

南海岛礁羊鲍(*Haliotis ovina*)资源及其 栖息地环境研究*

王公嗣^{1, 2, 3, 4} 符翔超^{1, 2, 3, 4} 黄 勃^{1, 2, 3, 4①} 罗 安^{3, 4}

(1. 海南大学海洋学院 海口 570228; 2. 海南省热带水生生物技术重点实验室 海口 570228; 3. 海南大学热带生物资源教育部重点实验室 海口 570228; 4. 海南大学南海海洋资源利用国家重点实验室 海口 570228)

摘要 鲍是重要的海珍品, 羊鲍(*Haliotis ovina*)是主要生活在热带岩岸潮间带大型经济鲍类底栖动物。为了研究南海岛礁羊鲍资源及其栖息环境, 我们在宣德群岛的永兴岛和七连屿, 永乐群岛的羚羊礁、甘泉岛和晋卿岛进行了羊鲍资源分布及其栖息水环境研究。按照《海岛调查技术规程》中潮间带岩岸大型底栖生物调查方法, 对羊鲍进行取样调查。按照《海洋调查规范第 4 部分: 海水化学要素调查》(GB T 12763.4-2007), 对羊鲍栖息地水环境的总无机氮、活性磷酸盐、悬浮物和叶绿素 *a* 等海水化学要素进行分析。结果表明, 羊鲍在永乐群岛和宣德群岛都有分布, 这些岛礁按永兴岛、七连屿、羚羊礁、甘泉岛和晋卿岛的顺序, 分布密度依次增加, 个头大小依次增大, 总体来说羊鲍资源量小, 有的岛礁海区几乎绝迹, 亟需开展生态增殖和资源养护研究工作。水质调查表明, 除永兴岛站位的悬浮物指标因填海作业未达标外, 各站位的水质指标均达一类水标准且具有一定稳定性。因此, 尽管南海岛礁受人类活动的影响, 但该海域仍适合羊鲍栖息, 是羊鲍资源养护、底播生态增殖和生态养护的适宜场所, 符合建立海洋保护区的国家水质标准和环境条件。

关键词 羊鲍(*Haliotis ovina*); 宣德群岛; 永乐群岛; 海水环境

中图分类号 S968.3 **doi:** 10.11693/hyhz20200100014

鲍是重要的经济海洋生物之一, 具有很高的营养和药用价值。其中分布于全球热带和亚热带海域的食用鲍有羊鲍(*Haliotis ovina*)、耳鲍(*H. asinina*)、杂色鲍(*H. diversicolor diversicolor*)和九孔鲍(*H. diversicolor supertexta*)。羊鲍在我国主要分布于西沙群岛海域等南部沿海, 在国外主要分布于澳大利亚、马来西亚、菲律宾、日本等海域。羊鲍栖息岩石质的海底, 在低潮线附近的岩石下面或岩石缝内即可采到。羊鲍为雌雄异体, 其贝壳呈卵圆形(羊鲍的形态特征见图 1), 一般壳长 70mm 左右, 螺层约 4 层, 螺旋部较宽大。壳面粗糙不平, 为灰绿色或褐色, 布有黄

白色花纹; 壳内为银白色。目前国内外学者对羊鲍进行了基因遗传多样性(Klinbunga *et al.*, 2004; 黎中宝等, 2008; Li, 2009; 张桂玲等, 2011; 杨文杰等, 2012; Li *et al.*, 2013)、胚胎发育及影响其的关键生态因子(丁敬敬等, 2016a, b; 丁敬敬, 2016)、配子形成周期(Jarayabhand *et al.*, 1992)、性腺结构和超显微结构(Singhakaew *et al.*, 2003; 罗安, 2007)等方面的研究。近年来因过度捕捞和气候变化, 野生羊鲍资源不断减少。我国南海面积广阔, 岛礁众多, 海域条件复杂, 然而到目前为止, 对南海岛礁鲍资源及栖息地的环境调查未见报道。

* 海南省重点计划项目, ZDYF2016089 号; 国家海洋公益项目, 201105008-7 号; 国家高技术研究发展计划(863)项目, 2012AA10A412-8 号, 2004AA603130 号; 中医药行业科研专项(海洋药), 201207002-03 号。王公嗣, 硕士研究生, E-mail: 244280413@qq.com

