

◆研究类◆

北部湾石珊瑚多样性^{*}周浩郎^{1,2}, 葛文标^{1,2}

(1. 广西科学院, 广西海洋科学院(广西红树林研究中心), 广西红树林保护与利用重点实验室, 广西北海 536000; 2. 自然资源部北部湾滨海湿地生态系统野外科学观测研究站, 广西北海 536015)

摘要:北部湾是南海西北部一个半封闭的海湾, 介于 17°00′—21°30′N 和 105°40′—110°00′E 之间, 因有别于热带南海的生态环境特点, 被划分为单独的北部湾生态区。湾内分布有石珊瑚 17 科 66 属 245 种, 其中中国海域 164 种, 越南海域 187 种, 两国海域共有种 106 种。石珊瑚种类多样性主要由 4 科珊瑚构成, 其中鹿角珊瑚科 (Acroporidae) 68 种, 裸肋珊瑚科 (Merulinidae) 56 种, 木珊瑚科 (Dendrophylliidae) 24 种, 滨珊瑚科 (Poritidae) 23 种, 4 科珊瑚占比 69.80%。北部湾石珊瑚种类数较热带海洋少, 但物种结构和分布格局类似。原始状况下的北部湾石珊瑚种类丰度无明显地理差异, 珊瑚种类结构、分布格局和群落类型相似。以鹿角珊瑚 (*Acropora* spp.) 为优势种的珊瑚群落在过去几十年里退化严重, 近乎消失。

关键词:北部湾; 石珊瑚; 多样性; 群落; 分布

中图分类号: P737.2, P745 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2024)03-0310-21

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20241010.001

北部湾位于南海西北部, 是一个半封闭的海湾, 介于 17°00′—21°30′N 和 105°36′—110°00′E 之间, 北界为中国广西壮族自治区与越南广宁省的大陆岸线, 东界为中国广东省雷州半岛和海南省岸线, 西界为越南大陆岸线, 南界穿过越南昏果岛 (Con Co), 以中国海南岛莺歌嘴外突点 (18°30′19″N, 108°41′17″E) 与越南来角 (16°57′40″N, 107°08′42″E) 之间的连线为界^[1]。北部湾属于大陆架上的一个浅海湾, 水下地形平坦, 全部位于大陆棚内, 海域面积约 12.93 万平方千米, 平均深度为 46 m, 湾口处最大水深不超过 100 m。受季风、径流、海流、气候等因素的影响, 北部湾

不同海域环境条件并不一致, 存在时空变化。入湾主要河流有中国广西的南流江、大风江、钦江、茅岭江、防城河、北仑河, 海南的昌化江和越南的红河、马江、朱江、蓝江。越南河流的径流量占入湾径流的 94.5%^[2], 相比 1960 年代, 2012 年红河平均径流量近乎翻倍, 达 6 250 m³/s^[3]。入湾径流导致表层低盐水几乎控制了北部湾大部分水域^[4], 夏季时, 中国广西和越南北部湾沿岸海水盐度分别低至 24 和 22, 总体上呈现沿岸低离岸高的格局^[5,6]。与热带海域不同, 北部湾海水温度季节变化较明显。海南岛北岸和南岸平均表层海水温度 (SST) 分别为 24.2 和 26.7

收稿日期: 2024-03-21 修回日期: 2024-05-14

^{*} 广西重点研发计划项目 (桂科 AB19245045) 资助。

【第一作者简介】

周浩郎 (1962—), 男, 研究员, 主要从事海洋生物多样性及珊瑚礁生态研究, E-mail: zhouhaolang@sina.com。

【引用本文】

周浩郎, 葛文标. 北部湾石珊瑚多样性 [J]. 广西科学院学报, 2024, 40(3): 310-330.

ZHOU H L, GE W B. Diversity of Scleractinian Corals in the Beibu Gulf [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2024, 40(3): 310-330.

℃, 西部沿海有近3个月表层水温低于20℃^[7]。中国广西涠洲岛平均最低SST出现在二月, 为17.5℃, 极端低温达12.3℃^[8,9]。中国广西防城港最低SST也达到14℃^[10]。因北部湾深度浅, 故入夏后水温很快升高到29—32℃, 南北相差不大, 入冬后水温会降低至16℃, 呈现北冷南暖的特点^[6,11]。北部湾海水较浑浊, 受沉积作用影响大。广西涠洲岛近大陆, 受悬浮物影响海水透明度较低, 与南海北部近岸浅海近似, 小于10 m, 一般为2.5—6.0 m^[12]。广东徐闻灯楼角海水透明度约3 m^[13]。越南白龙尾岛(Bach Long Vi, 20°08'N, 107°44'E)海水透明度为1.7—4.6 m^[14]。就石珊瑚生长的环境条件而言, 北部湾不尽适宜, 冬季海水温度低, 河流径流量大且带来大量沉积物, 造成海水盐度和透明度低。

在北部湾越南海域, 石珊瑚主要分布于下龙湾(Ha long)、拜子龙湾(Bai Tu Long)、姑苏岛(Cô Tô)和龙州岛(Long Chau)5—7 m深的浅海, 分布范围狭窄。在北部湾中部的越南白龙尾岛, 石珊瑚可生长于水下10 m, 在近岸的越南湄岛(Hon Me)、山阳岛(Hon Son Duong)、昏果岛等岛屿也有石珊瑚分布。北部湾越南海域共分布有53属187种石珊瑚^[15]。在北部湾中国海域, 石珊瑚主要分布于广西北海的涠洲岛、斜阳岛^[16-19], 广东徐闻的灯楼角^[20], 海南岛西部的澄迈、临高、儋州、昌江、东方沿岸^[21]。

北部湾内石珊瑚种类记录最早见于1937年^[22], 陆续的记录有1960年的中国海南临高新盈的石珊瑚25种^[23]、1987年和1988年的中国广西北海涠洲岛石珊瑚群落状况^[16-19]、2000年越南下龙湾的石珊瑚175种^[24]、2001年中国广东徐闻的石珊瑚11属及其分布^[20]、2008年越南白龙尾岛的石珊瑚160多种^[14]、2010年中国海南昌江的石珊瑚28种^[25]、2012

年中国海南岛西部海域石珊瑚57种^[26]、2021年中国广西防城港白龙半岛石珊瑚12种^[27]等。随着北部湾石珊瑚研究的拓展和深入^[7,21,28-44], 对北部湾各区域石珊瑚多样性的认识渐趋全面。本研究总结以往相关研究, 给出北部湾全域石珊瑚多样性的描述和分析。

1 材料与方法

根据不同历史时期记录北部湾内石珊瑚种类的中外文献开展北部湾石珊瑚多样性研究。文献时间跨度从1937年到2023年, 文献研究的石珊瑚分布地点包括北部湾中国水域的海南西海岸、广东徐闻、广西涠洲岛、斜阳岛和白龙半岛等, 北部湾越南水域的下龙湾、拜子龙湾、白龙尾岛、昏果岛等。将文献所记录石珊瑚的种类数合并加以分析, 并依据形态分类所定的石珊瑚种名, 参照《中国造礁石珊瑚分类厘定》^[45]和“World Register of Marine Species”(WoRMS)(<https://www.marinespecies.org/>)加以确定和更新。

