

西沙永兴岛珊瑚礁与礁坪生物生态学研究*

李颖虹 黄小平¹⁾ 岳维忠 林燕棠[†] 邹仁林 黄晖

(中国科学院南海海洋研究所 广州 510301)

[†](中国水产科学研究院南海水产研究所 广州 510301)

提要 2002 年 8 月对西沙永兴岛珊瑚礁与礁坪生物进行了生态学调查。珊瑚礁调查采用选取断面布设样框的方式进行覆盖率的定量调查,水下照相和录像拍摄的珊瑚种类作为定性调查资料,并将调查结果与 1978 年结果对比,以说明该区域珊瑚礁的变化趋势。礁坪生物的采样采用取样框和走样线相结合的方式,获取定性定量资料,并采用 Shannon-Weaver 多样性指数(H')和 Pielou 均匀度指数(J)来说明永兴岛礁坪生物的物种多样性和物种分布的均匀性情况。结果表明,永兴岛珊瑚种类丰富,共发现 29 种珊瑚,造礁珊瑚覆盖率较高,但 20 多年来珊瑚有较明显的退化趋势。礁坪生物初步鉴定有 54 种;平均生物量为 $395.78\text{g}/\text{m}^2$,平均栖息密度为 $6.3\text{ind}/\text{m}^2$;生物数量和物种多样性的水平分布趋势一致,即礁坪北侧最高,南侧居中,西侧最低,这种现象与岛屿西侧受人类活动干扰程度较大有关;数量的垂直分布:生物量为低潮区 > 中潮区 > 高潮区,栖息密度为高潮区 > 中潮区 > 低潮区;物种多样性的垂直分布存在自高潮区向低潮区递增的趋势。

关键词 永兴岛,珊瑚礁,礁坪生物**中图分类号** X17

珊瑚礁一直是海洋生态研究中的热点,近年来该方面的调查研究较多(梁文等, 2002; 宋金明等, 2003);潮间带生物在海洋生态中的重要功能也越来越受到研究者的重视(徐利生等, 1992),但是将二者结合起来进行研究的相关报道甚少。西沙群岛由大小 30 余个岛、洲、礁、暗礁组成,除高尖石外,均为珊瑚礁,这些岛屿的珊瑚礁及其相关生态领域一直吸引研究者的关注(沙庆安, 1986; 邹仁林等, 1979)。国内学者曾对永兴岛珊瑚礁进行了定性调查(邹仁林, 1978),还调查了永兴岛潮间带生物的种类组成及分布(海南省海洋厅等, 1996),并研究了岛屿生物礁的类型等(朱袁智, 1981),但未见该海域珊瑚礁与礁坪生物的定量研究的报道。作者对永兴岛珊瑚礁进行了定性和定量调查研究,比较了该海域珊瑚种类 20 多年来的变化状况,同时对礁坪生物进行了定性和定量的生态学调查研究。该成果可为本海区珊瑚礁及礁坪生物资源的合理开发利用

及保护提供科学依据,同时为进一步研究该海域海洋生态系统打下基础。

1 研究区域的自然环境

永兴岛位于西沙群岛东北部宣德群岛的一个礁盘上,是一个堆积在礁盘西南部质地松散的新灰沙岛,地理坐标为北纬 $16^{\circ}50'$,东经 $112^{\circ}20'$,是南海 200 多个岛屿中面积最大的一个岛,约为 1.8km^2 ,呈不规则椭圆形,长轴 NNW-SSE 向为 1840m,短轴 NNE-SSW 向约为 1200m,最高点位于西北部,海拔为 8.2m(赵焕庭等, 1996)。由于永兴岛东北和西南的水动力条件相差较大,东、西礁坪不对称,西部宽 250—500m,而东部宽 400—1000m。礁坪基本上是由浅水石珊瑚、贝类、钙质藻和有孔虫的残体组成的砾砂堆积成的,以砾石为主,向岸砂屑增加(王国忠等, 1986)。永兴岛西侧是人类活动较为集中的场所,有 2 个 5000t 级码头,船只在此海域活动频繁。

