

鹿角珊瑚人工养殖的初步研究

鲍 鹰¹, 周学家³, 黄美霞², 梁凯珊², 黄雪芬², 黄少秋², 邱庆昌², 郑小欧²

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 深圳旭联海洋生物养殖公司, 广东 深圳 518121; 3. 山东省海洋水产研究所, 山东 烟台 264000)

摘要: 为了探讨珊瑚人工养殖的基本条件和方法, 分别在陆基水泥池中和海底珊瑚苗床上对 3 种鹿角珊瑚: 粗野鹿角珊瑚(*Acropora humilis*)、霜鹿角珊瑚(*Acropora pruinosa*)和松枝鹿角珊瑚(*Acropora brueggemanni*)的人工养殖进行了实验。结果表明, 这 3 种珊瑚可以在深圳市鹅公湾近岸海域的海底珊瑚苗床上常年生长; 在水泥池中当水温低于 14℃或高于 28℃时珊瑚陆续死亡; 这 3 种珊瑚的生长速度在适温范围内随着水温的升高而加快, 最大月生长值是 6.05 mm; 光照对这 3 种珊瑚的生长有影响, 直接的阳光照射会引起水泥池中珊瑚的死亡。

关键词: 鹿角珊瑚(*Acropora humilis*); 养殖

中图分类号: S968.9

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2012)01-0069-04

珊瑚礁是地球上最古老、最多姿多彩、也是最珍贵的生态系统之一, 它们和热带雨林一样被认为是世界上生物多样性最高的生态系统。珊瑚礁在人类食物来源和天然产物方面具有重要的经济价值, 在生态旅游、保护海岸线、稳定海洋生态环境等方面都具有重要的意义。但是, 最近的几十年, 由于人类对海洋资源的过度开发、污染、全球气候变暖、海洋生态系统失衡等因素的作用, 珊瑚礁出现前所未有的生存危机。另外, 近几十年来水族市场中珊瑚贸易量的剧增也形成了对自然珊瑚礁的严重破坏。联合国环境规划署提供的数据表明, 目前, 全世界的珊瑚礁有 11% 遭灭顶之灾, 16% 已不能发挥生态功能, 60% 正面临严重的威胁。因此, 开展珊瑚礁的保护和修复工作已迫在眉睫。

珊瑚礁保护和修复的环境前提是造成其破坏的因素消除或减弱, 而用人工养殖的珊瑚枝来增加局部海域中珊瑚的数量和种类, 则能加快珊瑚礁的修复过程或者建立全新的人工珊瑚礁。国外对珊瑚生物学和生态学的报道非常丰富^[1], 但是关于珊瑚养殖的研究还比较少^[2]; 国内关于珊瑚的研究主要集中在分类和生态学, 对珊瑚养殖的研究刚刚起步, 报道极少^[3]。

本研究的目的是探索人工养殖珊瑚的技术和工艺、了解珊瑚的生长规律和对生长环境的要求。实验于 2010 年 6 月至 2011 年 6 月在位于深圳市南澳

街道鹅公湾的深圳旭联海洋生物养殖公司养殖基地进行。

1 材料与方法

1.1 珊瑚母枝

实验所用的 3 种珊瑚母枝采自鹅公湾, 分别是粗野鹿角珊瑚(*Acropora humilis*)、霜鹿角珊瑚(*Acropora pruinosa*)和松枝鹿角珊瑚(*Acropora brueggemanni*)。种的确定是根据邹仁林编著的《中国动物志, 腔肠动物门, 珊瑚虫纲, 石珊瑚目, 造礁石珊瑚》^[4]和 JEN Veron 编著的《CORALS of the world》^[5]。

1.2 珊瑚苗枝的制备

将水泥灌在塑料快餐碗中, 中间插入一根直径 20 mm 左右的塑料棒, 15 min 后将塑料棒取出。第 2 天将水泥坨从快餐碗中倒出, 便成为一个中间有孔的珊瑚养殖底座, 在海水中浸泡 3 d 后可以使用。

