

不同内倾角海螺笼对脉红螺的诱捕效果

唐衍力, 盛化香, 齐广瑞, 何宇虹, 李世通

(中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003)

摘要: 作者对不同内倾角海螺笼对脉红螺(*Rapana venosa*)的诱捕效果进行了实验研究。在实验室水槽中, 观察了4种不同内倾角(35°、45°、55°和65°)的海螺笼对脉红螺的诱捕效果, 同时还研究了光照和温度对海螺笼诱捕效果的影响, 为优化海螺笼捕捞技术提供理论依据。实验结果表明: 在相同的实验条件下, 不同的内倾角对海螺笼诱捕效果影响十分显著($P < 0.01$), 其中内倾角为45°的海螺笼诱捕效果最好, 内倾角为35°和55°的海螺笼较好, 而内倾角为65°的海螺笼诱捕效果则最差。同时发现, 内倾角对脉红螺的个体大小具有选择性, 随着内倾角的增大, 壳高<7cm的个体占相应笼诱捕总数的百分比越来越小。光照对海螺笼的捕捞效果有十分显著的影响, 而温度的影响则不明显。

关键词: 海螺笼; 脉红螺(*Rapana venosa*); 内倾角; 光照; 选择性

中图分类号: S972.29

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2013)03-0058-05

海螺笼是根据捕捞对象习性, 设置洞穴状物体或者笼具, 诱其入内而捕获的笼壶渔具^[1]。其渔具结构简单、操作方便、能耗低、对渔船大小无特殊要求, 尤其在底拖网、底延绳钓难以作业的海域也可以进行作业。由于其具有渔具成本低、操作安全和渔获鲜活等优点, 在欧美、澳大利亚、新西兰、韩国、日本等国家使用很广^[1-4]。

脉红螺(*Rapana venosa*) 又称红螺, 隶属于软体动物门(Mollusca)、腹足纲(Gastropoda)、前鳃亚纲(Prosobranchia)、新腹足目(Neogastropoda)、骨螺科(Muricidae)、脉红螺属(*Rapana*)^[5], 因其壳内壁呈杏红色而得名。主要是生活在中国的黄渤海沿岸、日本和朝鲜半岛沿岸, 是当地特有的经济螺类, 颇具营养价值, 也是中国群众渔业的重要捕捞对象^[6-8]。目前, 脉红螺除了被海螺笼诱捕外, 还是拖网的主要渔获物^[9]。

国内最早用于诱捕海螺的是一种网兜, 捕捞效率比较低, 尤其碰到海况恶劣的时候, 这种海螺兜可能连一个螺也诱捕不到。李论等^[10-11]对鱼笼稍加改进, 设计出了一种无顶圆锥形海螺笼, 使捕捞效果大为增加, 深受广大渔民的欢迎。目前, 国内还没有进一步开展有关海螺笼的优化设计研究。本研究在实验室水槽中进行, 模拟海上作业, 研究不同内倾角的海螺笼对脉红螺的诱捕效果和对个体的选择

性, 并进一步研究了影响海螺笼捕捞的环境因素。

1 材料和方法

1.1 实验水槽

实验水槽尺寸为 380 cm×200 cm×110 cm, 实验水深 60 cm, 水槽外侧正中有 1 个透明窗口(80 cm×50 cm)用以观测实验对象在水槽底部活动情况。水槽配有高清的水上和水下摄像头, 可以 24 h 录像, 能够很清楚地观察脉红螺全天的活动、海螺笼的诱捕情况。实验期间水槽内海水 24 h 循环, 水温控制在 20 左右, 盐度 32~35, pH 值为 7.5~8.0, 水流流速(水槽本身循环产生)很小, 光照强度通过灯光与窗户相配合来产生。

1.2 实验样本

实验所用脉红螺采自山东近海, 自然生长, 生长状况良好, 大小分布比较均匀, 共计 106 只, 壳高 5.7~8.3 cm, 体质量 29.35~71.83 g。以 0.5 cm 间隔划分壳高组, 计数各组只数, 统计所有个体的壳高分布如图 1 所示。脉红螺在水槽中经过 1 周的适应生存过程, 然后再进行实验。