永兴岛属热带海洋季风气候,其特点是:冬季盛

* 中国科学院知识创新工程资助项目, KSCZ2-SW-102 号、KZCX2-206 号。李颖虹, 硕士, E-mail: yhli@scsio.ac.cn

收稿日期: 2003-05-06, 收修改稿日期: 2003-08-26

1) 黄小平, 通讯作者

行偏北季风,夏季盛行偏南季风;年太阳辐射量大,终年高温,多年平均气温达 26.3℃,日照时间长,年均降雨量为 1382mm。潮汐作用属不正规全日潮,平均潮差为 0.9m。表层海水平均温度为 26.8℃,海水透明度一般达 20—30m。海浪以风浪为主,平均波高 1.5m,最大为 11.0m(陈史坚等, 1989)。

2 研究方法

2002 年 8 月在永兴岛布设断面进行了珊瑚礁和礁坪生物的生态学调查,断面的具体分布情况见图 1。

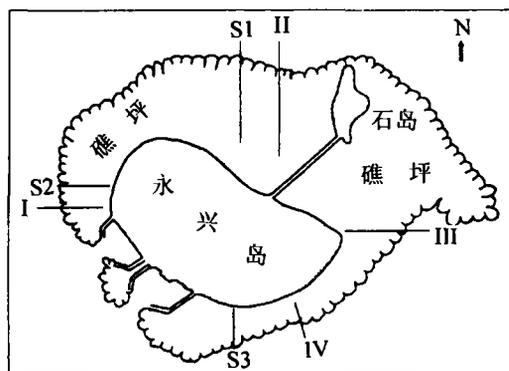


图 1 永兴岛采样断面

Fig.1 Sampling sections around Yongxing Island

注:I—IV 表示珊瑚采样断面;S1—S3 表示礁坪生物采样断面

2.1 珊瑚礁的调查研究

本次珊瑚礁调查在永兴岛礁坪的东、西、南、北方向各布设 1 条断面,所有采样及拍摄工作均在水下完成。其中在 I(西断面)、II(北断面)随机设 4 个样框,III(东断面)、IV(南断面)随机设 3 个样框进行造礁珊瑚覆盖率的定量调查,样框大小为 1m × 1m;水下照相和录像拍摄的珊瑚种类作为定性调查资料。

造礁石珊瑚覆盖率(D)的统计公式为:

$$D = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_j}{S} \times 100\%$$

其中, X_j 为 X 种石珊瑚在 j 断面样框中所占的面积 (cm^2); $j = 1, 2, 3, \dots, n$ (样框数); S 为断面总样框数。

2.2 礁坪生物的调查研究

礁坪生物的采样时间选在 2002 年 8 月 24—28 日每天开始退潮时至开始涨潮时,在礁坪的西、南、东方位各布设 1 条断面。每条断面布设 6 个站位:高、中、低潮区各 2 个,每站用 25cm × 25cm 定量框取样 2—8 次,选出样框内的所有底栖动物;对于样框种未采获的常见种和少见的种类,进行样线的采样技术处理;采获的标本按照《海洋调查规范》(GB127636-91)处理(国家技术监督局, 1991)。

采用 Shannon-Weaver 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 来说明永兴岛礁坪生物的物种多样性和物种分布的均匀性情况。

Shannon-Weaver 多样性指数

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

均匀度 $J = H' / \log_2 S$

式中, P_i 为第 i 种生物所占该站位总个体数量的比率; S 为总种数。

3 结果与讨论

3.1 珊瑚礁

3.1.1 种类 本次调查共发现 29 种珊瑚(表 1),其中造礁珊瑚 9 科 14 属共 23 种,笙珊瑚 1 种,苍珊瑚 1 种,多孔媳珊瑚 4 种。I 断面的珊瑚种类(22 种)最多,II 断面(16 种)次之,III 断面(14 种)最少。

表 1 永兴岛珊瑚种类名录

Tab.1 List of coral species in Yongxing Island

种 名	文献(邹仁林,1978)	2002 年断面			
		I	II	III	IV
毗邻沙珊瑚 <i>Psammocora contigua</i>	+	+	—	—	—
疣状杯形珊瑚 <i>Pocillopora verrucosa</i>	+	+	+	+	—
鹿角杯形珊瑚 <i>Pocillopora damicornis</i>	+	+	+	+	—
多曲杯形珊瑚 <i>Pocillopora meandrina</i>	+	+	+	+	—
埃氏杯形珊瑚 <i>Pocillopora eydouxi</i>	+	+	+	+	+
箭排孔珊瑚 <i>Seriaiopora phystrix</i>	+	—	—	—	+

