

浙江嵊泗枸杞岛岩礁生境两种刺网采样网具的比较

赵 静, 章守宇*, 周曦杰, 陈清满

(上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306)

摘要: 为寻求适宜于岩礁生境的采样网具和采样方式, 于 2011 年 7、8 月份进行欧洲引进的定置单片刺网和国内常用定置三重刺网的对比实验, 对两种不同采样网具的渔获物组成和差异进行了分析, 结果显示: (1) 定置单片刺网的渔获量和种类数显著低于定置三重刺网, 定置单片刺网捕获鱼类 20 种, 渔获物 8 572.6 g, 定置三重刺网捕获鱼类 29 种, 渔获总重为 20 793 g; (2) 定置单片刺网的主要优势种类为褐菖鲉、斑头鱼、棘头梅童鱼, 定置三重刺网的主要优势种类为褐菖鲉、鲈、棘头梅童鱼、斑头鱼, 欧洲定置单片刺网对鱼类种类的选择稍强于定置三重刺网; (3) 两种网具获得的岩礁生境多样性指数无显著性差异, 但两种网具的渔获物相似度并不高, 仅为 0.41; (4) 两种网具对渔获大小的选择性不同, 定置单片刺网渔获的平均体长为 106.1 mm, 定置三重刺网为 119.1 mm; (5) 不同网目下鱼类分布具有一定的选择性, 优势种类褐菖鲉、斑头鱼、棘头梅童鱼等集中分布在几个网目尺寸。通过对比实验发现, 定置三重刺网的渔获率高于定置单片刺网, 渔获体长分布较广, 反映的多样性指数并无差异, 两者均通过多网目组合来消除选择性强的特点, 但欧洲定置单片刺网的设计构造强度较低, 渔获效率较低, 相比之下, 定置三重刺网较为适宜岩礁生境的调查。

关键词: 岩礁生境; 刺网; 渔获物组成; 采样比较

中图分类号: S 917

文献标志码: A

岩礁生境是沿岸海域以岩相沉积物为主要地质的生境类型^[1-3], 其内众多礁石及其支撑的大型底栖海藻等植物, 为底栖生物和游泳生物提供良好的索饵场、产卵场及避难所, 对生物资源的养护起到极为重要的作用^[4-8]。由于岩礁生境水深较浅、底形复杂, 一些常用调查网具如拖网等无法进行采样, 而不同网具或采样方式的渔获种类组成、效率也不尽相同, 影响对资源认识的精确度, 因此选择适合的采样工具是准确评估岩礁生境内资源群落的关键。目前, 刺网由于其操作灵活、与海底接触面积小, 不易损坏且捕获效率高而成为岩礁生境常用调查网具^[1-2,9]。本实验选用两种不同形式的刺网网具, 比较两种网具的采样效率、渔获组成及分布差异, 探讨两种刺网对岩礁生境资源调查的适用性, 为今后岩礁生境资源调查及

养护提供基础数据和参考依据。

关于不同网具对渔业资源调查或评估的影响, 国外相关研究较多, 如不同网具的渔获物组成、网具选择性等, 目前研究方向逐渐转向对采样方式、采样面积、采样速度对资源评估的影响^[10-14]。国内研究大部分从网具的设计出发, 就网具的选择性进行分析比较, 或者针对某些经济性鱼类的捕捞对刺网进行改进, 很少从鱼类群落结构角度分析网具带来的差异性^[15-19], 仅有徐宾铎等^[20]、张旭等^[21]对两种拖网渔获组成进行了相关研究, 而对刺网网具对鱼类群落结构反映的适应性却鲜有报道。本文选用为欧洲普遍使用的标准刺网和目前国内在岩礁生境使用较多的定置三重刺网, 通过比较两组网具在调查中的差异, 分析国内外资源调查的不同及验证国外标准网具是否适用于国内海域, 以期为

收稿日期: 2012-03-29 修回日期: 2012-09-29

资助项目: 国家“九七三”前期课题(2011CB111608); 国家自然科学基金项目(41176110); 国家海洋公益性项目(201005013); 上海市重点学科建设项目(J50702)

通信作者: 章守宇, E-mail: syzhang@shou.edu.cn

今后更好地展开生态调查或资源评估提供最优采样网具。

1 材料与方法

1.1 材料来源

实验数据来源于 2011 年 7 月 9—12 日,8 月 17—20 日在浙江嵊泗枸杞岛附近海域的调查。采样网具为欧洲引进定置单层刺网和定置三重刺网,其中欧洲引进单层刺网为 2011 年上半年自欧洲购买的当地标准渔业调查刺网,网具为单层底层放置刺网,由 8 张网片 8 个网目组成(表 1),每片网片缩结后长度为 30 m,缩结后网高为 1.8 m。定置三重刺网为目前岩礁海域常用调查刺网^[1-3],同样由 8 张网片组成,8 片网片的内网目分别为:22、34、43、50、60 和 80 mm,长度和高度