2 结果与分析

2.1 石珊瑚种类

北部湾共记录石珊瑚17科66属245种(表1)。北部湾中国海域石珊瑚有164种, 北部湾越南海域石珊瑚有187种, 两国海域共有种有106种, 占总种数的43.27%。中国海南西海岸石珊瑚有111种, 其中昌江53种, 儋州85种, 临高43种^[21,23,25,26,40,43]; 广东徐闻石珊瑚有84种^[20,30,32,38]; 广西涠洲岛和防城港白龙半岛石珊瑚分别有83种和22种^[16-19,27,36,45]。越南拜子龙湾石珊瑚有164种(表2), 白龙尾岛石珊瑚也有不少于160种^[14,15,24]。

表1 北部湾石珊瑚种类名录

Table 1 List of scleractinian corals in the Beibu Gulf

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- mese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
Acroporidae											
<i>Acropora</i>											
<i>Acropora humilis</i> (Dana, 1846)	+	+		+			+	+	+	+	+
<i>Acropora muricata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+			+		+	+	+	+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- mese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Acropora pruinosa</i> (Brook, 1893)	+	+	+	+	+		+			+	+
<i>Acropora digitifera</i> (Dana, 1846)	+	+	+				+	+	+	+	+
<i>Acropora solitaryensis</i> Veron & Wallace, 1984		+			+		+			+	+
<i>Acropora millepora</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+		+	+		+	+	+	+	+
<i>Acropora nasuta</i> (Dana, 1846)		+					+	+	+	+	+
<i>Acropora hyacinthus</i> (Dana, 1846)	+	+			+		+	+	+	+	+
<i>Acropora pulchra</i> (Brook, 1891)	+		+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Acropora robusta</i> (Dana, 1846)	+	+					+	+	+	+	+
<i>Acropora valida</i> (Dana, 1846)							+			+	+
<i>Acropora selago</i> (Studer, 1879)				+				+	+	+	+
<i>Acropora tumida</i> (Verrill, 1866)				+	+					+	+
<i>Acropora aspera</i> (Dana, 1846)				+				+	+	+	+
<i>Acropora acuminata</i> (Verrill, 1864)				+				+	+	+	+
<i>Acropora corymbosa</i> (Lamarck, 1816)	+	+		+	+		+			+	+
<i>Acropora abrotanoides</i> (Lamarck, 1816)								+	+		+
<i>Acropora microph- thalma</i> (Verrill, 1869)								+	+		+
<i>Acropora valenciennesi</i> (Milne Edwards, 1860)					+			+	+		+
<i>Acropora glauca</i> (Brook, 1893)								+	+		+
<i>Acropora grandis</i> (Brook, 1891)								+	+		+
<i>Acropora cytherea</i> (Dana, 1846)		+					+	+	+	+	+
<i>Acropora austera</i> (Dana, 1846)					+			+	+		+
<i>Acropora bushyensis</i> Veron & Wallace, 1984									+		+
<i>Acropora lutkeni</i> Crossland, 1951								+	+	+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- nese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Montipora peltiformis</i> Bernard, 1897	+	+			+		+			+	+
<i>Montipora mollis</i> Bernard, 1897		+					+			+	+
<i>Montipora monasteri- ata</i> (Forskål, 1775)		+			+		+	+	+	+	+
<i>Montipora efflorescens</i> Bernard, 1897		+		+	+	+	+			+	+
<i>Montipora digitata</i> (Dana, 1846)				+	+		+	+	+	+	+
<i>Montipora gaimardi</i> Bernard, 1897					+		+			+	+
<i>Montipora foliosa</i> (Pallas, 1766)			+		+		+			+	+
<i>Montipora foveolata</i> (Dana, 1846)				+	+					+	+
<i>Montipora tuberculosa</i> (Lamarck, 1816)								+	+		+
<i>Montipora turtlensis</i> Veron & Wallace, 1984								+	+		+
<i>Montipora spongodes</i> Bernard, 1897								+	+		+
<i>Montipora undata</i> Bernard, 1897								+	+		+
<i>Montipora venosa</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+				+	+	+	+	+
<i>Montipora danae</i> Milne Edwards & Haime, 1851	+	+					+	+	+	+	+
<i>Montipora caliculata</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Montipora hispida</i> (Dana, 1846)								+	+	+	+
<i>Montipora australien- sis</i> Bernard, 1897								+	+		+
<i>Montipora informis</i> Bernard, 1897					+			+	+	+	+
<i>Montipora aequituber- culata</i> Bernard, 1897								+	+		+
<i>Montipora nodosa</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Montipora truncata</i> Zou, Song & Ma, 1975									+		+
<i>Montipora verrucosa</i> (Lamarck, 1816)									+		+
<i>Montipora stellata</i> Bernard, 1897	+						+			+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- mese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
Agariciidae											
<i>Pavona</i>											
<i>Pavona decussata</i> (Dana, 1846)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Pavona frondifera</i> (Lamarck, 1816)		+	+	+	+		+			+	+
<i>Pavona varians</i> (Verrill, 1864)	+	+	+	+	+		+			+	+
<i>Pavona minuta</i> Wells, 1954					+					+	+
<i>Pavona cactus</i> (Forskål, 1775)								+	+		+
<i>Pavona clavus</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Pavona explanulata</i> (Lamarck, 1816)								+	+		+
<i>Pavona duerdeni</i> Vaughan, 1907					+					+	+
<i>Coeloseris</i>											
<i>Coeloseris mayeri</i> Vaughan, 1918					+					+	+
<i>Leptoseris</i>											
<i>Leptoseris mycetose- roides</i> Wells, 1954								+	+		+
<i>Leptoseris hawaiiensis</i> Vaughan, 1907								+	+		+
<i>Pachyseris</i>											
<i>Pachyseris speciosa</i> (Dana, 1846)		+		+	+		+	+	+	+	+
<i>Pachyseris rugosa</i> (Lamarck, 1801)	+				+		+	+	+	+	+
Euphyllidae											
<i>Euphyllia</i>											
<i>Euphyllia glabrescens</i> (Chamisso & Eysen- hardt, 1811)				+						+	+
<i>Euphyllia cristata</i> Chevalier, 1971		+					+			+	+
<i>Galaxea</i>											
<i>Galaxea astreata</i> (Lamarck, 1816)	+	+		+	+		+	+	+	+	+
<i>Galaxea fascicularis</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Siderastreidae											
<i>Pseudosiderastrea</i>											

