

东海区蟹笼渔具的选择性研究

张洪亮¹, 徐汉祥¹, 黄洪亮², 周永东^{1*}

(1. 浙江省海洋水产研究所, 浙江 舟山 316100;

2. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘要: 针对目前东海区普遍使用的蟹笼(笼径 60 cm, 笼高 25 cm, 外罩网衣网目尺寸 $2a = 32$ mm)对三疣梭子蟹幼蟹资源损害较严重的现状, 选择设计了在其框架结构上开设横向幼蟹释放口的选择性蟹笼, 于 2009 年 11 月在 $32^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' N$ 、 $124^{\circ}00' \sim 124^{\circ}30' E$ 海域进行了海上生产性试验。结果表明: 释放口高度与可从其逃逸的三疣梭子蟹的最大甲高趋于一致, 如以 125 g 作为三疣梭子蟹的最小可捕体重标准, 用甲高与体重的关系式可求得选择性释放口的高度为 33 mm; 释放口的选择曲线可用分段函数表示且无 50% 选择甲高, 这不同于拖网、捕虾网与帆式张网网囊及捕鳗笼的网目选择曲线, 后者可以用“逻辑斯谛选择曲线”模拟, 且存在 50% 选择体长; 采用各甲高组的平均选择率表示尾数选择率, 经过卡方(χ^2)检验, 其生产性试验值小于 20%, 同时释放效果明显; 释放口对逃逸幼蟹的存活率几乎不产生任何影响。本研究成果可供管理部门在制定三疣梭子蟹的最小可捕标准时参考。

关键词: 三疣梭子蟹; 蟹笼; 选择性; 甲高; 释放口; 选择曲线; 东海

中图分类号: S 972

文献标识码: A

蟹笼是利用其特殊的入口及捕捞对象的习性进行诱捕的一种被动性渔具, 在分类上隶属于笼壶类。由于其具有操作简便、能耗低、对渔船大小无特殊要求等优点, 因此在欧美、澳大利亚、新西兰、南朝鲜、日本、台湾等国家和地区分布很广^[1-3]。东海区的蟹笼渔具始于 1980-1990 年, 由浙江省、江苏省与福建省先后从韩国与我国台湾省引进; 20 世纪 90 年代初得到推广; 尔后随着渔船的钢质化、大型化及蟹笼机械起拔设备的使用, 蟹笼渔业得到迅速发展, 成为目前我国东海区和浙江省海洋捕捞的重要作业方式之一。如浙江省近 10 年的蟹笼作业船达 800~1 000 艘, 其中 2005 年为 950 艘左右, 年产量近 7×10^4 t, 约占该省年海洋捕捞总产量的 2.23%^[1]。

由于三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatu*) 是东海区的主要经济鱼(蟹)种之一^[4-5], 其资源量大, 经济价值高^[6-7], 因此成为东海区蟹笼的主要

捕捞对象^[7-8]。吴常文等^[8]于 1986 年进行了“笼捕梭子蟹技术研究”, 并取得成功。但随着蟹笼数量的大量增加, 对三疣梭子蟹资源的损害也日渐显现, 郭振民^[7]发出了“制止‘竭泽而渔’与再现‘鱼跃入釜’之繁荣”的呼声。吴常文^[8]于 1994 年进行了“一种资源保护型蟹笼的初步试验”, 通过在蟹笼外罩网衣上开设幼蟹释放孔的方法来释放三疣梭子蟹幼蟹并取得了一定的效果, 但由于各种原因未能得到推广。之后, 有关东海区蟹笼的研究未见公开报道。Guillory 等^[9]和杨齐^[10]对美洲蓝蟹笼不同尺寸与形状网目的选择性进行了研究, 达到减少近法定美洲蓝蟹的捕获比例; Boutson 等^[11]通过在泰国远海梭子蟹笼上设置释放口来改善对捕捞种类及其规格的选择性; Zhou 等^[12]于 1996 年对白令海钜蟹笼的捕捞效率和尺寸选择性进行了研究, 以期达到选择性地捕捞法定尺寸雌性红钜蟹和减少较小尺寸蟹的渔获数

收稿日期: 2010-04-19 修回日期: 2010-06-03

资助项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD43B04、2007BAD43B01、2007BAD43B02); 浙江省科研院所公益技术攻关项目(2007F10007); 浙江省科技厅公共服务专项项目(2007F30003); 海洋渔业科学与技术浙江省重中之重学科开放课题(20100214)

