均值为 0.58 mg/L, 远远超出适合做保护区用的国家一类水质标准(0.2 mg/L)^[14]。其分布的主要特点是在湾内区域受龙湾港的影响形成漩涡, 底质营养盐泛起, 导致该区域总 N 含量较高, 靠近湾外站点 2、站点 3 海域是由于海水较深, 营养盐沉积, 因此此处总氮含量较高。

2.4 总磷

调查期间, 琼海麒麟菜保护区总磷的测值范围在

0.010~0.022 mg/L, 其平均含量为 0.015 mg/L, 接近适合做保护区用的国家一类水质标准上限(0.015 mg/L)^[14]。其分布的主要特点是此区域在湾内受龙港影响形成漩涡, 底质营养盐泛起, 导致该区域总磷含量较高, 靠近湾外站点 2、站点 3 海域的总磷含量较高, 是由于该出海海水较深, 该处营养盐沉积。

2.5 海水化学需氧量(COD)

调查期间, 一年中 COD 的测值范围在 0.69~0.95 mg/L, 其平均值为 0.79 mg/L。其分布的主要特点是: 湾内 COD 含量最高, 湾外 COD 较低, 呈现出从湾内到外海 COD 值逐渐降低。由于湾内有机物含量高, 营养盐丰富, 浮游动物、底栖生物、微生物生物量高, 所以该海域 COD 值最高。

2.6 底栖生物

调查显示, 生物样品鉴定出 6 科 9 种, 大部分为底内生物, 底栖生物生物量的范围在 22.74~41.49 g/m², 其平均生物量为 32.72 g/m²。平均生物多样性指数为 1.176。其分布特点是底栖生物生物量基本呈现出排污口水口附近生物量高, 反之生物量低。整个湾内的底栖生物生物量明显高于湾外海域, 这跟该地区有机质含量丰富有关。

2.7 异氧细菌含量

调查显示, 保护区年度平均异氧细菌含量在 374~815 个/mL, 其平均含量为 506 个/mL。其分布的主要特点是: 靠近湾内微生物生物量较大, 站点 10、站点 11 附近湾内微生物生物量最高, 生物量变化较大, 湾外微生物量较低。湾内养殖用水大量排入, 有机质含量较高, 促进该水域异养微生物生长。湾外和外海地区海水交换加快, 有机物含量下降, 异养微生物生物量降低。

表 1 琼海麒麟菜保护区海域各调查站位平均因素

Tab. 1 The average water quality factors in Qionghai eucheuma nature reserve

因素	温度/ ℃	盐度/ ‰	总氮/ (mg/L)	总磷/ (mg/L)	COD/ (mg/L)	底栖生物生 物量/(g/m ²)	底栖生物多 样性指数	细菌含量/ (个/mL)	珊瑚生物 量/(g/m ²)	麒麟菜出现 频率(100%)
4 月	24.89	25.53	0.46	0.010	0.69	22.74	0.647	431	0	0.08
7 月	28.22	27.83	0.63	0.011	0.95	30.52	0.875	374	0	0.00
9 月	29.14	26.04	0.68	0.022	0.81	36.12	1.032	403	0	0.00
11 月	24.78	26.50	0.57	0.015	0.73	41.49	2.148	815	0	0.08
平均值	26.76	26.48	0.58	0.015	0.79	32.72	1.176	506	0	0.04

2.8 珊瑚

调查期间,各个站点均未发现正常生长的珊瑚分布,而大量死珊瑚堆积在岸边。珊瑚礁受到严重破坏。由于珊瑚是麒麟菜赖以生长和繁殖的场所,珊瑚的大量死亡这也是麒麟菜资源退化的原因之一。

2.9 麒麟菜

调查显示,潮间带没有发现麒麟菜,潮下带不同的站点在4月和11月分别采集到过一次,分别是琼枝麒麟菜和长心卡帕藻。年平均麒麟菜出现频率仅为0.04%。

3 讨论

琼海麒麟菜保护区的年平均盐度测值为26.48%,小于海水的平均盐度(35%)。黄园等^[15]研究表明热带海水盐度降低容易导致产胶海藻长心卡帕藻的死亡。海洋植物从海水摄取的微量元素含量较低,这些元素对海洋植物的生长有制约作用。水体总氮、总磷如果浓度过大也会产生相反的效应,当水中氮、磷物质超标时,微生物大量繁殖,浮游生物生长旺盛,出现富营养化状态^[16],极易引发赤潮或贫氧现象,会直接影响生态环境的质量和生物资源^[17-19]。

