

一种适合珊瑚礁生态区用海项目的礁系生物群落调查方法*

Discussion on Investigation Method of Coral Reef Biotic Community for a Sea Use Project in the Coral Reef Ecoregion

梁文, 黎广钊, 谭趣孜, 农华琼

LIANG Wen, LI Guang-zhao, TAN Qu-zi, NONG Hua-qiong

(广西科学院广西红树林研究中心, 广西海洋环境与滨海湿地研究中心, 广西红树林保护重点实验室, 广西北海 536000)

(Guangxi Mangrove Research Center, Guangxi Academy of Sciences, Guangxi Marine Environment & Coastal Wetland Research Center, Guangxi Key Laboratory of Mangrove Protection, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要: 对国内常用的3种珊瑚礁生态系生物群落调查方法: Reef Check、截线样条法、HY/T 082—2005 珊瑚礁生态监测技术规程方法的生物指标、主要调查内容、工作效率、适用范围等进行对比分析, 提出一种适合珊瑚礁生态区用海项目的珊瑚礁生物群落的调查方法。

关键词: 珊瑚礁 生物群落 调查方法

中图分类号: P714⁺.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2012)03-0212-04

Abstract: A comparative analysis of three frequently used methods including Reef Check, Line Intercept Transect and HY/T 082—2005 Technical Specification for ecomonitoring of Coral Reef Ecosystem on biologic indices is given in this paper. Investigation contents, work efficient, scope of application and other aspects of these methods are compared. A method suitable for the coral reef biotic community of sea use projects in the coral reef ecoregion has been proposed.

Key words: coral reef, biocenosis, investigation method

珊瑚礁生态系统是海洋中生产力水平极高的生态系之一, 被称为是“热带海洋沙漠中的绿洲”、“海洋中的热带雨林”^[1]。近年来, 珊瑚礁生态系以其优美的水下景观带来旅游、渔业方面的经济效益^[2], 也向人类社会提供了药品、建筑和工业原材料, 而且具

有防岸护堤、保护环境的功能; 同时在环境研究也具有很高的科学价值, 如礁栖生物可用作污染监测的指示种, 造礁珊瑚特别是滨珊瑚 (*Porites*) 可用来重建热带表层古海水温度等^[3]。但是珊瑚礁生态系统也是一个相对脆弱的生态系统, 容易受外界环境变化的影响。近二十多年来, 世界范围内珊瑚礁生态系都处于严重退化中, 几乎所有发育珊瑚礁的海域都出现了珊瑚礁大量死亡、白化, 生态系统严重退化的报道。1997~1998年厄尔尼诺 (ENSO) 造成全球珊瑚礁大量白化和死亡, 濠洲岛珊瑚礁大量死亡也有报道^[4~8]。珊瑚礁生态系统一旦遭到破坏, 在区域性的人为胁迫因素及日益频繁的全球极端气候影响下, 其恢复是极其缓慢的过程, 恢复至原有状态

收稿日期: 2012-05-28

收稿日期: 2012-06-16

作者简介: 梁文 (1967-), 男, 副研究员, 主要从事海洋环境、珊瑚礁生态研究。

* 广西科学院基本科研业务费资助项目 (09YJ17HS01), 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科攻 0992026-2), 国家自然科学基金项目 (40966001), 广西科学基金应用基础项目 (桂科基 0575025) 资助。

往往需要 20~25 年甚至 60~100 年^[3]。因此,珊瑚礁的保护和可持续管理极其重要,在珊瑚礁区用海项目的前期应该进行慎重、科学的可行性研究;在珊瑚礁生态区用海的项目必须进行翔实的珊瑚礁群落资源调查,建立用海区域珊瑚礁群落资源数据库,以便进行合理的用海价值评估和生态补偿移植。国内现有珊瑚礁生态系生物群落调查方法主要包括 Reef Check^[9]、截线样条法^[10]、HY/T 082-2005 珊瑚礁生态监测技术规程^[11]等调查方法。本文从调查流程主要内容、生物指标、调查方式和效率等方面进行对比分析,针对用海项目中调查时间和提交用海论证报告的期限限制等特点,初步探讨提出适合用海项目的高效、操作性强、能完整反映珊瑚礁生态

区礁系生物群落的调查方法。

1 3 种珊瑚礁生态系生物群落调查方法对比分析

1.1 调查适用范围分析

3 种珊瑚礁生态系生物群落调查方法的目的不同,适用范围也不同。Reef Check 为全球珊瑚礁健康监控而设计,因此其调查流程(表 1)、调查内容、生物指标(表 2)等在各区系采用标准化的设计,便于全球珊瑚礁数据的汇总对比。截线样条法、珊瑚礁生态监测技术规程的调查流程(表 1)、调查内容、生物指标(表 2)等均围绕区域性目标物种制定,适用于反映区域性珊瑚礁调查区现状。

