

海珍品人工增殖礁模型对刺参聚集效果影响的研究

崔 勇^{1,2} 关长涛^{1*} 万 荣² 谭 杰¹ 黄 滨¹ 李 娇¹

(¹中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(²中国海洋大学, 青岛 266003)

摘 要 针对目前海珍品增殖的需要,进行了刺参人工鱼礁增殖实验研究。实验共分为 3 部分进行,即无模型礁与有模型礁的对照实验、同种材料 5 种形状模型礁以及两种不同材料的三角形孔洞长方体礁对比实验。实验结果表明,各种形状模型礁投入到养殖实验池中后对刺参的平均聚集率与不投放模型礁相比差异极显著;同为水泥制的 5 种模型礁投入后,圆管形模型礁对刺参的平均聚集率最高,与其他 4 种模型礁相比差异显著;两种不同材料的三角孔模型礁投入后对刺参的平均聚集率差异不显著,水泥制模型礁高于大理石制;利用石块投石造礁对刺参也具有一定的聚集效果。

关键词 人工增殖礁 刺参 聚集效果 平均聚集率

中图分类号 S931.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)02-0109-05

The study of attractive effects of artificial reef models on *Apostichopus japonicus*

CUI Yong^{1,2} GUAN Chang-tao^{1*} WAN Rong² TAN Jie¹

HUANG Bin¹ LI Jiao¹

(¹Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(²Ocean University of China, Qingdao 266003)

ABSTRACT The experiment on artificial reef enhancement of *Apostichopus japonicus* was carried out for its application in aquaculture. In the experiments, enhancement with or without artificial reef model, the effect of five reef models of different shape but the same material, and two different material reef models of the same shape were compared. The results showed that the difference of mean attractive rate (MAR) of all artificial reef models were significant ($P < 0.01$) compared with non-reef models. The MAR of the pipe shaped reef model was the highest and the difference is significant ($P < 0.05$) compared with the other four shaped reef models. MAR of two different materials of reef models in triangular shape was not significant ($P > 0.05$) and the MAR of the reef made of concrete was higher than that made of marble. It is suggested that stones can also have attractive effects on *Apostichopus japonicus*.

中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2007-chb-03、2008-gy-01 和 2010-ch6-01)和公益性行业(农业)科研专项(200903005)共同资助

* 通讯作者。E-mail:guanct@ysfri.ac.cn, Tel:(0532)85821672

收稿日期:2009-09-01;接受日期:2009-11-13

作者简介:崔 勇(1980-),男,博士研究生,主要从事设施渔业研究。E-mail:cuiyong@ysfri.ac.cn, Tel:(0532)85821672

KEY WORDS Artificial reef *Apostichopus japonicus* Attractive effect
Mean attractive rate

海参的种类很多,而广泛分布于我国北方沿海的刺参 *Apostichopus japonicus* 属经济价值最高的一种。随着刺参药物作用的扩大和人民生活水平的提高,对刺参的需求量也在逐年增加。近些年来,我国北方部分地区通过人工造礁等方式来改善海洋环境条件以达到增殖刺参的目的,这些措施均取得了一定的效果,但无论是增殖模式、礁体设计、以及礁体与增殖对象行为的关系等都处在探索阶段,尚未达到推广应用的要求。

国外有学者曾做过鲍鱼对不同形状礁体的选择性实验研究(Kim *et al.* 2004),国内关于鱼礁模型对鱼类行为影响和诱集效果也进行过一些研究(张 硕等 2008;陈 勇等 2006;吴 静等 2004)。唐衍力等(2008)对不同形状和材料的鱼礁模型对短蛸诱集效果进行了初步研究,张 硕等(2006)进行了光强对刺参行为特性和人工礁模型集参效果的实验研究,王吉桥等(2008)进行了礁石堆密度对仿刺参幼参生长和存活的影响研究,而关于刺参对鱼礁模型形状和材料的选择方面的研究目前还比较少。本研究采用行为学方法,通过实验观测,统计和分析刺参对不同形状和材料模型礁的行为反应及各模型礁对刺参的诱集效果,以期为人工鱼礁增殖和保护刺参资源以及海珍品增殖礁的设计开发提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 刺参样本

