

北部湾涠洲岛珊瑚礁的研究现状及展望*

The Status and Prospect of Researches on Coral Reef in Weizhou Island

王欣^{1,2}, 黎广钊^{1,2}

WANG Xin^{1,2}, LI Guang-zhao^{1,2}

(1. 广西大学, 广西南宁 530004; 2. 广西红树林研究中心, 广西北海 536000)

(1. Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Guangxi Mangrove Research Center, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要: 综述涠洲岛珊瑚礁生态环境条件、珊瑚礁分布与优势种组成、珊瑚礁地貌与沉积以及珊瑚礁区浮游生物等方面的研究进展, 提出今后对涠洲岛珊瑚礁的研究应重点围绕珊瑚礁生态学、珊瑚礁记录的古环境以及珊瑚礁资源开发与保护等方面进行。

关键词: 珊瑚礁 研究 现状 展望

中图分类号: P737.2, Q178.53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2009)01-0072-04

Abstract: The recent studies on coral reef in Weizhou Island including environmental conditions, reef distribution and superior species, plankton, geomorphology and sediment, etc. were reviewed. The studies of coral reef ecology, paleo-environmental records, sustainable exploitation and protection of coral reef were emphasized.

Key words: coral reef, researches, status, prospect

珊瑚礁是海洋中最大的生态系统,也是地球上除热带雨林生态系统外的第二大生态系统,是对维持生物多样性和资源生产力有特殊价值的、生物活动高度集中的海岸生态关键区,同时也是环境健康的指示物^[1]。

涠洲岛是广西沿岸乃至南海北部湾中最大的岛屿,也是中国最大、最年轻的海底火山喷发堆积形成的岛屿,岛的形状呈椭圆形,长 7.5km,宽 5.5km,全岛陆域面积 24.98km²,位于中国海区珊瑚礁分布的北缘,具有特殊的研究价值^[2,3]。涠洲岛珊瑚礁的研究历经三十年,取得了不少研究成果,但是研究程度较低,片面研究的多,系统研究的少。本文主要综述涠洲岛珊瑚礁生态环境条件、珊瑚礁分布与优势种组成、珊瑚礁地貌与沉积以及珊瑚礁区浮游生物等方面的研究进展,并提出今后的研究展望。

1 涠洲岛珊瑚礁生态环境条件

珊瑚的生长对环境条件的要求较高,各种环境因素的改变都会对珊瑚的生长产生影响,超过一定限度甚至会引起白化死亡或退化。

1.1 涠洲岛海域的水文环境特征

涠洲岛地处 21°00'30"~21°04'20"N 之间,位于热带北缘,属热带海区,冬夏季水温有着明显的差异,夏季多年各月平均水温为 29.25~30.35℃,冬季多年各月平均水温为 17.80~19.80℃,多年平均水温为 24.59℃;涠洲岛海水透明度与南海北部近岸浅海相似,小于 10m,一般在 2.55~6.00m;涠洲岛多年平均潮差为 2.35m,最大潮差为 5.26m^[4,5]。

温度是影响高纬度地区珊瑚礁生长发育的重要因素之一,也是目前导致世界范围内珊瑚礁大面积白化死亡的主要原因之一。根据余克服等^[6]于 2004 年的研究,近 42 年来涠洲岛年平均海表面温度 (SST)与全球温度距平呈准同步变化趋势,相关系数为 0.46($n=42$),呈显著正相关。多年平均 SST 为 24.6℃,20 世纪 80 年代后期以来以 0.33℃·10yr⁻¹

收稿日期:2008-10-12

作者简介:王欣(1983-),男,硕士研究生,主要从事生态学研究。

* 广西自然科学基金项目(批准号:0832070)资助。

的速率波动上升,略大于全球上升率,月平均最高 SST 平均值为 30.4℃,月平均最低 SST 平均值为 17.3℃,基本上满足珊瑚生长的温度要求。

20 世纪 80 年代后期以来,SST 的波动上升,特别是月平均最低 SST 和年最低 SST 显著上升,对涠洲岛珊瑚的生长是有利的,但是月平均最高 SST 的持续上升可能会使珊瑚生长处于一种非常敏感的状态,若再加上其他的环境压力则极容易导致该区珊瑚礁的退化。