表 1 3 种调查方法的主要流程内容

方法	断面布置方向和水深	调查步骤	各步骤的间歇时间	人员分工(人)	设备	样线完成时间(h)
Reef Check	与海岸平行, 2~6 m, 6~12m 海域	①定位放置样线;②鱼类调查;③无脊椎动物调查;④底质调查;⑤收线。	①之后 15min 开始②,②耗时较多,每游进记录 5m 休息 1min 再继续,②之后接着开展③,③进行约 10m 进行④,④人员完成后接着⑤。	4~6	调查船、彩色电缆线或彩杆、水下记录版、100m 测绳、定位 GPS、水下相机(摄像机)	1.5~2.0
截线样条法	与海岸平行, 3m、6m、9m... 海域	I 定位放置样线;II 拍摄样线录像;III 珊瑚特写照片;IV 硬珊瑚补充量调查;V 少量采样;VI 收线。	I 之后进行 II、III、IV、V 可同时进行,完成之后接着 VI。	3~4	调查船、100m 测绳、定位 GPS、水下相机、水下摄像机、样方	1.0~1.5
珊瑚礁生态监测技术规程	与海岸平行, 3m、6m、9m... 海域	a 定位放置样线;b 水下量算记录;c 珊瑚特写照片;d 硬珊瑚补充量调查;e 少量采样;f 收线。	a 之后进行 b、c、d、e 可同时进行,完成之后接着 f。	3~4	调查船、水下记录版、100m 测绳、定位 GPS、水下相机、样方	1.0~1.5

①,②,③,④,⑤, I, II, III, IV, V, VI, a, b, c, d, e, f 为调查步骤的编号。

表 2 3 种调查方法的主要生物指标

方法	鱼类	无脊椎动物	硬珊瑚	软珊瑚	大型海藻	海葵	珊瑚病害
Reef Check	以 Reef Check 建立的印度-太平洋区指标鱼类为主;石斑鱼/鲉点石斑鱼、鲈鱼、胡椒鲷、唇鱼、鹦嘴鱼、驼背大鹦嘴鱼、蝴蝶鱼、笛鲷、海鲷等	珊瑚虾、龙虾(所有食用种类)、长棘黑海胆、石笔海胆、大砗磲、食用海参、法螺、棘冠海星	只记录分布的测绳长度,不分类	只记录分布的测绳长度,不分类	只记录分布的测绳长度,不分类	群体海葵记入“软珊瑚”类,一般海葵列入“其他”类	记录白化、病态异常等
截线样条法	以照片、录像资料参考当地以往调查数据珊瑚礁生境中常见的种类图谱进行对比分类	以照片、录像资料参考当地以往调查数据珊瑚礁生境中常见的种类图谱进行对比分类	以照片、录像资料参考当地以往调查数据,结合样品、专业分类图谱进行分类	以照片、录像资料参考当地以往调查数据,结合专业分类图谱进行分类	以照片、录像资料参考当地以往调查数据,结合专业分类图谱进行分类	以照片、录像资料参考当地以往调查数据,结合专业分类图谱进行分类	记录白化、病态异常等
珊瑚礁生态监测技术规程	根据当地以往调查数据,选择珊瑚礁生境中常见的种类为目标种类	以海胆为主	只记录分布的测绳长度,不分类	只记录分布的测绳长度,不分类	只记录分布的测绳长度,不分类	未作记录	白化病、黑边病、白带病、侵蚀病、黄斑病、红带病等

表3 3种调查方法的调查方式和效率

方法	每个工作日的野外工作量(断面数,条)	野外提取的数据量	野外工作成本(每条断面调查的费用比率)*	室内工作量	调查的主要目的
Reef Check	2~3	调查区描述表、鱼类断面记录表、无脊椎动物断面记录表、基质断面记录表、水下照片和样线录像影像	++	输入表格数据,编写简要报告	以水下记录为主,每年定期监测,以统一指标反映区域性珊瑚礁调查区的健康状况,汇总分析描绘出全球珊瑚礁的现状图
截线样条法	4~6	调查区描述表、水下照片和样线录像影像	+	对录像判读进行属级硬珊瑚覆盖率、软珊瑚覆盖率、底质类型、死亡率、白化率、大型藻类、无脊椎动物、硬珊瑚补充量状况等的统计	以水下影像记录为主,室内进行大量分析统计,反映区域性珊瑚礁调查区的群落生态状况
珊瑚礁生态监测技术规程	2~3	断面监测现场记录表、硬珊瑚补充量现场监测记录表、大型底栖藻类及海胆现场监测记录表、鱼类现场监测记录表	++	数据输入形成报表,统计硬珊瑚、软珊瑚属种、覆盖率,死亡率、病害状况,鱼类数量,硬珊瑚补充量状况	以水下记录为主,反映区域性珊瑚礁调查区的群落生态状况