如表 1 所示。由于定置三重刺网网目数目跟欧洲网有不一致之处,为保持网具数量相同,增加网目分别为 34 和 60 mm 的两片网,除 25 mm 规格的网片外网衣目大为 210 mm,其余网片外网目均为 270 mm。为了更好的比较两种网具在岩礁生境的适用性,并根据以往调查的结果,选择鱼类资源较为丰富的枸杞岛后头湾岩礁生境作为测试海域,实验进行两次,每次随机组合各网目刺网网片,在测试海域内平行于岸边放置,为消除昼夜差异,每次放网时间为 24 h,上午 8 时放置至次日上午 8 时,持续放网 3 d 即 3 次起放网。所有渔获物分不同网具、不同网目进行分类,上岸立即进行生物学测量和实验,包括种类鉴定,体长和体质量测量及性别鉴定,实验操作严格按照《海洋生物生态调查技术规程》进行。

表 1 两种网具的参数
Tab.1 The parameters of two gillnets

参数 parameter	欧洲定置单片刺网网目/mm European gillnets mesh								定置三重刺网网目/mm multi-mesh trammelnet mesh							
	17	25	30	33	38	50	66	76	22	34	34	43	50	60	60	80
缩结后高度/m height	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
缩结后长度/m length	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

1.2 数据处理和分析方法

采用 Margalef 种类丰富度指数 (R)^[22], Shannon-Wiener 多样性指数 (H'')^[23] 和 Pielou^[24] 均匀度指数 (J') 来分析刺网所反映的岩礁生境中鱼类多样性和均匀度变化情况。优势度采用相对重要性指数 (IRI)^[25] 进行分析。

Margalef 的种类丰富度指数:

$$R = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (1)$$

Shannon-Wiener 多样性指数:

$$H'' = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{w_i}{W} \right) \ln \left(\frac{w_i}{W} \right) \quad (2)$$

Pielou 均匀度指数:

$$J' = \frac{H''}{H''_{\max}} = \frac{H''}{\ln S} \quad (3)$$

相对重要性指数:

$$IRI = 100 \times \frac{f_i}{F} \times \left(\frac{n_i}{N} + \frac{w_i}{W} \right) \quad (4)$$

式中, S 为种类数, N 为总渔获数量, W 为某站点鱼类总重, n_i 为样本中第 i 个种类的个体数, w_i 为样本中第 i 个种类的重量。 f_i 为第 i 种鱼类在所有站点中的出现次数, F 为总站点数。 $IRI \geq 5$ 的

鱼类定为优势种,出现次数大于 3 的为主要优势种。

两种网具渔获种类的相似性分析采用 Sorensen 相似性系数^[20]:

$$S_s = \frac{2a}{2a + b + c} \quad (5)$$

式中, a 为 2 个网具渔获物中共有种类数, b 为 1 个网具的渔获物种数, c 为另一个网具渔获物种数。

通过 Excel 进行相关数据和图表分析,差异检验用单因素方差分析,显著性水平为 0.05。

2 结果

2.1 渔获数量和种类组成

两次对比实验共采集鱼类 32 种,总个体数为 1 214 尾,渔获总重为 29 365.7 g(图 1 和表 2)。其中,定置单片刺网共捕获鱼类 20 种,鱼类尾数 351 尾,渔获量 8 572.6 g;定置三重刺网捕获鱼类种类数为 29 种,鱼类尾数 863 尾,渔获量 20 793 g,显著高于定置单片刺网捕获鱼类($P < 0.05$)。

采样的 32 种鱼类中,中上层鱼类为 8 种,占 25%,底层和近底层鱼类为 24 种(表 2)。定置单

片刺网所捕获中上层鱼类为 5 种,占总种类数的 25%,定置三重刺网捕获中上层鱼类占总种类数的 24%,由于欧洲定置单片刺网高于定置三重刺网 30 cm,从所采集的中上层鱼类比例来看,其高度对渔获种类的影响基本可以忽略。