收稿日期: 2012-03-19; 修回日期: 2012-04-08

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203018)

作者简介: 唐衍力(1965-), 男, 山东聊城人, 副教授, 主要从事渔具渔法、人工鱼礁与海洋牧场方面研究, E-mail: tangyanli@ouc.edu.cn

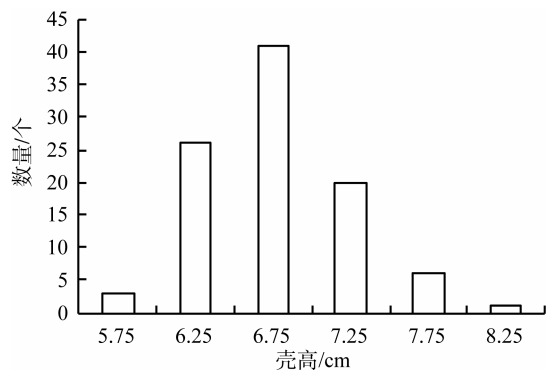


图 1 脉红螺壳高分布

Fig. 1 The shell height distribution of *Rapana Venosa*

1.3 实验方法

实验笼具为无顶的四棱锥体，四周和底部缝制网衣(图 2)。顶部开口统一为边长为 14 cm 的正方形，高度为 8.5 cm，当内倾角选定之后，其他参数也就全部确定^[12]。实验笼具分别设计了 4 种不同内倾角的笼具框架(框架为不锈钢)，内倾角分别为 35°、45°、55°和 65°，容积分别为 4 345.97cm³、4 498 cm³、3 453.26 cm³和 2 725.26 cm³(表 1)。实验没有考虑网目尺寸这个影响因素，所以统一按照缩结系数 0.707 在 4 只笼具上缝制网目尺寸 2a=33 mm 的网片(材料为 PE)，制成编号分别为 1、2、3 和 4 的 4 个实验笼具。

实验时，脉红螺的饵料是鲜活的菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)^[8]，每天实验段分别为白天 7:00~19:00 和晚上 19:00~翌日 7:00，观察脉红螺的反应和笼具的诱捕量。同一笼具重复进行 4 次实验，记录诱捕的脉红螺的数量，并对其进行生物学参数的测定。

对具有最佳捕捞效果的笼具进行了 3 种不同光照和 4 种不同温度的环境因子变化影响实验，3 种水平光照分别为 0 lx ± 10 lx、150 lx ± 20 lx 和 300 lx ± 35 lx，4 种温度分别为 16、20、24 和 28 。脉红螺每次喂养 3 d 后，才开始每组影响因子的实验，连续进行 3 d。

表 1 4 种海螺笼具的尺寸
Tab. 1 Sizes of the four kinds of cages

海螺笼编号	内倾角(°)	上边长(cm)	高度(cm)	下边长(cm)	容积(cm ³)
1	35	14	8.5	38.3	4345.97
2	45	14	8.5	31.0	4498.00
3	55	14	8.5	25.9	3453.26
4	65	14	8.5	21.9	2725.26

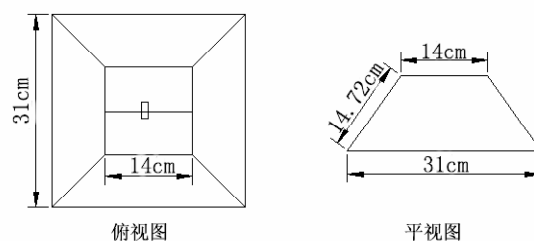


图 2 内倾角为 45°海螺笼的结构示意

Fig. 2 Structure diagram of the cage with leaning angle of 45°

2 结果与分析

2.1 脉红螺的形体特征

由于脉红螺的形体特征对海螺笼的捕捞效果影响很大，把实验中测定的脉红螺的壳高、体质量进行线性回归分析，得出壳高(*L*)和体质量(*W*)关系曲线(图 3)及 *W* 与 *L* 的线性回归方程： $W = 18.357L - 79.247$ ($R^2 = 0.8142$)。通过回归曲线和回归方程以及 R^2 显示，脉红螺体质量与壳高的线性回归关系很好地表现了脉红螺的体质量变化^[13]。

