

## 10种人工鱼礁模型对黑鲷幼鱼的诱集效果

周艳波, 蔡文贵, 陈海刚, 陈丕茂, 吕国敏, 贾晓平\*

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东省渔业生态环境重点实验室,  
农业部南海渔业资源环境重点野外科学观测试验站, 广东 广州 510300)

**摘要:** 为了解不同人工鱼礁的集鱼效果,在试验水槽内观察了深圳杨梅坑人工鱼礁区实际投放的10种礁体模型对黑鲷的诱集效果。结果表明,未投放礁体模型时,试验鱼在距离水槽中心40~70 cm的区域出现频次最高,且在试验水槽中分布较为分散。分别将10种礁体模型放入水槽后,对有礁及无礁时试验鱼随距离出现的频次进行曲线趋势回归显示,1-8号礁体模型试验中试验鱼出现频次最大的区域为距离水槽中心20~50 cm,而9号和10号礁为体试验鱼出现频次最大的区域则为距离水槽中心10~40 cm,分别比对照组试验鱼最大出现频次区域向中心点近移了20 cm和30 cm,说明10种礁体模型对试验鱼均有一定的诱集效果。对试验结果做模型礁诱集效率指数显示,模型礁体对试验鱼的诱集效果由强到弱分别为10号礁>9号礁>1号礁>2号礁>7号礁>4号礁>5号礁>6号礁>8号礁>3号礁。

**关键词:** 黑鲷; 鱼礁模型; 集鱼效果; 深圳杨梅坑

**中图分类号:** S 931.5

**文献标识码:** A

人工鱼礁是人们为了诱集并捕捞鱼类,保护增殖水产资源,改善水域环境,进行休闲渔业等活动而有意识地设置于预定水域的构造物<sup>[1]</sup>。我国现代人工鱼礁的建设,起步于20世纪70代后期,目前正处于大规模建设和发展阶段。然而,对人工鱼礁集鱼效果的基础研究仍然是一个较为薄弱的环节。对人工鱼礁集鱼效果的研究,主要是通过海上资源调查和潜水观查等方式进行<sup>[2-10]</sup>,也有采用模型试验来研究人工鱼礁对主要岩礁性鱼类行为影响和诱集效果的报道<sup>[11-18]</sup>,而系统地将人工鱼礁模型对黑鲷进行诱集对比试验并对其的影响半径进行规律性总结的研究,目前尚未见到报道。

黑鲷(*Sparus macrocephalus*)是我国重要的岩礁性经济鱼种,也是我国南海重要的养殖鱼类和增殖放流品种,属近海中下层鱼类。近年来,由于过度采捕和环境变化,其资源量急剧下降。因此,采取必要的保护措施,如通过投放人工鱼礁建设海洋牧场,为这些典型的岩礁性鱼类营造适宜

的栖息环境,显得尤为重要。本研究中采用鱼类行为学的研究方法,观测了自然光照条件下10种不同的人工鱼礁模型对黑鲷的诱集效果,分析其对试验鱼的影响半径和出现规律,以期为今后人工鱼礁的优化设计和海域人工鱼礁区集鱼效果的评价提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验鱼驯养

试验用鱼为南海水产研究所深圳基地养殖池塘,体长9.1~10.5 cm,体质量18.2~25.1 g。将试验用鱼50尾在水槽中暂养72 h,暂养期间正常投饵充氧,之后选取30尾体质健康的实验鱼进行试验。

#### 1.2 试验装置

试验在南海水产研究所深圳基地的试验水槽进行(图1),水槽为圆桶形,规格为高1.20 m、直径为2.10 m。试验时水深保持在0.7 m,并能确保水的连续净化和交换。

收稿日期:2011-01-06 修回日期:2011-03-10

资助项目:国家“八六三”高技术研究发展计划(2006AA100303);公益性行业(农业)科研专项经费项目(201003068);海洋公益性行业科研专项经费项目(201005013);农业部南海渔业资源环境重点野外科学观测试验站开放课题基金资助(SFE-2011-04)