续表

种 名	文献(邹仁林,1978)	2002 年断面			
		I	II	III	IV
美丽鹿角珊瑚 <i>Acropora formosa</i>	+	+	—	+	+
佳丽鹿角珊瑚 <i>Acropora pulchra</i>	+	—	—	—	+
多孔鹿角珊瑚 <i>Acropora millepora</i>	+	+	+	+	+
粗野鹿角珊瑚 <i>Acropora humilis</i>	+	+	+	+	+
花鹿角珊瑚 <i>Acropora florida</i>	+	+	—	+	—
丘突鹿角珊瑚 <i>Acropora abrotanoides</i>	+	+	—	+	+
强壮鹿角珊瑚 <i>Acropora valida</i>	+	+	+	—	—
伞房鹿角珊瑚 <i>Acropora corymbosa</i>	—	+	+	+	+
栅列鹿角珊瑚 <i>Acropora palifera</i>	+	+	+	—	—
指状蔷薇珊瑚 <i>Montipora digitata</i>	+	—	—	—	—
叶状蔷薇珊瑚 <i>Montipora foliosa</i>	+	+	+	+	—
石芝珊瑚 <i>Fungia fungites</i>	+	—	—	—	—
橙黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	+	+	+	+	—
普哥滨珊瑚 <i>Porites pukoensis</i>	+	+	+	—	—
融板滨珊瑚 <i>Porites matthaii</i>	+	—	—	—	—
地衣滨珊瑚 <i>Porites lichen</i>	+	—	—	—	—
扁枝滨珊瑚 <i>Porites anderusi</i>	—	—	—	+	—
带刺蜂巢珊瑚 <i>Favia stelligera</i>	+	—	—	—	—
标准蜂巢珊瑚 <i>Favia speciosa</i>	+	+	+	—	—
帛琉蜂巢珊瑚 <i>Favia palauensis</i>	+	—	+	—	—
海孔角蜂巢珊瑚 <i>Favites halicora</i>	+	+	—	—	+
多弯角蜂巢珊瑚 <i>Favites flexuosa</i>	+	—	—	—	—
精巧扁脑珊瑚 <i>Platygyra daedalea</i>	+	+	—	—	—
中华扁脑珊瑚 <i>Platygyra sinensis</i>	+	—	—	—	—
小角刺柄珊瑚 <i>Hydnophora microconos</i>	+	—	—	—	—
赫氏叶状珊瑚 <i>Lobophyllia hemprichii</i>	+	—	—	—	—
伞房叶状珊瑚 <i>Lobophyllia corymbosa</i>	+	—	—	—	—
细角孔珊瑚 <i>Goniopora gracilis</i>	+	—	—	—	—
小角孔珊瑚 <i>Goniopora minor</i>	+	—	—	—	—
标准厚丝珊瑚 <i>Pachyseris speciosa</i>	—	—	—	—	+
笙珊瑚 <i>Tubipora musica</i>	+	+	—	—	+
苍珊瑚 <i>Heliopora coerulea</i>	+	—	—	—	—
扁叶多孔螅 <i>Millepora platyphylla</i>	+	+	+	—	+
分叉多孔螅 <i>Millepora dichotoma</i>	+	+	+	+	+
节块多孔螅 <i>Millepora exaesa</i>	—	—	—	—	+
西沙多孔螅 <i>Millepora xishaensis</i>	—	—	—	—	+
合计(种)	37	22	16	14	15