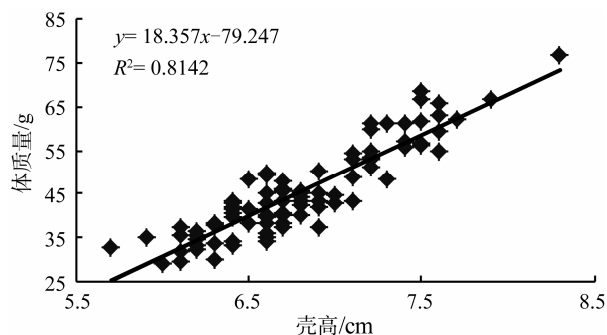


图 3 脉红螺的体质量-壳高回归

Fig. 3 Regression curve of weight and shell height of *Rapana venosa*

2.2 不同内倾角海螺笼的捕捞效果

实验结果表明，内倾角对捕捞效果影响十分显著，4 只不同内倾角的海螺笼诱捕效果无论在晚上还是白天均有差异($P < 0.01$)。内倾角为 45°的海螺笼，无论在白天时间段还是在晚上时间段，诱捕脉红螺的效果均是最好，其中在白天时间段明显高于其他 3 只海螺笼，而晚上稍好于 35°内倾角的海螺笼，明显好于其他两只笼子；内倾角为 35°的海螺笼诱捕效果在晚上次于内倾角为 45°的海螺笼，而在白天诱集效

果较差;内倾角为 55°的海螺笼的诱集效果在白天差于内倾角为 45°的海螺笼,而好于其他两个笼,而在晚上较差;内倾角为 65°的海螺笼无论是在晚上时间段还是白天时间段诱集效果均是最差(图 4, 图 5)。

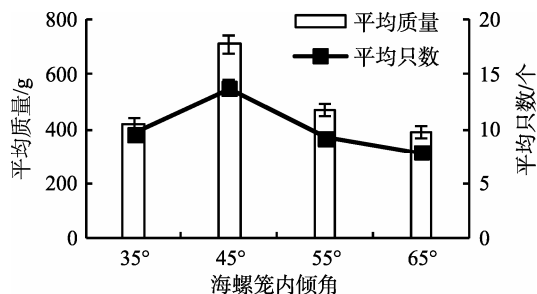


图 4 4 种海螺笼白天诱捕效果对比

Fig. 4 Comparison of trapping effectiveness of four kinds of cages in the daytime $P=0.000374$

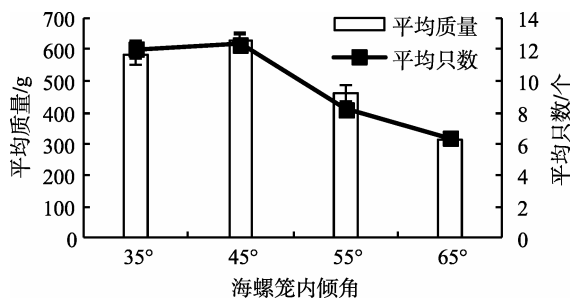


图 5 海螺笼晚上诱捕效果对比

Fig. 5 Comparison of trapping effectiveness of four kinds of cages at night $P=0.000493$

