

# 海南岛西北部海域珊瑚礁造礁石珊瑚种类组成与分布

黄 晖<sup>1,2</sup>, 尤 丰<sup>1,2</sup>, 练健生<sup>1,2</sup>, 张成龙<sup>1,2</sup>, 杨剑辉<sup>1,2</sup>, 李秀保<sup>1,2</sup>, 袁 涛<sup>1,2</sup>, 董志军<sup>3</sup>

(1. 中国科学院 海南热带海洋生物实验站, 海南 三亚 572000; 2. 中国科学院 海洋生物资源可持续利用重点实验室, 广东广州 510301; 3. 中国科学院 烟台海岸带研究所, 山东 烟台 264003)

**摘要:** 调查了海南岛西北部海域造礁石珊瑚种类的多样性及分布。结果表明: 共发现 50 种造礁石珊瑚和 1 种多孔螅。海南岛西北部造礁石珊瑚优势种为澄黄滨珊瑚(*Porites lutea*)和丛生盔形珊瑚(*Galaxea fascicularis*), 与历史资料相比优势种发生明显变化; 海南岛西北部海域造礁石珊瑚覆盖率急剧下降, 是由自然因素和人为活动共同造成; 海南岛西北部海域是北部湾、琼州海峡和南海的重要交汇点, 可能是造礁石珊瑚幼虫扩散的重要通道, 对华南沿岸造礁石珊瑚资源自然恢复起到重要作用。因此, 未来的海洋管理应该加强对珊瑚礁的保护力度, 开发利用与环境保护并重, 这样才能有效保护海南岛西北部海域的珊瑚礁。

**关键词:** 海南岛; 珊瑚礁; 种类多样性; 造礁石珊瑚

中图分类号: P737.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2012)09-0064-11

珊瑚礁生态系统一直被认为是世界上生物多样性最高的生态系统之一<sup>[1]</sup>。珊瑚礁生态系统具有非常重要的生态学功能, 它为许多海洋生物提供了产卵、繁殖、栖息和躲避敌害的场所, 并具有提高海洋渔业产量、保护海岸线、旅游观光、提供建筑材料以及发现新的海洋药物和化学物质的重要功能<sup>[2]</sup>。造礁石珊瑚主要分布在我国南海海域的南沙群岛、西沙群岛、中沙群岛、东沙群岛、台湾和海南岛沿岸, 大陆沿岸的分布则在华南沿岸, 如广西、广东和福建沿岸等<sup>[3]</sup>。海南岛西北部海域珊瑚礁属于我国珊瑚岸礁分布的北缘, 是海南岛珊瑚礁与广东徐闻、广西涠洲岛珊瑚礁的过渡带位置。研究海南岛西北部海域珊瑚礁造礁石珊瑚种类组成与分布对整个海南岛和华南沿岸珊瑚礁造礁石珊瑚群落之间连通性与群落演替关系的研究具有重要意义。

目前对海南岛西北沿岸海域珊瑚礁造礁石珊瑚群落结构与分布的研究较少, 只有邹仁林等<sup>[4]</sup>1975 年对海南岛造礁石珊瑚调查上有对其种类性的研究, 王道儒等<sup>[5]</sup>2002 年对海南岛西北沿岸的昌江海尾镇珊瑚礁造礁石珊瑚群落进行其种类定性调查的研究, 牛文涛等<sup>[6]</sup>2009 年研究了昌江沿岸海域石珊瑚的物种多样性及其分布。本研究在 2005 年 8 月第一次对海南岛西北沿岸海域的主要珊瑚礁进行了详细的调查研究。调查共设置 12 个站位, 通过本次调

查作者对海南岛西北部海域珊瑚礁有了较全面的认识, 特别是通过比较 1975 年和 2002 年珊瑚礁调查的数据获得了该海域数十年时间的造礁石珊瑚种类分布的变化情况。本文通过比较研究海南岛西北海域珊瑚礁与整个海南岛海域及华南沿岸海域珊瑚礁造礁石珊瑚种类组成与分布, 分析不同海域礁体的连通性, 提出了保护海南岛西北部海域珊瑚礁的重要性。

## 1 材料与方 法

2005 年 8 月, 分别在海南岛西北部临高角、临高新盈和儋州磷枪石岛等海域设置 12 个调查站位(图 1)进行造礁石珊瑚群落结构和分布特征调查。

具体的调查方法为定性调查与定量调查相结合。调查的主要要素为造礁石珊瑚种类、分布、覆盖率、敌害及病害等。首先调查人员重复潜入水下 2~3 次, 游动约 5 min, 如果没有造礁石珊瑚或者仅见到极少量的石珊瑚分布, 则认为此站位的珊瑚覆盖率小于 1%, 对没有造礁石珊瑚分布或者覆盖率小于 1%的站位不进行定量调查(摄像样带法调查), 只做定性描述。如认为此站位的造礁石珊瑚覆盖率大于 1%, 则采用国际通用的珊瑚礁调查截线样条法进

收稿日期: 2011-12-04; 修回日期: 2012-06-21

作者简介: 黄晖(1969-), 女, 研究员, 研究方向为珊瑚礁生态学和珊瑚生物学, 电话: 020-84460294, E-mail: huanghui@scsio.ac.cn

行定量调查。因为在大陆沿岸的造礁石珊瑚一般分布水深不超过 8~10 m, 所以在有较多造礁石珊瑚(覆盖率>1%)分布的调查站位水下布设 2 m(1~3 m)和 4 m(3~5 m)等深线两条样带调查断面, 每条断面布设一条长 50 m 的样带, 断面与岸线平行(等深线)方向布设, 各断面不能交叉重叠。定量调查的主要内容为

造礁石珊瑚的种类、覆盖率、死亡率和病害情况。造礁石珊瑚种类的鉴定方法按照邹仁林的《中国动物志-造礁石珊瑚》<sup>[4]</sup>和 Veron 的《Corals of the World》<sup>[7]</sup>的分类鉴定方法进行, 在调查过程中发现较难鉴定或罕见种类, 作者将采集样品进行室内鉴定。具体的调查方法如下。