实验用刺参共 300 头,为莱州海域自然生长,体色正常,体质健壮,体长 8~10 cm,体重 10~15 g 的刺参。在养殖水池中暂养 7 d,投喂饵料纯用海泥,日投喂量为刺参体重的 3%~5%,水温 14.5 °C,水深 0.5 m,盐度 30±0.5,pH 值 7.4~7.6。使用充氧泵连续充氧,溶解氧在 7.5mg/L 左右。

1.2 实验水池

实验在山东省莱州明波水产公司的循环养殖水池内进行,使用两个直径 4.3 m、高度为 1 m 的圆形水池。模型礁投放区域位于圆形水池中央部分,刺参首次投入到池中的位置距离模型礁体 60 cm 左右。实验期间水池内井水 24 h 循环流动。

1.3 鱼礁模型

礁体结构分别为长方体(50 cm×30 cm×30 cm)、圆管形(长度 50 cm,外径 25 cm,壁厚 5 cm)与星体形(半径 30 cm,高度 30 cm)。其中长方体模型礁底部分别开有三角形(边长 13 cm)、方形(边长 13 cm)与圆形(直径 13 cm)孔洞(图 1),上述 5 种不同形状的鱼礁采用水泥材料各制作 3 个。为比较不同材料的模型鱼礁对刺参聚集效果的影响,采用大理石制作相同规格的带有三角形孔洞的长方体模型礁 3 个(图 1D)。另外针对目前海参增殖投石造礁较多的情况,实验中在当地选取与水泥礁体规格接近的石块若干,投放到水池中观察其对刺参的诱集效果。

1.4 实验设计

实验共分为 3 部分进行,即不摆放任何鱼礁(对照组)与有鱼礁的对照实验、同种材料 5 种形状模型礁以及两种不同材料的三角形孔洞长方体礁对比实验。每天实验时间为 08:00~24:00,隔 1 h 观察并纪录水池内各模型礁刺参的聚集数量。在实验水池中央位置的正上方悬挂有功率为 60W 的白炽灯 1 盏,实验中分别对开灯与关灯两种状态下模型礁对刺参的聚集效果进行对比分析。其中,白天开灯时实验池光照为 100~200 lx,关灯时为 75~180 lx。

1.5 统计方法

平均聚集率(Mean attractive rate, MAR)为 n 次观察刺参聚集在人工礁模型上的数量之和与实验中刺参总数量的比值,计算公式为:

$$MAR = \sum_{i=1}^n (N_i/nN) \times 100\%$$

式中, N_i 为第 i ($i=1, 2, \dots, n$) 次观察刺参聚集在模型礁上的数量, N 为该组实验刺参总数, n 为观察次数。各实验组相应的数据应用数据统计分析软件 Spss 进行方差分析(ANOVA), Duncan 多重极差检验法比较组间差异。

2 结果与分析

2.1 行为观察

刺参投入养殖池中的适应期间,在无光照无鱼礁的情况下刺参大多吸附在池壁上。在有光照有鱼礁的情况下石块表面聚集的刺参极少,刺参大多仍吸附在池壁上,养殖池进水管有水流的地方,模型鱼礁聚集刺参较多。在刺参正式实验观察期间,当刺参投入到养殖池中后首先往远离灯光的池壁处缓慢爬动,但也有个别刺参很快爬到礁体上。大约 2 h 后刺参开始在池壁上聚堆,少许刺参在礁体上聚集,其中星形礁上最多,水泥构件礁比石块与大理石鱼礁聚集刺参较多。随后,鱼礁上聚集刺参开始慢慢增多,其中圆孔形鱼礁刺参较多。这时刺参主要分成两部分,一部分在池壁上聚堆,一部分在鱼礁上聚集。随着实验时间的推移,观察可以发现刺参可以聚集在水泥构件礁的表面,而石块、大理石制鱼礁表面并无刺参聚集,刺参大多聚集在石块、大理石制鱼礁的底部及夹缝处。随后,聚集在水泥礁表面的刺参逐渐增多,并且在进水管有水流处的鱼礁上附着的刺参比较多。到晚间,一部分刺参从池壁上爬下开始往石头缝隙中钻,并且大理石制鱼礁聚集刺参开始增多,有少许刺参漂浮在水面上。