通讯作者:贾晓平, E-mail:jxp60@tom.com



图1 试验水槽平面示意图

Fig. 1 The sketch of areas in experimental trough

试验用的仪器主要包括 GW0107 彩色水下摄像系统、Nike 实时监控系统、SONY T100 数码相机、ZDS-10 型照度计、YSI 556 型便携多参数水质检测仪、充气泵等。

### 1.3 模型礁

本次试验选取深圳杨梅坑人工鱼礁区实际投放的 10 种礁体制作模型,结构示意图见图 2,模型体积为原礁体的 1/1000。即方型对角中连式

水泥礁(模型 1,长×宽×高分别为 0.4 m×0.4 m×0.4 m)、六面锥型罩式水泥礁(模型 2,上边长×下边长×高分别为 0.2 m×0.25 m×0.4 m)、塔型横管架式水泥礁(模型 3)(上面 4 根圆管材质为钢质)(长×宽×高分别为 0.4 m×0.3 m×0.3 m)、三角柱型四层紧联式轮胎礁(模型 4)(直径为 0.1 m 的小轮胎 70 个)、方型回字三层横架式水泥礁(模型 5)(长×宽×高分别为 0.5 m×0.5 m×0.4 m)。车叶型竖板式水泥礁(模型 6)(长×宽×高:0.4 m×0.4 m×0.4 m,上面圆孔直径为 0.1 m,底板宽:0.4 m,厚:0.2 m)、方型对角板隔式水泥礁(模型 7)(长×宽×高:0.4 m×0.4 m×0.4 m)、方型八层横架式松树礁(模型 8)(长×宽×高:0.4 m×0.4 m×0.4 m)、圆柱型三层横架式水泥礁(模型 9)(底面直径为 0.4 m,高为 0.4 m,梁柱 0.02 m×0.02 m)、六面柱型罩式水泥礁(模型 10)(上边长×下边长×高分别为 0.2 m×0.2 m×0.4 m)。

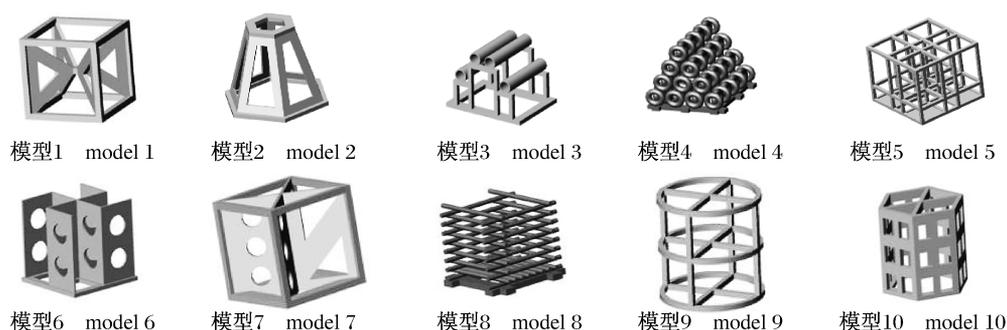


图2 10种礁体模型示意图

Fig. 2 Ten kinds of artificial reef models

### 1.4 试验方法

将鱼礁模型放置在圆桶形水槽的中央,并观察礁体模型对试验鱼行为的影响。礁体模型的集鱼效果试验包括一个对照和 10 种礁体模型共 11 组试验,对照组即试验条件相同但不放礁体。自然光条件下,除晚上 6 点以后,光照强度一般均在 100 lx 以上,最高可以达到 2 000 lx。每组试验观测时间为 8:00 到 19:00,每小时用监控设备中的录像截图一次,并记录试验鱼的分布情况,每组实验均重复 3 次,同时采用 3 台 GW0107 彩色水下摄像系统进行全程视频记录。试验期间,水槽内的水温范围为 25.5~28.5℃,盐度为 23~30,pH 为 7.74~7.83。

### 1.5 数据统计与处理

试验鱼空间分布频次统计 为了考查鱼礁模型的诱集效果,本实验统计了不同时间点试验鱼分布位置与放置鱼礁中心点的距离,并运用 Origin 软件对其与距离有关的散点图进行曲线趋势回归。其回归曲线采用非线性回归中的 Gaussian 拟合。其 Gaussian 分布模型公式如下:

$$y = y_0 + \frac{A}{w \sqrt{\pi/2}} e^{-2 \frac{(x-x_c)^2}{w^2}}$$

式中,y 为试验鱼随距离出现的频次,w 为满足高斯分布的标准差,x 为距离水槽中心点的距离半径,x<sub>0</sub>为服从高斯分布的随机变量的均值,也为高斯分布的位置参数,描述正态分布的集中趋势位