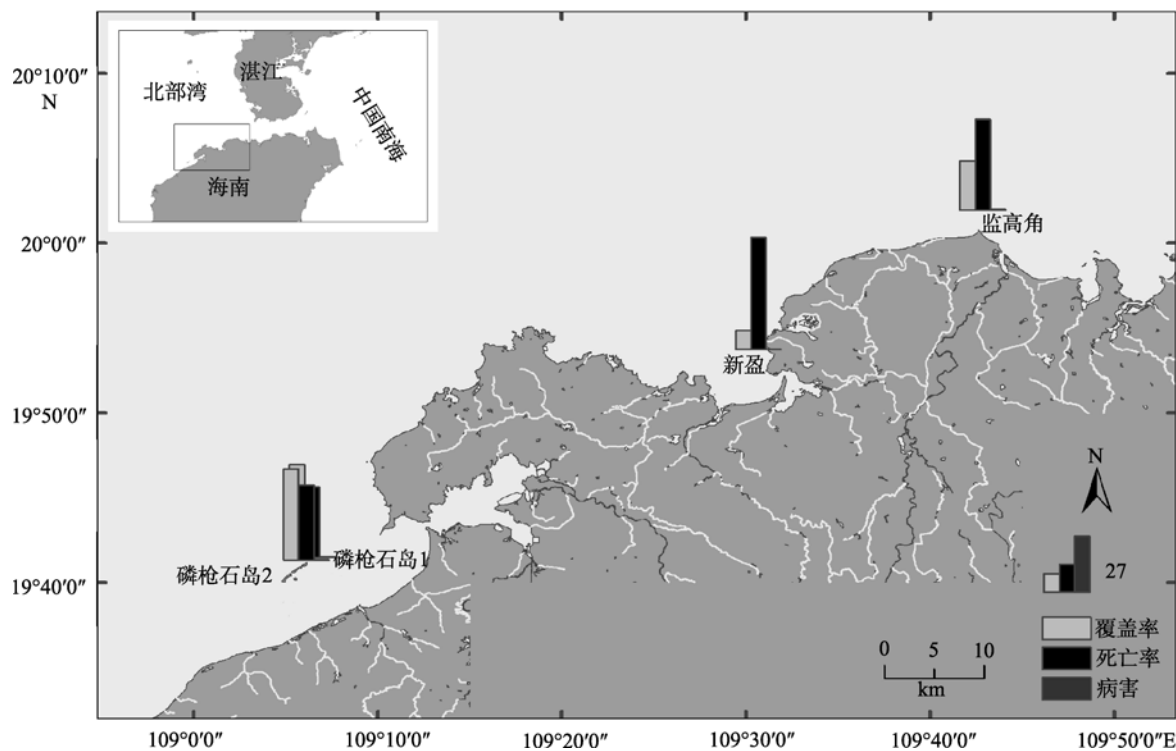


图 1 海南岛西北部珊瑚礁覆盖率、死亡率和病害情况

Fig. 1 The coverage, mortality and disease of the scleractinia corals in the northwest of Hainan island

### 1.1 活造礁石珊瑚种类及覆盖率

用水下数码摄像机从断面线的一端开始沿着断面线摄像, 在实验室的电脑上判读, 观察断面线下活造礁石珊瑚的长度, 并对断面上测量过的造礁石珊瑚进行种类鉴定。

### 1.2 造礁石珊瑚死亡率

测定断面上造礁石珊瑚总个数及死亡个数, 并估计死亡时间, 判断死亡珊瑚的标准时依据珊瑚骨骼的颜色, 死亡时间较长的为黑色, 近期死亡珊瑚的骨骼是白色的, 死亡时间判别标准如下。

30 d 以内: 珊瑚骨骼白色, 完整清晰; 0.5 a 左右: 珊瑚骨骼被小型藻类或沉积物覆盖; 1~2 a: 珊瑚骨骼结构轻微腐蚀, 但仍能辨认出珊瑚属阶元的分类单位; 2 a 以上: 珊瑚骨骼结构很难分辨, 或其上附

着生物(藻类、无脊椎动物等)已经很难去除。

### 1.3 病害

石珊瑚病害主要通过颜色的改变来判断, 白化病在全球范围内都有发生, 应对白化病及其他颜色的异常进行调查, 只统计每个珊瑚“上部”平面上的异常状况。分枝珊瑚, 白化死亡区域集中在每个分枝的边缘部分。记录每个珊瑚颜色异常状况: B 为白化病, BB 为黑边病, WB 为白带病, RW 为侵蚀病, YB 为黄斑病, RB 为红带病, 并对病害情况进行现场拍照。

### 1.4 敌害

敌害生物主要是通过调查人员在调查过程中发现, 应对敌害生物及其数量进行调查, 只是做一个定性的描述。主要记录的敌害有: 长棘海星, 核果螺

和荔枝螺等。

野外调查取得的主要资料有拍照的样带录像、水下相片和一些生物标本。通过室内分析获得:活造礁石珊瑚种类、覆盖率,海床底质类型,造礁石珊瑚死亡率,造礁石珊瑚病害及敌害生物的情况以及石珊瑚白化情况等。

在儋州磷枪石岛海域进行了幼体补充量的调查。在调查过的珊瑚礁附近自由游动,寻找没有大型固着生活的无脊椎动物(直径>25cm)区域,放置 25 cm×25 cm 样方,统计样方内直径小于 5 cm 的石珊瑚数量,尽可能记录每一种类的属名。每个区域按上述方法重复调查 20 个样方。

物种多样性指数(Shannon-wiener index)的计算公式为:

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

物种优势度指数(Simpson's diversity index)的计算公式为:

$$D_s = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2$$

均匀度指数(Pielou)的计算公式为:

$$E = H/\ln S$$

式中,  $S$  代表物种数目,  $p_i$  为属于种  $i$  的个体在全部个体中的比例。

## 2 结果

### 2.1 珊瑚礁造礁石珊瑚的种类

#### 2.1.1 造礁石珊瑚种类组成

本次调查共鉴定造礁石珊瑚 12 科 20 属 50 种。为了便于本次研究和历史资料的比较,作者将邹仁林等<sup>[4]</sup>1975 年与王道儒<sup>[5]</sup>等 2002 年调查的造礁石珊瑚种类都按照《中国动物志-造礁石珊瑚》<sup>[8]</sup>进行修正。邹仁林等 1975 年的调查结果 33 种造礁石珊瑚与王道儒等 2002 年的 12 种造礁石珊瑚,与前两次调查结果相比,本次对海南岛西北部海域珊瑚礁造礁石珊瑚的种类明显多于以往(表 1)。在该海域发现如此多的新记录种可能的原因为:由于设备技术的不断改进,本次研究站位覆盖面积较大且非常全面,基本上代表了海南岛西北部珊瑚礁造礁石珊瑚种类的真实情况,所以获得造礁石珊瑚种类比以往调查多。因此本次调查基本上可以客观反映了海南岛西北部造礁石珊瑚群落近期的情况。