1.2 涠洲岛海域的化学环境特征

涠洲岛海区远离大陆,没有陆源淡水影响,pH 值较高,尤以春季较为明显,pH 值为 8.16~8.30,秋季较春季低,pH 值为 7.72~8.16;多年平均海水盐度 32.0,最高为 33.13,最低 31.4,盐度稳定。海水溶解氧含量变化为 5.4~8.69mg/L,平均 73.1mg/L,其饱和度在 90 以上,全年无缺氧现象^[4,7,8]。

1.3 水下基底

涠洲岛沿岸水下基底主要有 3 种类型,即基岩基底、珊瑚礁块基底、珊瑚砂砾屑基底^[4]。其中,较硬的基底,如基岩、礁块及砾石等具备珊瑚生长的良好条件,发育有茂盛的珊瑚;浅海区的沙质、泥质基底松散,不利于珊瑚的附着,无珊瑚生长。此外,局部区域的砾石、礁块上也会生长有零星或稀疏的珊瑚。

2 涠洲岛珊瑚分布及其优势种组成特征

涠洲岛的珊瑚种属分布前人做过很多研究。黄金森^[9]报道有 21 属 45 种;邹仁林、张元林^[10]报道有 20 属 35 种;王敏干等报道有 19 属 17 种,8 未定种;2001 年广西海洋局对珊瑚属种进行了初步调查和采样,共鉴定出 14 属 16 种 4 未定种^[11];2005 年广西红树林研究中心在进行涠洲岛海区珊瑚礁资源调查

时,鉴定出涠洲岛、斜阳岛海区珊瑚虫纲有 3 目 14 科 38 种(广西红树林研究中心.涠洲岛海区珊瑚礁资源调查报告.2006)。梁文、黎广钊等^[11]在此基础上也曾多次对涠洲岛的珊瑚礁进行过调查研究。

值得指出的是,上述有关涠洲岛、斜阳岛珊瑚属种数量报道相差较大,这与调查工作的目的、范围、广度和深度有密切相关。黄金森报道 21 种 45 属是根据 1983 年调查时对涠洲岛珊瑚属种进行的初步调查,没有进行水下取样和珊瑚照相的分析,未水下观察而鉴定得出属种数,故调查结果会有所偏高,同时,20 世纪 80 年代以前,涠洲岛水下珊瑚基本处于原始状态,没有人为采挖破坏,属种也相对丰富。而 1998 年王敏干等人是从生态环保的角度,仅对涠洲岛和斜阳岛的局部区域进行了水下观测和拍摄照相,因此鉴定得出的属种数量偏少。2001 年广西海洋局调查时,主要采集分布广、有代表性珊瑚样品进行鉴定,而有一部分珊瑚没有采集鉴定,故所得属种数量偏少。张元林^[10]报道 35 种和广西红树林研究中心调查结果(2005~2006 年)相近。张元林等人 1984~1985 年对涠洲岛沿岸东、西、南、北各段面进行了较为全面的调查,而广西红树林研究中心在此基础上对 535 幅水下珊瑚照片进行鉴定而得出结果。因此张元林和广西红树林研究中心调查得出的结果较为客观。

总体来说,涠洲岛沿岸浅海珊瑚种群主要分布于北部、东部、西南部沿岸水深在 1~12.5m,尤以 3~8m 的近岸浅水区生长发育最好,而西部大岭海域,由于风蚀作用强烈,海岸与海底侵蚀活跃,不利于珊瑚生长,仅在近岸 5m 水深左右的基岩台阶上有个别珊瑚生长^[4,11]。涠洲岛珊瑚分布水深范围和优势种组成特征详见表 1。