琼海麒麟菜保护区内总氮总磷含量较高,其中总氮含量严重超标达到0.57 mg/L,这也是与保护区周边鱼虾养殖业的迅猛发展密不可分,养殖污水是保护区近岸海域的主要污染源之一。一些清塘的养殖污水包括残饵和粪便,含有大量的无机物和微生物病原菌,不经过任何处理就排入海中^[20]。Funge等^[21]对虾类养殖的过程研究表明,养殖中除了10%的氮和7%的磷可以被利用,其他的都以各种形式进入海洋;李纯厚^[22]等调查显示2001年广东省大量养殖污水直接进入临近海域,而其中无机氮、无机磷、COD和悬浮物的含量都较高。调查显示保护区内氮磷比例较高(38.6:1),超过适合海洋植物生长的也是一般海水的氮磷比(16:1)。残饵粪便的分解作用容易导致水中异氧细菌数量增加、溶解氧含量下降、营养盐增加^[23, 24]。这也是琼海麒麟菜保护区内细菌含量较高(506个/mL),COD较高(0.79mg/L)的原因。而营养盐与微生物普遍增高,富营养化程度较高,也容易导致杂藻与麒麟菜竞争激烈,不利于其生长^[25]。麒麟菜通常生活在水质良好、透明度大的海域,所以鱼虾养殖业的迅猛发展对保护区内麒麟菜的生长构成了严重威胁。因此调查期间麒麟菜的数量和种类都

极少,年平均出现频率仅为0.04%。

麒麟菜自然保护区周边渔民的过度开采利用,如非法开采麒麟菜、非法进入保护区进行捕捞作业时时有发生,对珊瑚礁的破坏极大。这也是保护区麒麟菜种质资源退化的重要原因。

4 结论

(1) 人为大规模采集珊瑚,导致珊瑚数量骤减,麒麟菜缺少了生长和繁殖所必需的场所,底栖生物也遭到破坏,多样性降低。生物环境因子不适合麒麟菜的生长。

(2) 保护区周边养殖密度过大,养殖废水直排,导致海水中氮磷比过高,异养细菌含量大。非生物环境因子不适合麒麟菜的生长。

(3) 人类掠夺性捕捞麒麟菜,直接造成了麒麟菜的种类和数量减少。原来保护区内有四种麒麟菜,即琼枝麒麟菜、长心卡帕藻、耳突卡帕藻和珍珠麒麟菜,现在发现两种,即琼枝麒麟菜和长心卡帕藻。麒麟菜种类和面积的减少,是藻场退化的直接原因。

因此,如果要恢复琼海麒麟菜保护区内麒麟菜藻场,应加大珊瑚和麒麟菜保护力度,限制捕捞珊瑚和麒麟菜的行为,减少鱼虾的养殖密度,减少养殖污水的直接排放^[26, 27],提高海水质量,主要海水指标达到一类海水标准,以适合保护区要求的基本条件。

参考文献:

- [1] 朱敏,张立新,史大永. 刺麒麟菜基本成分分析和 1-卡拉胶的提取工艺参数优化[J]. 海洋科学, 2011, 35(12): 63.
Zhu Min, Zhang Lixin, Shi Dayong. Analysis of basic components and optimization of extraction process parameters of 1-carrageenan[J]. Marine Sciences, 2011, 35(12): 63.
- [2] 庞通,刘建国. 热带产卡拉胶海藻形态及表皮特征比较[J]. 海洋科学, 2011, 35(6): 13.
Pang Tong, Liu Jianguo. Comparison of morphological and epidermal characteristics of tropical carrageenan algae[J]. Marine Sciences, 2011, 35(6): 13.
- [3] Ye S M, Cen Y Z, Zhang M Y, et al. Antiviral activities of polysaccharides from *Euचेuma gelatinae* and *Euचेuma striatum* in vitro[J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2007, 26: 14.
- [4] 匡梅,曾呈奎,夏邦美. 中国麒麟菜族的分类研究[J]. 海洋科学集刊, 1999, 41: 168-236.
Kuang Mei, Zeng Chengkui, Xia Bangmei. A taxo-