注: + 表示珊瑚在该断面存在, — 表示珊瑚在该断面不存在

本次调查结果与邹仁林(1978)的调查结果相比,减少了13种珊瑚,其中造礁石珊瑚减少了5科7属共12种,苍珊瑚减少了1种;同时也新发现了3

科3属共3种石珊瑚,2种多孔螅珊瑚。本次调查结果总体显示永兴岛珊瑚20年来有较明显的退化趋势,其退化的原因主要有自然灾害和人类活动所

致。本次调查中发现Ⅱ断面优势种群的叶状蔷薇珊瑚(*Montipora foliosa*)部分群体变黑,可能是海洋细菌造成此现象。1985年在印度-太平洋已经发现了细菌侵袭造成珊瑚疾病的现象(Antonius, 1985),近年来,由于气候变暖和各种人为因素造成的环境变化(Edmund *et al.*, 2000),海洋细菌的繁殖速度明显加快,形成细菌膜,平铺或覆盖在珊瑚礁表面,造成造礁珊瑚死亡。自1961年以来,永兴岛表层水温存在显著上升趋势,上升率为 $0.2^{\circ}\text{C}/10$ 年(聂宝符等, 1997),加上1998年的厄尔尼诺事件导致海水温度上升,在热带海洋中,仅仅几个摄氏度的增温都会造成造礁珊瑚的死亡(王丽荣等, 2001; Clive, 1999),同时强烈的暴风雨也是破坏本区域珊瑚礁的自然因素之一;人为因素方面,随着当地建设项目和破坏性捕鱼方式的增多,珊瑚礁盘的炸毁事件时常

发生,由于造礁珊瑚对生长环境有严格要求,绝大多数造礁珊瑚要求水质清洁和水流畅通的环境,炸鱼后混浊的水质能使珊瑚虫窒息而死,并且也影响珊瑚虫共生藻类的光合作用,最终妨碍了珊瑚礁的生长,同时本海区行驶的渔船排放的油污水以及永兴岛上排放的生活污水也是恶化珊瑚礁生存环境的人为因素。

3.1.2 覆盖率 4个断面造礁珊瑚的平均覆盖率(表2)变化范围是42.1%—93.4%,其中礁坪北侧(Ⅱ断面)的覆盖率最高为93.4%,西侧(Ⅰ断面)的覆盖率最低为42.1%,礁坪西侧覆盖率偏低的原因是由于永兴岛西部是人类活动比较频繁的海域,对本海区的自然生态系统干扰较大。4个断面出现的优势种珊瑚均属于造礁石珊瑚鹿角珊瑚科,其中3种隶属于鹿角珊瑚属,1种隶属于蔷薇珊瑚属。

表2 各断面珊瑚覆盖率及其优势种

Tab.2 Coral coverage and dominant species at each section

断面	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
平均覆盖率(%)	42.1	93.4	76.8	55.7
优势种种名	粗野鹿角珊瑚 <i>Acropora humilis</i>	叶状蔷薇珊瑚 <i>Montipora foliosa</i>	美丽鹿角珊瑚 <i>Acropora formosa</i>	多孔鹿角珊瑚 <i>Acropora millepora</i>
优势种覆盖率(%)	25.1	75.6	90.6	52.9

3.2 礁坪生物

3.2.1 种类 见表3。永兴岛礁坪生物经初步鉴定有54种,种类组成多样,以热带种类为主。其中有软

体动物25种,甲壳动物10种,鱼类7种,棘皮动物6种,藻类5种,腔肠动物1种。软体动物和甲壳动物是礁坪生物的2个主要类群,占总数的64.8%。

表3 各断面礁坪生物的主要种类

Tab.3 Dominant intertidal benthos species at each section

断面	主要生物种类
S1	大叶仙人掌藻 <i>Halimeda macroloba</i> , 地毯海葵 <i>Stichodactyla mertensii</i> , 卵黄宝贝 <i>Cypraea vitellus</i> , 蓝足短桨蟹 <i>Thalassidroma coeruleipes</i> , 肝叶馒头蟹 <i>Calappa hepatica</i> , 斑锚参 <i>Synapta maculata</i> , 单斑豆娘鱼 <i>Abudefduf unioellatus</i>
S2	大叶仙人掌藻 <i>Halimeda macroloba</i> , 鳞砗磲 <i>Tridacna squamosa</i> , 希伯来芋螺 <i>Conus ebraeus</i> , 核果螺 <i>Drupa morum</i> , 篱凤螺 <i>Strombus luhuanus</i>
S3	厚节仙人掌藻 <i>Halimeda incrassata</i> , 货贝 <i>Monetaria moneta</i> , 角犬齿螺 <i>Vasum turbinellum</i> , 核果螺 <i>Drupa morum</i> , 希伯来芋螺 <i>Conus ebraeus</i> , 宽体指虾蛄 <i>Gonodactylus platysoma</i> , 米氏海参 <i>Holothuria moebi</i> , 暗纹凤鳚 <i>Salarias edentulus</i>