① 通信作者: 黄 勃, 教授, E-mail: huangboh1@163.com

收稿日期: 2020-01-12, 收修改稿日期: 2020-03-08

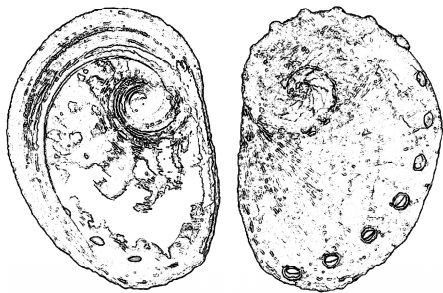


图 1 羊鲍形态特征图
Fig.1 The image of *H. ovina*

1 材料与方法

2018 年 9—10 月, 在宣德群岛的永兴岛和七连屿,

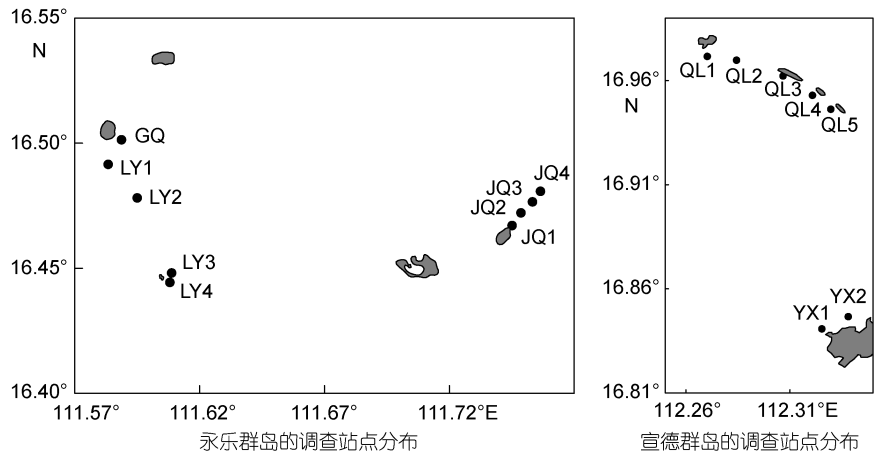


图 2 调查区域和主要调查站位分布
Fig.2 The investigation areas and the location of sample sites

2 结果与分析

2.1 羊鲍密度和大小

永兴岛羊鲍密度为 1.2 个/100m², 其平均壳长 5.99cm; 七连屿羊鲍密度为 1.8 个/100m², 其平均壳长 6.31cm; 晋卿岛羊鲍密度为 8.3 个/100m², 其平均壳长 7.65cm; 羚羊礁羊鲍密度为 9.8 个/100m², 其平均壳长 7.84cm; 甘泉岛羊鲍密度为 6.8 个/100m², 其平均壳长 8.19cm。见表 1。

2.2 总无机氮和活性磷酸盐

宣德群岛和永乐群岛的各站点的总无机氮含量和活性磷酸盐含量, 如图 3 所示。在宣德群岛中, YX1 站点总无机氮含量达到(0.077±0.001)mg/L, 为所有采样点的最高值。YX1 站点活性磷酸盐含量达到(0.009±0.001)mg/L, 为所有采样点的最高峰。氮磷比

永乐群岛的羚羊礁、甘泉岛和晋卿岛开展羊鲍资源及栖息水环境条件调查, 调查站位见图 2。羊鲍分布的调查方法按照《海岛调查技术规程》中调查岩底质的潮间带海区生物调查方法进行。由于南海调查区域的羊鲍资源减少严重, 有的岛礁海区(如永兴岛和七连屿)濒临灭绝, 因此调查面积较难估计。在发现有羊鲍生长的地方采取水样, 调查区域几乎覆盖了整个永兴岛的西北海岸、七连屿的南海岸、甘泉岛的东南海岸、晋卿岛的西北海岸、羚羊礁的西海岸。总无机氮、活性磷酸盐、悬浮物和叶绿素 *a* 等水化学要素的取样和分析方法, 按照《海洋调查规范第 4 部分: 海水化学要素调查》(GB/T 12763.4-2007)进行分析, 采集表层水, 水样深度 0m。