置,  $A$ 、 $y_0$  为回归图形的调整参数。

**试验鱼的平均出现率** 试验鱼的平均出现率( $P$ )为鱼在某区出现的总次数占鱼在各区出现的总次数的百分比,计算公式如下:

$$P = \frac{\sum_{i=1} N_i}{\sum_{i=1} n_i} \times 100\%$$

式中, $P$ 为鱼的平均出现率; $N_i$ 为第*i*次( $i < 3$ )试验时鱼在某区的出现次数; $n_i$ 为第*i*次( $i < 3$ )试验中鱼出现在各区的总次数。

**诱集效率指数** 诱集效率指数( $I$ )为试验鱼在试验水槽出现的密集区的平均出现率( $P$ )与其出现区域的面积( $S$ )之间的比值。

$$I = \frac{P_i}{\pi(R^2 - r^2)} \times 100\%$$

式中, $I$ 为诱集效率指数; $P_i$ 为试验鱼在鱼礁模型投放后密集区的平均出现率; $R$ 为密集区外缘到水槽中心点的距离, $r$ 为密集区内缘到水槽中心点的距离。

**诱集区域的划分** 为描述试验鱼对模型礁体的趋附空间分布,根据试验鱼距礁心距离的分布频次统计结果,将试验鱼的分布划分为4个区域,即礁体区、密集区、趋附区和离散区。礁体区为水槽中心点至礁体模型外缘的区域;密集区为高斯回归曲线中  $x_0 \pm 0.75\omega$  的区域;趋附区为密集区的外缘到以各个曲线回归的拐点为半径的区域;离散区为趋附区外缘到水槽边缘之间的区域。

## 2 结果

在对照组试验时(无礁体模型)观察到,试验鱼活动比较频繁,聚集成群在水槽各处游动,其在实验水槽内的分布比较离散,试验鱼无贴壁现象。由图3中试验鱼散点分布曲线可知,试验鱼在无礁情况下在距离水槽中心40~70 cm的区域出现频次最高。运用Origin软件对此散点图利用高斯分布模型进行曲线回归可得到图中的曲线,曲线的分布规律基本呈正态分布,偏锋值很小(图3)。曲线的峰值为53.96 cm,即当离水槽中心点距离半径为53.96 cm时,试验鱼出现的概率最大,并且试验鱼在距离水槽中心半径为38.39~69.54 cm的区域内相对密度概率较大。

与对照组(无礁体模型)试验相比较,水槽内分别放入10种礁体模型后,试验鱼开始聚集成群,并在鱼礁模型内部和周围活动,稍有惊吓时,试验鱼会躲到鱼礁内部。试验鱼偶尔会在水槽壁周围活动,

但无贴壁现象,这与无礁时观察到的行为较为类似。

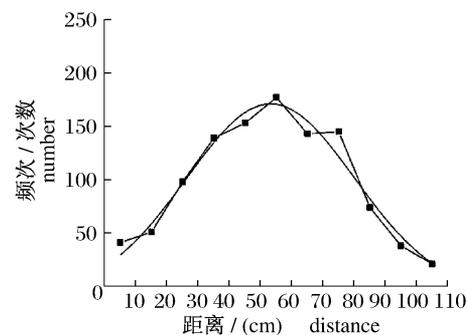


图3 对照组试验时(无礁体模型)试验鱼的空间分布频次

Fig. 3 Comparison of fish space occurring number without artificial reef areas

从10种礁体投放后试验鱼的散点分布曲线图可知(图4),1号礁~8号礁等8种礁体试验鱼出现频次最大的区域大致距离水槽中心20~50 cm,而9号礁和10号礁试验鱼出现频次最大的区域大致距离水槽中心10~40 cm,分别比对照组试验鱼最大出现频次区域(40~70 cm)向水槽中心点近移了20和30 cm,说明10种礁体模型对试验鱼均有一定的诱集效果。