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- mese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Balanophyllia</i>											
<i>Balanophyllia</i> (<i>Balanophyllia</i>) <i>generatrix</i> Cairns & Zibrowius, 1997				+						+	+
<i>Balanophyllia</i> (<i>Balanophyllia</i>) <i>cumingii</i> Milne Edwards & Haime, 1848								+	+		+
<i>Tubastraea</i>											
<i>Tubastraea coccinea</i> Lesson, 1830	+			+			+	+	+	+	+
<i>Tubastraea aurea</i> (Quoy & Gaimard, 1833)								+	+		+
<i>Tubastraea micranthus</i> (Ehrenberg, 1834)								+	+		+
<i>Tubastraea diaphana</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Tubastraea stimpsonii</i> (Verrill, 1866)								+	+		+
Poritidae											
<i>Porites</i>											
<i>Porites lutea</i> Milne Edwards & Haime, 1851	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Porites lobata</i> Dana, 1846		+			+		+	+	+	+	+
<i>Porites solida</i> (Forskäl, 1775)				+				+	+	+	+
<i>Porites pukoensis</i> Vaughan, 1907	+	+	+	+	+		+			+	+
<i>Porites compressa</i> Dana, 1846				+				+	+	+	+
<i>Porites rus</i> (Forskäl, 1775)			+				+	+	+	+	+
<i>Porites murrayensis</i> Vaughan, 1918								+	+		+
<i>Porites australiensis</i> Vaughan, 1918								+	+		+
<i>Porites stephensoni</i> Crossland, 1951								+	+		+
<i>Porites densa</i> Vaughan, 1918									+		+
<i>Porites mayeri</i> Vaughan, 1918								+	+		+
<i>Porites lichen</i> (Dana, 1846)					+				+		+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- nese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Porites cylindrica</i> Dana, 1846	+						+			+	+
<i>Goniopora</i>											
<i>Goniopora columna</i> Dana, 1846	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Goniopora djiboutien- sis</i> Vaughan, 1907	+	+		+			+	+	+	+	+
<i>Goniopora planulata</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+		+	+			+	+
<i>Goniopora gracilis</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)				+						+	+
<i>Goniopora lobata</i> Milne Edwards, 1860				+				+	+	+	+
<i>Goniopora stokesi</i> Milne Edwards & Haime, 1851				+				+	+	+	+
<i>Goniopora norfolken- sis</i> Veron & Pichon, 1981				+						+	+
<i>Goniopora minor</i> Crossland, 1951				+		+				+	+
<i>Goniopora tenuidens</i> (Quelch, 1886)						+		+	+	+	+
<i>Bernardpora</i>											
<i>Bernardpora stutch- buryi</i> (Wells, 1955)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rhizangiidae											
<i>Oulangia</i>											
<i>Oulangia stokesiana miltoni</i> Yabe & Egu- chi, 1931			+	+			+			+	+
Astrocoeniidae											
<i>Stylocoeniella</i>											
<i>Stylocoeniella guent- heri</i> (Bassett-Smith, 1890)		+		+			+	+	+	+	+
<i>Madracis</i>											
<i>Madracis kirbyi</i> Veron & Pichon, 1976								+	+		+
Pocilloporidae											
<i>Pocillopora</i>											
<i>Pocillopora meandri- na</i> Dana, 1846		+					+			+	+
<i>Pocillopora verrucosa</i> (Ellis & Solander, 1786)		+		+			+	+	+	+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- mese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+					+			+	+
<i>Pocillopora eydouxi</i> Milne Edwards, 1860		+					+			+	+
<i>Pocillopora woodjonesi</i> Vaughan, 1918									+		+
<i>Seriatopora</i>											
<i>Seriatopora hystrix</i> Dana, 1846									+		+
<i>Stylophora</i>											
<i>Stylophora pistillata</i> Esper, 1797				+				+	+	+	+
Fungiidae											
<i>Podabacia</i>											
<i>Podabacia crustacea</i> (Pallas, 1766)		+			+		+	+	+	+	+
<i>Fungia</i>											
<i>Fungia fungites</i> (Linnaeus, 1758)	+						+	+	+	+	+
<i>Dana fungia</i>											
<i>Dana fungia scruposa</i> (Klunzinger, 1879)								+	+		+
<i>Dana fungia horrida</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Pleuractis</i>											
<i>Pleuractis granulosa</i> (Klunzinger, 1879)								+	+		+
<i>Lithophyllon</i>											
<i>Lithophyllon undulatum</i> Rehberg, 1891			+		+		+	+	+	+	+
<i>Cycloseris</i>											
<i>Cycloseris mokai</i> (Hoeksema, 1989)								+	+		+
<i>Halomitra</i>											
<i>Halomitra pileus</i> (Linnaeus, 1758)								+	+	+	+
<i>Herpolitha</i>											
<i>Herpolitha limax</i> (Esper, 1797)								+	+		+
<i>Sandalolitha</i>											
<i>Sandalolitha robusta</i> (Quelch, 1886)									+		+
<i>Sandalolitha dentata</i> Quelch, 1884								+	+		+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- nese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Polyphyllia</i>											
<i>Polyphyllia talpina</i> (Lamarck, 1801)									+		+
Psammocoridae											
<i>Psammocora</i>											
<i>Psammocora profun- dacella</i> Gardiner, 1898		+		+	+		+	+	+	+	+
<i>Psammocora contigua</i> (Esper, 1794)	+	+	+		+		+	+	+	+	+
<i>Psammocora nier- straszi</i> Van der Horst, 1911									+		+
<i>Psammocora digitata</i> Milne Edwards & Haime, 1851								+	+		+
<i>Psammocora exesa</i> Dana, 1846		+		+	+		+			+	+
<i>Psammocora columna</i> Dana, 1846				+	+			+	+	+	+
Oulastreidae											
<i>Oulastrea</i>											
<i>Oulastrea crispata</i> (Lamarck, 1816)		+					+	+	+	+	+
Lobophylliidae											
<i>Acanthastrea</i>											
<i>Acanthastrea echinata</i> (Dana, 1846)		+	+	+	+		+			+	+
<i>Acanthastrea hem- p-richii</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+			+			+	+
<i>Homophyllia</i>											
<i>Homophyllia bow- banki</i> (Milne Edwards & Haime, 1857)				+						+	+
<i>Lobophyllia</i>											
<i>Lobophyllia corymbo- sa</i> (Forskäl, 1775)	+	+		+	+		+			+	+
<i>Lobophyllia flabelli- formis</i> Veron, 2000		+					+	+	+	+	+
<i>Lobophyllia hem- p-richii</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Lobophyllia hataii</i> Yabe, Sugiyama & Eguchi, 1936					+			+	+	+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国海南 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- nese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Lobophyllia recta</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Lobophyllia radians</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)	+	+					+	+	+	+	+
<i>Lobophyllia valenci- ennesii</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)								+	+		+
<i>Lobophyllia hassi</i> (Pillai & Scheer, 1976)								+	+		+
<i>Lobophyllia agaricia</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)	+	+	+		+		+			+	+
<i>Lobophyllia costata</i> (Dana, 1846)					+					+	+
<i>Lobophyllia ishigak- iensis</i> Veron, 1990					+					+	+
<i>Echinophyllia</i>											
<i>Echinophyllia aspera</i> (Ellis & Solander, 1786)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Echinophyllia orpheensis</i> Veron & Pichon, 1980								+	+		+
<i>Oxypora</i>											
<i>Oxypora echinata</i> (Saville Kent, 1871)								+	+		+
<i>Oxypora lacera</i> (Verrill, 1864)				+				+	+	+	+
<i>Cynarina</i>											
<i>Cynarina lacrymalis</i> (Milne Edwards & Haime, 1848)								+	+		+
Merulinidae											
<i>Hydnophora</i>											
<i>Hydnophora exesa</i> (Pallas, 1766)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Hydnophora microco- nos</i> (Lamarck, 1816)			+				+	+	+	+	+
Echinopora											
<i>Echinopora lamellosa</i> (Esper, 1795)				+	+			+	+	+	+
<i>Echinopora gemma- cea</i> (Lamarck, 1816)			+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Cyphastrea</i>											
<i>Cyphastrea serailia</i> (Forskål, 1775)	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国海南 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- nese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Cyphastrea japonica</i> Yabe & Sugiyama, 1931		+					+		+	+	
<i>Cyphastrea chalcidicum</i> (Forskål, 1775)					+			+	+	+	
<i>Cyphastrea microphthalma</i> (Lamarck, 1816)					+			+	+	+	
<i>Merulina</i>											
<i>Merulina ampliata</i> (Ellis & Solander, 1786)			+	+	+		+	+	+	+	
<i>Merulina cylindrica</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)	+				+		+		+	+	
<i>Dipsastraea</i>											
<i>Dipsastraea speciosa</i> (Dana, 1846)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dipsastraea lizardensis</i> (Veron, Pichon & Wijsman-Best, 1977)		+		+			+	+	+	+	
<i>Dipsastraea favus</i> (Forskål, 1775)		+		+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dipsastraea rotumana</i> (Gardiner, 1899)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
<i>Dipsastraea maritima</i> (Nemenzo, 1971)		+			+		+	+	+	+	
<i>Dipsastraea matthaii</i> (Vaughan, 1918)			+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dipsastraea veroni</i> (Moll & Best, 1984)	+			+			+		+	+	
<i>Dipsastraea laxa</i> (Klunzinger, 1879)				+				+	+	+	
<i>Dipsastraea mirabilis</i> (Yabe & Sugiyama, 1941)								+	+	+	
<i>Dipsastraea pallida</i> (Dana, 1846)						+		+	+	+	
<i>Dipsastraea amicorum</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)								+	+	+	
<i>Dipsastraea maxima</i> (Veron, Pichon & Wijsman-Best, 1977)					+				+	+	
<i>Astraeosmia</i>											
<i>Astraeosmia maxima</i> (Veron, Pichon & Wijsman-Best, 1977)		+					+	+	+	+	