用钳子在珊瑚母枝上从各分枝顶端往下 5~10cm 处折断, 断枝有分叉或无, 皆可。在水泥底座的孔中填少许原子灰作为黏合剂, 插入断枝, 立即放入海水中。约 10 min 后原子灰完全固化, 带底座的珊瑚

收稿日期: 2010-01-12; 修回日期: 2010-04-23

作者简介: 鲍鹰(1962-), 男, 江苏苏州人, 硕士, 助理研究员, 主要从事海洋生物学研究, E-mail: baoying@qdio.ac.cn

苗枝制备完毕,挂牌编号后移到珊瑚苗床上进行养殖。

3种珊瑚各制备90个苗枝,在每个水泥池中各养10个,在海底各养20个。

1.3 陆基水泥池养殖

养殖池7个,每个3.5 m×6 m×1.5 m,池中有以PVC塑料管做成的培养架,珊瑚苗枝放在培养架上。配2台110W的潜水泵在池中造成水流。每天换水20%。5个池子用遮光率50%的遮阳网遮光,2个池子不遮光。没有水温控制设备,水温随季节和天气的变化而变化,夏季池水温度高于30℃时通过加大换水量使池水温度保持在30℃以下。

1.4 珊瑚苗床

珊瑚苗床用螺纹钢焊成平面网格状,四角有垂直支撑腿,腿高50 cm,架设在泥沙质海底,水深因潮汐在4.5 m至7 m间变化。珊瑚苗枝的水泥底座为倒锥型,镶嵌在苗床的网格中,可以防止水流将苗枝冲倒或冲走。

1.5 珊瑚枝高度的测量

测量珊瑚枝的最高点到底座的垂直距离为该珊瑚枝的高度(图1)。每个月测量一次,由于海况的原因可能使海上测量不能进行,所以每个月中测量的日期并不是固定的。



图1 测量珊瑚枝生长值示意

Fig. 1 Linear growth of Acroporidae branch

2 结果与讨论

2.1 珊瑚生长的测量方法

本文中所采用的测量方法只能表明鹿角珊瑚的生长趋势,并不能精确表达珊瑚的生长值。因为实际

上许多生长端并不是垂直向上的,而是斜向的;或者,一枝中顶端的生长很少,但是侧枝的生长旺盛,显然在这种情况下只以珊瑚枝总高度的增长来评判其生长情况是有失偏颇的。虽然在其他一些学者的研究中也有以珊瑚枝总高的增长来说明它们的生长情况^[6],但还是有必要在以后的研究中建立一种更加接近鹿角珊瑚实际生长量的测量方法。

2.2 水温对珊瑚成活和生长的影响

图2显示了养殖在水泥池中的珊瑚的成活率,可以看出水温对这3种鹿角珊瑚的存活和生长有着明显的影响。当水温低于18℃时,几乎不再生长;低于16℃时,水螅体不再伸展,珊瑚开始褪色;水温低于14℃时,珊瑚大量死亡。水温从18℃逐步升高时,珊瑚的生长速度也相应提高。高于28℃后,松枝鹿角珊瑚和霜鹿角珊瑚陆续白化、死亡,而粗野鹿角珊瑚至少在30.5℃以下可以存活并生长。在本实验中,12月下旬池水温度开始低于18℃,并且在1周左右就低于16℃了;到1月中旬,池水温度降到了14℃,在几天内所有池养珊瑚全部死亡。4月初的池水温度已将近18℃,此时重新制备珊瑚苗枝,按实验设计补种。从4月初到6月初的池水温度是适宜珊瑚的生长的,到6月中旬,池水温度已经超过18℃,霜鹿角珊瑚和松枝鹿角珊瑚又开始死亡,到6月底几乎全部死亡了,而粗野鹿角珊瑚在整个夏天的成活率都比较高。由于采取了遮光和大换水的办法,整个夏天池水温度没有超过30.5℃。