* 野外工作成本大小以“+”标记;+,每条断面调查费用的比率(工作日费用/每日断面总数)。

1.2 调查野外工作成本和效率分析

珊瑚礁生态调查是水下作业,需要船只、潜水装备、潜水专业人员等配置,调查方式不同带来调查成本、数据量等差异。从表3分析,野外水下工作量、工作效率均以截线样条法为最高,Reef Check、珊瑚礁生态监测技术规程次之,这是由于水下记录方式不同造成的。Reef Check、珊瑚礁生态监测技术规程都是水下记录版逐点记录方式,耗时较多,同样的装备配置下完成的断面数量相对较少;而截线样条法主要是采用水下影像拍摄记录的方式,效率较高,同样的装备配置下完成的断面数量相对较多。针对野外工作提取到的数据量,Reef Check、珊瑚礁生态监测技术规程以定量的形式出;截线样条法以影像资料为主,但是可提取的数据量却是最多的。水下记录版数据以 Reef Check 较为完整,而珊瑚礁生态监测技术规程的水下记录版设计中统计项内容不便于水下记录、统计。对于室内工作量,Reef Check、珊瑚礁生态监测技术规程也是按调查记录版内容进行定量处理,相对较少;截线样条法室内借助计算机、显微镜放大功能进行录像、照片、样品影像的判读,影像资料与专业分类图版进行比对,工作量较大。

1.3 数据格式反映群落生态状况的程度及其对研究的延展性分析

从表2和表3可以看出,Reef Check、珊瑚礁生态监测技术规程调查主要内容均包含在定量形式的水下记录版内,此类格式比较简便,但是提取到数据的信息量较为有限。截线样条法主要采用清水下影像记录,记录断面的生态状况比较完整。Reef

Check、珊瑚礁生态监测技术规程调查方法数据格式为水下记录版形式,格式、指标和内容固定,对调查区珊瑚礁生态的研究有一定的局限性。截线样条法的影像通过判读,可以选择不同物种、不同指标作为研究主体,研究的方向和范围均呈现延展性、多样化的特点。

2 用海项目的珊瑚礁生态系生物群落调查方法

根据以上对比分析得知:(1) Reef Check、珊瑚礁生态监测技术规程、截线样条法在野外工作量和成本方面,截线样条法具有较大优势,工作效率也是最高的;(2) Reef Check 主要为全球珊瑚礁健康监控服务,截线样条法、珊瑚礁生态监测技术规程生物较适用于反映区域性珊瑚礁调查区生态现状;(3) Reef Check、珊瑚礁生态监测技术规程调查主要内容格式较简便,但是数据的信息量较为有限,对调查区珊瑚礁生态的研究有一定的局限性;截线样条法的高清水下影像记录珊瑚礁生态状况比较完整,其影像资料通过判读,可以根据项目研究内容的要求,选择不同的物种、指标作为研究主体,可见截线样条法具有研究方向多样化、范围延展性强的特点。

综合 Reef Check、截线样条法和珊瑚礁生态监测技术规程方法,适合珊瑚礁生态区用海项目的珊瑚礁群落生态调查方法如下:(1)断面布置:与海岸平行,在水深3m、6m、9m处布设,尽量覆盖整个用海珊瑚礁区;(2)设备:调查船、100m测绳、定位GPS、水下相机、水下摄像机、25cm×25cm样方;(3)调查流程:定位放置样线、拍摄样线录像、珊瑚特