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- mese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Favite</i>											
<i>Favites micropentago-</i> <i>nus</i> Veron, 2000		+					+			+	+
<i>Favites pentagona</i> (Esper, 1795)	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Favites flexuosa</i> (Dana, 1846)	+	+	+	+			+	+	+	+	+
<i>Favites abdita</i> (Ellis & Solan- der, 1786)	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Favites complanata</i> (Ehrenberg, 1834)		+		+		+	+	+	+	+	+
<i>Favites acuticollis</i> (Ortmann, 1889)		+	+	+			+			+	+
<i>Favites chinensis</i> (Verrill, 1866)		+		+			+	+	+	+	+
<i>Favites halicora</i> (Ehrenberg, 1834)					+	+		+	+	+	+
<i>Favites valenciennesii</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)								+	+		+
<i>Favites magnistellata</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)					+					+	+
<i>Pectinia</i>											
<i>Pectinia lactuca</i> (Pallas, 1766)							+	+	+	+	+
<i>Pectinia paeonia</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Goniastrea</i>											
<i>Goniastrea pectinata</i> (Ehrenberg, 1834)		+	+				+	+	+	+	+
<i>Goniastrea retiformis</i> (Lamarck, 1816)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Goniastrea edward-</i> <i>si</i> Chevalier, 1971					+					+	+
<i>Goniastrea stelligera</i> (Dana, 1846)	+	+	+				+	+	+	+	+
<i>Goniastrea favulus</i> (Dana, 1846)								+	+		+
<i>Coelastrea</i>											
<i>Coelastrea aspera</i> (Verrill, 1866)	+	+		+	+		+	+	+	+	+
<i>Coelastrea palauensis</i> (Yabe & Sugiyama, 1936)		+					+	+	+	+	+
<i>Leptoria</i>											
<i>Leptoria phrygia</i> (El- lis & Solander, 1786)	+				+		+		+	+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南岛 西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- nese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
<i>Platygyra</i>											
<i>Platygyra carnosa</i> Veron, 2000	+	+		+			+			+	+
<i>Platygyra acuta</i> Veron, 2000		+		+			+			+	+
<i>Platygyra crosslandi</i> (Matthai, 1918)		+	+	+			+			+	+
<i>Platygyra ryukyuensis</i> Yabe & Sugiya- ma, 1935		+					+			+	+
<i>Platygyra sinensis</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)	+	+		+			+	+	+	+	+
<i>Platygyra daedalea</i> (Ellis & Solander, 1786)	+	+	+	+			+	+	+	+	+
<i>Platygyra lamellina</i> (Ehrenberg, 1834)								+	+		+
<i>Platygyra pini</i> Chevalier, 1975					+			+	+	+	+
<i>Platygyra verweyi</i> Wijsman-Best, 1976					+					+	+
<i>Astrea</i>											
<i>Astrea curta</i> Dana, 1846		+		+		+	+	+	+	+	+
<i>Australogyra</i>											
<i>Australogyra zelli</i> (Veron, Pichon & Best, 1977)								+	+		+
<i>Oulophyllia</i>											
<i>Oulophyllia crispa</i> (Lamarck, 1816)								+	+		+
<i>Mycedium</i>											
<i>Mycedium elephantus</i> (Pallas, 1766)								+	+		+
Plesiastreidae											
<i>Plesiastrea</i>											
<i>Plesiastrea versipora</i> (Lamarck, 1816)		+		+		+	+	+	+	+	+
Diploastraeida											
<i>Diploastrea</i>											
<i>Diploastrea heliopora</i> (Lamarck, 1816)	+		+				+			+	+

续表

Continued table

种名 Species	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 广东 徐闻 Xuwen, Guang- dong, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国广西 白龙 半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国海南 岛西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietna- mese waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf
Leptastreidae											
<i>Leptastrea</i>											
<i>Leptastrea pruinosa</i> Crossland, 1951		+					+	+	+	+	+
<i>Leptastrea purpurea</i> (Dana, 1846)		+		+			+	+	+	+	+
<i>Leptastrea bottae</i> (Milne Edwards & Haime, 1849)				+		+		+	+	+	+
<i>Leptastrea transversa</i> Klunzinger, 1879				+				+	+	+	+
<i>Leptastrea bewickensis</i> Veron, Pichon & Best, 1977					+			+	+		+
<i>Leptastrea inaequalis</i> Klunzinger, 1879									+		+
Total	53	85	43	84	84	22	111	164	187	164	245

表 2 北部湾石珊瑚种类数

Table 2 Species number of the scleractinian corals in the Beibu Gulf

科名 Family	中国 海南 昌江 Chang- jiang, Hainan, China	中国 海南 儋州 Dan- zhou, Hainan, China	中国 海南 临高 Lingao, Hainan, China	中国 海南 徐闻 Xuwen, Hainan, China	中国 广西 涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	中国 广西白 龙半岛 Bailong Peninsula, Guangxi, China	中国 海南 岛西部 West coast of Hainan, China	越南 拜子 龙湾 Bai Tu Long, Vietnam	北部湾 越南海域 Vietnam waters in the Beibu Gulf	北部湾 中国 海域 Chinese waters in the Beibu Gulf	北部湾 Beibu Gulf	北部湾石 珊瑚种类 占比/% Percentage of sclera- ctinian coral species in Beibu Gulf/%
Acroporidae	13	19	5	13	25	2	26	44	52	40	68	27.76
Agariciidae	3	4	3	4	8	0	5	8	8	8	13	5.31
Euphylliidae	2	3	1	3	2	1	3	2	2	4	4	1.63
Siderastreidae	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0.41
Dendrophylliidae	2	3	3	5	8	2	6	17	21	12	24	9.80
Poritidae	6	7	5	13	6	5	9	15	17	17	23	9.39
Rhizangiidae	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0.41
Astrocoeniidae	0	1	0	1	0	0	1	2	2	1	2	0.82
Pocilloporidae	1	4	0	2	0	0	4	1	4	5	7	2.86
Fungiidae	1	1	1	0	2	0	3	10	12	4	12	4.90
Psammocoridae	1	3	1	3	4	0	3	4	5	4	6	2.45
Oulastreidae	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0.41
Lobophylliidae	6	8	5	7	8	0	8	12	12	13	19	7.76
Merulinidae	16	28	17	27	20	10	36	41	43	47	56	22.86
Plesiastreidae	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0.41
Diploastraeida	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0.41
Leptastreidae	0	2	0	3	1	1	2	5	6	4	6	2.45
Total	53	85	43	84	84	22	111	164	187	164	245	100.00