- onomic study of the family Kylinopsis from China[J]. *Journal of Marine Sciences*, 1999, 41: 168-236.
- [5] 史升耀, 刘万庆, 李智恩, 等. 中国海南岛麒麟菜属卡拉胶的制备与性质[J]. *水产学报*, 2005, 10(1): 1-9. Shi Shengyao, Liu Wanqing, Li Zhien, et al. Preparation and Properties of Carrageenan from Hainan Island, China[J]. *Journal of Aquatic Sciences*, 2005, 10(1): 1-9.
- [6] Bindu M S, Levine I A. The commercial red seaweed *Kappaphycus alvarezii*—an overview on farming and environment[J]. *Journal of Applied Phycology*, 2011, 23(4): 789-796.
- [7] Freile-Pelegrín Y, Robledo D. Carrageenan of *Eucheuma isiforme* (Solieriaceae, rhodophyta) from Nicaragua[C]// Nineteenth International Seaweed Symposium. Springer Netherlands, 2009: 87-91.
- [8] 胡吟胜, 杨文杰, 黄勃, 等. 基于 EST-SSR 不同地理的琼枝群体遗传差异研究[J]. *基因组学与应用生物学*, 2013, 32(3): 367-371. Hu Yinsheng, Yang Wenjie, Huang Bo, et al. Study on genetic diversity of the agar branch population based on EST-SSR different geography[J]. *Genomics and Applied Biology*, 2013, 32(3): 367-371.
- [9] 胡吟胜, 段泽林, 黄勃, 等. 琼枝野生群体与养殖群体的 EST-SSR 分析[J]. *水产学报*, 2013, 37(9): 23-25. Hu Yinsheng, Duan Zelin, Huang Bo, et al. EST-SSR analysis of wild and cultured populations of *Qiongzhi*[J]. *Journal of Aquatic Sciences*, 2013, 37(9): 23-25.
- [10] 李美真, 詹冬梅, 丁刚, 等. 人工藻场的生态作用、研究现状及可行性分析[J]. *渔业现代化*, 2007, 34: 20-22. Li Meizhen, Zhan Dongmei, Ding Gang, et al. The ecological role of artificial algal field, research status and feasibility analysis[J]. *Fishery Modernization*, 2007, 34: 20-22.
- [11] 柴召阳, 霍元子, 于克锋, 等. 枸杞岛瓦氏马尾藻藻场生态系统健康评价[J]. *海洋环境科学*, 2013, 3: 14-16. Chai Zhaoyang, Huo Yuanzi, Yu Kefeng, et al. Ecosystem health assessment of *Sargassum Vulgaris* on *Lycium barbarum*[J]. *Marine Environmental Science*, 2013, 3: 14-16.
- [12] Fang Z, Liu M, Liang L, et al. The effect of seawater relative density on the growth and the carrageenan and pigment content of the Agar *Eucheuma (Betaphycus gelatinum)*[J]. *Journal of Tropical Organisms*, 2012, 3: 005.
- [13] 国家质量技术监督局. GB17378.3-1998. 中华人民共和国海洋监测规范[S]. 1998. State Bureau of quality and Technical Supervision. GB 17378.3-1998. Code for Ocean Monitoring of the people's Republic of China[S]. 1998.
- [14] 国家环境保护局. GB3097-1997 中华人民共和国国家标准海水水质标准[S]. 1997. State Environmental Protection Agency National Standard of seawater quality of the people's Republic of China[S]. 1997.
- [15] 黄园, 刘建国, 庞通, 等. 盐度降低对长心卡帕藻原初光化学反应的影响[J]. *海洋学报*, 2010(3): 146-152. Huang Yuan, Liu Jianguo, Pang Tong, et al. Effect of salinity reduction on primary photochemical reaction of *Carpa longicum*[J]. *Journal of the Ocean*, 2010(3): 146-152.
- [16] 孟顺龙, 裘丽萍, 胡庚东, 等. 氮磷比对两种蓝藻生长及竞争的影响[J]. *农业环境科学学报* 2012, 31: 1438-1444. Meng Shunlong, Qiu Liping, Hu Gengdong, et al. Effects of nitrogen and phosphorus ratio on growth and Competition of two cyanobacteria[J]. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2012: 31: 1438-1444.
- [17] 王慧祺, 潘剑宇, 车志伟. 三亚湾海水中无机氮, 无机磷的时空分布和氮磷比值变化研究[J]. *科技传播* 2012, 17: 084. Wang Huiqi, Pan Jianyu, Che Zhiwei. Study on the temporal and Spatial Distribution of Inorganic nitrogen and Inorganic phosphorus and the ratio of nitrogen and phosphorus in Sanya Bay[J]. *Science and Technology Communication*, 2012, 17: 084.
- [18] 黄良民, 钱宏林. 大鹏湾赤潮多发区的叶绿素 α 分布与环境关系初探[J]. *海洋与湖沼*, 1994, 25: 197-205. Huang Liangmin, Qian Honglin. A preliminary study on the relationship between chlorophyll α Distribution and Environment in the Red Tide prone area of Dapeng Bay[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1994, 25: 197-205.
- [19] Buzzelli C P, Luettich Jr R A, Powers S P, et al. Estimating the spatial extent of bottom-water hypoxia and habitat degradation in a shallow estuary[J]. *Marine Ecology Progress Series* 2002, 230: 103.
- [20] 单宝田, 王修林, 赵中华, 等. 海水工厂化养殖废水处理技术进展[J]. *海洋科学*, 2002, 26(10): 36-38. Shan Baotian, Wang Xiulin, Zhao Zhonghua, et al. Advances in treatment of seawater industrial culture wastewater[J]. *Marine Sciences*, 2002, 26(10): 36-38.
- [21] Funge-Smith S J, Briggs M R. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability[J]. *Aquaculture* 1998, 164: 117-133.
- [22] 李纯厚, 黄洪辉, 林钦, 等. 海水对虾池塘养殖污染物环境负荷量的研究[J]. *农业环境科学学报*, 2004, 23: 545-550. Li Chunhou, Huang Honghui, Lin Qin, et al. Study on environmental load of aquaculture pollutants in shrimp