3个断面出现的主要生物种类(表3)中,以S2断面的生物种类较为单一,其以藻类和软体动物为主,其余2个断面的生物种类较为丰富。礁坪生物种类分布整体呈现出西侧种类单一,南、北侧种类丰

富的状况,这与西侧海域受人类活动干扰最频繁有关。藻类,软体动物和甲壳动物是该海区的主要生物类群,在各个断面都有分布;棘皮动物主要分布在岛屿的南、北两侧。

永兴岛礁坪生物的经济种初步估计有 21 种,其中主要经济种有:栉江珧 [*Atrina (Servatrina) pectinata*]、砗磲 (*Hippopus hippopus*)、鳞砗磲 [*Tridacna (Chamestrachea) squamosa*]、大马蹄螺 (*Trochus niloticus*)、斑凤螺 (*Strombus lentiginosus*)、篱凤螺 [*Strombus (Conomurex) luhuanus*]、货贝 (*Monetaria moneta*)、卵黄宝贝 (*Cypraea vitellus*)、宽体指虾蛄 (*Gonodactylus platysoma*)、蓝足短桨蟹 (*Thalamita coeruleipes*)、野生短桨蟹 (*Thalamita admete*)、黑背蝴蝶鱼 (*Chaetodon melanotus*)、青点鹦嘴鱼 (*Scarus ghobban*)、横带刺尾鱼 (*Acanthurus triostegus*) 等。

3.2.2 生物量与栖息密度 永兴岛礁坪生物平

均生物量(表 4)为 395.78g/m²,平均栖息密度为 6.3ind/m²。生物量以藻类(378.56g/m²)居首位,占总量的 95.6%;甲壳动物(5.76g/m²)居第二位。栖息密度以甲壳动物(4.0ind/m²)居首位,占总量的 63.5%;鱼类(1.1ind/m²)居第二位。

从数量的水平分布来看,礁坪生物的生物量和栖息密度的分布趋势基本一致,即礁坪北侧生物数量最高,南侧居中,西侧最低,即 S1 断面(1030g/m², 7.5ind/m²) > S3 断面(90.67g/m², 6.6ind/m²) > S2 断面(63.33g/m², 5.0ind/m²),西侧人类活动的干扰对生物数量的高低有一定的影响。

数量的垂直分布见表 5,生物量为低潮区

表 4 礁坪生物数量分布

Tab.4 Distribution of biological quantities at intertidal zone

断面	项目	藻类	软体	甲壳	棘皮	鱼类	合计
S1	生物量(g/m ²)	1015.67	2.03	8.43	3.90	—	1030.03
	密度(ind/m ²)	—	0.6	6.7	0.2	—	7.5
S2	生物量(g/m ²)	50.00	6.83	6.50	—	—	63.33
	密度(ind/m ²)	—	1.0	4.0	—	—	5.0
S3	生物量(g/m ²)	70.00	6.77	1.77	8.80	3.33	90.67
	密度(ind/m ²)	—	1.2	1.4	0.7	3.3	6.6
平均	生物量(g/m ²)	378.56	5.34	5.76	5.01	1.11	395.78
	密度(ind/m ²)	—	0.9	4.0	0.3	1.1	6.3

(770.93g/m²) > 中潮区(407.1g/m²) > 高潮区(8.37g/m²),生物量垂直分布数量差别大与藻类的分布情

况有关。栖息密度则相反,高潮区(8.8ind/m²) > 中潮区(6.9ind/m²) > 低潮区(4.5ind/m²)。

表 5 礁坪生物数量垂直分布

Tab.5 Biomass vertical distribution at intertidal zone

潮区	类群	藻类	软体	甲壳	棘皮	鱼类	合计
高潮区	生物量(g/m ²)	—	—	7.27	—	1.11	8.37
	密度(ind/m ²)	—	—	7.7	—	1.1	8.8
中潮区	生物量(g/m ²)	383.33	3.30	7.10	13.37	—	407.1
	密度(ind/m ²)	—	2.1	3.9	0.9	—	6.9
低潮区	生物量(g/m ²)	752.33	10.93	2.00	5.67	—	770.93
	密度(ind/m ²)	—	0.6	0.5	0.1	3.3	4.5