#### 2.1.2 造礁石珊瑚优势种

通过分析在海南岛西北部海域的临高角、临高新盈和儋州磷枪石岛的 4 个定量调查站位和定性调查结果,本研究发现并鉴定造礁石珊瑚物种合计 50 种,其中临高角海域为 16 种,临高新盈海域为 10 种,儋州磷枪石岛 1 海域为 29 种,儋州磷枪石岛 2 海域为 30 种(表 2)。通过种类优势度分析得到优势种(表 3),其中临高角海域造礁石珊瑚群落优势种为澄黄滨珊瑚和丛生盔形珊瑚,新盈海域造礁石珊瑚群落优势种为二异角孔珊瑚和澄黄滨珊瑚,磷枪石岛 1 海域为澄黄滨珊瑚与丛生盔形珊瑚,磷枪石岛 2 海域造礁石珊瑚群落优势种为蔷薇珊瑚和澄黄滨珊瑚。综合分析,海南岛西北部海域造礁石珊瑚群落优势种为澄黄滨珊瑚、丛生盔形珊瑚和蔷薇珊瑚。研究表明,珊瑚礁群落演替过程中初级群落以团块状的造礁石珊瑚如滨珊瑚为优势种<sup>[9]</sup>。这说明整个海南岛西北部海域造礁石珊瑚群落受到较严重破坏,导致群落退化演替。无论是造礁石珊瑚覆盖率高的磷枪石岛海域,还是造礁石珊瑚覆盖率低的新盈海域,基本都是以团块状的滨珊瑚和盔形珊瑚为主,说明本次研究的海域造礁石珊瑚群落都处于群落演替的初级阶段。造礁石珊瑚的大量死亡主要集中在浅水区域,可能是因为该海域的珊瑚礁群落受到自然(如高温或台风等)或人为活动的影响。

#### 2.1.3 造礁石珊瑚物种多样性

为了更好地研究海南岛西北部珊瑚礁造礁石珊瑚群落结构特征,在本次调查中选取 4 个定量调查站位(临高角、临高新盈、儋州磷枪石岛 1 和儋州磷枪石岛 2)分析了造礁石珊瑚物种多样性。结合站位覆盖率,本研究发现不同海域造礁石珊瑚群落的物种多样性与覆盖率成正相关关系。可能是由于覆盖率高海域较其他海域生态环境优良,可以适合更多种类造礁石珊瑚的生存与繁殖。由表 4 和优势种分析可知,新盈和临高角海域受到自然或人为活动影响较大,珊瑚礁群落遭受破坏较严重。特别是临高角海域造礁石珊瑚物种多样性和均匀度较低(Simpson's 指数为 0.7578、Shannon-wiener 指数为 2.8275 和 Pielou 指数为 2.35),也说明该站位造礁石珊瑚群落可能遭到较严重的破坏。

## 2.2 珊瑚礁分布与现状

### 2.2.1 造礁石珊瑚覆盖率、死亡率、分布特征与幼体补充

海南岛西北部珊瑚礁造礁石珊瑚覆盖率和死亡

表 1 海南岛西北部海域造礁石珊瑚群落区造礁石珊瑚名录  
Tab. 1 List of scleractinian coral species in the northwest of Hainan island

科	属	种	1975 年	2002 年	本次研究		
鹿角珊瑚科	鹿角珊瑚属	粗野鹿角珊瑚 <i>Acropora humilis</i>		+	+		
		鹿角珊瑚 <i>Acropora</i> sp.			+		
		多孔鹿角珊瑚 <i>Acropora millepora</i>	+	+	+		
		鼻形鹿角珊瑚 <i>Acropora nasuta</i>	+		+		
		风信子鹿角珊瑚 <i>Acropora hyacinthus</i>			+		
		佳丽鹿角珊瑚 <i>Acropora pulchra</i>	+	+	+		
		强壮鹿角珊瑚 <i>Acropora valida</i>	+	+	+		
		美丽鹿角珊瑚 <i>Acropora formosa</i>		+			
		松枝鹿角珊瑚 <i>Acropora brueggemanni</i>	+				
	蔷薇珊瑚属	膨胀蔷薇珊瑚 <i>Montipora turgescens</i>				+	
		蔷薇珊瑚 <i>Montipora</i> sp.				+	
		单星蔷薇珊瑚 <i>Montipora monasteriata</i>				+	
		繁锦蔷薇珊瑚 <i>Montipora efflorescens</i>	+		+		
		翼形蔷薇珊瑚 <i>Montipora peltiformis</i>			+		
		指状蔷薇珊瑚 <i>Montipora digitata</i>	+				
		横错蔷薇珊瑚 <i>Montipora gaimardi</i>	+				
		多星孔珊瑚 <i>Astreopora myriophthalma</i>	+				
		枇杷珊瑚科	盔形珊瑚属	丛生盔形珊瑚 <i>Galaxea fascicularis</i>	+	+	+
				稀杯盔形珊瑚 <i>Galaxea astreata</i>	+		
蜂巢珊瑚科	扁脑珊瑚属	交替扁脑珊瑚 <i>Platygyra crosslandi</i>			+		
		精巧扁脑珊瑚 <i>Platygyra daedalea</i>	+	+	+		
		中华扁脑珊瑚 <i>Platygyra sinensis</i>			+		
		扁脑珊瑚 <i>Platygyra</i> sp.			+		
	刺星珊瑚属	锯齿刺星珊瑚 <i>Cyphastrea serailia</i>	+		+		
	蜂巢珊瑚属	标准蜂巢珊瑚 <i>Favia speciosa</i>	+	+	+		
		帛琉蜂巢珊瑚 <i>Favia palauensis</i>	+		+		
		罗图马蜂巢珊瑚 <i>Favia rotumana</i>			+		
	角蜂巢珊瑚属	多弯角蜂巢珊瑚 <i>Favites flexuosa</i>			+		
		角蜂巢珊瑚 <i>Favites</i> sp.			+		
		秘密角蜂巢珊瑚 <i>Favites abdita</i>	+		+		
		五边角蜂巢珊瑚 <i>Favites pentagona</i>			+		
		板叶角蜂巢珊瑚 <i>Favites complanata</i>			+		
		菊花珊瑚属	粗糙菊花珊瑚 <i>Goniastrea aspera</i>	+	+	+	
	梳状菊花珊瑚 <i>Goniastrea pectinata</i>				+		
	网状菊花珊瑚 <i>Goniastrea retiformis</i>		+		+		
	菊花珊瑚 <i>Goniastrea</i> sp.				+		
	少片菊花珊瑚 <i>Goniastrea yamanarii profunda</i>		+				
	同星珊瑚属		多孔同星珊瑚 <i>Plesiastrea versipora</i>			+	
			小星珊瑚属	紫小星珊瑚 <i>Leptastrea purpurea</i>	+		
	木珊瑚科	陀螺珊瑚属		盾形陀螺珊瑚 <i>Turbinaria peltata</i>			+
皱折陀螺珊瑚 <i>Turbinaria mesenterina</i>					+		
盘状陀螺珊瑚 <i>Turbinaria mantonae</i>			+				
漏斗陀螺珊瑚 <i>Turbinaria crater</i>			+				
裸肋珊瑚科	刺柄珊瑚属	邻基刺柄珊瑚 <i>Hydnophora contignatio</i>			+		