氮和活性磷酸盐均大于七连屿站点。在永乐群岛的站位中, JQ1 站点总无机氮含量达到(0.052±0.003)mg/L, 为所有采样点的最高值。LY3 站点活性磷酸盐含量达到(0.008±0.001)mg/L, 为所有采样点的最高峰。氮磷比

表 1 南海岛礁羊鲍居群、采集地点、时间以及样品数量和壳长(cm)

居群	时间(年.月)	数量(个)	平均壳长±标准差(cm)
永兴岛	2018.10	6	5.99±0.46
七连屿	2018.10	5	6.31±0.81
晋卿岛	2018.09	15	7.65±1.25
羚羊礁	2018.09	11	7.84±1.32
甘泉岛	2018.09	8	8.19±0.62

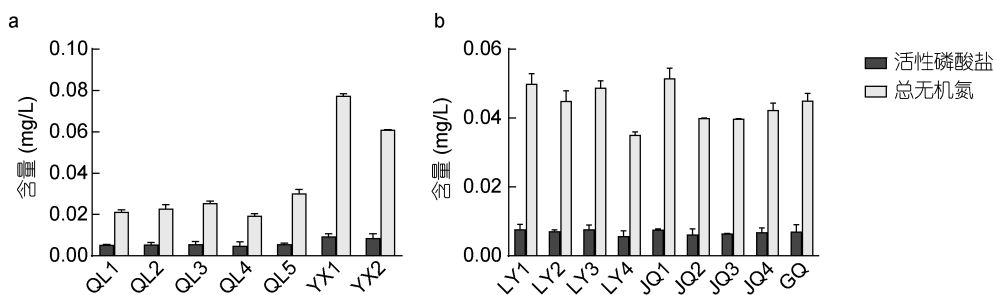


图3 宣德群岛和永乐群岛各站点的总无机氮含量和活性磷酸盐含量

Fig.3 Distribution of DIN and $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ in sample sites of the Xisha Islands

注: a. 宣德群岛, b. 永乐群岛

2.3 悬浮物

宣德群岛和永乐群岛的各站点的悬浮物含量如图所示(图 4a, 4c), 在永乐群岛的站点中, JQ1 站点悬浮物含量达到 $(13.3 \pm 1.8)\text{mg/L}$, 为所有采样点的最高值。在宣德群岛的站点中, YX2 站点的悬浮物含量达到 $(17.8 \pm 1.8)\text{mg/L}$, 为所有采样点的最高值。

2.4 叶绿素 *a*

宣德群岛和永乐群岛的各站点的叶绿素 *a* 含量, 如图所示(图 4b, 4d), 在永乐群岛的站点中, LY1 站点叶绿素 *a* 含量达到 $(0.73 \pm 0.06)\text{mg/L}$, 为所有采样点的最高值。在宣德群岛的站点中, YX1 站点叶绿素 *a* 含量达到 $(1.03 \pm 0.06)\text{mg/L}$, 为所有采样点的最高值。