对10种礁体模型试验鱼散点分布进行曲线回归(图4),除3号礁(75.23%)、6号礁(75.07%)、9号礁(76.47%)曲线拟合率低于90%外,其它7种礁体的回归曲线拟合率均高于90%,最高的7号礁拟合率达到了98.14%,回归拟合度较好。10个曲线均为偏正态分布的曲线,10个曲线的峰值分别为37.40、40.10、44.69、36.67、43.46、41.18、39.25、45.38、28.54和28.58 cm,各峰值距中心点的距离均低于对照组峰值(53.96 cm)距中心点的距离,仅从试验鱼出现的最大频次距中心点距离和对照组对比来看,9号礁和10号礁近移距离最大,分别近移了25.42和25.38 cm。

从礁体模型诱集区域的划分看(表1),除5号礁体外,其他模型礁体在礁体区所占范围较为接近,均为距离水槽中心20~30 cm范围内。而在密集区差别则比较明显,9号礁和10号礁密集区的内缘与水槽中心距离最短,分别为10.08和14.89 cm,其他8种礁体密集区的内缘与水槽中心距离则区别不大。10号礁密集区的外缘与水槽中心距离最短,为42.28 cm。由于对3号礁试验鱼散点分布进行曲线回归未回归出第二个拐

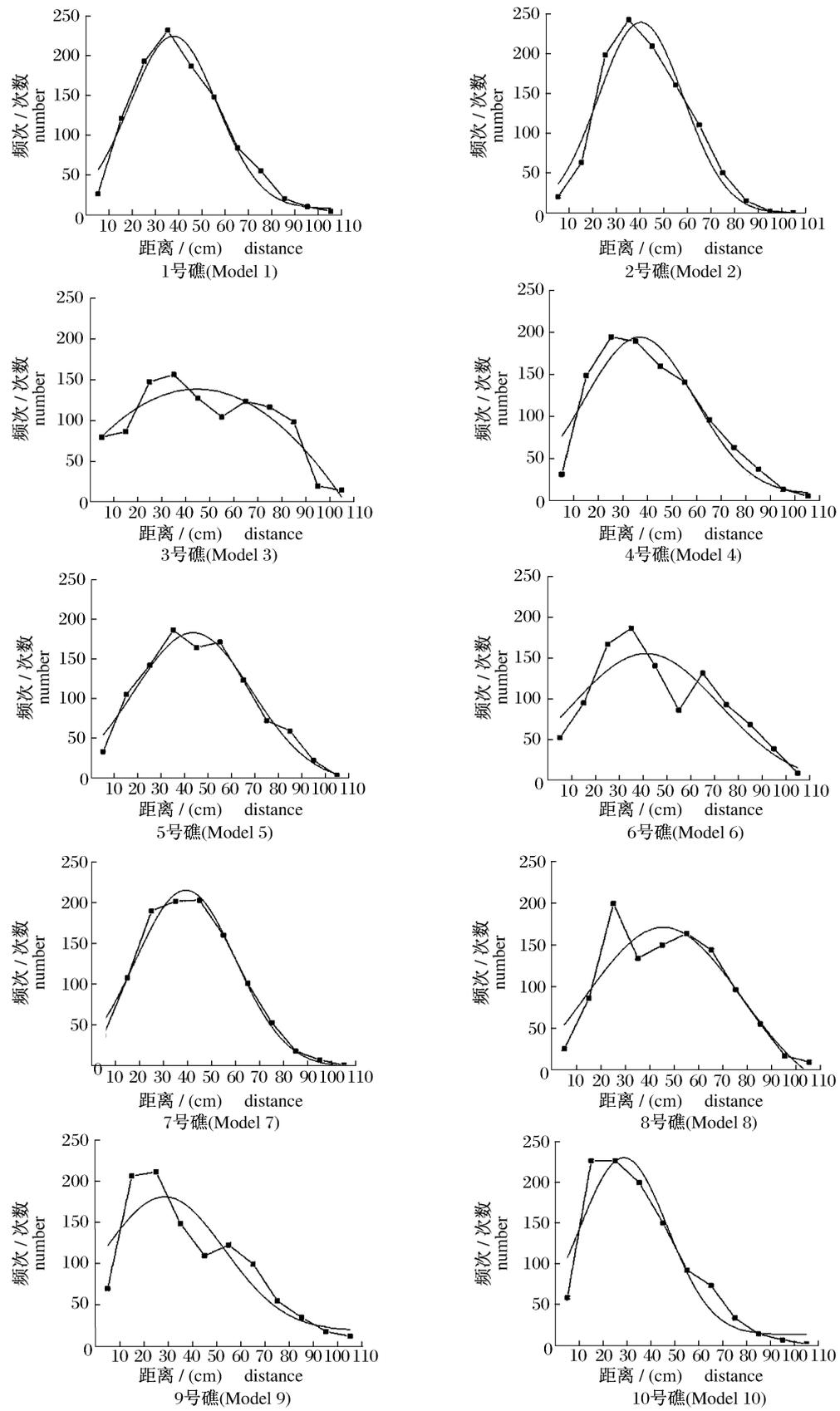


图4 10种礁体模型试验时试验鱼的空间分布频次

Fig. 4 Comparison of fish space occurring number with artificial reef areas

表 1 试验鱼在 10 种礁体试验中的区域划分

Tab.1 The spatial distribution of fishes in 10 reef experiments

礁体 reef	区域/(cm) area			
	礁体区 reef area	密集区 intensive area	趋附区 near area	离散区 discrete area
1 号	0 ~ 28.20	23.39 ~ 51.41	51.41 ~ 69.65	69.65 ~ 105
2 号	0 ~ 25.00	26.55 ~ 53.79	53.79 ~ 71.67	71.67 ~ 105
3 号	0 ~ 25.00	-	-	-
4 号	0 ~ 25.00	19.88 ~ 53.46	53.46 ~ 75.71	75.71 ~ 105
5 号	0 ~ 35.35	24.50 ~ 62.42	62.42 ~ 86.82	86.82 ~ 105
6 号	0 ~ 28.20	17.93 ~ 64.43	64.43 ~ 94.96	94.96 ~ 105
7 号	0 ~ 28.20	23.68 ~ 54.82	54.82 ~ 75.71	75.71 ~ 105