2.3 不同内倾角海螺笼对脉红螺个体大小的选择性

海螺笼内倾角不同,对脉红螺个体必然有选择性。把每只笼实验期间诱捕的全部脉红螺,按照 0.5 cm 间隔划分壳高组,计数各组只数分别占每个海螺笼诱捕总数的百分率,然后统计所有壳高组累计百分数分布如图 6 所示。通过比较可以发现,海螺笼捕捞的个体数在壳高 5.50~6.00 cm 和 6.00~6.50 cm 两个组别上占相应总捕捞数的百分比,随着内倾角的增加而呈现递减的趋势。相对应,在个体壳高 7.00 cm 以上,随着内倾角的增加,所诱捕率也呈现递增的趋势。

2.4 海螺笼在白天时间段与晚上时间段的诱捕效果对比

实验中发现同一只海螺笼在白天与晚上捕捞效果均有差异,而且差异十分明显($P<0.01$)。如图 7 所

示,除了内倾角为 35°的海螺笼在晚上时间段的诱捕效果好于白天的外,其余的 3 只海螺笼的捕捞效果均是白天好于晚上。说明光照对脉红螺的摄食有一定的影响,进而影响到了海螺笼诱捕的效果。为了进一步证明光照对脉红螺摄食的影响,作者做了光照对海螺笼诱捕效果的实验,同时也把温度作为一个影响因子考虑进去。

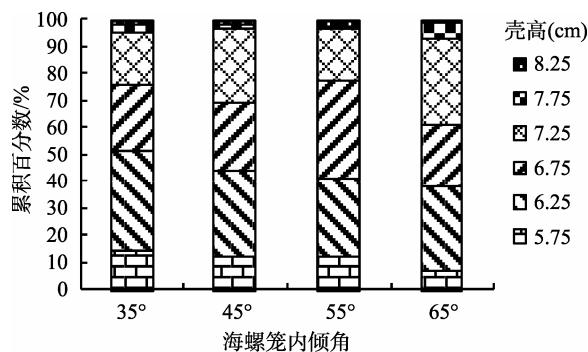


图 6 海螺笼所诱捕不同组别个体数占总数的百分比

Fig. 6 The percentage of individual numbers of different groups trapped by cages

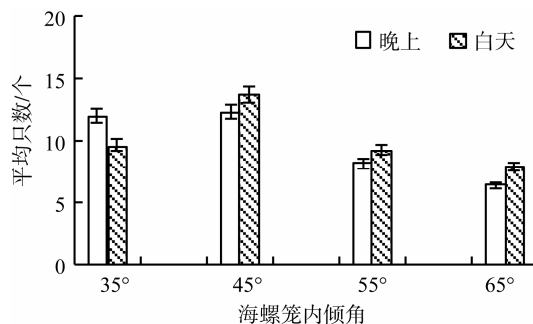


图 7 海螺笼白天与晚上的捕捞效果对比图

Fig. 7 The contrast of cages trapping effectiveness between daytime and night $P=0.000493$

2.5 光照和温度对海螺笼捕捞效果的影响

数据分析后发现,温度对于捕捞效果没有显著的影响,其 P 值为 0.482, $P>0.05$ 。相反,光照对海螺笼的影响效果极其显著,其 P 值为 0.000, $P<0.01$,而且温度与光照不存在互作效应。进一步可以说,光照对脉红螺的摄食有明显的影响,在本实验的光照范围内,随着光照的增强,其摄食活动也随着加强,相应的捕捞效果也会提高。虽然在 20 和 24 °C 是脉红螺的适宜温度,其摄食强度也略有提高,但是相互之间差异不显著(图 8)。