通讯作者: 周永东, E-mail: zyd511@sina.com

量;此外,其他研究人员还通过在蟹笼上开设释放口、孔等方法来减少对主捕对象幼体及兼捕对象的损害^[13-17]。

本文旨在通过对蟹笼渔具的释放口的选择性研究,探索保护东海区三疣梭子蟹资源的方法。

1 材料与方 法

1.1 试验笼的设计

东海区的三疣梭子蟹笼(以下简称蟹笼)为柱状笼,其框架为铁质圆圈上下各一个,圆圈间有6根圆钢作为支柱,每个圆圈内各有1根圆钢(两者呈异面垂直)作为横梁。框架外罩网衣,在侧面的6个框格中,每隔一格设置1个外大内小、末端呈扁椭圆形的漏斗状入口(图1),共3个。目前普遍使用的蟹笼的主尺度分别为:笼径60 cm,笼高25 cm,外罩网衣网目尺寸(2a)32 mm。渔获物一旦被诱入笼中,就很难从中逃逸^[18]。

在上述蟹笼未设置入口的3个侧面之一,设置如图2所示的释放口,形成了选择性试验笼,并将横向释放口蟹笼称为1#笼,将纵向释放口蟹笼称为2#笼。

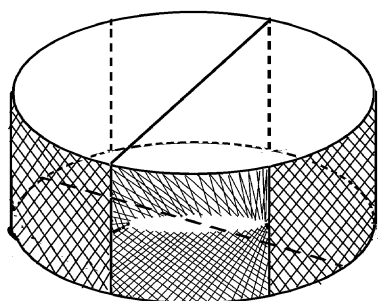


图1 蟹笼结构示意图

Fig. 1 Structure scheme of pot for *P. trituberculatu*

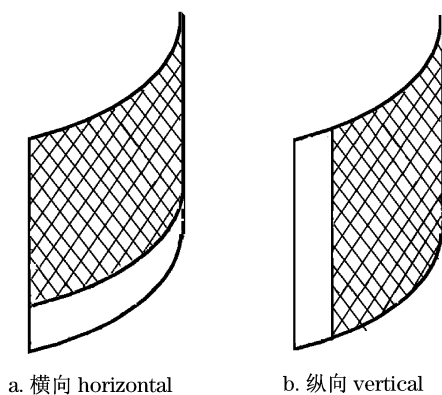


图2 释放口示意图

Fig. 2 Structure scheme of escape gap

1.2 试验方法

水池试验 用网目尺寸为32 mm的网衣分别将1#笼、2#笼的3个入口全部封住,在装诱饵的情况下,将规格相同的等量三疣梭子蟹放入两笼内,并分别置于不同水池中,过2.5 h后(海上实际生产时放置时间一般不少于5 h,试验时间取其一半)观察笼内三疣梭子蟹的逃逸情况,并重复试验5次以确定下一步试验所采用的释放口类型。试验时两者的释放高度相同。

然后将上述试验所确定的选择性蟹笼作为试验笼,进行释放口高度分别为22、24、26、28、30、32、34、36与38 mm共9个高度的试验,以获得释放口高度与逃逸三疣梭子蟹最大甲高之间的关系。共试验5次,每次放置时间为5 h,所选用的三疣梭子蟹甲高与相应笼的释放口高度相等或相近。

海上生产性试验 释放口高度分别为26、28、30、32、34与36 mm共6个高度的蟹笼,诱捕时间为5 h。释放出的三疣梭子蟹用如图3所示的收集装置收集。该装置有入口一面的框架尺寸与蟹笼未设置入口的侧面相同,其余五面则用网目尺寸为32 mm的网衣罩住。试验时将其与含释放口面的蟹笼框架相固定,释放出的蟹经由入口进入收集装置。

另外,取其中释放口高度为28 mm与32 mm的选择性蟹笼,进行无收集装置选择性试验,并各选取与其左右相邻的2只生产蟹笼作对比试验,以检验收集装置的存在是否对释放率产生影响。