表 1 涠洲岛沿岸浅海珊瑚分布水深及优势种组成特征

分布岸段	礁坪			珊瑚生长带			
	宽(m)	水深(m)	优势种	宽(m)	水深(m)	优势种	活珊瑚覆盖率
北部沿岸	1025	0~5	块状珊瑚零星分布,局部有枝状珊瑚密集生长,匍匐鹿角珊瑚(<i>Acropora prostrata</i>)、美丽鹿角珊瑚(<i>A. formosa</i> Dana)为优势种群	660	4~12.5	优势种为佳丽鹿角珊瑚(<i>Acropora pulchra</i>),交替扁脑珊瑚(<i>Platygyra crosslandi</i>),标准蜂巢珊瑚(<i>Favia speciosa</i>)	20%~40%(局部达 70%)
东部沿岸	475	0~4	有枝状和匍匐状鹿角珊瑚,多枝鹿角珊瑚、普哥滨珊瑚(<i>Porites pukoensis</i> Vaughan)为优势种群	350	4~11	以叶状牡丹珊瑚(<i>Pavona frondifera</i>)占优势,常见种有标准蜂巢珊瑚,小片菊花珊瑚(<i>Goniastrea yamanarii</i>),中华扁脑珊瑚(<i>Platygyra sinensis</i>)等	10%~20%(局部达 50%~60%)
西南部沿岸	215	1~5	以直枝鹿角珊瑚、多枝鹿角珊瑚、叶状蔷薇珊瑚(<i>Montipora foliosa</i>)为优势种	215	4~10	以标准蜂巢珊瑚、网状菊花珊瑚(<i>Goniastrea retiformis</i>)、十字牡丹珊瑚(<i>Pavona decussata</i>)为优势种	30%~80%(珊瑚枝高 40~85cm)
西部大岭沿岸	20	±5	零星分布有蜂巢珊瑚(<i>Favites</i>)、滨珊瑚(<i>Porites</i>)等	无	无	无	无

3 涠洲岛珊瑚礁地貌与沉积

涠洲岛珊瑚礁地貌特征方面,黄金森^[9]、沙庆安^[12]、叶维强^[13]、王国忠^[14,15]、刘敬合^[2]、亓发庆^[3]等相继有过一些报道,总体来说,涠洲岛珊瑚礁岸礁发育,但是分布不均匀,各向岸礁发育程度也不相同,北部沿岸发育最好,东部和西南部沿岸次之,而西部和南湾沿岸则不成礁。

涠洲岛珊瑚礁沉积的主要特征是在各种动力条件作用下和适宜的环境中产生陆源碎屑与礁源碳酸盐混合沉积。该岛北部后背塘-北港-苏牛角坑一带沿岸是珊瑚礁体较宽的岸段,沿岸广泛接受沉积,滨外珊瑚礁发育良好,礁后沙堤海滩、水下沙坝发育齐全、宽阔,礁坪宽达1025m,珊瑚生长带宽660m,为堆积岸段。东南部石盘河滩一带为基岩海岸,礁坪直接与海蚀平台相接。西部大岭-高岭一带亦为基岩海岸,因西南向风浪作用强烈,对珊瑚的生长不利(仅在3~7m水深区域见有零星珊瑚礁及活珊瑚),海蚀平台外礁坪宽只有10~20m,属于侵蚀岸段。西南部滴水村一带则介于前二者之间,是侵蚀和堆积交替型岸段,海滩后方发育有3道沙堤平行海岸排列,堤高1.5~1.6m,宽约100m;海滩一水下沙坝宽210m,礁坪宽475m,珊瑚生长带215m^[3,12~15]。

涠洲岛礁坪位于平均海平面以下2~4m,向岸侧以斜坡状逐渐过渡到海滩或滨岸沙坝,礁坪外缘平缓,无明显转折,在低潮时,礁坪不能露出水面。礁坪底部由砂砾组成,并含有原地生长的礁块。岸礁珊瑚生长带根据地形和珊瑚发育程度可分为2部分:上部宽50~360m,水深4~8m不等,坡度一般小于10°;下部坡度较陡,大部分1°~3°,局部达7°~15°,宽30~300m,水深8~12.5m^[13]。

关于涠洲岛珊瑚礁形成发育过程,黎广钊等^[16]指出,大约在全新世中期,8000aB.P.前的大西洋期起,涠洲岛地区气候变得潮湿温和,发生海侵。在东北部波影区内,陆源碎屑堆积速度减慢,开始繁殖造礁珊瑚和其他礁栖生物,并发育成礁。珊瑚等生物碎屑向礁前和礁后搬运,在岛的北部堆积成宽250~300m,厚为6~9m的海滩——沙堤砂砾沉积^[15],根据涠洲岛沿岸北部后背塘揭示出的时代最老的珊瑚生物碎屑,其样品的¹⁴C绝对年代测定为(6900±110)aB.P.,东部下牛栏揭示时代最老的珊瑚礁生物碎屑¹⁴C绝对年代测定为(3290±80)aB.P.,西南部竹蔗寮-滴水村揭示最老的珊瑚礁生物碎屑¹⁴C绝对年代测定为(1420±70)aB.P.(广西海洋研究.广