续表 1

科	属	种	1975 年	2002 年	本次研究
滨珊瑚科	裸肋珊瑚属	小角刺柄珊瑚 <i>Hydnophora microconos</i>	+		
		阔裸肋珊瑚 <i>Merulina ampliata</i>	+		
	滨珊瑚属	滨珊瑚 <i>Porites</i> sp.			+
		澄黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	+	+	+
杯形珊瑚科	角孔珊瑚属	二异角孔珊瑚 <i>Goniopora duofasciata</i>	+		+
		斯氏角孔珊瑚 <i>Goniopora stutchburyi</i>			+
	杯形珊瑚属	多曲杯形珊瑚 <i>Pocillopora meandrina</i>			+
		疣状杯形珊瑚 <i>Pocillopora verrucosa</i>			+
		鹿角杯形珊瑚 <i>Pocillopora damicornis</i>			+
褶叶珊瑚科	合叶珊瑚属	埃氏杯形珊瑚 <i>Pocillopora eydouxi</i>			+
		辐射合叶珊瑚 <i>Symphyllia radians</i>		+	+
	菌状合叶珊瑚 <i>Symphyllia agaricia</i>			+	
菌珊瑚科	叶状珊瑚属	伞房叶状珊瑚 <i>Lobophyllia hemprichii</i>		+	
		赫氏叶状珊瑚 <i>Lobophyllia corymbosa</i>	+		
	厚丝珊瑚属	标准厚丝珊瑚 <i>Pachyseris speciosa</i>			+
		牡丹珊瑚属	叶形牡丹珊瑚 <i>Pavona frondifera</i>	+	
铁星珊瑚科	沙珊瑚属	十字牡丹珊瑚 <i>Pavona decussata</i>	+		+
石芝珊瑚科	足柄珊瑚属	深室沙珊瑚 <i>Psammocora profundacella</i>			+
		壳形足柄珊瑚 <i>Podabacia crustacea</i>	+		+
星群珊瑚科	石芝珊瑚属	石芝珊瑚 <i>Fungia fungites</i>	+		
		罩柱群珊瑚 <i>Stylocoeniella guentheri</i>			+
梳状珊瑚科	梳状珊瑚属	葛苣梳状珊瑚 <i>Pectinia lactuca</i>	+		
		刺叶珊瑚属	粗糙刺叶珊瑚 <i>Echinophylla aspera</i>	+	
总计			33	12	50

表 2 海南岛西北部珊瑚礁各造礁石珊瑚群落种类组成

Tab. 2 The species composition of scleractinian coral communities in the northwest of Hainan island

科	属	种	临高角	新盈	磷枪石岛 1	磷枪石岛 2	
鹿角珊瑚科	鹿角珊瑚属	粗野鹿角珊瑚 <i>Acropora humilis</i>				+	
		鹿角珊瑚 <i>Acropora</i> sp.	+			+	
		多孔鹿角珊瑚 <i>Acropora millepora</i>				+	
		鼻形鹿角珊瑚 <i>Acropora nasuta</i>				+	
		风信子鹿角珊瑚 <i>Acropora hyacinthus</i>				+	
		佳丽鹿角珊瑚 <i>Acropora pulchra</i>	+				
		壮实鹿角珊瑚 <i>Acropora valida</i>				+	
		蔷薇珊瑚属	膨胀蔷薇珊瑚 <i>Montipora turgescens</i>			+	+
			蔷薇珊瑚 <i>Montipora</i> sp.	+	+	+	+
			单星蔷薇珊瑚 <i>Montipora monasteriat</i>				+
	枇杷珊瑚科	盔形珊瑚属	繁锦蔷薇珊瑚 <i>Montipora efflorescens</i>			+	+
			翼形蔷薇珊瑚 <i>Montipora peltiformis</i>			+	
			丛生盔形珊瑚 <i>Galaxea fascicularis</i>	+		+	+
蜂巢珊瑚科	扁脑珊瑚属	交替扁脑珊瑚 <i>Platygyra crosslandi</i>	+	+	+	+	
		精巧扁脑珊瑚 <i>Platygyra daedalea</i>	+				
		中华扁脑珊瑚 <i>Platygyra sinensis</i>				+	
		扁脑珊瑚 <i>Platygyra</i> sp.	+	+	+		