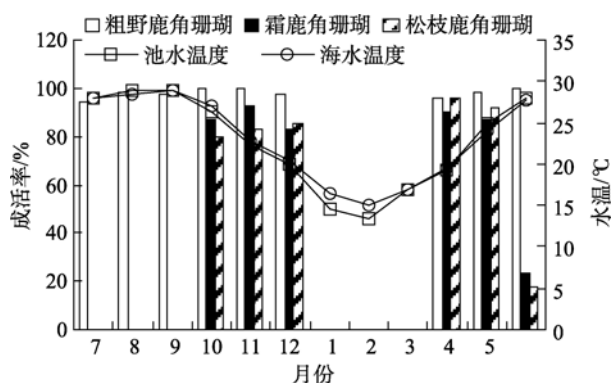


图2 池中养殖珊瑚的成活率

Fig. 2 Survival rate of Acroporidae cultured in tanks

养殖在海底的珊瑚苗在整个实验期间都表现出较高的成活率。1年中的月成活率为91.2%~100%。有个值得探讨的现象是尽管测得的海水温度从7月中旬到10月中旬都在28℃以上,最高达到30.3℃;

并且在1月中旬到2月下旬期间水温低于 16°C ，最低达到 14.3°C ，但是海底的珊瑚苗并没有死亡。究其原因可能是两方面的：一方面是测量海水温度时是在海面以下3.5 m处测的，而珊瑚床离海面4.5~7 m，珊瑚床的实际水温在夏天要比测量温度低，而冬天要比测量温度高，潜水员在操作中能明显感受到这种温度的变化；另一方面是影响珊瑚成活率和生长的因子要有许多，如光照、 CO_2 、 Ca^{2+} 、无机盐、有机物、水流、在海底所处的位置等等^[1]，这些因子间的交互作用能改变单一因子的影响力，而在池子和海洋中这些因子的强度和作用肯定是不一样的。显然，海底苗床要比陆基的水泥池更适合于珊瑚苗的周年生长。

珊瑚的生长与其体内寄生的虫黄藻的光合作用效率和珊瑚本身的代谢率密切相关，而温度正是影响光合作用和新陈代谢的最重要因子之一。图3显示在适宜的水温范围内，鹿角珊瑚的生长速度随着水温的提供而加快，8月份霜鹿角珊瑚的月均生长值(6.05 ± 2.16 mm, $n=20$)为3种珊瑚中全年月均最高。珊瑚生长速度的周年变化主要是由水温的周年变化而引起的，而同一种珊瑚的生长速度在不同海区的变化，则是由各海区水温不同和所处深度不同而引起的。如鹿角珊瑚 *Acropora cervicornis* 在牙买加的最大年生长量是180 mm，而在佛罗里达的最大年生长量只有45 mm^[7]。

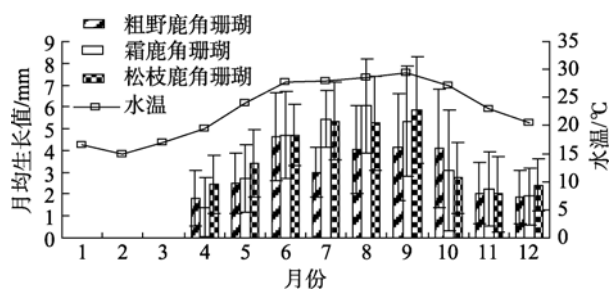


图3 海底养殖的鹿角珊瑚的月均生长

Fig. 3 Monthly growth rate of the Acroporidae cultured in the sea

2.3 深度与光照对珊瑚生长的影响

光照是影响珊瑚生长的重要环境因子。光照对虫黄藻的光合作用是必不可少的，同时，造礁珊瑚骨骼生长主要依靠光促钙化作用^[8]。实际上研究者更注重在自然海域中珊瑚所处的纬度和水深对其生长的影响，因为纬度和水深就决定了该处的光照强度。一般来说珊瑚的生长速度随着水深的加大而降低，

因为光照强度是随着水深的加大而减弱的。同样，纬度增高则光照减弱，珊瑚的生长也随之减慢。如鹿角珊瑚 *Acropora cervicornis* 在牙买加水深小于5 m的海域年最大生长量是159 mm，而在6~15 m的海域年最大生长量是140 mm^[7]。但是在本实验中，没有遮光的2个水泥池中的珊瑚在养殖约20 d后开始陆续死亡，直至全部死亡；而遮光的5个水泥池中的珊瑚在水温适合时能有较高的成活率和生长速度。光照对珊瑚生长的促进作用应该存在一个饱和点，超过饱和点的光照对珊瑚的生长不再有促进作用，而且随着光照的进一步增强，甚至有抑制珊瑚生长的作用。