西海岛地貌与第四纪地质调查报告.1992)。

4 涠洲岛珊瑚礁生态系浮游生物

浮游植物是海洋生态系统中最重要的高级生产者,而浮游动物是珊瑚虫的主要营养源,浮游植物-浮游动物-珊瑚虫之间的食物链有别于普通海域,是珊瑚礁生态系统的基础,对整个系统具有重要的作用和意义。

根据韦蔓新等^[17]的研究,涠洲岛珊瑚礁生态系中水温、盐度适宜,其量值上的变化对浮游植物的种类组成及数量变化均有明显影响,但是对浮游动物影响不大。浮游植物的空间分布具有珊瑚生长茂盛的近岸高,远岸低的特点,差值达11.65倍,突出体现了近岸珊瑚礁生态系的较高生产力。在季节变化上,春季的生物量高于秋季,尤以近岸变化显著,远岸的变化则小的多。在春季,水温的增加对浮游植物有明显的促进作用,生物量大,N,P,Si营养盐含量出现低值;秋季,水温的增加对浮游植物却有明显的抑制作用,生物量降低,N,P,Si营养盐含量升高。

浮游动物的空间分布呈近岸底、远岸高的特点,体现了珊瑚虫的摄食作用^[17]。春秋季节浮游动物的生物量变化明显,春季的平均个体密度明显高于秋季。在量值分布上,春季的数量是秋季的50倍,但是种类组成变化不大。

5 涠洲岛珊瑚礁研究展望

5.1 珊瑚礁生态学

目前,对于珊瑚礁生态学的发展趋势存在两个观念。一是认为应继续将研究的重点放在全球尺度的珊瑚礁生态系统的管理和保护上;而另一个观念则认为目前对珊瑚礁生态学的研究太过于应用,希望今后做一些高质量的基础研究^[18]。

涠洲岛珊瑚礁是世界珊瑚礁的组成部分,又处在中国珊瑚礁分布的北缘,因此它的发展势必会与全球珊瑚礁的发展有密不可分的关系,只有建立在高的组织水平上的管理才是保护珊瑚礁的唯一希望,而提高管理和保护必须有过硬的科学研究做依据,因此两种观念同样重要。具体来说,未来涠洲岛珊瑚礁生态学的研究可以集中在以下5个方面:(1)对涠洲岛的珊瑚礁生态系统进行定点、定时、定量的连续的观测和记录,建立资源生态信息网络,为进一步的研究和交流提供基础资料;(2)研究珊瑚礁生态系统中主要物种在营养阶层的分布及其在系统功能中的位置,生物多样性状况及生物地球化学过程;

(3)探究珊瑚礁生态系在时间和空间上是如何进化的,分析解释其演替规律;(4)各种胁迫因素(包括人为的和自然的)对珊瑚礁生态系的影响,在各种不同胁迫、干扰下珊瑚礁生态系统的响应过程以及恢复的技术方法;(5)如何保护和管理珊瑚礁生态系统,使其处于一个可持续的状态。

5.2 珊瑚礁记录的古环境

珊瑚礁在直接记录由古气候引起的海平面变化和海陆变迁等方面的研究较之深海海洋沉积岩心具有明显的优势。由于南海处于亚澳两大洲、太平洋与印度洋两大洋交接部位,而涠洲岛位于南海北部,研究涠洲岛的古环境变迁与全球气候变化比较,对认识该海区的现代海洋环境和预测未来的环境变化有重要的科学意义。