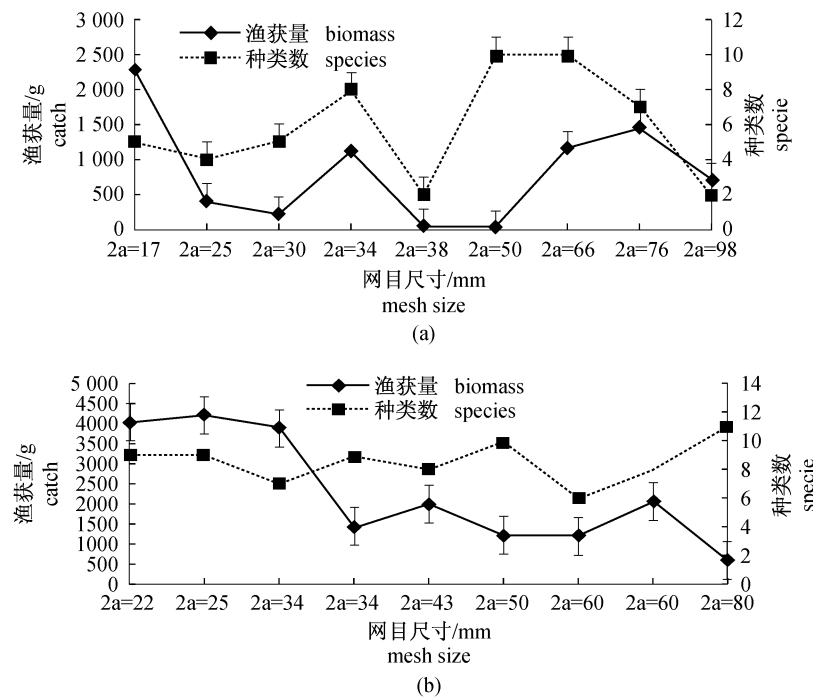


图 1 定置单片刺网 (a) 和定置三重刺网 (b) 各网目渔获量和种类数
Fig.1 The biomass and species composition of the catches with European gillnet(a) and multi-mesh trammelnet(b)

表 2 两种网具的渔获种类
Tab.2 The species composition of the catches with two sampling gillnets

种类 specie	拉丁名 Latin name	网具 fishing gear		栖息水层 inhabiting water layer	
		欧洲定置单片刺网 European gillnet	定置三重刺网 multi-mesh trammelnet	中上层 pelagic	近底层 near-grand
真燕鲷	<i>Prognichthys agoo</i>	+	+	+	
六带鲹	<i>Caranx sexfasciatus</i>		+		+
大泷六线鱼	<i>Hexagrammos otakii</i>	+	+		+
褐菖鲉	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	+	+		+
鲈	<i>Scomber japonicus</i>	+	+	+	
鳀	<i>Engraulis japonicus</i>		+	+	
真鲷	<i>Pagrus major</i>	+	+		+
斑头鱼	<i>Hexagrammos agrammus</i>	+	+		+
花尾鹰鲷	<i>Goniistius zonatus</i>	+	+		+
褐蓝子鱼	<i>Siganus fuscescens</i>	+	+		+
花鳍海猪鱼	<i>Halichoeres poecilopectus</i>	+			+
花鳍副海猪鱼	<i>Parajulis poecilepterus</i>		+		+
褐牙鲷	<i>Paralichthys olivaceus</i>	+	+		+
赤鼻棱鳀	<i>Thrissa kammalensis</i>	+		+	
中颌棱鳀	<i>T. mystax</i>		+	+	
许氏平鲉	<i>Sebastods schlegeli</i>		+		+

续表 2					
种类 specie	拉丁名 Latin name	网具 fishing gear		栖息水层 inhabiting water layer	
		欧洲定置单片刺网	定置三重刺网	中上层	近底层
		European gillnet	multi-mesh trammelnet	pelagic	near-grand
中国花鲈	<i>Lateolabrax maculates</i>		+		+
小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>	+	+		+
黄姑鱼	<i>Nibea albiflora</i>	+	+		+
鲷	<i>Platycephalus indicus</i>		+		+
棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>	+	+		+
鲈	<i>Miichthys miiuy</i>	+	+		+
康氏小公鱼	<i>Stolephorus commersoni</i>	+	+	+	
素尾鹰鲷	<i>Goniistius quadricornis</i>	+			+
斑鲷	<i>Clupanodon punctatus</i>	+	+	+	
半滑舌鲷	<i>Cynoglossus semilaevis</i>		+		+
海鳗	<i>Muraenesox cinereus</i>		+		+
皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belengeri</i>		+		+
日本鲷	<i>Sphyraena japonica</i>		+	+	
大黄鱼	<i>Larimichthys croaus</i>	+	+		+
条鲷	<i>Zebrias zebra</i>	+	+		+
细刺鱼	<i>Microcanthus strigatus</i>		+		+