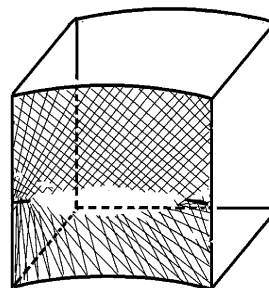


图3 释放三疣梭子蟹的收集装置

Fig. 3 Collection devise for released *P. trituberculatu*

1.3 试验场所、试验船与渔获样品

试验场所与试验船 水池试验在浙江省海洋水产研究所西轩养殖场进行。时间为2009年8-9月。

海上生产性试验在 $32^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' N$ 、 $124^{\circ}00' \sim 124^{\circ}30' E$ 之间海域进行,时间为 2009 年 11 月,共 9 d。各规格试验笼分别投放 15 次。试验船为浙岱渔 11289 号,其船长 41.4 m,船宽 7.2 m,型深 3.65 m,总吨位 293 t,净吨位 87 t,主

机功率 290 kW,携带笼具 6 000 ~ 9 000 只。

渔获样品数量 海上生产性试验期间,各释放口高度选择性蟹笼共捕获三疣梭子蟹(收集装置中与蟹笼中之和)1 308 ind,不同释放口高度对各甲高组的捕获情况如表 1 所示。

表 1 各释放口高度选择性蟹笼的三疣梭子蟹捕获尾数

释放口高度(mm) height of escape gap	甲高组中值(mm) midvalue of shell height group																合计 total
	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	
26	13	8	21	19	36	35	11	19	14	8	3	2	1	2	3	1	196
28	13	23	18	33	25	14	20	21	11	4	5	3	2	3	3	2	200
30	8	15	14	29	19	31	22	22	15	13	2	1	4	1	5	3	204
32	24	22	14	14	28	20	11	31	26	13	7	2	3	6	2	2	225
34	15	36	20	19	23	30	22	25	21	9	10	9	5	4	3	0	251
36	30	9	27	22	20	31	22	19	19	9	8	5	4	3	2	2	232
合计 total	103	113	114	136	151	161	108	137	106	56	35	22	19	19	18	10	1 308

1.4 数据处理

甲高与体重的关系 根据对三疣梭子蟹的生物学测定资料,建立甲高与体重的关系式(图 4):

$$W = 0.003\ 076H^{3.035\ 897} \quad (1)$$

式中, W 为体重(g), H 为甲高(mm)。

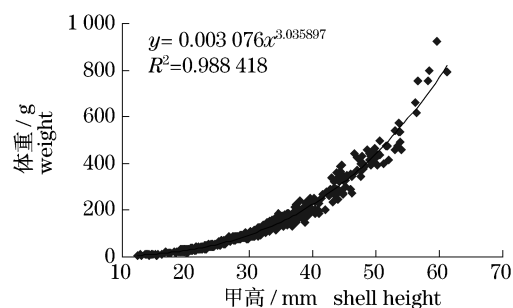


图 4 三疣梭子蟹甲高与体重的关系

Fig.4 Relationship between shell height and body weight of *P. trituberculatu*

尾数逃逸率与重量损失率 尾数逃逸率与重量损失率的计算方法^[19]分别如式(2)与式(3)所示。

$$R_N = P_N / (P_N + C_N) \times 100\% \quad (2)$$

$$R_W = P_W / (P_W + C_W) \times 100\% \quad (3)$$

式中, R_N 与 R_W 分别为尾数逃逸率和重量损失率,对于有收集装置的选择性蟹笼, P_N 与 P_W 分别为收集装置中的三疣梭子蟹尾数和重量, C_N 与 C_W 分别为选择性蟹笼中的三疣梭子蟹尾数和重量;

对于无收集装置的选择性蟹笼, $(P_N + C_N)$ 与 $(P_W + C_W)$ 分别为对比笼中的三疣梭子蟹尾数和重量, C_N 与 C_W 分别为选择性蟹笼中的三疣梭子蟹尾数和重量。

各甲高组的尾数选择率 尾数选择率的计算方法^[20]如下式所示。

$$S_G = C_G / (P_G + C_G) \times 100\% \quad (4)$$

式中, S_G 为某甲高组的尾数选择率, C_G 与 P_G 分别为该甲高组笼中和收集装置中的三疣梭子蟹尾数。

显著性检验 用 SPSS V13.0 卡方(χ^2)检验的列联表法^[21]分别对每一释放口高度各甲高组的选择率及各释放口高度对各甲高组选择率的平均值进行检验。

2 结果

2.1 两种选择性蟹笼的比较

两种选择性蟹笼的试验结果如表 2 所示。可以看出,1#笼的尾数逃逸率明显高于 2#笼,因此,以下的研究均采用 1#笼。

表 2 两种选择性蟹笼的尾数逃逸率比较

Tab.2 Comparison of release rate in number of two crab pots with different selectivity %