科	属	种	临高角	新盈	磷枪石岛 1	磷枪石岛 2
	刺星珊瑚属	锯齿刺星珊瑚 <i>Cyphastrea serailia</i>	+		+	
	蜂巢珊瑚属	标准蜂巢珊瑚 <i>Favia speciosa</i>			+	+
		帛琉蜂巢珊瑚 <i>Favia palauensis</i>			+	
		罗图马蜂巢珊瑚 <i>Favia rotumana</i>		+		
	角蜂巢珊瑚属	多弯角蜂巢珊瑚 <i>Favites flexuosa</i>				+
		角蜂巢珊瑚 <i>Favites</i> sp.	+	+	+	+
		秘密角蜂巢珊瑚 <i>Favites abdita</i>	+	+	+	
		五边角蜂巢珊瑚 <i>Favites pentagona</i>	+			
		板叶角蜂巢珊瑚 <i>Favites complanata</i>				+
	菊花珊瑚	粗糙菊花珊瑚 <i>Goniastrea aspera</i>				+
		梳状菊花珊瑚 <i>Goniastrea pectinata</i>			+	
		网状菊花珊瑚 <i>Goniastrea retiformis</i>	+		+	+
		菊花珊瑚 <i>Goniastrea</i> sp.			+	+
	同星珊瑚属	多孔同星珊瑚 <i>Plesiastrea versipora</i>			+	+
木珊瑚科	陀螺珊瑚属	盾形陀螺珊瑚 <i>Turbinaria peltata</i>		+		
		皱折陀螺珊瑚 <i>Turbinaria mesenterina</i>				+
裸肋珊瑚科	刺柄珊瑚属	邻基刺柄珊瑚 <i>Hydnophora contignatio</i>	+		+	+
滨珊瑚科	滨珊瑚属	滨珊瑚 <i>Porites</i> sp.			+	+
		澄黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	+	+	+	+
	角孔珊瑚属	二异角孔珊瑚 <i>Goniopora duofasciata</i>	+	+	+	+
		斯氏角孔珊瑚 <i>Goniopora stutchburyi</i>		+	+	+
杯形珊瑚科	杯形珊瑚属	多曲杯形珊瑚 <i>Pocillopora meandrina</i>				+
		疣状杯形珊瑚 <i>Pocillopora verrucosa</i>				+
		鹿角杯形珊瑚 <i>Pocillopora damicornis</i>				+
		埃氏杯形珊瑚 <i>Pocillopora eydouxi</i>				+
褶叶珊瑚科	合叶珊瑚属	辐射合叶珊瑚 <i>Symphyllia radians</i>			+	
		菌状合叶珊瑚 <i>Symphyllia agaricia</i>			+	
菌珊瑚科	厚丝珊瑚属	标准厚丝珊瑚 <i>Pachyseris speciosa</i>			+	
	牡丹珊瑚属	叶形牡丹珊瑚 <i>Pavona frondifera</i>			+	
		十字牡丹珊瑚 <i>Pavona decussata</i>	+		+	
铁星珊瑚科	沙珊瑚属	深室沙珊瑚 <i>Psammocora profundacella</i>			+	+
石芝珊瑚科	足柄珊瑚属	壳形足柄珊瑚 <i>Podabacia crustacea</i>			+	
星群珊瑚科	柱群珊瑚属	罩柱群珊瑚 <i>Stylocoeniella guentheri</i>			+	
总计			16	10	29	31

表 3 海南岛西北部珊瑚礁活造礁石珊瑚群落优势种及其优势度

Tab. 3 The dominant species and its dominance of the live scleractinian corals species in the northwest of Hainan island

站位	优势种	优势度(%)
临高角	澄黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	44.85
	丛生盔形珊瑚 <i>Galaxea fascicularis</i>	15.46
新盈	二异角孔珊瑚 <i>Goniopora duofasciata</i>	28.25
	澄黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	24.52
磷枪石岛 1	澄黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	27.25
	丛生盔形珊瑚 <i>Galaxea fasciculari</i>	21.96
磷枪石岛 2	蔷薇珊瑚 <i>Montipora</i> sp.	13.12
	澄黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	8.89

表 4 海南岛西北部珊瑚礁各造礁石珊瑚群落物种多样性指数

Tab. 4 The diversity of the scleractinian corals communitise species in the northwest of Hainan island

群落位置	Simpson's 指数	Shannon-wiener 指数	Pielou 指数
临高角	0.7578	2.8275	2.35
新盈	0.8115	2.7428	2.74
磷枪石岛 1	0.8638	3.7373	2.56
磷枪石岛 2	0.9418	4.4470	3.01
海南岛西北部	0.9098	4.4415	2.61

率及其分布状况见图 1。造礁石珊瑚群覆盖率较高的调查站位在磷枪石岛海域,其造礁石珊瑚覆盖率在 40% 以上,而临高角和新盈海域造礁石珊瑚覆盖率分别为 23.67%和 9.00%。造礁石珊瑚死亡严重,基本在 30% 以上,特别是临高角海域死亡率达 50% 以上。说明该海域的造礁石珊瑚受到了强烈的威胁,珊瑚礁健康状态令人担忧。但是在磷枪石岛 2 海域站位定量调查造礁石珊瑚幼体补充数量发现,此处幼体补充较高,达到 51 个/m<sup>2</sup>,可见海南岛西北部珊瑚

礁有良好的补充来源,但是恢复缓慢甚至可能继续恶化,说明该地区自然因素和人类活动造成珊瑚礁的退化依然严重。

### 2.2.2 珊瑚礁的现状与趋势

通过此次对海南岛西北部海域珊瑚礁详细调查和历史资料的共同分析,作者认为海南岛西北部海域珊瑚礁主要分布在磷枪石岛,临高角和新盈海域,其他沿岸也有零星分布。海南岛西北部海域珊瑚礁造礁石珊瑚结构与分布特征见表 5。

表 5 海南岛西北部珊瑚礁各造礁石珊瑚群落现状

Tab. 5 The current status of scleractinian coral communities in the northwest of Hainan island

海域	造礁石珊瑚种类	分布和死亡状况	敌害状况	造礁石珊瑚分布水深
临高角	以团块状珊瑚为主,造礁石珊瑚有 16 种	平均覆盖率为 23.67% 石珊瑚死亡严重,死亡率 43.83%	未发现敌害,但有病害情况,病害率 0.33%	分布在 1.5~6 m 水深,主要集中在 2 m 左右区域
新盈	以团块状珊瑚为主,种类有 10 种	平均覆盖率为 9.00% 石珊瑚死亡严重,死亡率 54.00%	未发现敌害与病害现象	分布在 1.5~6 m 水深,主要集中在 2 m 左右区域
磷枪石岛 1	以团块状珊瑚为主,种类有 29 种	平均覆盖率为 41.83% 死亡严重,死亡率 34.00%	未发现敌害,但有病害情况,病害率 0.17%	分布在 1~8 m 水深,主要集中在 2 m 左右区域
磷枪石岛 2	以团块状珊瑚为主,种类有 30 种	平均覆盖率为 44.00% 死亡严重,死亡率 36.33%	未发现敌害,但有病害情况,病害率 0.33%	分布在 3~8 m 水深,主要集中在 5 m 左右区域
其他	零星分布	零星分布,覆盖率<1%,亦发现死亡造礁石珊瑚	未发现	分布水深主要在浅水海域