8 号	0 ~ 28.20	21.38 ~ 69.38	69.38 ~ 101.00	101.00 ~ 105
9 号	0 ~ 20.00	10.08 ~ 47.00	47.00 ~ 71.67	71.67 ~ 105
10 号	0 ~ 20.00	14.89 ~ 42.28	42.28 ~ 60.56	60.56 ~ 105

点,所以 3 号礁未划分出趋附区和离散区,10 号礁趋附区的外缘与水槽中心之间的距离最短,为 60.56 cm,6 号礁和 8 号礁趋附区的外缘与水槽中心之间的距离最长,为 94.96 和 101 cm,其他 6 种礁体趋附区的外缘与水槽中心的距离差别不大。

试验鱼在 10 种模型礁体区的平均出现率列于表 2。其中,试验鱼在 5 号礁体区的平均出现率最大(35.37%),在 2 号礁体区的平均出现率最小(14.63%),其余 8 种模型礁体区的平均出现率差别不大。原因可能是 5 号礁体所占面积相

对较大(距离水槽中心 35.35 cm)。除 3 号礁未划分出密集区外,试验鱼在其余 9 种礁体密集区的平均出现率均高于 50%,其中 8 号礁和 6 号礁的平均出现率最高,达到 69.35% 和 63.33%;10 号礁体的平均出现率最小,为 51.76%;其余 6 个礁体的平均出现率均在 50% ~ 60%,但由于各个礁体密集区所占面积不同,因此不能仅靠密集区的平均出现率判断诱集效果的强弱,应结合密集区的面积及各个诱集曲线的峰值共同判断。此外,试验鱼在 10 种模型礁趋附区的平均出现率的差别不大。

表 2 试验鱼在各区的平均出现率

Tab.2 The average incidence rate of control group fish in each area

	礁体 reef									
	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	8 号	9 号	10 号
礁体区 reef area	28.70	14.63	20.65	24.72	35.37	26.20	28.61	26.57	25.56	26.39
密集区 intensive area	54.72	56.85	-	56.21	57.87	63.33	55.93	69.35	58.52	51.76
趋附区 near area	18.33	20.38	-	19.81	19.07	23.98	19.90	16.39	25.28	19.45
离散区 discrete area	8.43	5.08	-	7.50	3.89	1.67	3.80	0.74	9.72	11.20