类别 type	试验次数 times					平均 average
	1	2	3	4	5	
1#	92	100	100	88	94	94.8
2#	55	48	63	54	48	57.6

2.2 释放口高度与逃逸三疣梭子蟹最大甲高之间的关系

图 5 是释放口高度与逃逸的三疣梭子蟹最大甲高(或称上限)之间的关系。由图可知,释放口高度与逃逸的三疣梭子蟹最大甲高趋于一致。

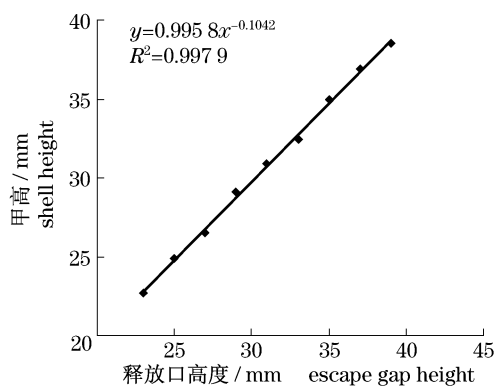


图 5 释放口高度与甲高的关系

Fig. 5 Relationship between escape gap height and shell height

2.3 各释放口高度三疣梭子蟹的逃逸率与选择率

生产蟹笼的渔获组成 试验期间,生产蟹笼的渔获物^[4-5,22-23]主要为三疣梭子蟹,此外有少量的红星梭子蟹(*Portunus sanguinolentus*)、日本蟳(*Charybdis japonica*)、锐齿蟳(*Charybdis acuta*)、

锈斑蟳(*Charybdis feriatus*)、双斑蟳(*Charybdis bimaculata*)、细点圆趾蟹(*Ovalipes punctatus*)、卷折馒头蟹(*Calappa lophos*)、七刺栗壳蟹(*Arcania heptacantha*)、隆线强蟹(*Eucrate crenata*)、大黄鱼(*Larimichthys crocea*)、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、白姑鱼(*Pennahia argentata*)、黄姑鱼(*Nibea albiflora*)、皮氏叫姑鱼(*Johnius belengerii*)、鮟(*Miichthys miiuy*)、横带髯鲷(*Haplogenyus mucronatus*)与海鳗(*Muraenesox cinereus*)等。蟹类组成中,三疣梭子蟹的尾数约占总尾数的 92.1%,而重量约占总重量 94.5% 左右。选择性蟹笼中的蟹类组成与生产蟹笼一致。

收集装置对尾数逃逸率与重量损失率影响的比较 从表 3 可以看出,有、无收集装置的两释放口高度的平均尾数逃逸率与平均重量损失率相差分别为 1.0% 与 0.9%,因此,在选择性试验时可不考虑收集装置的影响。同时,由于本研究的选择性蟹笼的释放原理相同,故对其他不同选择口高度的蟹笼也可不考虑收集装置的影响。

各释放口高度的尾数逃逸率和重量损失率 释放口高度与尾数逃逸率和重量损失率的关系见表 4。可以看出,尾数逃逸率总体呈随释放口高度的减小而降低的趋势。另外,尾数的平均逃逸率明显高于重量损失率。

表 3 收集装置对逃逸率影响的比较

Tab. 3 Comparison between the effects on escape rate caused by collective devices %

释放口高度 height of escape gap	有收集装置(A)		无收集装置(B)		(A - B)/B × 100	
	with pot for escaped capture		without pot for escaped capture		尾数逃逸率 escape rate in number	重量损失率 escape rate in weight
	尾数逃逸率 escape rate in number	重量损失率 escape rate in weight	尾数逃逸率 escape rate in number	重量损失率 escape rate in weight		
28 mm	72.9	59.8	72.3	59.2	0.8	1.0
32 mm	81.8	67.8	80.9	67.2	1.1	0.9
平均 average	77.35	63.8	76.6	63.2	1.0	0.9

表 4 释放口高度与逃逸率的关系

Tab. 4 Relationship between escape gap height and escape rate %

类别 type	释放口高度(mm) escape gap height						平均 average
	26	28	30	32	34	36	
尾数逃逸率 escape rate in number	66.7	72.9	76.2	81.8	86.7	85.7	78.3
重量损失率 escape rate in weight	53.7	59.8	65.4	67.8	66.6	70.7	64.0

各甲高组的尾数选择率 从图 6 可以看出,对于某一高度的释放口,当三疣梭子蟹的甲高大于该高度时,其对各甲高组的选择率为 100%;当三疣梭子蟹的甲高小于该高度时,其对各甲高组的选择率在一较小的范围内作无序变动且趋向于各