### 2.2.3 海南岛西北部珊瑚礁造礁石珊瑚是北部湾造礁珊瑚幼虫交流的中间过渡区

本研究根据近 5 年资料比较海南岛西北部珊瑚礁与徐闻珊瑚礁<sup>[10]</sup>、涠洲岛珊瑚礁<sup>[11]</sup>、三亚珊瑚礁的种类组成现状<sup>[12]</sup>(表 6),可以从中发现由南向北有一个造礁石珊瑚种类较少的趋势,这也符合世界珊瑚礁的典型特征,造礁石珊瑚的种类和数量都是形成随纬度升高而数量减少的梯度格局<sup>[13]</sup>。同时研究结果表明,随纬度的升高分枝状造礁石珊瑚的种类数量明显减少,而团块状造礁石珊瑚的种类数量亦较少,但减少的幅度不如分枝状造礁石珊瑚,说明

团块状的造礁石珊瑚较分枝状造礁石珊瑚属于宽生态位的种类,可以适应较为恶劣的生存环境<sup>[14]</sup>。

## 3 讨论

海南岛西北部地处热带,此处珊瑚礁发育很好,是典型的岸礁。但是此次调查研究与邹仁林等<sup>[4]</sup>和王道儒等<sup>[5]</sup>对此处的调查研究相比,此次发现的造礁石珊瑚种类数有明显增加。作者通过海南岛西北部造礁石珊瑚种类多样性历史对比分析,进一步研究群落变化及其原因。其中历史上有二次对海南岛西北部造礁石珊瑚进行了调查,成为本研究的重要对比资料:

表 6 海南岛西北部珊瑚礁与徐闻珊瑚礁、三亚珊瑚礁和涠洲岛珊瑚礁种类比较

Tab. 6 Comparison of the species composition in different coral reefs

科	属	种	本研究	徐闻	三亚	涠洲岛	
鹿角珊瑚科	鹿角珊瑚属	粗野鹿角珊瑚 <i>Acropora humilis</i>	+	+	+		
		鹿角珊瑚 <i>Acropora</i> sp.	+	+	+		
		多孔鹿角珊瑚 <i>Acropora millepora</i>	+	+	+	+	
		鼻形鹿角珊瑚 <i>Acropora nasuta</i>	+		+		
		风信子鹿角珊瑚 <i>Acropora hyacinthus</i>	+		+		
		佳丽鹿角珊瑚 <i>Acropora pulchra</i>	+	+	+	+	
		壮实鹿角珊瑚 <i>Acropora valida</i>	+		+		
		石松鹿角珊瑚 <i>Acropora selago</i>		+			
		鼻形鹿角珊瑚 <i>Acropora nasuta</i>			+		
		花鹿角珊瑚 <i>Acropora florida</i>			+		
		浪花鹿角珊瑚 <i>Acropora cytherea</i>			+		
		美丽鹿角珊瑚 <i>Acropora formosa</i>			+		
		强壮鹿角珊瑚 <i>Acropora valida</i>			+		
		丘突鹿角珊瑚 <i>Acropora abrotanoides</i>				+	
		蔷薇珊瑚属	膨胀蔷薇珊瑚 <i>Montipora turgescens</i>	+	+	+	
			蔷薇珊瑚 <i>Montipora</i> sp.	+		+	
			单星蔷薇珊瑚 <i>Montipora monasteriata</i>	+		+	
			繁锦蔷薇珊瑚 <i>Montipora efflorescens</i>	+		+	
翼形蔷薇珊瑚 <i>Montipora peltiformis</i>	+						
截顶蔷薇珊瑚 <i>Montipora truncata</i>				+			
平展蔷薇珊瑚 <i>Montipora solanderi</i>				+			
叶状蔷薇珊瑚 <i>Montipora foliosa</i>				+			
指状蔷薇珊瑚 <i>Montipora digitata</i>				+			
星孔珊瑚属	多星孔珊瑚 <i>Astreopora myriophthalma</i>				+		
枇杷珊瑚科	盔形珊瑚属	丛生盔形珊瑚 <i>Galaxea fascicularis</i>	+	+	+	+	
		稀生盔形珊瑚 <i>Galaxea astreata</i>		+	+		
蜂巢珊瑚科	扁脑珊瑚属	交替扁脑珊瑚 <i>Platygyra crosslandi</i>	+		+		
		精巧扁脑珊瑚 <i>Platygyra daedalea</i>	+	+	+		
		中华扁脑珊瑚 <i>Platygyra sinensis</i>	+		+		
		扁脑珊瑚 <i>Platygyra</i> sp.	+	+		+	
		刺星珊瑚属	锯齿刺星珊瑚 <i>Cyphastrea serailia</i>	+	+	+	
			蜂巢珊瑚属	标准蜂巢珊瑚 <i>Favia speciosa</i>	+	+	+
	帛琉蜂巢珊瑚 <i>Favia palauensis</i>			+		+	
	罗图马蜂巢珊瑚 <i>Favia rotumana</i>	+			+		
	翘齿蜂巢珊瑚 <i>Favia matthaii</i>				+		
	蜂巢珊瑚 <i>Favia</i> sp.				+	+	
	角蜂巢珊瑚属	多弯角蜂巢珊瑚 <i>Favites flexuosa</i>		+	+	+	
		角蜂巢珊瑚 <i>Favites</i> sp.	+		+	+	
		秘密角蜂巢珊瑚 <i>Favites abdita</i>	+	+	+	+	
		五边角蜂巢珊瑚 <i>Favites pentagona</i>	+		+		
		板叶角蜂巢珊瑚 <i>Favites complanata</i>	+				
		海孔角蜂巢珊瑚 <i>Favites halicora</i>				+	
		菊花珊瑚	粗糙菊花珊瑚 <i>Goniastrea aspera</i>	+	+	+	
	梳状菊花珊瑚 <i>Goniastrea pectinata</i>		+		+		