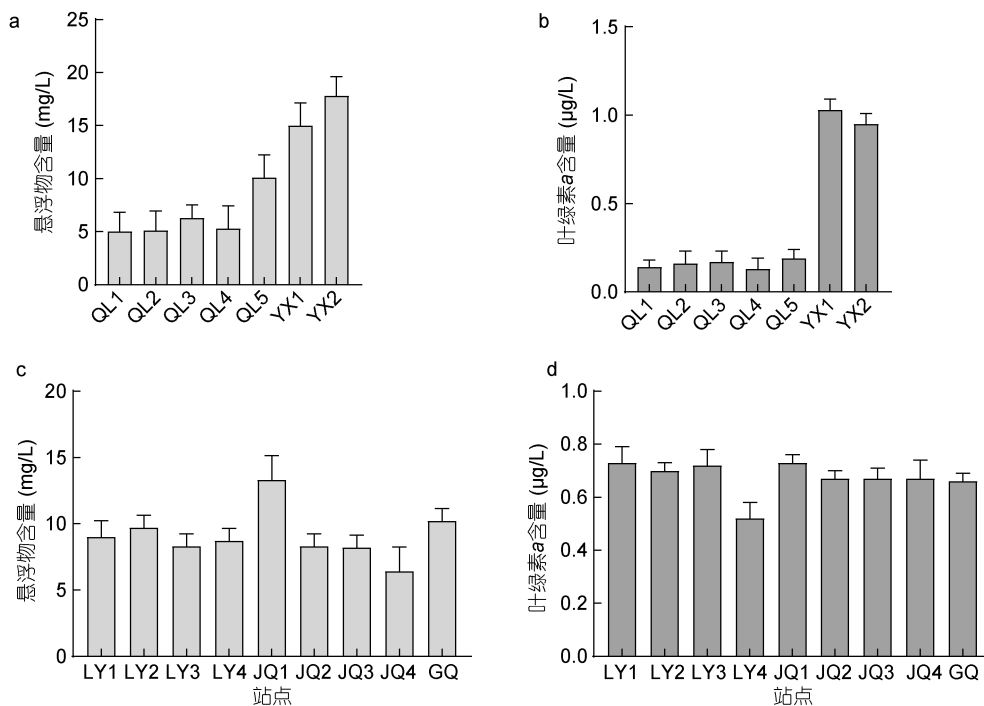


图4 宣德群岛和永乐群岛的各站点的叶绿素 *a* 含量和悬浮物含量

Fig.4 Distribution of suspend solid and chlorophyll-*a* content in sample sites of the Xisha Islands

注: a, b. 宣德群岛; c, d. 永乐群岛

3 讨论

在南海各岛礁羊鲍的分布密度调查中, 我们发现永乐群岛的羊鲍密度较大, 在羚羊礁上密度达到 9.8 个/ 100m^2 , 宣德群岛的密度较低, 其中永兴岛的

羊鲍密度最低, 仅为 1.2 个/ 100m^2 , 体长较小 [$(5.99 \pm 0.46)\text{cm}$], 种群出现个体小型化现象。各岛礁羊鲍的个体大小、分布密度的变化, 推测与捕捞强度明显相关。通过对岛礁渔民分布及活动范围的调查发现, 永兴岛是三沙市中心区, 是三沙渔民的主要聚集

和渔业活动场所, 因此捕捞强度大; 而七连屿、晋卿岛、羚羊礁和甘泉岛海区, 渔业活动的强度逐渐降低, 因此这可能是导致羊鲍个体逐渐变小、密度逐渐降低的直接原因。本课题组在 21 世纪初在本海区采样所得的羊鲍壳长最大为 14.57cm, 本次调查最大壳长为 (8.19 ± 0.62) cm。与之相比, 近年来羊鲍的壳长明显变小, 种群密度均有下降, 在永兴岛和七连屿海区几乎绝迹, 亟需开展生态增殖和资源养护研究工作, 以期维护羊鲍种质资源稳定, 达到可持续开发利用目的。