甲高组选择率的平均值。26、28、30、32、34 与 36 mm 释放口对甲高小于其高度的三疣梭子蟹的平均尾数选择率分别为 16.45%、11.35%、18.61%、19.85%、20.05% 与 18.29%,上述各规格释放口的平均选择率为 17.43%。

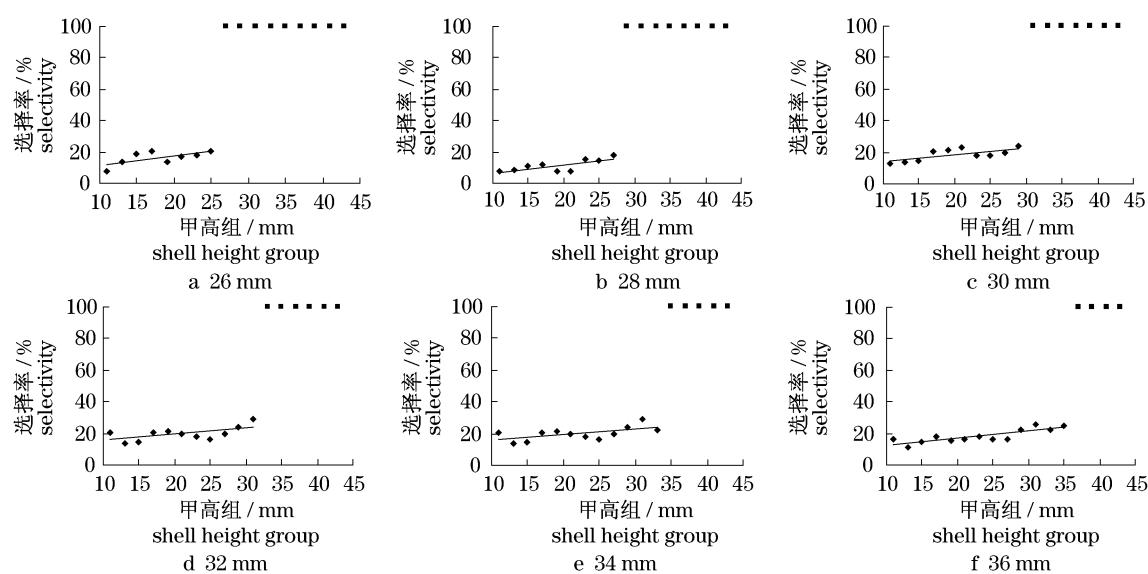


图6 不同释放口高度对三疣梭子蟹的选择率

Fig. 6 Selection rate of different escape gap heights for *P. trituberculatus*

2.4 卡方检验

对各释放口高度各甲高组选择率的卡方检验结果如表5所示。可以看出,其概率均大于显著性水平检验值0.05,因此,检验假设条件“各甲高组选择率存在显著差异”不成立,即每一释放口高度对各甲高组的选择率无显著差异。

另外,对各释放口高度的各甲高组选择率平均值进行检验,其 $\chi^2 = 4.438, P = 0.488 > 0.05$,假设条件不成立,即各释放口高度之间的选择率无显著差异。

表5 卡方检验结果
Tab. 5 Results of Chi-square tests

检验结果 test results	释放口高度(mm) height of escape gap					
	26	28	30	32	34	36
χ^2	10.568	10.536	8.829	11.424	11.669	14.910
P	0.159	0.229	0.453	0.325	0.389	0.246

3 讨论

3.1 与其他渔具的选择性比较

适用的选择曲线 由图6可知,本研究所用释放口的选择曲线可近似地用分段函数表示(式5,其中a值可近似看作各甲高组选择率的算术平均值),这与拖网、捕虾网、捕虾网与帆式张网网囊及捕鳗笼的网目选择曲线不同^[19-20,24-25]。

$$S(H_{\text{甲}}) = \begin{cases} 1 & H_{\text{甲}} \geq H_{\text{释}} \\ a & H_{\text{甲}} < H_{\text{释}} \end{cases} \quad (5)$$

式中, $S(H_{\text{甲}})$ 为释放口的选择率, $H_{\text{甲}}$ 与 $H_{\text{释}}$ 分别为三疣梭子蟹的甲高与释放口高度, a 为常数。