2.2 同种材料 5 种形状模型礁的刺参聚集效果

图 2 为 5 种形状同为水泥制模型礁分别投入养殖池中对刺参的聚集效果对比,从图 2 中可以看出,在开灯与闭灯两种环境条件下,5 种形状的模型礁投放后处理组与对照组相比均差异极显著($P < 0.01$),说明模型礁对刺参聚集具有良好的作用。另外,在开灯的情况下,圆管形模型礁与其他 4 种形状的模型礁处理组相比差异显著($P < 0.05$),其他 4 种形状的模型礁处理组之间相比差异不显著($P > 0.05$)。其中,圆管形模型礁对刺参的 MAR 最高可达 46.2%,依次为圆孔形、方孔形和三角孔模型礁,而星形礁的 MAR 最低为 15.4%;在关灯的情况下,圆管形模型礁与带有圆孔和方孔的模型礁处理组差异显著($P < 0.05$),而星形礁和带有

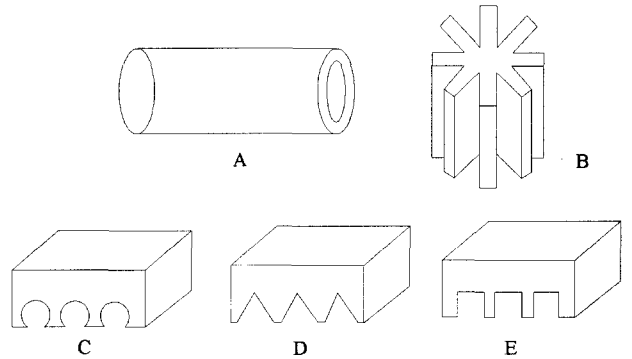
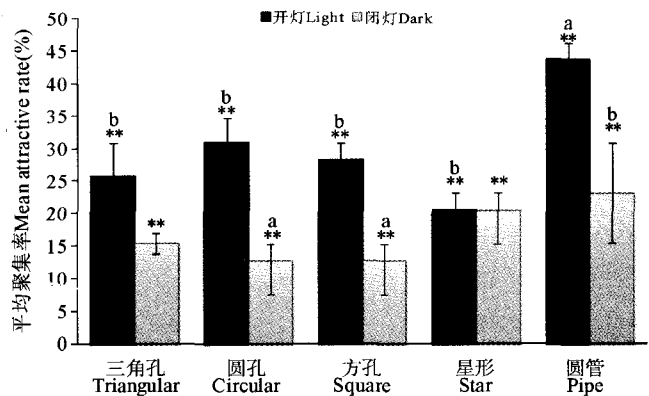


图 1 5 种形状模型礁体
Fig. 1 Artificial reef models in five shapes



注: * $P < 0.01$ (与对照组相比), b 与 a 表示处理组之间的差异显著 ($P < 0.05$)
Note: * * Very significantly different compared with the control ($P < 0.01$), b and a mean significantly different between treatments ($P < 0.05$)

图 2 5 种形状的水泥模型礁刺参聚集效果比较
Fig. 2 Comparisons of attractive effects of concrete reefs in five shapes

三角孔的模型礁与其他形状的模型礁处理组差异不显著($P>0.05$)。其中圆管形模型礁对刺参的 MAR 依旧为最高。另外,在开灯与关灯两种条件下,除星型礁的 MAR 相差不大外,其余 4 种形状的模型礁的 MAR 都是在开灯时高于关灯时,说明光照可能是人工鱼礁产生集参效果的诱因之一。