2.2 两种网具的优势种组成

欧洲定置单片刺网的主要优势种类为褐菖鲈 (193.6)、鲈(24.2)、棘头梅童鱼(63.1)、斑头鱼(259.9)、斑头鱼(125.9)、棘头梅童鱼(246.7), 定置三重刺网的主要优势种类为褐菖鲈 (110.2), 优势度结果如表 3 所示。

表 3 两种网具不同网目尺寸优势种

Tab.3 The dominant fishes in different mesh of two sampling gillnets

欧洲定置单片刺网 European gillnet		定置三重刺网 multi-mesh trammelnet	
网目/mm mesh	优势种和相对重要性指数 dominant species and index of relative importance	网目/mm mesh	优势种和相对重要性指数 dominant species and index of relative importance
17	褐菖鲈(82.5);斑头鱼(101.74)	22	大泷六线鱼(7.9);斑头鱼(81.4);褐菖鲈(69.9);鲈(8.7)
25	褐菖鲈(51.6);真燕鲷(11.3);斑头鱼(9.7);鲈(15.9)	25	棘头梅童鱼(76.1);赤鼻棱鲷(10.3);褐菖鲈(47.6)
30	斑头鱼(71.4);褐菖鲈(63.7);褐篮子鱼(14.1)	34	斑头鱼(99.6);褐菖鲈(33.8);鲈(58.1)
33	褐菖鲈(62.8);棘头梅童鱼(65.7);斑鲷(6.4);斑头鱼(11.0)	34	海鳗(16.8);黄姑鱼(29.8);褐菖鲈(31.9);棘头梅童鱼(58.7);皮氏叫姑鱼(29.5)
38	斑头鱼(32.8);鲈(33.9)	43	真燕鲷(13.1);褐篮子鱼(5.6);许氏平鲈(16.0);斑头鱼(51.8);大泷六线鱼(6.4);鲈(10.3);褐菖鲈(11.3)
50	康氏小公鱼(9.8);褐菖鲈(9.9);棘头梅童鱼(117.9);斑鲷(6.5)	50	真鲷(22.4);康氏小公鱼(8.2);斑头鱼(15.1);细刺鱼(9.5)
66	棘头梅童鱼(38.0);褐菖鲈(55.9);小黄鱼(17.9)	60	褐菖鲈(48.5);六带鲈(9.2);褐篮子鱼(37.2);鲈(5.7)
76	棘头梅童鱼(50.8);黄姑鱼(10.2);真鲷(6.8);小黄鱼(8.7);褐菖鲈(7.8)	60	斑鲷(9.4);褐牙鲷(85.1);棘头梅童鱼(54.5)
98	棘头梅童鱼(171.7);褐牙鲷(9.4)	80	海鳗(9.5);鲷(12.5);黄姑鱼(7.5);皮氏叫姑鱼(62.4);真鲷(33.4);褐菖鲈(5.9)

定置单片刺网不同网目渔获物中优势种 12 种,而定置三重刺网的渔获组成中优势种有 17 种,说明欧洲定置单片刺网对鱼类种类的选择稍强于定置三重刺网。从两种网具的优势种来看,欧洲单层网的渔获优势种除小黄鱼外均为共同优势种,即这些种类同时也是三层刺网的优势种。同时,不同网目的优势种有很大不同,说明不同网目间的组合是很有必要的。

定置三重刺网中的特有优势种赤鼻棱鲷、大泷六线鱼、皮氏叫姑鱼等的渔获量要高于定置单片刺网,如赤鼻棱鲷的总渔获量为 130.8 g,高于定置单片刺网的 77.9 g,大泷六线鱼总渔获量为

579.9 g,高于定置单片刺网的 103.3 g。

2.3 不同网具的渔获种类多样性和相似性比较

欧洲定置单片刺网渔获种类的丰富度指数(3.23)和多样性指数(3.32)均小于定置三重刺网(分别为 4.14 和 3.70),均匀度指数差异不明显,结果如图 2 所示,两种网具所获得的群落多样性指数差异并不显著($P>0.05$)。