写照片(样线附近所有属种照片及珊瑚礁损害、病害照片)、拍摄鱼类照片(以样线为中心各2m宽的距离,缓慢游进拍摄,拍摄尽量不要重复)、硬珊瑚补充量调查(以样线为中心各2m宽的距离,缓慢游进寻找小于2cm的石珊瑚,放置样方拍摄)、收线;(4)室内进行影像资料判读:样线硬珊瑚、软珊瑚、大型海藻、海胆、底质类型、病害损害状况都判读记录形成表格,记录其所占的测绳长度。其中,硬珊瑚、软珊瑚、大型海藻、海胆比对专业分类图版资料进行属种分类,统计硬珊瑚、软珊瑚、大型海藻、海胆、底质类型、病害损害状况所占比率、硬珊瑚死亡率,分析硬珊瑚属种组成。硬珊瑚死亡率测定可参考《HY/T 082-2005 珊瑚礁生态监测技术规程》,在测量珊瑚规格的同时测定断面上硬珊瑚总个数及死亡个数,并估计死亡时间,测定数据记录成表。活珊瑚都呈现不同的颜色,判断死亡珊瑚的标准是珊瑚颜色为白色或黑色(图1)。早期死亡的为黑色,死亡时间超过15a的珊瑚已辨认不清珊瑚体。近期死亡的珊瑚为白色,死亡时间判别标准如下:30d以内的死珊瑚单体骨骼白色、完整清晰;0.5a以内的死珊瑚单体被小型藻类或薄层沉积物覆盖;1~2a之内的死珊瑚单体结构轻微腐蚀,但是仍然能分辨出珊瑚的属级分类单位;2a以上的死珊瑚单体结构消失,或单体上的附着生物(藻类、无脊椎动物等)已经很难取下。硬珊瑚病害可参考《HY/T 082-2005 珊瑚礁生态监测技术规程》,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。应对白化病及其它颜色的异常进行调查并拍照,只统计每个珊瑚“头部”平面上颜色的异常状况。分枝珊瑚,死亡区域集中在每个分支的边缘部分。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^[11]。

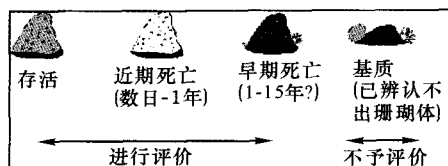


图1 珊瑚死亡后的变化过程

适合珊瑚礁生态区用海项目的珊瑚礁群落生态调查方法不采用水下记录版,以截线样条法为主结合《HY/T 082-2005 珊瑚礁生态监测技术规程》部分内容,调查区描述表采用 Reef Check 格式,室内

判读记录表格参考《HY/T 082-2005 珊瑚礁生态监测技术规程》的格式修改形成。

3 结束语

用海项目调查时间及用海论证报告提交期限均有合同、时间规定的限制,珊瑚礁生态区属于典型海洋生态系统,具有较高的生物多样性及生态功能^[3],其生态价值评估研究较少,尚缺乏统一的计算模式及赔偿标准,因此,珊瑚礁群落生物多样性状况的调查数据是进行生态价值评估的重要依据。本文提出的珊瑚礁生态区用海项目的珊瑚礁群落生态调查方法,操作性强,能够高效、完整地反映珊瑚礁生态区礁系生物群落的多样性,适合珊瑚礁生态区用海项目的珊瑚礁群落生态调查,可以实践应用,并在实践应用中不断地修改完善。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 王丽荣,赵焕庭. 珊瑚礁生态保护与管理研究[J]. 生态学杂志, 2004, 23(4): 103-108.
- [3] 赵美霞,余克服,张乔民,等. 珊瑚礁区的生物多样性及其生态功能[J]. 生态学报, 2006, 26(1): 186-194.
- [4] 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.
- [5] 梁文,黎广钊,范航清,等. 广西涠洲岛珊瑚礁物种生物多样性研究[J]. 海洋通报, 2010, 29(4): 412-416, 420.
- [6] 梁文,黎广钊,张春华,等. 20年来涠洲岛珊瑚礁物种多样性演变特征研究[J]. 海洋科学, 2010, 34(12): 78-87.
- [7] 梁文,张春华,叶祖超,等. 广西涠洲岛造礁珊瑚种群结构的时空分布[J]. 生态学报, 2011, 31(1): 39-46.
- [8] 于登攀,邹仁林. 三亚鹿回头岸礁造礁石珊瑚群落结构的现状和动态[C]//马克平. 中国重点地区与类型生态系统多样性. 杭州:浙江科学技术出版社, 1999: 225-268.
- [9] 陈刚. Reef Check 方法在三亚珊瑚礁区域的应用结果分析[J]. 南海研究与开发, 2002(2): 17-21.
- [10] 张乔民,施棋,陈刚,等. 海南三亚鹿回头珊瑚岸礁监测与健康评估[J]. 海洋通报, 2006, 51(增II): 71-77.
- [11] 马明辉,韩庚辰,周秋麟,等. HY/T 082-2005 珊瑚礁生态监测技术规程[S]. 国家海洋局发布, 2005.

(责任编辑:邓大玉)