涠洲岛海区古环境变迁的研究工作至今很少学者开展研究,仅黎广钊等人在研究广西沿海全新世以来气候变化中,利用涠洲岛近岸海区Ⅱ6202孔底栖有孔虫壳体进行氧同位素分析和¹⁴C绝对年代测定,得出自从6000a以来 $\delta^{18}\text{O}$ 反映的涠洲岛海区古温度变化为23.3~29.2℃之间,即距今6000a来涠洲岛海区最低水温为23.3℃,最高水温为29.2℃,最大温差为5.9℃,反映该海区距今6000~5000aB.P.和3000aB.P.的年均气温与现今接近,而5000~4000aB.P.年均气温较今高3~6℃,属中全新世高温期^[19],这与全球中新世高温期相同。因此对涠洲岛珊瑚礁岩心仍有必要作进一步的分析研究,详细重建涠洲岛全新世以来的古环境变化过程,对过去全球变化研究作出新贡献。

将涠洲岛珊瑚礁体蕴含的环境变化信息,尤其是距今1万年以来全新世的环境变化,同国际深海钻探(ODP)中国组计划在南海探钻的岩心分析对照,可以互相印证和补充^[10]。只要在涠洲岛获得长度超过1m的活的滨珊瑚心,就可能建立距今数百年来SST与气温变化曲线,同时,根据Sr/Ca比值,开展涠洲岛古环境重建工作,不仅可以增进对珊瑚本身与环境响应的生物、生理和地球化学特点的理解,还有助于对厄尔尼诺(ENSO),季风,海表盐度(SSS)序列,以及牵涉到海-气-陆的相互作用,引发大气环流变化,出现异常气候-环境症状等相关的“全球变化”的研究^[20],意义重大。

5.3 珊瑚礁生态资源开发与保护

珊瑚礁资源是一种重要的海洋生态资源和国土资源。涠洲岛珊瑚礁生态系统有用的海洋生物种类很多,有鱼类500多种,虾类200多种,头足类50多

种,还有种类众多的贝类和藻类。但是随着过度捕捞、珊瑚礁生态环境遭到破坏等影响,渔业资源急剧减少。因此,如何更合理的开发涠洲岛珊瑚礁生态资源和渔业资源,确保珊瑚礁资源可持续利用已成为当务之急。

涠洲岛是广西重要的滨海旅游区之一,其中潜水是最热门的生态旅游项目,由于游客日益增加,踩踏、触摸珊瑚,私采珊瑚等,势必会影响到珊瑚的生长发育,造成对珊瑚礁的破坏,因此,如何更合理的保护和开发,将成为涠洲岛潜水旅游首先需要解决的问题。

随着《广西北部湾经济区发展规划》的实施,涠洲岛海洋资源开发与涠洲珊瑚礁生态资源的可持续利用与保护已提到重要的位置,涠洲岛、斜阳岛珊瑚礁的保护已列入规划中。因此,建立涠洲岛-斜阳岛珊瑚礁自然保护区是今后重要任务之一,通过建立珊瑚礁自然保护区,使曾经受到破坏的珊瑚礁资源得到有效的保护,使其珊瑚礁生物群落和生态系统以及生物多样性得到恢复,实现自然演替和发展。

参考文献:

- [1] 张乔民,余克服,施祺,等.全球珊瑚礁监测与管理保护评述[J].热带海洋学报,2006,25(2):71-78.
- [2] 刘敬合,黎广钊,农华琼.涠洲岛地貌与第四纪地质特征[J].广西科学院学报,1991,7(1):28-36.
- [3] 元发庆,黎广钊,孙永福,等.北部湾涠洲岛地貌的基本特征[J].海洋科学进展,2003,21(1):41-50.
- [4] 黎广钊,梁文,农华琼,等.涠洲岛珊瑚礁生态环境条件初步研究[J].广西科学,2004,11(4):379-384.
- [5] 夏华水,古万才.广西沿海海洋站观测海水温度的统计分析[J].海洋通报,2000,19(4):15-21.
- [6] 余克服,蒋明星,程志强,等.涠洲岛42年来海面温度变化及其对珊瑚礁的影响[J].应用生态学报,2004,15(3):506-510.
- [7] 邱绍芳.涠洲岛附近海域水质和底质环境的分析与评价[J].广西科学院学报,1999,15(4):170-173.
- [8] 韦蔓新,赖廷和,何本茂.涠洲岛水域生理化学环境特种及其相互关系[J].海洋科学,2003,27(2):67-71.
- [9] 黄金森.北部湾涠洲岛珊瑚海岸沉积[J].热带地貌,1997,8(2):1-3.
- [10] Zou Renlin,Zhang Yuanlin,Xie Yongkang. An ecological study of reef corals around Weizhou Island [M]//Xu Gongzhao,Brian Morton. Proceedings on marine biology of south China sea. Beijing: China Ocean Press,1998:201-211.