网目对鱼类的选择曲线理论上以“逻辑斯谛选择曲线”来模拟^[20,26-27](式6、图7^[19])。

$$S(L) = 1/[1 + \exp(a - bL)] \quad (6)$$

式中, L 为鱼类的特征变量(如肛长、体长组中值等); $S(L)$ 为选择率; a, b 为方程的选择参数。

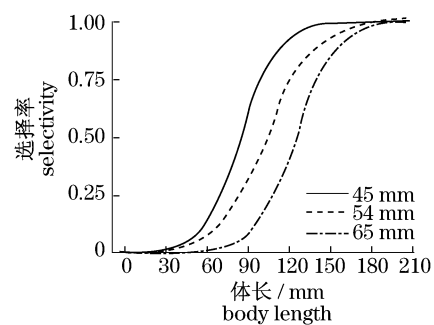


图7 小黄鱼不同网囊网目选择曲线

Fig. 7 Selection curve of different cod-end mesh sizes for *P. polyactis*

分析发现,两者产生上述区别的主要原因:一是本研究蟹笼的释放口是刚性的,而其捕捞对象也可认为是刚性的,因此从理论上讲,凡是甲高小于释放口高度的三疣梭子蟹,其逃逸的概率都相等,反之则无法逃逸;而网囊网目是柔性体,在外力的作用下可产生一定的变形,同时大多数鱼类特别是幼仔鱼在外力的作用下也可产生不同程度

的形变,因而其选择率不可能发生突变。二是由于蟹笼在渔具分类上属被动性渔具,三疣梭子蟹的逃逸是主动行为,而进入网具网囊的鱼类特别是幼仔鱼的逃逸行为大多为外力所致,因而以非主动逃逸居多,逃逸成功与否受多种外界因素如网具的拖曳速度、网囊中渔获物的密度等因素的制约。

另外,本研究所用释放口的选择性蟹笼不存在50%的选择甲高,这一点也与拖网、捕虾网、拖网与帆式张网网囊及捕鳗笼的网目选择性明显不同。

逃逸幼体的成活率 选择性研究的主要目的是为了保护和捕捞对象幼体,以促进资源的可持续利用。因此,逃逸幼体的成活率高是检验渔具选择性效果和实用性的重要指标。由前述分析不难得出,本研究所释放的三疣梭子蟹几乎不会受到伤害,因而从理论上讲其成活率可达到100%,这与观察到的收集装置中所有三疣梭子蟹个体行动活泼且无明显的缺肢断腿现象相符。而由拖网、捕虾网、拖网与帆式张网网囊释放的捕捞对象幼体,由于其逃逸行为大多为外力所致,很难有肢体完整且无任何损伤的个体,即使逃逸成功也很难存活。

3.2 本研究结论的适用性

根据选择性蟹笼的释放原理及蟹类的生物学、生态学及行为学特性,笔者认为,本研究的结论(如选择曲线可近似地用分段函数表示、不存在50%的选择甲高等)同样适用于日本鳗、红星梭子蟹、锈斑鳗与细点圆趾蟹等其他经济蟹类。

另外,由于蟹笼在“伏休”后的一个月左右时间以捕捞章鱼^[28](长蛸 *Octopus variabilis*、短蛸 *Octopus ocellatus* 等)为主,而章鱼在逃逸求生时可发生极大的形体变化,长条形释放口的存在无疑可让笼内的极大部分成功逃脱。为解决这一问

题,在捕章鱼时可将释放口用与蟹笼规格相同的网衣包敷,鱼汛结束转捕蟹类时将其拆除即可。这样,就可达到既保护三疣梭子蟹幼蟹又不影响章鱼产量的目的。

3.3 释放口对选择率的影响

从理论上讲,只要甲高小于本研究蟹笼的释放口高度的三疣梭子蟹都可以从该释放口自由进出。但从入口面积分析,释放口高度为3.3 cm的入口面积为 $2 \times 3.14 \times 30/6 \times 25 \times 3.3 \times 25 = 103.6(\text{cm}^2)$,而三个平常入口外围的最大面积为 $3 \times 2 \times 3.14 \times 30/6 \times 25 = 2355.0(\text{cm}^2)$,释放口入口面积只有三个平常入口面积的4.4%,其影响很小;从“收集装置对尾数逃逸率与重量损失率影响的比较”看,收集装置的存在对尾数逃逸率与重量损失率影响甚少。据此,笔者认为,释放口虽可自由进入,但由于实际生产时间较长,幼蟹进入蟹笼后由于无法获得食物及其生存空间受到其他蟹的影响,进笼后易产生逃逸行为,因此对选择率基本无影响而可不予考虑。