2.2 石珊瑚分布

北部湾内石珊瑚分布于大陆近岸和岛屿近岸。在越南海域,从湾口的昏果岛向北,昏约岛(Hon-Gio)、山阳岛、Hong Truan 岛、湄岛、白龙尾岛、龙州岛、拜子龙湾、姑苏岛群等地皆有石珊瑚分布。在中国海域,由南向北,海南东方、昌江、儋州、临高、澄迈,广东徐闻,广西斜阳岛、涠洲岛、白龙半岛等地皆有石珊瑚分布。可见,石珊瑚在北部湾不同经纬度上几乎皆有分布(图 1)。



图 1 北部湾石珊瑚分布示意图

Fig. 1 Distribution map of the scleractinian corals in the Beibu Gulf

相比热带海洋,北部湾海水透明度较低,造成北部湾石珊瑚多分布于水深 10 m 以浅的海域。在越南白龙尾岛、拜子龙湾和姑苏群岛,石珊瑚分别分布于 16 和 11 m 水深以浅,垂直分带明显^[14,24]。在中国海南昌江、儋州、临高,石珊瑚分别分布于 8、8、6 m 水深以浅^[26];在广东徐闻,石珊瑚分布于 5 m 水深以浅^[20];在广西涠洲岛和白龙半岛,石珊瑚分别分布于 12.5 和 10 m 水深以浅^[12,27]。

北部湾石珊瑚分布的基底有玄武岩、火山岩、沉凝灰岩、石灰岩、泥质粉砂岩、珊瑚碎块胶结形成的珊瑚礁体、混凝土等稳固的水下结构^[12,13,46]。

2.3 石珊瑚群落

1980—1990 年代,在北部湾越南海域,典型的珊瑚礁区占优势的是滨珊瑚科(Poritidae)和裸肋珊瑚科(Merulinidae)的种类,滨珊瑚(*Porites* spp.)在礁坪和礁坡的盖度可高达 80%,种类不少于 10 种。在拜子龙湾北部,块状和壳状珊瑚相当发育,在部分珊

瑚礁区,所有珊瑚分布带上都有由壳状的裸肋珊瑚(*Merulina* spp.)、足柄珊瑚(*Podobacia* spp.)、刺叶珊瑚(*Echinophyllia* spp.)和其他珊瑚种类构成的珊瑚群落,但在大多数珊瑚礁区,这样的珊瑚群落仅分布于弱光和淤积的礁坡。该海域另外一类珊瑚群落也相当发育,由普遍存在于热带海洋的沙珊瑚(*Psammocora* spp.)、滨珊瑚、角孔珊瑚(*Goniopora* spp.)、盘星珊瑚(*Dipsastraea* spp.)、角蜂巢珊瑚(*Favites* spp.)、扁脑珊瑚(*Platygyra* spp.)、刺柄珊瑚(*Hydrophora* spp.)和小星珊瑚(*Leptastrea* spp.)构成。拜子龙湾石珊瑚群落另一特点是无造礁功能的木珊瑚科(Dendrophylliidae)珊瑚的数量和种类多样性高,占全部珊瑚种类数的 1/5。在浅水近岸礁坪,存在由仅几种珊瑚形成的群落,特点单一,主要由遍布热带海洋的造礁珊瑚——鹿角珊瑚(*Acropora* spp.)和蔷薇珊瑚(*Montipora* spp.)构成,与大多数印度-太平洋珊瑚礁区并无二致^[14,47]。在越南白龙尾岛,水深处滨珊瑚构成生物礁的主体,石珊瑚种类和盖度由深入浅逐渐增加。浅水处,石珊瑚种类超过 160 种,枝状鹿角珊瑚和盘状蔷薇珊瑚优势度变大,珊瑚盖度局部达 100%^[14]。

1980 年代,涠洲岛珊瑚生长带上石珊瑚盖度为 30%—80%,优势属种为角蜂巢珊瑚、盘星珊瑚、菊花珊瑚(*Goniastrea* spp.)、伞房鹿角珊瑚(*Acropora orymbosa*)、牡丹珊瑚(*Pavona* spp.)等^[17]。1980 年代,海南岛儋州排浦和东方礁区珊瑚生长带水深仅 3.5 m,石珊瑚极为发育,主要有鹿角珊瑚、滨珊瑚、杯形珊瑚(*Pocillopora* spp.)、蔷薇珊瑚、牡丹珊瑚、盘星珊瑚、菊花珊瑚、合叶珊瑚(*Symphyllia* spp.)、扁脑珊瑚、盔形珊瑚(*Galaxea* spp.)等,其中枝状珊瑚占 60%—70%,以鹿角珊瑚-盔形珊瑚组合为特征^[7]。1990 年代末,广东徐闻灯楼角活石珊瑚盖度普遍大于 30%,甚至高达 80%,珊瑚群落主要属种有滨珊瑚、盘星珊瑚、蔷薇珊瑚、菊花珊瑚、扁脑珊瑚、牡丹珊瑚、盔形珊瑚、多星孔珊瑚(*Astreopora myriophthalma*)、鹿角珊瑚、杯形珊瑚和沙珊瑚^[20]。2012 年,海南临高角海域石珊瑚群落优势种为澄黄滨珊瑚(*P. lutea*)和丛生盔形珊瑚(*G. fascicularis*),临高新盈海域石珊瑚群落优势种为扁平角孔珊瑚(*G. planulata*)和澄黄滨珊瑚,儋州磷枪石岛海域为澄黄滨珊瑚和丛生盔形珊瑚或蔷薇珊瑚和澄黄滨珊瑚^[26]。2015 年,儋州磷枪石岛的珊瑚群落以大型团块状滨珊瑚和裸肋珊瑚为主,其次为分枝状鹿角珊

瑚, 昌江沙鱼塘村的珊瑚群落以团块状裸肋珊瑚为主, 其次为分枝状鹿角珊瑚^[41]。2018年, 儋州海域珊瑚优势种为斯托科斯角孔珊瑚(*G. stokesi*)、澄黄滨珊瑚和柱形角孔珊瑚(*G. columna*)^[43]。

3 讨论

按照全球海洋生物地理分区, 北部湾被划为中印度-太平洋大区(Central Indo-Pacific Province)的北部湾生态区^[48], 有别于湾口外的南海区, 石珊瑚多样性也表现出生物地理分区的差异, 造成差异的主要因素有水浅、水体营养化程度高、水体混浊度较高、水体沉积和淤积较严重、径流和季风影响大、海水温度较低等, 这些因素反映出北部湾水文、地质、气候等方面的主要特点, 也表明北部湾属于珊瑚存在的边缘环境(Marginal environment)^[49]。