2.3 两种材料的三角孔模型礁对刺参的聚集效果

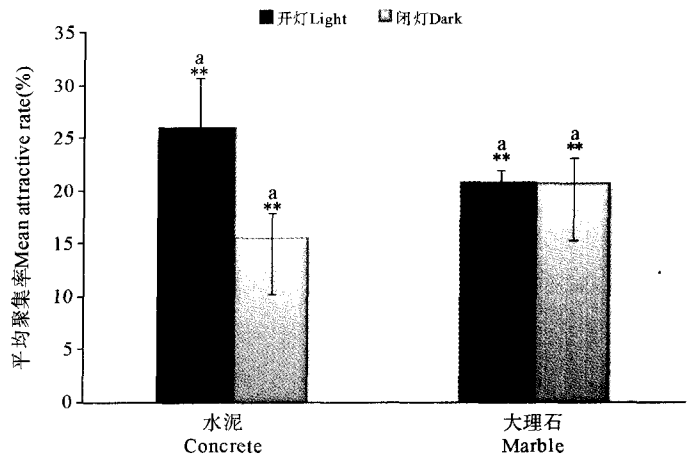
图 3 为两种材料三角孔模型礁对刺参的聚集效果比较。从图 3 中可以看出,在开灯与闭灯的两种环境条件下,两种材料的三角孔模型礁处理组与对照组相比均差异极显著($P<0.01$)。同为三角孔形状的水泥制与大理石制模型礁处理组之间差异不显著($P>0.05$),其中在开灯的情况下,水泥制模型礁的 MAR 高于大理石制模型礁;而在关灯的情况下,水泥制模型礁的 MAR 低于大理石制模型礁。另外,水泥制模型礁在开灯时的 MAR 高于关灯时,而大理石制模型礁的 MAR 受光照影响不明显。

2.4 预制件模型礁与石块对刺参的聚集效果比较

针对目前实际刺参增殖中投石造礁比较多的情况,实验中在当地选取与水泥礁体规格接近的石块若干,投放到水池中观察其对刺参的诱集效果并与水泥模型礁进行比较(图 4),其中模型礁的 MAR 取 5 种形状的预制件的平均值。从图 4 中可以看出,在开灯与闭灯的两种条件下,预制件模型礁与石块礁处理组与对照组相比均差异极显著($P<0.01$),说明石块也可以起到聚集刺参的作用。另外,在开灯的情况下,模型礁与石块礁处理组相比差异显著($P<0.05$)。其中,石块礁的 MAR 高于水泥模型礁可达 50% 左右;在关灯的情况下,模型礁与石块礁处理组相比仍然差异显著($P<0.05$),石块礁的 MAR 仍旧高于水泥模型礁。同时可以看出,无论是模型礁还是石块礁在开灯时的 MAR 都高于关灯时。

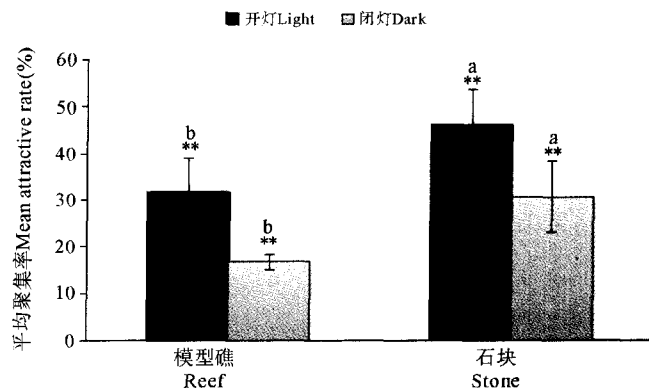
3 讨论

本实验研究表明,当养殖池内无摆放模型礁与石块的情况下,刺参大都吸附在池壁上;当模型礁与石块投入到养殖池中时,无论是模型礁还是石块均聚集了一定数量的刺参,可见刺参对于鱼礁的反应较明显,说明通过人工投礁可以对刺参产生聚集作用。而不同材料和形状的模型礁对于刺参的聚集效果不同,说明刺参对不



注: ** $P<0.01$ (与对照组相比),不同字母表示处理组之间的差异显著($P<0.05$)
Note: ** Very significantly different compared with the control ($P<0.01$), Different letters mean significantly different between treatments ($P<0.05$)

图 3 两种材料的三角孔模型礁刺参聚集效果比较
Fig. 3 Comparison of attractive effects of two triangular reefs of different materials



注: ** $P<0.01$ (与对照组相比),b 与 a 表示处理组之间的差异显著($P<0.05$)
Note: ** Very significantly different compared with control ($P<0.01$), b and a mean significantly different between treatments ($P<0.05$)