根据海水水质标准(GB 3097-1997), 宣德群岛和永乐群岛各站位的总无机氮指标和活性磷酸盐指标均达一类水标准(无机氮含量小于 0.20mg/L, 活性磷酸盐含量小于 0.015mg/L), 所采水样的水深均为 0m, pH 为 8.1—8.2, DO 各站点均大于 7.0mg/L, COD 各站点均小于 0.5mg/L, 均符合一类水标准。由于永兴岛的固定人口数量逐渐增加, 以及流动人口的增加, 永兴岛站点的总无机氮和活性磷酸盐含量对比相近的七连屿站点明显升高, 永乐群岛站位中, JQ1 的悬浮物偏高由于其潟湖的水文特征, 悬浮物会显著积累, 导致悬浮物含量升高。宣德群岛站位中, 永兴岛的悬浮物含量对比七连屿站点增加量大于 10mg/L, 由于永兴岛的填海开发, 临时搅动海底的细微沙尘, 可能会导致该站点悬浮物含量的人为大量增加, 根据海水水质标准(GB 3097-1997), 悬浮物含量人为增加量大于 10mg/L 为三类水标准, 但是本海区的海水悬浮物含量可能会逐步降低至与周围海区同样的水平, 推测其对本海域的羊鲍栖居造成的影响可能小于预期。理论上, 叶绿素 *a* 含量、无机氮和活性磷酸盐含量可以反映水平的富营养化程度。永兴岛站位的高氮磷比表示本地水质富营养化, 可能对该地栖息的羊鲍有负面影响。从报道的数据情况看(李元超等, 2015), 珊瑚礁生态系统是西沙群岛水环境监测的热点, 原位检测技术被使用在监测西沙群岛珊瑚礁生态系统中, 其利用水质传感器记录了七连屿和永兴岛的 2015 年水质指标: 溶解氧含量为 6.5—6.6mg/L, 叶绿素 *a* 含量为 0.02—0.03 μ g/L, 以及悬浮物、活性磷酸盐和无机氮指标均达一级水平(中华人民共和国海洋行业标准 HY/T087-2005: 近岸海洋生态健康评价指南), 与我们的检测结果相似。尽管暴风雨或者台风可将大量的营养盐冲刷进入西沙群岛水环境, 从而影响水环境稳定与健康。然而 2005—2019 年期间, 活性磷酸和无机氮含量的年平均值及二者的最高值(活性磷酸盐含量最高为 0.01mg/L, 无机氮含量最高为

0.06mg/L), 均优于国家海水水质一类水标准(李元超等, 2019)。从多年来的调查数据上来看, 近几年来虽然由于人类的活动, 水环境遭受一定影响, 但是南海永乐群岛和宣德群岛的水环境优秀且具有一定稳定性, 适合羊鲍栖息和进行羊鲍增殖放流工作, 除永兴岛外也符合建立海洋保护区的国家一级水质标准。此外, 人类活动以及长棘海星(*Acanthaster planci*)的暴发等原因造成的珊瑚礁退化会导致珊瑚礁生态承载能力下降(张振冬等, 2018), 因此也可能成为影响羊鲍生存的重要因素。长棘海星是造成珊瑚礁退化的主要生物因素, 其幼虫以水中浮游生物为食, 同样为滤食性的羊鲍的浮游幼体能够在一定程度上与长棘海星幼虫形成竞争关系, 因此, 羊鲍的底播增殖也可能减缓长棘海星的暴发速度和范围, 进而成为保护珊瑚礁生态系统的有效手段。

4 结论

南海永乐群岛和宣德群岛潮间带均有羊鲍分布, 总体来说羊鲍资源量小, 有的岛礁海区几乎绝迹, 其中永乐群岛羚羊礁的羊鲍种群密度最大, 宣德群岛永兴岛的羊鲍密度最小, 亟需开展生态增殖和资源养护研究工作。水质调查表明, 羊鲍栖息的关键水环境因子中, 除了永兴岛的悬浮物指标未达到一类水标准, 其余各调查站位的水质指标均达一类水标准, 且各水质要素具有一定稳定性。因此, 尽管南海岛礁受人类活动的影响, 但该海域仍适合羊鲍栖息, 是羊鲍资源养护、底播增殖和生态养护的适宜场所, 符合建立海洋保护区的国家水质标准和环境条件。

参 考 文 献

- 丁敬敬, 2016. 温度、盐度对羊鲍发育的影响及幼虫附着变态诱导物的研究. 海口: 海南大学硕士学位论文
- 丁敬敬, 胡亚强, 黄 勃等, 2016a. 羊鲍胚胎发育的显微观察. 热带生物学报, 7(2): 159—163
- 丁敬敬, 胡亚强, 黄 勃等, 2016b. 温度和盐度对羊鲍胚胎发育及幼虫发育的影响. 水产学报, 40(6): 917—924
- 李元超, 于 洋, 王道儒等, 2015. 原位监测技术在西沙群岛珊瑚礁生态系统中的应用. 海洋开发与管理, 32(2): 63—65
- 李元超, 吴钟解, 梁计林等, 2019. 近 15 年西沙群岛长棘海星暴发周期及暴发原因分析. 科学通报, 64(33): 3478—3484
- 杨文杰, 黄 勃, 王仁恩等, 2012. 海南不同地理群体羊鲍 18S rDNA 的克隆与序列分析. 安徽农业科学, 40(20): 10370—10373
- 张振冬, 邵魁双, 杨正先等, 2018. 西沙珊瑚礁生态承载状况评价研究. 海洋环境科学, 37(4): 487—492
- 张桂玲, 黎中宝, 谢德华, 2011. 羊鲍野生群体遗传多样性与