- [2008-07-05]. <http://www.soa.gov.cn/hyjww/hygb/hywxybyg/2003/06/1196914662484663.htm>.
- [3] NASA. An overview of SeaWiFS and the SeaStar spacecraft [EB/OL]. [2008-07-05]. <http://seawifs.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS.html>.
- [4] 施平,陈楚群.应用水色卫星遥感技术估算珠江海域溶解有机碳浓度[J].环境科学学报,2001(6):721-725.
- [5] 李四海,唐军武,恽才兴.河口悬浮泥沙浓度 SeaWiFS 遥感定量模式研究[J].海洋学报,2002,24(2):51-58.
- [6] 潘德炉,何贤强,朱乾坤. HY-1A 卫星传感器水色水温扫描仪在轨交叉定标[J].科学通报,2004,49(21):2239-2244.
- [7] 蒋兴伟,牛生丽,唐军武,等. SeaWiFS 与 HY-1 卫星 COCTS 的系统交叉辐射校正[J].遥感学报,2005,9(6):680-687.
- [8] NASA. MODIS web[EB/OL]. [2008-07-05]. <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>.
- [9] 刘良明,张红梅.基于MODIS数据的悬浮泥沙定量遥感方法[J].国土资源遥感,2006(2):42-45.
- [10] 王芳,李国胜.海洋悬浮泥沙二元特征参数 MODIS 遥感反演模型研究[J].地理研究,2007,26(6):1186-1197.
- [11] 恽才兴.海岸带及近海卫星遥感综合应用技术[M].北京:海洋出版社,2005.
- [12] 国家海洋局.2003年中国海洋卫星应用报告[R/OL]. [2008-07-05]. <http://www.soa.gov.cn/hyjww/hygb/hywxybyg/2007/07/1183513346783492.htm>.
- [13] 韩林一.南沙周边国家频频挑衅中国主权[N].中国海洋报,2008-04-01(4).
- [14] 中华人民共和国国务院新闻办公室.2006年中国的航天[R/OL]. [2008-07-05]. http://news.xinhuanet.com/politics/2006_10/12/content_5193220.htm.
- [15] 宗河.我国海洋 1B 卫星及应用前景[J].中国航天,2007(8):15-19.

(责任编辑:韦廷宗)

(上接第75页)

- [11] 梁文,黎广钊.涠洲岛珊瑚礁分布特征与环境保护的初步研究[J].环境科学研究,2002,15(6):5-8.
- [12] 沙庆安,李菊英,王尧.广西涠洲岛全新世上升海滩沉积及其成岩作用[J].沉积学报,1986,4(2):39-45.
- [13] 叶维强,黎广钊.北部湾涠洲岛珊瑚礁海岸及第四纪地质特征[J].海洋科学,1998(6):13-17.
- [14] 王国忠,吕炳全,全松青.现代硝酸盐和陆源碎屑的混合沉积作用——涠洲岛珊瑚礁实例[J].石油与天然气地质,1987,8(1):15-25.
- [15] 王国忠,全松青,吕炳全.南海涠洲岛现代沉积环境和沉积作用演化[J].海洋地质与第四纪地质,1991,11(1):69-82.
- [16] 黎广钊,卞云华,汪品先.北部湾东北部全新世海侵地层及其微体古生物特征[J].热带海洋,1988(2):63-70.
- [17] 韦蔓新,黎广钊,何本茂,等.涠洲岛珊瑚礁生态系统中浮游动植物与环境因子关系的初步探讨[J].海洋潮沼通报,2005(2):34-39.
- [18] 王丽荣,赵焕庭.珊瑚礁生态学的研究现状和展望[J].海洋科学,2002,26(3):20-23.
- [19] 黎广钊,梁文,廖思明.广西沿海全新世以来气候变化[J].海洋地质与第四纪地质,1996,6(3):49-60.
- [20] 刘奕,彭子成,程继满,等.海南岛东部海域滨珊瑚 Sr/Ca 比值温度计及其影响因素初探[J].第四纪研究,2006,26(3):470-476.

(责任编辑:韦廷宗)