图 4 预制件模型礁与石块刺参聚集效果比较

Fig. 4 Comparison of attractive effects of molded reefs and stones

同形状和材料的鱼礁具有选择性。

刺参有昼伏夜出的习性,常常在夜间活动摄食,白天躲藏在阴暗处,故一般认为是怕光的动物(张硕 2006)。实验结果也表明,大部分模型礁在有光照时的 MAR 均明显高于无光照时,尤其是很多模型礁底部聚集了不少刺参,说明刺参确实有避光的生活习性。

在刺参对同为水泥制5种不同形状模型礁的选择性实验中,圆管形模型礁对刺参的聚集效果最好。通过实验观察发现,圆管形模型礁投放到养殖池中,可以和池底形成较大长度的夹缝及阴影区域,而刺参一般喜欢聚集到缝隙中,由此推断这可能是圆管形模型礁对刺参聚集效果最好的原因。因此建议在实际的鱼礁设计时应考虑增加礁体的缝隙来提高鱼礁对刺参的聚集效果。在同种形状两种不同材料的模型礁选择实验中,可以看出水泥制与大理石制模型礁对刺参的聚集效果差异不大,水泥制模型礁稍高于大理石制模型礁。通过实验观察分析,水泥制模型礁聚集的刺参多在其表面,而大理石制模型礁聚集的刺参多在其底部,归其原因可能与大理石表面较光滑不利于刺参附着有关。如果综合考虑到投礁成本,建议采用水泥制鱼礁适合于实际投礁生产。最后,针对目前投石造礁比较多的现状,本次实验对采用模型礁与投石块进行了直接比较。结果显示,石块对刺参的聚集率要高于模型礁的平均值,但是通过实验观察发现,刺参大多聚集在模型礁表面;而投入石块时,刺参大多聚集在石块的底部。如果在实际生产过程中,大量刺参聚集在石块底部不利于最后的捕获出水,而采用预制构件礁可以便于刺参的捕获,因此建议在实际生产中多采用预制构件鱼礁为宜。

本次实验是在陆上养殖池中进行,模型礁投放后不会附着一些藻类,而人工鱼礁的集参效果可能还与刺参的索饵等因素有关。另外其他如光照周期、温度、盐度等外部环境对刺参聚集的影响,都有待于今后的进一步研究。

参 考 文 献

- 王吉桥,张俊涛,姜玉声,张剑诚,张 建. 2008. 礁石堆密度对仿刺参幼参生长和存活的影响. 渔业现代化,35(6):40~43
- 张 硕,孙满昌,陈 勇. 2008. 人工鱼礁模型对大泷六线鱼和许氏平鲉幼鱼个体的诱集效果. 大连水产学院学报,23(1):13~18
- 张 伟,李纯厚,贾晓平,陈丕茂,方 良. 2008. 不同材料人工鱼礁应用效果评价. 安徽农业科学,36(30):13 203~13 206
- 张 硕,陈 勇,孙满昌. 2006. 光强对刺参行为特性和人工礁模型集参效果的影响. 中国水产科学,13(1):20~26
- 房元勇,唐衍力. 2008. 人工鱼礁增殖金乌贼资源研究进展. 海洋科学,32(8):87~90
- 章守宇,张焕君,焦俊鹏,李日嵩,朱孔文. 2006. 海州湾人工鱼礁海域生态环境的变化. 水产学报,30(4):475~480
- 陶 峰,贾晓平,陈丕茂,唐振朝,余 景,王 宏. 2008. 人工鱼礁礁体设计的研究进展. 南方水产,4(3):64~69
- 唐衍力,房元勇,梁振林,赵同阳. 2009. 不同形状和材料的鱼礁模型对短蛸诱集效果的初步研究. 中国海洋大学学报,39(1):43~46
- 夏雪岭. 2007. 南戴河海域人工鱼礁增殖海参技术. 河北渔业,12:26~27
- Chang, G. K., Dae, K. K., Ho, S. K. et al. 2004. Preferred hole shape and size of cultured abalone, *Haliotis sieboldii*. Bull. Mar. Sci. 75(1): 137~142