科	属	种	本研究	徐闻	三亚	涠洲岛
		网状菊花珊瑚 <i>Goniastrea retiformis</i>	+		+	
		菊花珊瑚 <i>Goniastrea</i> sp.	+			+
	同星珊瑚属	多孔同星珊瑚 <i>Plesiastrea versipora</i>	+	+	+	
	圆菊珊瑚石	圆菊珊瑚 <i>Montastrea curta</i>		+		
	小星珊瑚属	粗突小星珊瑚 <i>Leptastrea bottae</i>		+		
		小星珊瑚 <i>Leptastrea</i> sp.			+	
	刺孔珊瑚属	宝石刺孔珊瑚 <i>Echinopora gemmacea</i>		+		
		薄片刺孔珊瑚 <i>Echinopora lamellosa</i>			+	
		刺孔珊瑚 <i>Echinopora</i> sp.				+
	肠珊瑚属	弗利吉亚肠珊瑚 <i>Leptoria phrygia</i>			+	
	黑菊珊瑚属	黑菊珊瑚 <i>Oulastrea crispata</i>			+	
	双星珊瑚属	同双星珊瑚 <i>Diploastrea heliopora</i>			+	
木珊瑚科	陀螺珊瑚属	盾形陀螺珊瑚 <i>Turbinaria peltata</i>	+	+	+	
		皱折陀螺珊瑚 <i>Turbinaria mesenterina</i>	+			
		波形陀螺珊瑚 <i>Turbinaria undata</i>			+	
		复叶陀螺珊瑚 <i>Turbinaria frondens</i>			+	
		漏斗陀螺珊瑚 <i>Turbinaria crater</i>			+	
裸肋珊瑚科	刺柄珊瑚属	邻基刺柄珊瑚 <i>Hydnophora contignatio</i>	+	+	+	
	裸肋珊瑚属	阔裸肋珊瑚 <i>Merulina ampliata</i>			+	
滨珊瑚科	滨珊瑚属	滨珊瑚 <i>Porites</i> sp.	+		+	
		扁枝滨珊瑚 <i>Porites andrewsi</i>				
		澄黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	+	+	+	+
		普哥滨珊瑚 <i>Porites pukoensis</i>		+	+	
		扁缩滨珊瑚 <i>Porites compressa</i>		+		
	角孔珊瑚属	二异角孔珊瑚 <i>Goniopora duofasciata</i>	+		+	
		斯氏角孔珊瑚 <i>Goniopora stutchburyi</i>	+	+	+	
		细角孔珊瑚 <i>Goniopora gracilis</i>		+		
		角孔珊瑚 <i>Goniopora</i> sp.		+	+	+
		柱角孔珊瑚 <i>Goniopora columna</i>				+
	穴孔珊瑚属	穴孔珊瑚 <i>Alveopora</i> sp.			+	
杯形珊瑚科	杯形珊瑚属	多曲杯形珊瑚 <i>Pocillopora meandrina</i>	+		+	
		疣状杯形珊瑚 <i>Pocillopora verrucosa</i>	+		+	
		鹿角杯形珊瑚 <i>Pocillopora damicornis</i>	+		+	
		埃氏杯形珊瑚 <i>Pocillopora eydouxi</i>	+		+	
褶叶珊瑚科	合叶珊瑚属	辐射合叶珊瑚 <i>Symphyllia radians</i>	+		+	
		菌状合叶珊瑚 <i>Symphyllia agaricia</i>	+		+	
		巨大合叶珊瑚 <i>Symphyllia gigantean</i>				
	棘星珊瑚属	棘星珊瑚 <i>Acanthastrea echinata</i>			+	
	叶状珊瑚属	赫氏叶状珊瑚 <i>Lobophyllia hemprichii</i>			+	
		伞房叶状珊瑚 <i>Lobophyllia corymbosa</i>		+	+	
菌珊瑚科	厚丝珊瑚属	标准厚丝珊瑚 <i>Pachyseris speciosa</i>	+	+	+	
	牡丹珊瑚属	叶形牡丹珊瑚 <i>Pavona frondifera</i>	+	+	+	
		十字牡丹珊瑚 <i>Pavona decussata</i>	+	+	+	+
		异变牡丹珊瑚 <i>Pavona varians</i>		+	+	
铁星珊瑚科	沙珊瑚属	深室沙珊瑚 <i>Psammocora profundacella</i>	+			

续表 6

科	属	种	本研究	徐闻	三亚	涠洲岛
		毗邻沙珊瑚 <i>Psammocora contigua</i>			+	
		浅薄沙珊瑚 <i>Psammocora superficialis</i>			+	
	假铁星珊瑚属	假铁星珊瑚 <i>Pseudosiderastrea tayami</i>		+		
	筛珊瑚属	吞蚀筛珊瑚 <i>Coscinaraea exesa</i>			+	
石芝珊瑚科	足柄珊瑚属	壳形足柄珊瑚 <i>Podabacia crustacea</i>	+		+	
	多叶珊瑚属	多叶珊瑚 <i>Polyphyllia talpina</i>			+	
	石芝珊瑚属	石芝珊瑚 <i>Fungia fungites</i>			+	
星群珊瑚科	柱群珊瑚属	罩柱群珊瑚 <i>Stylocoeniella guentheri</i>	+			
梳状珊瑚科	尖孔珊瑚属	撕裂尖孔珊瑚 <i>Oxypora lacera</i>		+		
	梳状珊瑚属	莴苣梳状珊瑚 <i>Pectinia lactuca</i>			+	
	刺叶珊瑚属	粗糙刺叶珊瑚 <i>Echinophyllia aspera</i>		+	+	
丁香珊瑚科	真叶珊瑚属	缨针叶珊瑚 <i>Euphyllia fimbriata</i>			+	
总计			50	35	80	14

邹仁林等<sup>[4]</sup>1975年进行的整个海南岛的珊瑚礁生态学调查研究; 2002年海南省海洋开发规划设计院对整个海南岛珊瑚礁调查<sup>[5]</sup>。从表1可以看出, 与1975年和2002年相比, 海南岛西北部造礁石珊瑚物种有了大的增加, 从33种增加到50种, 其中团块状造礁石珊瑚种类增加较多, 主要集中在蜂巢珊瑚科, 而具有热带特征的分枝状珊瑚(主要是鹿角珊瑚)变化很小。说明海南岛西北部造礁石珊瑚物种的增加可能是过去对该海域调查的强度不够。

由于前两次对该海域进行调查主要是以定性调查为主, 而关于覆盖率没有确切的描述, 而在本次研究中作者根据活珊瑚覆盖和死亡率的数据并结合调查过程中对当地渔民的走访, 得知该海域的造礁石珊瑚20世纪七八十年代相当繁盛, 覆盖率在70%以上。但是在本次调查, 造礁石珊瑚死亡率都在30%以上, 尤其是临高角海域造礁石珊瑚死亡率已经达到了54%。同时在该海域存在病害现象。在研究生物多样性方面, 发现造礁石珊瑚物种多样性与覆盖率成正相关。由上面可知, 海南岛西北部海域的造礁石珊瑚已经遭到了较严重的破坏, 珊瑚礁健康问题必须重视。令人欣慰的是, 海南岛西北部珊瑚礁的造礁石珊瑚小个体的补充量较高, 达到了51个/m<sup>2</sup>, 由此可见, 海南岛西北部珊瑚礁有良好的补充来源, 这将对珊瑚礁恢复起非常重要的作用。