从模型礁体对试验鱼的诱集效率指数来看(图 5),10 号礁对试验鱼的诱集效率指数最高,达到了 1.05;其次为 9 号礁,为 0.88;而 8 号礁体诱集效率指数最低,为 0.50。3 号礁由于  $\omega$  数值较大,为 161,因此无法算出诱集效率指数。由于模型礁对试验鱼的诱集效果与试验鱼的平均出现率成正比,与出现的区域面积呈反比,所以诱集效率指数可以体现模型礁对试验鱼的诱集效果。根据本次试验结果可知,模型礁对试验鱼的诱集效果顺序为 10 号礁 > 9 号礁 > 1 号礁 > 2 号礁 > 7 号礁 > 4 号礁 > 5 号礁 > 6 号礁 > 8 号礁 > 3 号礁。

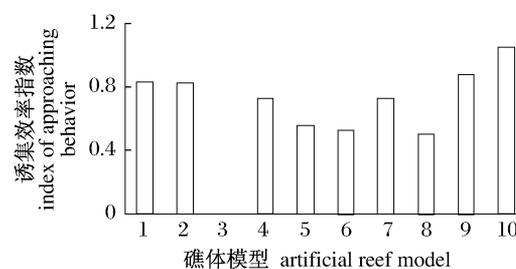


图 5 10 种试验礁体模型在诱集效果指数的比较

Fig.5 Comparisons of the index of approaching behavior of ten artificial reef models

### 3 讨论

根据本次试验、池塘养殖以及实际海区垂钓时黑鲷的鱼类行为观察,黑鲷喜欢出现在礁石或障碍物周围,它们利用海底礁岩为屏障,躲在周围(特别是后方)伺机捕食。它们常常会守在波浪打上岩石反冲下海时激起的白沫带外围,或甚至直接冲进白泡沫堆里找食物。王淼等<sup>[20]</sup>曾对人工鱼礁的矩形间隙对黑鲷幼鱼聚集效果的影响做了研究,认为黑鲷幼鱼在礁体矩形间隙设计为水平时的集鱼效果要好于礁体矩形间隙设计为垂直时,本实验在未投放鱼礁模型时,试验鱼在水槽的中心和边缘出现频次均较少,黑鲷在试验中的行为与预试验以及实际观察的鱼类行为相吻合。

田中惯等<sup>[19]</sup>在对鱼礁渔场的鱼类生态研究后认为,鱼群的聚集活动与索饵和逃避行为密切相关。鱼礁周围鱼的行为,主要是由饵料密度、可能逃避空间的有无以及索饵欲求等生理状态所决定的,而逃避敌害、索饵和休息嬉戏尤其是鱼类幼稚时期的主要活动。因此,人工鱼礁模型对黑鲷具有诱集效果是由于黑鲷本身的行为决定的。

与对照组相比,由于模型礁具有遮盖效果和阴影效果,有利于试验鱼的躲避和栖息,试验鱼出现频率较高的密集区均向礁体模型靠拢,张硕等<sup>[16]</sup>也认为鱼礁模型的边缘和角落也对大泷六线鱼和许氏平鲈幼鱼具有一定的诱集效果,陈勇等<sup>[11]</sup>、吴静<sup>[13]</sup>、何大仁等<sup>[14-15]</sup>的研究结果也表明模型礁对试验鱼具有较强的诱集效果。从10种礁体投放后的结果对比看,10号礁效果最好,其次是9号礁。这可能与试验礁体模型的结构与材质有关,10号礁和9号礁均为框架笼装结构,有利于试验鱼在其周边和内部游动。且这两种礁体均为水泥材质,与实际中的岩石较为类似,而黑鲷喜欢出现在礁石或障碍物周围,所以集鱼效果最好。8号礁也是框架结构,但由于其排列过为紧密,试验鱼身体较大,不利于试验鱼在起周边和内部游动,3号礁的材质为钢管结构,不利于试验鱼的躲避敌害。因此效果相对较差。