3.2.3 物种多样性和均匀度 不同潮区物种多样性与种类的抗干燥能力有关。在 3 个潮区中,高潮区的多样性指数值(0.60)最低,这是由于永兴岛

典型的热带海洋季风气候,使高潮区暴露在空气中的时间最长,接受的太阳辐射量最强,环境变化最大,导致高潮区的生物多样性最低,在高潮区分布的

主要是甲壳动物,它们能够适应这种特殊的生存环境。中潮区和低潮区的生存环境则较为稳定,物种多样性指数较高,其指数平均值分别为 2.34 和 2.30。总体看来物种多样性存在自高潮区向低潮区递增的趋势,即低潮区 > 中潮区 > 高潮区。多样性指数的水平分布趋势为 S1 断面 > S3 断面 > S2 断面,即礁坪西部生物多样性最小,南部种类数量居中,北部的生物多样性最高,岛屿西侧频繁的人类活

动是导致该海域生物多样性低的主要原因。

除 S3 断面的中潮区均匀度指数较低(为 0.67)外,其它潮区生物均匀度指数(0.82—0.99)都较高,说明这些潮区不同种类生物之间的数量差异不大,生物种类分布比较均匀,均匀度的垂直分布状况为低潮区 > 高潮区 > 中潮区。均匀度指数的水平分布变化不大,其变化范围是 0.83—0.88,表明礁坪周围的生物种类间数量变化不大。

表 6 礁坪生物物种多样性指数(H')和均匀度指数(J)

Tab.6 Species diversity index (H') and evenness index (J) of intertidal benthos

断 面	多样性指数(H')				均匀度指数(J)			
	高潮区	中潮区	低潮区	平均值	高潮区	中潮区	低潮区	平均值
S1	0.95	2.83	2.24	2.00	0.95	0.82	0.87	0.88
S2	0.86	1.99	1.35	1.40	0.86	0.86	0.85	0.86
S3	0	2.21	3.32	1.84	0.82	0.67	0.99	0.83
平均值	0.60	2.34	2.30	—	0.88	0.78	0.90	—

4 结语

永兴岛珊瑚礁种类丰富,本次调查共发现 29 种珊瑚,其中造礁珊瑚 9 科 14 属共 23 种、笙珊瑚 1 种、苍珊瑚 1 种,多孔媳珊瑚 4 种。造礁珊瑚覆盖率范围是 42.1%—93.4%,永兴岛海域的优势种珊瑚均属于造礁石珊瑚鹿角珊瑚科。永兴岛的珊瑚 20 多年来有较明显的退化趋势。

永兴岛礁坪生物有 54 种,其中以软体动物和甲壳动物为主,占种类总数的 64.8%;礁坪生物种类分布呈现西侧种类单一,南、北侧种类丰富的状况,该海域频繁的人类活动是造成此现象的主要原因。平均生物量为 395.78g/m²,以藻类居首位,甲壳动物居第二位;平均栖息密度为 6.3ind/m²,栖息密度以甲壳动物居首位,鱼类居第二位。生物数量和物种多样性的水平分布趋势基本一致,即礁坪北侧生物数量最高,南侧居中,西侧最低,该海域人类活动的干扰对生物数量有一定的影响。数量的垂直分布,生物量为低潮区 > 中潮区 > 高潮区,栖息密度为高潮区 > 中潮区 > 低潮区。物种多样性的垂直分布存在自高潮区向低潮区递增的趋势。均匀度的垂直分布状况为低潮区 > 高潮区 > 中潮区,水平分布变化不大,表明礁坪周围的生物种类间数量变化不大。