- 分化的研究. 海洋科学, 35(3): 12—16
- 罗 安, 2007. 羊鲍性腺组织学与超微结构的研究. 海口: 海南大学硕士学位论文
- 黎中宝, Appleyard Sharon A, Elliott Nicholas G, 2008. 羊鲍 (*Haliotis ovina*) 和耳鲍 (*H. asinina*) MtDNA CO I 和 CO II 基因片段序列的比较研究. 海洋与湖沼, 39(2): 168—173
- Jarayabhand P, Jew N, Choonhabandit S, 1992. Gametogenic cycle of abalone, *Haliotis ovina* (Gmelin, 1791) at Khangkao Island, Chon Buri province. In: Congress on Science and Technology of Thailand, Bangkok (Thailand)
- Li Z B, 2009. The genetic diversity and differentiation of *Haliotis ovina* by AFLP. In: 2009 International Conference on Environmental Science and Information Application Technology. Wuhan: IEEE, 1: 206—209
- Li Z B, Tian X J, Cao Y Y *et al*, 2013. The isolation and characterization of twelve novel microsatellite loci from *Haliotis ovina*. African Journal of Biotechnology, 12(51): 7054—7056
- Klinbunga S, Amparyup P, Leelatanawit R *et al*, 2004. Species identification of the tropical abalone (*Haliotis asinina*, *Haliotis ovina*, and *Haliotis varia*) in Thailand using RAPD and SCAR markers. BMB Reports, 37(2): 213—222
- Singhakaew S, Seehabutr V, Kruatrachue M *et al*, 2003. Ultrastructure of male germ cells in the testes of abalone, *Haliotis ovina* Gmelin. Molluscan Research, 23(2): 109—121

STUDIES ON THE RESOURCES AND HABITAT SEAWATER ENVIRONMENT OF *HALIOTIS OVINA* IN ISLANDS AND REEFS IN THE SOUTH CHINA SEA

WANG Gong-Si^{1, 2, 3, 4}, FU Xiang-Chao^{1, 2, 3, 4}, HUANG Bo^{1, 2, 3, 4}, LUO An^{3, 4}

(1. College of Marine Sciences, Hainan University, Haikou 570228, China; 2. Key Laboratory of Tropical Hydrobiology and Biotechnology of Hainan Province, Haikou 570228, China; 3. Key Laboratory of Tropical Biological Resources of Ministry of Education in Hainan University, Haikou 570228, China; 4. State Key Laboratory of Marine Resource Utilization in South China Sea, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract *Haliotis ovina* is a tropical large-scale economic abalone in China. The abalone resources and its habitat in the South Island may have been affected by human activities. To study the current situation of *H. ovina* habitat environment of the South Island Reef, the abalone resource distribution and its habitat water environment in Yongxing Island and Qilian Islet of Xuande Islands, Antelope Reef, Ganquan Island, and Jinqing Island of Yongle Islands, were investigated. Regarding national codes of China, the abalones were sampled and seawater chemical elements such as (total inorganic nitrogen, active phosphate, suspend solid, and chlorophyll-*a*) in the water environment of *H. ovina* were analyzed. The results show that *H. ovina* is distributed in the Yongle Islands and the Xuande Islands. The abalone resources were so poor that almost no abalone was found are in some islands and reefs. There is urgent to research on ecological proliferation and resource conservation. On the other hand, the water quality survey showed that water quality index of each station reached the first-class (the best) water standard, except for the suspend solid content of Yongxing Island station due to reclamation operations. In overall, this sea area is suitable for *H. ovina* and the restocking for enhancement of its resources. It also meets the national water quality standards and environmental conditions for the establishment of marine conservation zones.

Key words *Haliotis ovina*; Xuande Islands; Yongle Islands; seawater environment