另外,在本实验条件下,模型礁对试验生物诱集效果的非线性回归显示黑鲷的诱集频次基本呈偏正态分布,对其做诱集效率指数的分析也显示此结果,因此所做出的诱集效率指数能够基本反映出礁体的诱集效果。5号礁体在试验水槽中所

占体积较大,因此其密集区和礁体区重合范围较大;9号礁和10号礁体所占体积最小,密集区与对照组比较近移距离也最大。由于本实验定义诱集效率指数时仅考虑诱集面积和平均出现率之比,也就是说,诱集效率指数是指比较试验鱼在各组实验密集区的诱集效率,诱集指数越大,诱集效率越高,因此10号礁的诱集效率最高。

本文在实验室内进行了人工鱼礁模型对黑鲷诱集效果的研究,其结果与实际情况下人工鱼礁对生物的诱集效果并不完全相同。礁体模型和实际礁体的缩放比例为1:10,因此试验生物对礁体模型的反应和对实际投放的人工鱼礁礁体的反应有差别<sup>[21-24]</sup>。在以后的研究中,应利用潜水观察等技术手段对实际投放人工鱼礁礁体的集鱼效果进行观察,确定人工鱼礁的实际影响半径,与实验室内人工鱼礁模型诱集试验相结合,建立二者之间的关系,为礁体材料选择,礁体结构设计,礁体组合的配置和布局提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 杨吝,刘同渝,黄汝堪,等. 中国人工鱼礁理论与实践[M]. 广州:广东科技出版社,2005:2.
- [2] 陈勇,于长清,张国胜,等. 人工鱼礁的环境功能与集鱼效果[J]. 大连水产学院学报,2002,17(1):65-69.
- [3] 张怀慧,孙龙. 利用人工鱼礁工程增殖海洋水产资源的研究[J]. 资源科学,2001,23(5):6-10.
- [4] BOHNSACK J A. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference [J]. Bulletin of Marine Science,1989,44:631-645.
- [5] WALKER B K, HENDERSON B, et al. Fish assemblages associated with artificial reefs of concrete aggregates or quarry stone offshore Miami Beach,Florida,USA[J]. Aquat Living Resulr,2002,15:95-105.
- [6] BOHNSACK J A, BANNEROT S P. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes [J]. NOAA Techn Rep NMFS,1986:41-48.
- [7] MILLER M W, BARIMO J. Assessment of juvenile coral populations at two coral reef restoration sites in the Florida Keys National Marine Sanctuary: indicators of success [J]. Bulletin Marine Science,2001,69:395-405.
- [8] GODOY E A S, ALMEIDA T C M, et al. Fish