在野外调查过程中得到了海南省海洋开发规划设计研究院王道儒博士、龚文平博士等的大力支持与帮助,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 王国忠,吕炳全,全松青,1986. 永兴岛珊瑚礁的沉积环境和沉积特征. 海洋与湖沼, 17(1): 36—44
- 王丽荣,赵焕庭,2001. 珊瑚礁生态系的一般特点. 生态学杂志, 20(6): 41—45
- 朱袁智,1981. 西沙群岛岛屿生物礁. 南海海洋科学集刊(第 2 集). 北京: 科学出版社, 33—47
- 邹仁林,1978. 西沙群岛珊瑚类的研究. 我国西沙、中沙群岛海域海洋生物调查研究报告集. 北京: 科学出版社, 85—132
- 邹仁林,朱袁智,王永川等,1979. 西沙群岛珊瑚礁组成成分的分析 and “海藻脊”的讨论. 海洋学报, 1(2): 292—298
- 沙庆安,1986. 西沙永乐群岛珊瑚礁一瞥. 石油与天然气地质, 7(4): 412—417
- 陈史坚,钟晋梁,1989. 南海诸岛志略. 海口: 海南人民出版社, 1—274
- 宋金明,赵卫东,李鹏程等,2003. 南沙珊瑚礁生态系的碳循环. 海洋与湖沼, 34(6): 586—592
- 赵焕庭,宋景朝,余克服,1996. 西沙群岛永兴岛和石岛的自然与开发. 海洋通报, 1(5): 55—65
- 国家技术监督局,1991. 中华人民共和国国家标准 GB127636-91. 北京: 中国标准出版社, 24—25

致谢 本项工作得到海南省海洋与渔业厅环境保护处和海南省西、南、中沙群岛办事处的大力支持,

- 徐利生, 孙慧君, 吴国文等, 1992. 海南岛澄迈角沙滩潮间带底栖动物生态初步研究. 热带海洋, 31(1): 15—21
- 海南省海洋厅, 海南省海岛资源综合调查领导小组办公室, 1996. 海南省海岛资源综合调查研究报告. 北京: 海洋出版社, 416—422
- 梁文, 黎广钊, 2002. 涠洲岛珊瑚礁分布特征与环境保护的初步研究. 环境科学研究, 15(6): 5—7
- 聂宝符, 陈特固, 梁美桃等, 1997. 西沙群岛及其邻近礁区造礁珊瑚与环境变化的关系. 北京: 科学出版社, 1—

101

- Antonius A, 1985. Coral disease in the Indo-Pacific: a first record. Mar Ecol, 6: 197—218
- Clive W, 1999. Ecological and socioeconomic impacts of 1998 coral mortality in the Indian Ocean: an ENSO impact and a warning of future change. AMBIO, 28: 453—468
- Edmund P G, Andrew W B, 2000. The significance of coral disease epizootiology for coral reef conservation. Biological Conservation, 96: 347—361

ECOLOGICAL STUDY ON CORAL REEF AND INTERTIDAL BENTHOS AROUND YONGXING ISLAND, SOUTH CHINA SEA

LI Ying-Hong, HUANG Xiao-Ping, YUE Wei-Zhong, LIN Yan-Tang[†], ZOU Ren-Lin, HUANG-Hui

(South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510301)

[†](South China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou, 510301)

Abstract The ecology of coral reef and intertidal benthos around Yongxing Island were investigated in August 2002. Quantitative quadrat sampling on selected benthic transects and qualitative video recording were used in our investigation. The results obtained were then compared with those since 1978 in order to find the coral reef changing trend during past 20 years. The intertidal benthos surveyed through sampling and observation were analyzed using Shannon-Weaver index (H') for diversity and Pielou's index (J) for evenness. The results indicated that the coral was abundant with 29 identified species. Coral coverage was high (42.1%—93.4%) but there had been serious degeneration during last 20 years. A total of 54 species of intertidal benthos were identified. Mollusk and shellfish were the dominant species accounting for 64.8% of the total number of species. In the west part of the reef platform, biological diversity and abundance were relatively low because of frequent human disturbances. Towards the south and north (near Yongxing Island) parts, both biological diversity and abundance tended to be a natural pattern. Same pattern was also found in the average population density whose average was 6.3 ind/m². The average biomass of intertidal benthos was 395.78g/m², among which the algae were the dominant organisms followed by shellfish. Biomass, density and diversity decreased from low tidal zone to high tidal zone. Vertical evenness in low tidal zone was higher than that of high and middle tidal zone. However, no significant variation in horizontal evenness was observed except for a minor one in intertidal benthos species.

Key words Yongxing Island, Coral reef, Intertidal benthos