本次研究还与该区域附近的珊瑚礁(徐闻珊瑚礁, 三亚珊瑚礁和涠洲岛珊瑚礁)造礁石珊瑚进行了种类组成的比较, 发现明显随纬度的升高造礁石珊瑚种类降低的现象。造礁石珊瑚种类组成具有地域特征,

分布在纬度高的地区的造礁石珊瑚种类一般以耐受性较强的团块状, 亚团块状珊瑚和皮壳状珊瑚为主。在这4个岸礁中, 造礁石珊瑚种类基本相互重叠, 结合洋流数据, 这4个珊瑚礁可能存在一定礁体连通, 其中海南岛西北部与三亚珊瑚礁造礁石珊瑚种类重叠较多, 可能联系较为紧密。

## 4 结论

海南岛西北部海域珊瑚礁处于热带, 该地区属于南海珊瑚礁的重要组成部分。在春季北部湾环流帮助下, 其可能是广东徐闻和广西涠洲岛海域珊瑚礁造礁石珊瑚幼体补充来源。但是由于海南岛西北部海域过度开发的行为, 如过度捕捞, 盗采珊瑚, 泥沙沉积, 水体污染以及海岸工程等人类活动, 已经造成其珊瑚礁退化严重, 主要表现为造礁石珊瑚覆盖率下降, 死亡率急速升高。总体上是人为活动影响对海南岛西北部海域珊瑚礁的破坏更加剧烈, 因此作者建议应加强科学的保护与管理, 使该珊瑚礁恢复生机, 这对维护该海域水产资源、发展旅游等有重要意义, 甚至对整个北部湾沿岸海域水产资源恢复和维护北部湾生物多样性具有非常重要的意义。

对于海南岛西北部海域珊瑚礁的恢复与保护, 应走科学保护与自然恢复共同发展的道路。首先应详细了解该海域的珊瑚礁现状, 为科学的保护和自然恢复提供理论依据。在珊瑚礁分布沿岸, 应保护沿岸植被, 减少入海径流的泥沙量; 禁止未处理废水直接排入珊瑚礁; 同时提高全民素质, 宣传和普及相关知识, 增强当地民众的保护意识。

## 参考文献:

- [1] Peter F S. Management of coral reefs: Where we have gone wrong and what we can do about it[J]. Marine Pollution Bulletin, 2008, 56: 805-809.
- [2] Moberg F, Folke C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems[J]. Ecol. Econ. 1999(29): 215-233.
- [3] Zhang Q M. Status of tropical biological coasts of China: implications on ecosystem restoration and reconstruction[J]. Oceanologia et limnologia sinica, 2001, 32(4): 454-464.
- [4] 邹仁林, 宋善文, 马江虎, 海南岛浅水造礁石珊瑚[M], 北京:科学出版社, 1976.
- [5] 王道儒, 陈宏, 陈春华, 等. 海南珊瑚礁和海草床生态调查报告[R]. 海口: 海南规划设计研究院, 2002: 1-75.
- [6] 牛文涛, 张潇娴, 林荣澄, 等. 昌江沿岸海域石珊瑚的物种多样性及其分布[J]. 台湾海峡, 2010, 29(3): 389-393.
- [7] Veron J E N. Corals of the world[M]. Townsville: Australian Institute of Marine Science and CRR Old Pty Ltd, 2000: 1-490.
- [8] 邹仁林. 中国动物志: 造礁石珊瑚[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [9] 于登攀, 邹仁林. 鹿回头造礁石珊瑚群落多样性的现状及动态[J]. 生态学报, 1995, 15(6): 561-564.
- [10] 黄晖, 练健生, 王华接, 等. 徐闻珊瑚礁及其生物多样性[M]. 北京: 海洋出版社, 2007.
- [11] 黄晖, 马斌儒, 练健生, 等. 广西涠洲岛海域珊瑚礁现状及其保护策略研究[J]. 热带地理, 2009, 20(4): 307-312.
- [12] 练健生, 黄晖, 黄良民, 等. 三亚珊瑚礁及其生物多样性[M]. 北京: 海洋出版社, 2010.
- [13] Veron J E N, stafford-smith M. Coral of the World[M]. Cape Ferguson: Australian Institute of Marine Science, 2000.
- [14] Veron J E N. Coral of Australia and the Indo-Pacific[M]. Angus and Robertson: London/Sydney, 1996: 629-633.

## Composition and distribution of scleractinian coral in the northwest of Hainan island

HUANG Hui<sup>1,2</sup>, YOU Feng<sup>1,2</sup>, LIAN Jian-sheng<sup>1,2</sup>, ZHANG Cheng-long<sup>1,2</sup>, YANG Jian-hui<sup>1,2</sup>, LI Xiao-bao<sup>1,2</sup>, YUAN Tao<sup>1,2</sup>, DONG Zhi-jun<sup>3</sup>

(1. Tropical Marine Biological Research Station in Hainan, Sanya 572000, China; 2. Key laboratory of Marine Bio-resources Sustainable Utilization, South China Sea Institute of Oceanology, CAS, Guangzhou 510301, China; 3. Yantai Institute of Coastal Zone Research, CAS, Yantai 264003, China)

**Received:** Dec., 4, 2011

**Key words:** Hainan island ; coral reef; species diversity; Scleractinian coral

**Abstract:** The diversity and spatial distribution of Scleractinian corals in northwestern of Hainan island were investigated and there were 50 species of Scleractinian corals and one non-Scleractinia coral (*Millepora* sp.) were found. The results showed that the dominant Scleractinia corals are *Porites lutea* and *Galaxea fascicularis*, which has undergone significant changes over several years, in the coral reef of the Hainan island northwestern. With the impact of natural factors and human activities on coral reefs, the coverage of coral has rapidly decreased. The areas are located in the transition region of Beibu Gulf, Qiongzhou sea and South China sea, and might be the main channel for coral larve planula diffusion, which play a key role to the conservation and restoration of coral reefs in South China. Therefore, reasonable coordination marine fisheries and protection of environment were necessary for the conservation of the coral reef in the northwest of Hainan island.

(本文编辑: 梁德海)