- assemblage and environmental variables on an artificial reef north of Riode Janeiro, Brazil[J]. ICES Journal of Marine Science, 2002, 59: 138-143.
- [9] LIN J C, SU W C. Early phase of fish habitation around a new artificial reef southwestern Taiwan [J]. Bull Mar Sci, 1994, 55(2-3): 1112-1121.
- [10] CONNELL S D. The relationship between large predatory fish and recruitment and mortality of juvenile coral reef fish on artificial reefs [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1997, 209(1/2): 261-278.
- [11] 陈勇, 吴晓郁, 邵丽萍, 等. 模型礁对幼鲍、幼海胆行为的影响, [J]. 大连水产学院学报, 2006, 21(4): 361-365.
- [12] 陈勇, 刘晓丹, 吴晓郁, 等. 不同结构模型礁对徐氏平鲷幼鱼的诱集效果 [J]. 大连水产学院学报, 2006, 21(2): 154-157.
- [13] 吴静, 张硕, 孙满昌, 等. 不同结构的人工鱼礁模型对牙鲆的诱集效果初探 [J]. 海洋渔业, 2004, 26(4): 394-398.
- [14] 何大仁, 丁云. 鱼礁模型对赤点石斑鱼的诱集效果 [J]. 台湾海峡, 1995, 14(4): 394-398.
- [15] 何大仁, 施养明. 鱼礁模型对黑鲷的诱集效果 [J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1995, 34(4): 653-658.
- [16] 张硕, 孙满昌, 陈勇. 人工鱼礁模型对大泷六线鱼和许氏平鲷幼鱼个体的诱集效果 [J]. 大连水产学院学报, 2008, 23(1): 13-19.
- [17] 陶峰, 贾晓平, 陈丕茂, 等. 人工鱼礁礁体设计的研究进展 [J]. 南方水产, 2008, 4(3): 64-69.
- [18] 张伟, 李纯厚, 贾晓平, 等. 人工鱼礁附着生物影响因素研究进展 [J]. 南方水产, 2008, 4(1): 64-68.
- [19] 田中惯. 鱼礁渔场における鱼类生态に門关する研究IV, 计量鱼探による鱼礁渔场附近の广域鱼群量调查 [J]. 水产土木, 1985, 21(2): 9-16.
- [20] 王森, 章守宇, 王伟定, 等. 人工鱼礁的矩形间隙对黑鲷幼鱼聚集效果的影响 [J]. 水产学报, 2010, 34(11): 1762-1768.
- [21] 汪振华, 章守宇, 王凯, 等. 三横山人工鱼礁区鱼类和大型无脊椎动物诱集效果初探 [J]. 水产学报, 2010, 34(5): 751-759.
- [22] 章守宇. 海州湾人工鱼礁海域生态环境的变化 [J]. 水产学报, 2006, 30(4): 475-480.
- [23] 刘洪生, 马翔, 章守宇, 等. 人工鱼礁流场效应的模型实验 [J]. 水产学报, 2009, 33(2): 229-236.
- [24] 李珺, 章守宇. 米字型人工鱼礁流场数值模拟与水槽实验的比较 [J]. 水产学报, 2010, 34(10): 1587-1594.

## Attraction effect of various artificial reef models on *Sparus macrocephalus*

ZHOU Yan-bo, CAI Wen-gui, CHEN Hai-gang, CHEN Pi-mao, LÜ Guo-min, JIA Xiao-ping\*

(Key Lab of Fishery Ecology Environment, Guangdong Province of China, Key Field Scientific Experimental Station of South China Sea Fishery Resource and Environment, Ministry of Agriculture, South China Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** Artificial reef was used in marine ranch to improve the marine ecological environment and enhance the fishery resources. Attractive effects of artificial reef may be attributed to creating habitat, shelter and spawning ground for the various kinds of fish, therefore positively affect the breeding and growth of the fish. In recent years, artificial reef construction programs have been rapidly developed in China. However, the knowledge of the effect of artificial reef on marine ecological environment is limited. The present study aimed to determine the influence of materials, structure and combination on the attractive effects of the artificial reefs and therefore provide useful data and information for the development of artificial reef construction. In the present study, the effects of ten kinds of artificial reef models with different shapes, which have been deployed in Yangmeikeng reef area, on the behavioral responses of the fish *Sparus macrocephalus* and the fish attraction effects of the artificial reef models were analyzed and compared with those without the artificial reef model in the trough. The result showed that in the condition without the artificial reef model in the trough, the fish liked to stay in radius of the center trough area within 40 – 70 cm. while the fish are more dispersed in the trough. After the artificial model was put into the troughs, the fish liked to stay in radius of the center trough area within 20 – 50 cm while No. 1 reef-No. 8 reef were put into the trough, the fish liked to stay in radius of the center trough area within 10 – 40 cm while No. 9 reef and No. 10 reef were put into the trough. The average occurring rate of the fish inside and near the reef areas all increased, while comparing fish occurring rates in artificial reef areas with or without artificial reef. The analysis results showed that all of the ten artificial reef models have obvious attraction effects on *S. macrocephalus*, especially for model NO. 10. Its attraction effects rank from strong to weak, respectively No. 10 Reef > No. 9 Reef > No. 1 Reef > No. 2 Reef > No. 7 Reef > No. 4 Reef > No. 5 reef > No. 6 reef > No. 8 reef > No. 3 reef. The present study aims to determine the influence of materials, structure and combination on the attractive effects of the artificial reefs and thus provide useful data and information for the development of artificial reef construction.

**Key words:** *Sparus macrocephalus*; artificial reef model; attraction effect; Yangmeikeng in Shenzhen

**Corresponding author:** JIA Xiao-ping. E-mail: jxp60@tom.com