3.1 北部湾石珊瑚种类分布、丰度和构成特点

北部湾海水透明度低, 造成石珊瑚的垂直分布范围较窄, 但仍呈现深度梯度变化, 深、浅分布区珊瑚种类少, 中部分布区珊瑚种类多, 反映水浅处更频繁剧烈的扰动和水深处不利环境条件(光照、淤积等)限制了能适应的石珊瑚种类, 分布于水浅处的珊瑚种类也更易受到环境变化所带来的影响。比如, 浅水区 SST 会接近甚至超出珊瑚高低温致死阈值, 如中国海南海口 SST 最低 11.8 °C^[13], 涠洲岛 SST 最低 12.3 °C^[9, 12, 50-52]。

北部湾沉积和淤积严重, 那些具有应对生理机能的石珊瑚在湾内广泛分布。滨珊瑚能分泌黏液覆盖珊瑚体以抵御沉积, 盔形珊瑚、刺孔珊瑚(*Echinopora* spp.)、叶状珊瑚(*Lobophyllia* spp.)、刺叶珊瑚、陀螺珊瑚(*Turbinaria* spp.)、足柄珊瑚(*Podabacia* spp.)、石叶珊瑚(*Lithophyllon* spp.)、石芝珊瑚(*Fungia* spp.)和角孔珊瑚具有较大的水螅体, 水螅体在水中摆动可使珊瑚免于沉积, 它们是北部湾大多数珊瑚群落的优势种, 在印度-太平洋所有珊瑚礁区广泛存在^[14]。

总体而言, 北部湾石珊瑚种类丰度较低, 只有 17 科 66 属 245 种, 少于南海的 571 种^[53], 也少于中国海域的 445 种和越南海域的 350 种^[45, 47], 反映出生境面积和多样性对珊瑚种类空间分布格局的形成作用显著^[54, 55]。但北部湾石珊瑚种类组成和分布格局与南海区相似, 多样性较高, 石珊瑚种类数不低于太平洋区系的 1/3, 60%—72% 的石珊瑚种类为共有种^[50]。因此, 北部湾被划入了以越南昏果岛(17°N)

为起点的 60 属造礁石珊瑚(Hermatypic corals)等属分界线, 以反映湾内造礁石珊瑚不多于 60 属的特点^[56], 说明热带海洋的石珊瑚随海侵向北部湾的扩散受到了不尽理想的环境条件的限制。

北部湾石珊瑚种类多样性主要由石珊瑚目(Scleractinia)中 4 个科的珊瑚构成, 鹿角珊瑚科(Acroporidae)68 种, 裸肋珊瑚科 56 种, 木珊瑚科 24 种, 滨珊瑚科 23 种, 占比 69.80%。尽管北部湾中越海域珊瑚种类不尽相同, 但在科级水平上的种类丰度相似(表 2)。

3.2 北部湾石珊瑚群落的变化

滨珊瑚和裸肋珊瑚构成北部湾珊瑚群落的基石, 可长得较大, 垂直分布范围广, 局部范围盖度很高。浅水区分布的鹿角珊瑚群落也曾经繁茂, 种类丰度和盖度极高, 表明需强光、生产力高、竞争力强的鹿角珊瑚在生态环境条件适合时能挤占浅水处的生态位并健康发展^[14, 17-20, 53, 57-60], 证实了尽管北部湾环境条件于石珊瑚而言不尽理想, 但珊瑚群落在人为干扰不彰时仍演替正常并能自然修复。然而, 这种自然修复能力近几十年来未充分展现, 自然修复周期也未露端倪, 表面上看北部湾珊瑚仍处于压力和干扰之中。过去 20 多年, 北部湾内多地珊瑚群落同步退化, 且趋势未改, 原因不外乎诸多人为和自然因素的叠加协同效应。珊瑚群落退化主要表现为鹿角珊瑚群落几乎消失, 鹿角珊瑚盖度大幅下降, 鹿角珊瑚株数量少、个体小, 表明鹿角珊瑚等复杂类群的分枝状石珊瑚群落不能承受压力和干扰而崩溃且自然恢复困难, 而抵御环境变化能力较强的滨珊瑚科和裸肋珊瑚科的珊瑚承压下仍能生存发展^[25, 26, 31, 34, 44, 46, 61-63]。

北部湾石珊瑚群落的改变是显而易见的, 但对于靠释放大量生殖细胞进行繁殖的石珊瑚而言, 石珊瑚种类消亡的概率很小。石珊瑚的扩散取决于物理过程和生物过程两方面^[64], 随机的物理过程和非随机的生物过程使得石珊瑚的扩散多变而复杂, 当环境和生态条件不理想时, 石珊瑚补充和扩散成功的机会就比较渺茫, 对环境变化耐受性弱且数量减少的石珊瑚种类更是如此, 因为珊瑚株数量和个体大小与其生殖力相关^[65], 从而使得退化的珊瑚群落自我修复或重新演替的过程漫长, 甚至丧失多样性^[66]。然而, 涠洲岛人工移植鹿角珊瑚的高成活率和正常生长表明, 北部湾海域环境条件仍适合鹿角珊瑚生长^[67]。鹿角珊瑚自然恢复缓慢甚至停滞的根本原因在于珊瑚的自然补充受限, 这必然与鹿角珊瑚数量减少而导致的整

体生殖力下降和适合珊瑚幼体附着的生态条件不足或缺乏相关。

3.3 北部湾石珊瑚种类分布的地理差异

北部湾虽被划为单一的生态区^[48],但受沿海水团和南海水团的共同影响,在北纬 20°线南北呈现有别的生态环境特征^[68]。从石珊瑚种类多样性而言,北部的越南下龙湾海域与中部的越南白龙尾岛无明显差别,并没有呈现种类丰度由南向北减少的趋势,唯有杯形珊瑚的分布表现出南北差异,仅见于中国广东徐闻、海南西部海域和越南白龙尾岛,而未见于越南下龙湾和中国广西涠洲岛。北部湾东西海域石珊瑚种类丰度也相近,石珊瑚多样性的明显差异在于越南海域记录了更多种鹿角珊瑚和中国海域未记录树珊瑚(*Dendrophyllia* spp.)^[14,20,24,26,35],但此差异未必是环境限制的结果,而有可能是开展石珊瑚调查时石珊瑚所处状况和研究强度不同以及非造礁石珊瑚树珊瑚被忽视的结果。

3.4 北部湾石珊瑚多样性变化的影响和恢复

石珊瑚群落的复杂性或糙度取决于石珊瑚的种类多样性和石珊瑚株的形态多样性,石珊瑚种类和数量减少、珊瑚盖度降低会导致石珊瑚群落简单化和结构扁平化,进而削弱珊瑚礁生态系统的功能性和完整性,危及珊瑚礁生态系统的健康^[69,70]。因压力和干扰而发生变化的北部湾石珊瑚,过去几十年并未出现自然恢复的明显迹象,表明石珊瑚群落脱离了自然恢复的演化轨迹,经历了重构,处于退化状态。后全新世以来,已持续发展数千年的北部湾石珊瑚,能耐受自然的边缘环境条件,具有较强的韧性,仍具自然恢复的潜力,但在人为压力存在、石珊瑚自然恢复迟缓的当下,通过人为干预帮助石珊瑚恢复不失为一种可取的途径和尝试,并已在实践中取得成效^[50,68,71]。