3.4 选择性研究对保护三疣梭子蟹资源的意义

由于现行的渔业法律法规对三疣梭子蟹的最低可捕标准未明文规定,现参照上世纪80年代沿海各省、市出台的《渔业管理实施办法》(根据1986年1月20日第六届全国人大常委会第十四次会议通过的《中华人民共和国渔业法》与1987年10月20日颁布实施的《中华人民共和国渔业法实施细则》制订),以三疣梭子蟹的最低可捕标准125 g(对应甲高为33.0 mm)进行讨论。

本次海上生产性试验共测定三疣梭子蟹1826尾,平均体重57.1 g/ind,试验船的日产量约为2500~3000 kg,以此计算125 g以下幼蟹的日捕获量为 $(3.77 \sim 4.52) \times 10^4$ ind,其余各体重规格三疣梭子蟹的日捕获尾数如表6所示。另据估计,期间在该海域作业的蟹笼船至少在100艘

表6 试验船对各体重规格三疣梭子蟹幼蟹的日均捕捞尾数
Tab.6 Daily average number of capture by the trial vessel for different weight of juvenile crab of *P. trituberculatu* $\times 10^4$ ind

名称 title	体重(g)/甲高(mm) weight/shell height					$\times 10^4$ ind
	<80(28.5)	<90(29.6)	<100(30.7)	<110(31.6)	<120(32.6)	
日均捕捞尾数 daily average number of capture	0.60~0.72	1.80~2.16	2.71~3.25	3.09~3.70	3.57~4.28	3.77~4.52
日均可释放尾数 daily average number of escapable capture	0.480~0.58	1.44~1.736	2.17~2.60	2.48~2.97	2.867~3.43	3.027~3.62

以上,则其每天对幼蟹的资源平均损害量为 $(3.77 \sim 4.52) \times 10^6$ ind。不难看出,目前使用的蟹笼对幼蟹的损害是比较严重的,这与其它有关研究结果相符^[7,29-30]。另外,调查船的统货海上交易价只有 3 元/500 g 左右,幼蟹的经济价值很低。但如以 32 mm 释放口对各甲高组的平均选择率 19.85% 计算,则 100 艘船每天可释放幼蟹 $(3.027 \sim 3.62) \times 10^6$ ind,如能让这些幼蟹长到可捕规格以上,则价格可翻数番,其生态、经济与社会效益十分明显。

参考文献:

- [1] 贺舟挺,刘子藩,周永东. 浙江蟹笼渔业现状的探讨[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版),2007,26(1):54-58.
- [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] Menz A, Bowers A B. Bionomics of *Penaeus vannamei* boone and *Penaeus stylirostris* stimpson in a lagoon on the Mexican Pacific Coast [J]. Estuarine and Coastal Marine Science,1980,10(6):685-697.
- [4] 宋海棠,俞存根,薛利建,等. 东海经济虾蟹类[M]. 北京:海洋出版社,2006.
- [5] 戴爱云,杨思琼,宋玉枝,等. 中国海洋蟹类[M]. 北京:海洋出版社,2006.
- [6] 俞存根,宋海棠,姚光展,等. 东海大陆架海域经济蟹类种类组成和数量分布[J]. 海洋与湖沼,2006,37(1):5-60.
- [7] 郭振民. 制止“竭泽而渔”再现“鱼跃入釜”之繁荣[J]. 海洋渔业,1994,26(5):228-229.
- [8] 吴常文. 一种资源保护型蟹笼的初步试验[J]. 海洋渔业,1996,28(3):114-116.
- [9] Guillory V, Prejean P. Blue crab, *Callinectes sapidus*, trap selectivity studies: mesh size [J]. Marine Fisheries Review,1997,59(1):29-31.
- [10] 杨齐. 美洲蓝蟹笼网目尺寸选择性研究[J]. 水产科技,1999,81(3):41-42.
- [11] Boutson A, Mahasawasde C, Mahasawasde S R, et al. Use of escape vents to improve size and species selectivity of collapsible pot for blue swimming crab *Portunus pelagicus* in Thailand [J]. Fisheries Science,2009,75:25-33.
- [12] Zhou S J, Kruse G H. Capture efficiency and size selectivity of two types of pots for pred king crabs in the Bering Sea [J]. Alaska Fishery Research Bulletin,2000,6(2):94-103.
- [13] Eldridge P J, Burrell V G, Steele G. Development of a self-culling blue crab pot [J]. Marine Fisheries Review,1979,41:21-27.
- [14] Vazquez Archdale M, Kuwahara O. Comparative fishing trials for *Charybdis japonica* using collapsible box-shaped and dome-shaped pots [J]. Fisheries Science,2005,71:1229-1235.
- [15] Guillory V. Blue crab, *Callinectes sapidus*, retention rates in different trap meshes [J]. Marine Fisheries Review,1998,60:35-37.
- [16] Nishiuchi S. Size selectivity of hair crab pots [J]. Reviews in Fisheries Science,2001,9:13-26.
- [17] Vazquez Archdale M, Añasco C P, Hiromori S. Comparative fishing trials for invasive swimming crabs *Charybdis japonica* and *Portunus pelagicus* using collapsible pots [J]. Fisheries Research,2006,82:50-55.
- [18] 黄东万,林东年. 蟹笼捕捞技术[J]. 中国水产,2004,(1):79-80.
- [19] 黄洪亮,王明彦,徐宝生,等. 东海区拖网网囊网目选择性研究 [J]. 水产学报,2005,29(2):232-237.
- [20] 孙满昌,王玉明. 捕虾拖网网囊网目选择性研究 [J]. 水产学报,1999,23(2):186-191.
- [21] 薛薇. SPSS 统计分析方法及应用[M]. 成都:电子工业出版社,2005:198-199.
- [22] 成庆泰,郑葆珊. 中国鱼类系统检索[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [23] 赵盛龙,张义浩,吴常文,等. 中国海洋鱼类数据库 [EB/OZ]. 2004.
- [24] 程家骅,陈雪忠,黄洪亮,等. 帆式张网网囊网目选择性能研究 [J]. 中国水产科学,2001,7(4):62-68.
- [25] 葛长宇,梁振林,东海正. 日本沿海捕鳗笼的网目选择性[J]. 南方水产,2006,2(1):58-61.
- [26] 海正. MS-Excelのソルバ4による曳網の網目選擇性 Lo-gistic 式バメ4タの最尤推 [J]. 水産海洋研究,1997,61(5):288-298.
- [27] 海正. 底びき網の網目選擇性曲線の定法とその資源管理へのA用 [J]. 日本水産学会誌,1998,64(4):597-601.
- [28] 董正之. 中国动物志-软体动物门-头足纲[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [29] 严实. 蟹笼作业存在的问题[J]. 现代渔业信息,2007,22(7):31-31.
- [30] 陈卫忠. 东海区主要经济鱼类资源近况 [J]. 海洋渔业,1994,26(4):163-167.

Selectivity of crab pot for *Portunus trituberculatu* in the East China Sea region

ZHANG Hong-liang¹, XU Han-xiang¹, HUANG Hong-liang², ZHOU Yong-dong^{1*}

(1. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan 316100, China;

2. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: Because the current common use crab pots (pot diameter 60 cm, height 25 cm, mesh size of clothing net $2a = 32$ mm) are causing the serious damages on the juvenile crab resources of *Portunus trituberculatu* in the East China Sea, a selective crab pot with escape gap opened on the framework for juvenile crab was designed. The productive tests in $32^{\circ}30' - 33^{\circ}00'$ N, $124^{\circ}00' - 124^{\circ}30'$ E were carried out during Nov. 2009. The results showed that the proper height of the escape gap is almost the same as the largest shell height of *P. trituberculatu*. If the minimum criterion of catchable body weight was 125 g, the height of selective escape gap was 33 mm which can be estimated from the relationship between shell height and body weight; The selection curve of the escape gap can be described by piecewise function without 50% selective shell height, which is different from "Logistic selection curve" that is usually used to describe the mesh selection curve of trawls, shrimp trawl, stow net and eel pot with 50% selective length. The selective rate in number can be denoted by the average selection rate of shell height groups, by Chi-Square (χ^2) test, while its values of productive tests were smaller than 20%, it presents higher release rate; however, it shows almost no effects caused by the size of gap for escaping, on the survival of juvenile crab were observed. At the same time, we suggest the minimum size of catchable criterion could be referenced for the formulation of the fishery regulation.

Key words: *Portunus trituberculatus*; pot; selectivity; shell height; escape gap; selection curve; the East China Sea

Corresponding author: ZHOU Yong-dong. E-mail: zyd511@sina.com