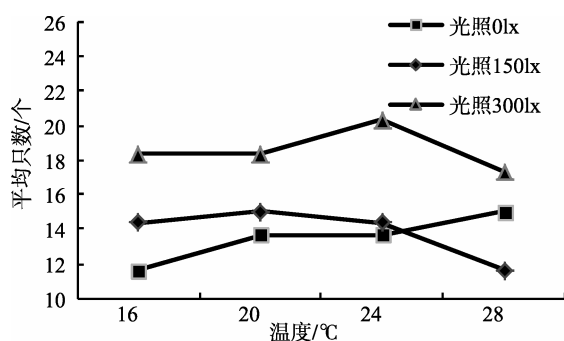


图 8 温度与光照对诱捕效果的影响

Fig. 8 The influence of temperature and light on trapping

表 2 温度与光照的方差分析

Tab. 2 Anova of temperature and light

项目	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
校正模型	244.972	11	22.270	4.287	0.001
截矩	8433.361	1	8433.361	1623.535	0.000
温度	13.194	3	4.398	0.847	0.482
光照	194.056	2	97.028	18.679	0.000
温度×光照	37.722	6	6.287	1.210	
误差	124.667	24	5.194		
总计	8803.000	36			
校正的总计	369.639	35			

小，但是其棱长和坡长是最大的，这增加了脉红螺爬进笼的时间，而且其容积比较小，所以诱捕效果也十分差。并且，在相同的高度和上边长的情况下，45°的海螺笼的容积是最大的，为 4498 cm³。内倾角大小或者小于 45°，其容积均小于 4498 cm³。所以，从实验结果可以看出：45°的海螺笼是诱捕脉红螺最理想的笼具。本实验结果与李论^[11]所设计的笼具的内倾角有一定的出入，他仅指出 55°的内倾角捕捞效果最好，但是没有看到其对内倾角具体的实验研究，所以具体原因无法确定。

对于同一捕捞对象，不同尺寸的笼，渔获结构也不同^[14]。内倾角的不同势必对脉红螺个体具有一定的选择性，对于小个体来说尤其明显。在实验中，随着海螺笼内倾角的增加，小个体的脉红螺在被捕捞的总个体中所占有的比重也逐渐下降。4 个内倾角的海螺笼所捕捞的个体在壳高 5.50~6.00 cm 和 6.00~6.50 cm 两个组别上所捕捞的个体占总捕捞个数的百分比，随着内倾角的增加而呈现递减的趋势。相对应，在个体壳高 7.00 cm 以上，随着内倾角的增加，所诱捕率也呈现递增的趋势。内倾角越大，对于

3 讨论

笼具的尺寸选择不仅要考虑捕捞对象的个体大小，使入笼的渔获物有足够的活动空间，而且还要尽量减少它们的返逃^[1]。在相同的高度和上边长的情况下，海螺笼的内倾角的大小，不仅决定笼的容积，也会大大地影响对脉红螺的诱捕效果。本实验中，45°的海螺笼具的诱捕效果最好，平均可以达到 15 只，最多一次可达到 25 只；65°和 55°的脉红螺因为内倾角偏大，增加了脉红螺摄食的难度，所诱捕获的脉红螺数目相对比较较少；35°的海螺笼，虽然内倾角最

一些小个体的脉红螺来说就越难爬上去，或者说小个体爬进海螺笼捕食不是最有效率的摄食行为^[15]。

在长期的进化过程中，大多数动物形成了对其生活环境光照特点的适应性^[16]。实验发现，海螺笼对脉红螺的诱捕效果受光照的影响十分显著，而温度对其无显著影响。在一定的光照强度范围内，随着光照的增强，海螺笼的诱捕效果也随着增加。这也间接反映了脉红螺摄食强度在一定范围内随着光照强度的升高而增加。脉红螺的适宜温度是 20~25℃，所以在这个范围内的诱捕效果也有略微的提高，但是和其他温度差异并不显著，温度并不是影响海螺笼诱捕效果的主要因子。

目前，中国尚未做出对海螺采捕规格的限制。而在外国已经有这方面的规定，如在意大利多变纹织螺(*Nassarius mutabilis*)的最小上岸尺寸是 20 mm^[4]。陷阱类渔具的作业原理类似于拖网的网囊留存渔获的过程，网衣的网目大小对所采捕海螺规格具有选择作用^[17]，应该通过进一步的实验来制定一个网目标准，从而既能保护水产资源，又能考虑到渔民的利益。

参考文献:

- [1] 崔建章. 渔具与渔法学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1987: 328-330.
- [2] Edwards R R C. The fishery and fisheries biology of penacideah shrimp on the Pacific coast of Mexico[J]. Annual Review of Oceanography and Marine Biology, 1978, 16: 107-121.
- [3] 张洪亮, 徐汉祥, 黄洪亮, 等. 东海区海区蟹笼的选择性研究[J]. 水产学报, 2010, 8(34): 1277-1284.
- [4] Fabio Grati, Piero Polidori. Estimation of basket trap selectivity for changeable nassa (*Nassarius mutabilis*) in the Adriatic Sea[J]. Fisheries Reach, 2010, 101: 100-107.
- [5] 齐钟彦, 马绣同, 王祯瑞, 等. 黄渤海的软体动物[M]. 北京: 农业出版社, 1987.
- [6] Sahin T. Investigations on some biological characteristics of sea snail *Rapana venosa*(Va1.1846) population in the Eastern Black Sea[J]. Turkish Journal of Zoology, 1997, 21(4): 461-466.
- [7] Harding J M, Mann R. Observations on the biology of the veined rapa whelk, *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in the Chesapeake Bay[J]. Journal of Shellfish Research, 1999, 18: 9-17.
- [8] 刘吉明, 任福海, 杨辉. 脉红螺生态习性的初步研究[J]. 水产科学, 2003, 22(1): 17-18.
- [9] 崔明彦, 管恩智, 孙玉焕, 等. 单船海螺拖网技术试验报告[J]. 海洋科学, 1995, 19(2): 76-79.
- [10] 李论, 孙胜利, 秦绪斌. 用鱼笼捕海螺的初步试验[J]. 水产科学, 1991, 10(2): 31-33.
- [11] 李论, 孙胜利, 秦绪. 海螺笼设计与试验研究[J]. 大连水产学院学报, 1992, 7(1): 38-45.
- [12] 小池篤, 竹内正一, 石戸谷博範. エビ籠の大小, 籠の間隔, 餌の量と漁獲との関係について[J]. 東京水産大学研究報告, 1979, 65(2): 197-207.
- [13] 吴耀泉. 莱州湾脉红螺的分布及其壳高与体重的初步分析[J]. 海洋科学, 1988, 12(6): 39-40.
- [14] 小池篤, 大河原正, 竹内正一. 二重かごによるホッコアカエビの漁獲について[C]. 日本水産学会誌, 1981, 47(4): 457-461.
- [15] 尚玉昌. 生态行为学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1998: 20-21.
- [16] 周显青, 牛翠娟, 李庆芬. 光照对水生动物摄食、生长和存活的影响[J]. 水生生物学报, 2000, 24(2): 178-181.
- [17] 孙满昌. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 170-171.

The trapping effectiveness of *Rapana venosa* by cages with different leaning angles

TANG Yan-li, SHENG Hua-xiang, QI Guang-rui, HE Yu-hong, LI Shi-tong
(College of Fisheries, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Received: Mar., 19, 2012

Key words: the conch cage; *Rapana venosas*; leaning angle; light; selectivity

Abstract: The trapping effectiveness of *Rapana venosa* by cages with different leaning angles was studied in this paper. The trapping effectiveness of four kinds of cages with different leaning angle (35°, 45°, 55° and 65°) in the laboratory sink was observed. And we also investigated the influence of light and temperature on the cage trapping of *R. venosas*. These would provide theory basis for optimization of the cage fishing technology of conch. The results showed that the influence of different leaning angles on the effect of cage trapping is very significant ($P < 0.01$). The cage with a leaning angle of 45° has the best effect of trapping, followed by cages with leaning angles of 35° and 55°. The cage with a leaning angle of 65° has the worst effect of trapping. We also found that cages with different leaning angles exhibited selectivity towards different sizes of *R. venos*. With the increase of leaning angle, the percentage of *R. venos* with shell height less than 7 cm decreased. The influence of light on the trapping effect is very significance, while the influence of temperature is weak.

(本文编辑: 谭雪静)