开展北部湾石珊瑚人工修复,不可忽视石珊瑚多样性。石珊瑚多样性有利于珊瑚的生长、组织存活以及抑制大型海藻的发生^[72],同时开展多种石珊瑚的人工修复无疑更优于单一石珊瑚的人工修复。另外,加强修复因压力和干扰而丧失较多的、竞争性强的复杂珊瑚,更有助于重建结构更优、功能更强的石珊瑚群落。与此同时,开展科学有效的珊瑚礁管理,排除影响石珊瑚正常发展的人为干扰和压力,保持和营造石珊瑚自然修复的生态环境条件,在修复石珊瑚多样性的前提下,实现珊瑚礁生态系统的修复和可持续发展。

参考文献

- [1] 高劲松,陈波. 北部湾冬半年环流特征及驱动机制分析[J]. 广西科学,2014,21(1):64-72.
- [2] 中华人民共和国科学技术委员会海洋组海洋综合调查办公室. 中越合作北部湾海洋综合调查报告[R]. 北京:国家科学技术委员会,1964.
- [3] CHEN C, LAI Z, BEARDSLEY R C, et al. Current separation and upwelling over the southeast shelf of Vietnam in the South China Sea [J]. Journal of Geophysical Research: Oceans, 2012, 117(C3): C03033.
- [4] 孙振宇,胡建宇,李炎,等. 北部湾北部海区冲淡水及沿岸混合水分布的季节变化[C]//李炎,胡建宇. 北部湾海洋科学论文集 第2辑:物理海洋与海洋气象专辑. 北京:海洋出版社,2009.
- [5] 陈波,许铭本,牙韩争,等. 入海径流扩散对北部湾北部环流的影响[J]. 海洋湖沼通报,2020(2):43-54.
- [6] GUR'YANOVA E F. Fauna of the Gulf of Tonkin and its environmental conditions, in Fauna Tonkinskogo zalivai usloviya ee sushestvovaniya (fauna of the Gulf of Tonkin and its environmental conditions) [R]. Leningrad: Nauka, 1972: 22-146.
- [7] 吕炳全,王国忠,全松青. 海南岛珊瑚岸礁的特征[J]. 地理研究,1984(3):3-18,119-120,122.
- [8] 夏华永,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.
- [9] 周雄,李鸣,郑兆勇,等. 近50年涠洲岛5次珊瑚冷白化的海洋站 SST 指标变化趋势分析[J]. 热带地理,2010,30(6):582-586.
- [10] 黄子眉,李小维. 广西沿海海水表层温度分析[J]. 广西科学,2008,15(4):456-460.
- [11] 牙韩争,高劲松,董德信. 北部湾海表面温度变化特征及其影响因素分析[J]. 广西科学,2015,22(3):260-265.
- [12] 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(4):379-384.
- [13] 赵焕庭,王丽荣,宋朝景. 徐闻县西岸珊瑚礁存在与发展的条件[J]. 热带地理,2008,28(3):234-241.
- [14] LATYPOV Y Y. Species composition and structure of coral community of a platform reef at Bach Long Vi Island in the South China Sea [J]. Russian Journal of Marine Biology, 2008, 34: 249-253.
- [15] VO S T, NGUYEN H Y, NGUYEN V L. National report on coral reefs in the coastal waters of the South China Sea, Vietnam [R]. Thailand: [s. n.], 2007.
- [16] 黄金森,张元林. 北部湾涠洲岛珊瑚海岸沉积[J]. 热带地貌,1987,8(2):1-3.
- [17] 王国忠,吕炳全,全松青. 现代碳酸盐和陆源碎屑的混合沉积作用:涠洲岛珊瑚岸礁实例[J]. 石油与天然气地质,1987(1):15-25,119-120.
- [18] ZOU R L, ZHANG Y L, XIE Y K. An ecological study of reef corals around Weizhou Island [M]//XU G Z, BRIAN M. Proceedings on marine biology of South

- China Sea, Beijing: China Ocean Press, 1988: 201-211.
- [19] 叶维强, 黎广钊, 庞衍军, 等. 北部湾涠洲岛珊瑚礁海岸及第四纪沉积特征[J]. 海洋科学, 1988(6): 13-17.
- [20] 赵焕庭, 宋朝景, 王丽荣, 等. 雷州半岛灯楼角珊瑚礁初步观察[J]. 海洋通报, 2001, 20(2): 87-91.
- [21] 吴钟解, 陈石泉, 陈敏, 等. 海南岛造礁石珊瑚资源初步调查与分析[J]. 海洋湖沼通报, 2013(2): 44-50.
- [22] SERENE R. Inventaires des invertébrés marine de l'Indochine(1^{re} liste) [J]. Institut Oceanographique de Indochine, 1937, 30: 3-83.
- [23] 兀. B. 纳乌莫夫, 颜京松, 黄明显, 等. 海南岛珊瑚礁的主要类型[J]. 海洋与湖沼, 1960(3): 157-176.
- [24] LATYPOV Y Y. Reef-building corals and reefs of Vietnam; 2. The Gulf of Tonkin [J]. Russian Journal of Marine Biology, 2003, 29 (Suppl 1): S34-S45.
- [25] 牛文涛, 张潇娴, 林荣澄, 等. 海南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.
- [26] 黄晖, 尤丰, 练健生, 等. 海南岛西北部海域珊瑚礁造礁石珊瑚种类组成与分布[J]. 海洋科学, 2012, 36(9): 64-74.
- [27] 林明晴, 李银强, 沈琼雯, 等. 防城港白龙半岛造礁石珊瑚群落的空间分布及特征[J]. 广西科学院学报, 2021, 37(3): 222-231.
- [28] 邹仁林, 马江虎, 宋善文. 海南岛珊瑚礁垂直分带的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1966(2): 153-162.
- [29] 卢伙胜, 何秀玲, 陈春亮, 等. 广东徐闻西部沿岸海区“珊瑚类”的物种及其分布[J]. 台湾海峡, 2003(4): 445-448.
- [30] 赵焕庭, 王丽荣, 宋朝景. 徐闻县西部珊瑚礁的分布与保护[J]. 热带地理, 2006, 26(3): 202-206.
- [31] 黄晖. 徐闻珊瑚礁及其生物多样性[M]. 北京: 海洋出版社, 2007.
- [32] 王丽荣, 陈锐球, 赵焕庭. 徐闻珊瑚礁自然保护区礁栖生物初步研究[J]. 海洋科学, 2008, 32(2): 56-62.
- [33] 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, 29(4): 307-312, 318.
- [34] 赵焕庭, 王丽荣, 宋朝景, 等. 广东徐闻县西部沿岸海域的珊瑚虫纲物种[J]. 台湾海峡, 2009, 28(3): 405-409.
- [35] 梁文, 黎广钊, 范航清, 等. 广西涠洲岛造礁石珊瑚属种组成及其分布特征[J]. 广西科学, 2010, 17(1): 93-96.
- [36] 黄晖, 张浴阳, 练健生, 等. 徐闻西岸造礁石珊瑚的组成及空间分布[J]. 生物多样性, 2011, 19(5): 505-510.
- [37] 刘苗苗, 沈建伟, 王月, 等. 雷州半岛徐闻西岸珊瑚岸礁造礁珊瑚群落结构及其演变[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2011, 31(6): 37-45.
- [38] 廖宝林, 刘丽, 刘楚吾. 徐闻珊瑚礁的研究现状与前景展望[J]. 广东海洋大学学报, 2011, 31(4): 91-96.
- [39] 周红英, 姚雪梅, 黎李, 等. 海南岛周边海域造礁石珊瑚的群落结构及其分布[J]. 生物多样性, 2017, 25(10): 1123-1130.
- [40] 李锋, 沈城, 张艳苹, 等. 广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区珊瑚种类及覆盖率分析[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(24): 304-308.
- [41] 廖宝林, 肖宝华, 覃业曼, 等. 海南儋州海域造礁石珊瑚种类组成及动态变化研究[J]. 海洋开发与管理, 2020, 37(7): 55-61.
- [42] 李长青, 陈石泉, 李元超, 等. 儋州大铲礁珊瑚礁生态系统健康状况及影响因素分析[J]. 海洋湖沼通报, 2021, 43(4): 155-160.
- [43] WANG X, LI Y Q, LIN M Q, et al. Variations in the coral community at the high-latitude Bailong Peninsula, northern South China Sea [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2023, 30: 274-286.
- [44] 吴钟解, 李元超, 陈石泉. 海南岛西部海域生态环境与生物资源[M]. 北京: 海洋出版社, 2019.
- [45] 黄林韬, 黄晖, 江雷. 中国造礁石珊瑚分类厘定[J]. 生物多样性, 2020, 28(4): 515-523.
- [46] 王国忠, 全松青, 吕炳全. 南海涠洲岛区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.
- [47] LATYPOV Y Y. Coral communities in the northern part of the Gulf of Tonkin, south China Sea [J]. Russian Journal of Marine Biology, 2000, 26: 250-257.
- [48] SPALDING M D, FOX H E, GERALD R, et al. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas [J]. BioScience, 2007, 57(7): 573-583.
- [49] PERRY C T, LARCOMBE P. Marginal and non-reef-building coral environments [J]. Coral Reefs, 2003, 22: 427-432.
- [50] 汤超莲, 李鸣, 郑兆勇, 等. 近 45 年涠洲岛 5 次珊瑚热白化的海洋站 SST 指标变化趋势分析[J]. 热带地理, 2010, 30(6): 577-581, 586.
- [51] 梁景芬. 我国浅水造礁珊瑚种数分布和水温关系[J]. 热带地貌, 1984, 5(1): 70-74.
- [52] 李淑, 余克服, 施祺, 等. 造礁石珊瑚对低温的耐受能力及响应模式[J]. 应用生态学报, 2009, 20(9): 2289-2295.
- [53] HUANG D W, LICUANAN W Y, HOEKSEMA B W, et al. Extraordinary diversity of reef corals in the South China Sea [J]. Marine Biodiversity, 2015, 45: 157-168.
- [54] BELLWOOD D R, HUGHES T P. Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs [J]. Science, 2001, 292: 1532-1535.
- [55] CORNELL H V, KARLSON R H. Coral species richness: ecological versus biogeographical influences [J]. Coral Reefs, 2000, 19: 37-49.
- [56] CHOU L M, RAHMAN R A, KIM S, et al. Coral reefs in the South China Sea [R]. Bangkok: UNEP, 2004.
- [57] YING H, COOKE I, SPRUNGALA S, et al. Comparative genomics reveals the distinct evolutionary trajectories of the robust and complex coral lineages [J]. Genome Biology, 2018, 19: 175.
- [58] 莫永杰. 涠洲岛珊瑚岸礁的沉积特征[J]. 广西科学院