2.4 珊瑚人工养殖方法的探讨

从本实验的结果来看，在有野生珊瑚礁生存的海域，用海底珊瑚苗床来养殖当地珊瑚是完全可行的。在养殖的第一年确实需要一定数量的野生珊瑚作为种苗来源，但是从第2年起就可以不再依赖野生珊瑚了。用海底珊瑚苗床的养殖方法应该是最环保、最节省能源、最能持续发展的。实际上珊瑚苗床在几年以后，随着珊瑚苗枝的不断生长以及这些珊瑚枝有性生殖的发生，就会发展成为人工珊瑚礁区。同时，陆基养殖系统对一个珊瑚养殖场来说也是应该配备的。陆基养殖系统可以实现对珊瑚生长条件的完全控制。在这种控制下，珊瑚的生长条件甚至优于海底苗床所处条件。通过陆基养殖系统，可以对从其他地方引进的珊瑚进行驯养和筛选，丰富养殖珊瑚的种类，缩短珊瑚苗的育成周期。陆基养殖系统也是对珊瑚进行深入研究所必不可少的平台。

参考文献:

- [1] Osinga R, Schutter M, Griffioen B, et al. The biology and economics of coral growth [J]. *Mar Biotechnol*, 2011, 13: 658-671.
- [2] Osinga R, In: Leewis R J, Janse M. *Advances in coral husbandry in public aquariums*[J]. *Public Aquarium Husbandry Series*, 2008, 2: 167-171.
- [3] 牟奕林, 刘亚军. 尖锐轴孔珊瑚的人工养殖 [J]. *中国水产*, 2009, 400(3): 27-30.
- [4] 邹仁林. *中国动物志: 腔肠动物门、珊瑚虫纲、石珊瑚目、造礁石珊瑚* [M]. 科学出版社, 2001: 50-74.
- [5] Jen V. *Corals of the world*[M]. Australian Institute of Marine Science, 2000.

- [6] Atkinson M J, Carlson B, Crow G L. Coral growth in high-nutrient, low-pH seawater: a case study of corals cultured at the Waikiki Aquarium, Honolulu, Hawaii[J]. *Coral Reefs*, 1995, 14: 215-223.
- [7] Dullo WC. Coral growth and reef growth: a brief review[J]. *Facies*, 2005, 51: 33-48.
- [8] Mutti M, Hallock P. Carbonate systems along nutrient and temperature gradients: some sedimentological and geochemical constraints[J]. *Int J Earth Sci*, 2003, 92: 465-474.

Study of artificial culture of coral Acroporidae

BAO Ying¹, ZHOU Xue-jia³, HUANG Mei-xia², LIANG Kai-shan², HUANG Xue-fen², HUANG Shao-qiu², QIU Qing-chang², ZHENG Xiao-ou²

(1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Shenzhen Xulian Sea-life Plant Co. Ltd., Shenzhen 518121, China; 3. Shandong Marine Fisheries Research Institute, Yantai 264000, China)

Received: Jan., 12, 2010

Key words: *Acropora humilis*; culture

Abstract: With the aim of gaining a better understanding of the basic condition and useful techniques for the culture of zooxanthellate scleractinian corals, especially Acroporidae, three species of corals, *Acropora humilis*, *Acropora pruinosa* and *Acropora brueggemanni* have been maintained and growth respectively in tanks and on the coral planting shelves which sited in seabed in Ergong Bay, Shenzhen, China. The corals grew well anniversary on the planting shelves in the sea, but could not live unless the temperature was between 14°C and 28°C in the tanks. The growth rate was increased with increased water temperature between 14°C and 28°C, and the peak value of growth was 6.05 mm per month. Light plays an important role in the growth of zooxanthellate corals, but direct insolation killed all of the corals in tanks.

(本文编辑: 梁德海)