- ponds[J]. *Journal of agricultural and Environmental Sciences*, 2004, 23: 545-550.
- [23] 沈志良. 胶州湾营养盐的现状和变化[J]. *海洋科学*, 1997, 1: 60-64.
Shen Zhiliang. Present status and changes of nutrients in Jiaozhou Bay[J]. *Marine Sciences*, 1997, 1: 60-64.
- [24] 姚云, 沈志良. 水域富营养化研究进展[J]. *海洋科学*, 2005, 2: 23-25.
Yao Yun, Shen Zhiliang. Progress in water eutrophication research [J]. *Marine Sciences*, 2005, 2: 23-25.
- [25] 李俊, 邱勇, 黄勃, 等. 海洋环境因子对琼枝麒麟菜形态特征的影响[J]. *广东农业科学*, 2013, 40(13): 127-128.
Li Jun, Qiu Yong, Huang Bo, et al. Effects of marine environmental factors on morphological characteristics of *Eucheura chinensis* [J]. *Guangdong Agricultural Science*, 2013, 40(13): 127-128.
- [26] 刘朝阳, 孙晓庆. 生物控制法在水产养殖水质净化中的综合应用[J]. *南方水产科学*, 2007, 3(1): 69-74.
Liu Chaoyang, Sun Xiaoqing. Comprehensive Application of Biological Control method in Aquaculture Water purification[J]. *South Fisheries Science*, 2007, 3(1): 69-74.
- [27] Stockwell B, Jadloc C R L, Abesamis R A, et al. Trophic and benthic responses to no-take marine reserve protection in the Philippines[J]. *Marine Ecology Progress Series*, 2009, 389: 1-15.

Causative analysis on eucheuma degeneration in Qionghai eucheuma nature reserve

YU Shu-nan¹, WANG Ya-li¹, HUANG Bo¹, DUAN Ze-lin², YANG Wen-jie¹, ZHANG Yu¹, HU Yin-sheng¹, MA Kun¹, LIU Fu-xin¹, MI Bo¹

(1. Ocean College, Hainan University, Hainan 570228, China; 2. School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Received: May 27, 2017

Key words: Eucheuma; Qionghai; eucheuma degeneration; water quality

Abstract: Eucheuma is widely spread in tropical seas, with high nutritional value and ecological value. There are no algae farms in Qionghai Eucheuma Nature Reserve right now. The main reason is human exploitation of coral and eucheuma on a large scale. During the investigation, Eucheuma appears only twice in the stations, and the frequency of occurrence of corals was 0. Large aquaculture areas result in too many aquaculture wastewaters in nature reserve. Due to high total nitrogen content (0.58 mg/L), inharmonious N/P ratio (38.6 : 1), high chemical oxygen demand (0.79 mg/L), high levels of bacteria content (506 CFU/ml), large damage of benthic organisms and coral, the eucheuma degeneration has become ever more serious. The annual average of benthic biodiversity was as low as 1.176.

(本文编辑: 梁德海)