- 学报,1988,4(2):54-59.
- [59] 莫永杰. 涠洲岛海岸地貌的发育[J]. 热带地理,1989,9(3):243-248.
- [60] 宋朝景,赵焕庭,王丽荣. 华南大陆沿岸珊瑚礁的特点与分析[J]. 热带地理,2007(4):294-299.
- [61] 杨振雄,张敬怀,吕向立,等. 涠洲岛造礁石珊瑚群落变化特征及其环境影响因子[J]. 生态学报,2021,41(18):7168-7179.
- [62] 周浩郎,梁文. 涠洲岛西局部造礁石珊瑚盖度和大小频率分布[J]. 广西科学,2023,30(3):532-542.
- [63] YU W J, WANG W H, YU K F, et al. Rapid decline of a relatively high latitude coral assemblage at Weizhou Island, northern South China Sea [J]. Biodiversity and Conservation, 2019, 28:3925-3949.
- [64] TAY Y C, GUEST J R, CHOU L M, et al. Vertical distribution and settlement competencies in broadcast spawning coral larvae: implications for dispersal models [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2011, 409(1/2): 324-330.
- [65] BONILLA K G, GUEST J R, BARIA-RODRIGUEZ M V. Contrasting reproductive strategies between stress-tolerant and competitive coral taxa [J]. Coral Reefs, 2023, 42:717-728.
- [66] CYBULSKI J D, HUSA S M, DUPREY N N, et al. Coral reef diversity losses in China's Greater Bay Area were driven by regional stressors [J]. Science Advances, 2020, 6(40): eabb1046.
- [67] 王欣,高霆炜,陈骁,等. 涠洲岛园艺式珊瑚苗圃的架设与移植[J]. 广西科学,2017,24(5):462-467.
- [68] PAN H L, YU X L, LIU D S, et al. Marine environmental regionalization for the Beibu Gulf based on a physical-biological model [J]. Journal of Marine Science and Engineering, 2021, 9(2):187.
- [69] HOOPER D U, ADAIR E C, CARDINALE B J, et al. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change [J]. Nature, 2012, 486:105-108.
- [70] DENIS V, RIBAS-DEULOFEU L, STURARO N, et al. A functional approach to the structural complexity of coral assemblages based on colony morphological features [J]. Scientific Report, 2017, 7:9849.
- [71] 蓝军南,杨艳华,王欣,等. 涠洲岛珊瑚礁生态恢复可行性评估及其恢复策略[J]. 应用海洋学学报, 2023, 42(2):235-245.
- [72] CLEMENTS C S, HAY M E. Biodiversity enhances coral growth, tissue survivorship and suppression of macroalgae [J]. Nature Ecology & Evolution, 2019, 3: 178-182.

Diversity of Scleractinian Corals in the Beibu Gulf

ZHOU Haolang^{1,2}, GE Wenbiao^{1,2}

(1. Guangxi Key Laboratory of Mangrove Conservation and Utilization, Guangxi Academy of Marine Sciences (Guangxi Mangrove Research Center), Guangxi Academy of Sciences, Beihai, Guangxi, 536000, China; 2. Observation and Research Station of Coastal Wetland Ecosystem in Beibu Gulf, Ministry of Natural Resources, Beihai, Guangxi, 536015, China)

Abstract: The Beibu Gulf is a semi-closed bay between 17°00'–21°30'N and 105°40'–110°00'E in northwestern part of South China Sea. It was delineated as a single ecoregion because it is different from tropical ocean in environmental and ecological condition. 245 species of scleractinian corals of 66 genera in 17 families occur in the Gulf. There are 164 species in Chinese waters, 187 species in Vietnamese waters and 106 common species in both sides. The diversity of scleractinian corals is mainly composed of the corals in four families, i. e. 68 species of Acroporidae, 56 species of Merulinidae, 24 species of Dendrophylliidae, and 23 species of Poritidae, constituting 69.80% of total scleractinian coral species. Scleractinian corals in the Beibu Gulf are less in species number than in tropical ocean but are similar in species structure and distribution pattern. Pristine scleractinian corals in the gulf show no obvious geographical difference in species diversity and are similar in species structure, distribution pattern and community types. In past decades, the coral communities dominated by the corals of *Acropora* spp. have degraded seriously and nearly disappeared.

Key words: Beibu Gulf; scleractinian corals; diversity; communities; distribution

责任编辑:陆媛峰