从渔获种类组成上讲,欧洲定置单片刺网与定置三重刺网的渔获组成相似性(S_s)为 0.41,两者相似度不高,不足 50%,单片刺网与三重刺网之间的差异比较明显。

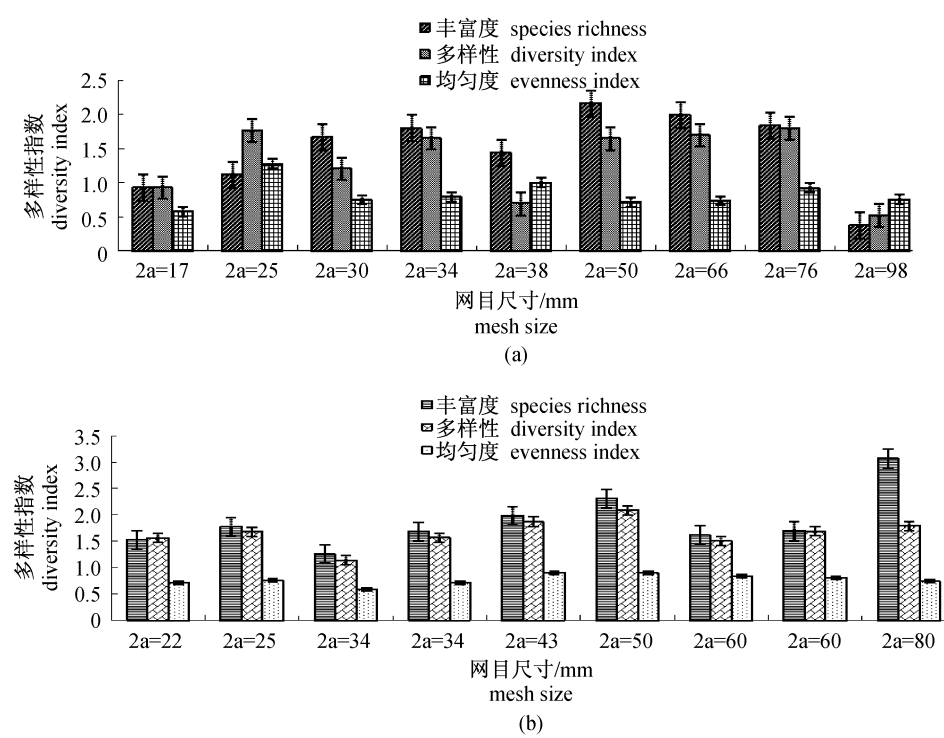


图 2 定置单片刺网 (a) 和定置三重刺网 (b) 不同网目下的渔获多样性

Fig.2 The diversity index in different mesh of European gillnet(a) and multi-mesh trammelnet(b)

2.4 两种网具渔获体长分布

比较两种网具渔获物的平均体长、体长范围及体长组的分布比例可以看出,两种网具对渔获大小的选择性不同(表 4、图 3),尤其是定置三重刺网随着网目增大,平均体长也逐渐变大,欧洲定置单片刺网的平均体长为(106.1±25.2)mm,定置三重刺网的平均体长为(119.1±50.3)mm。但总体网具的主要体长范围都集中在 60~150 mm,两者均以 91~120 mm 体长组为主,其次为 61~90 mm 体长组。

从 4 种优势种的体长分布上来看,两种网具

对这 4 种鱼类具有明显的体长选择性,两种网具的优势种体长组分布趋势基本一致。从图 4 可以看出,两种网具的褐菖鲉的体长分布集中在 70~80 mm,以小个体居多。两种网具所获得的棘头梅童鱼的体长分布均呈现先增加后减少的趋势,集中分布在 90~99 mm 体长组。鲈集中分布在 131~140 mm 体长组。而斑头鱼的体长组分布有所差异,定置单片刺网捕获的斑头鱼主要分布在 111~120 mm 体长组,而定置三重刺网中则集中在三个体长组,91~100 mm,101~110 mm 和 111~120 mm。

表 4 不同网具和网目尺寸捕获渔获物的体长分布
Tab.4 The characteristics of length distribution of different gillnets and meshes

	定置单片刺网网目/mm European gillnet mesh								
	17	25	30	33	38	50	66	76	98
平均体长/cm average length	118.3 ± 24.3	107.4 ± 41.7	112.8 ± 60.9	100.6 ± 19.8	118 ± 27.6	93.4 ± 99.3	98.5 ± 16.1	100.4 ± 30	105.4 ± 19.1
体长范围/cm length scope	74 ~ 166	66 ~ 186	15 ~ 191	65 ~ 180	96 ~ 140	63 ~ 220	60 ~ 143	73 ~ 210	82 ~ 163
样本量 sample number	59	13	9	48	2	65	87	26	15

	定置三重刺网网目/mm multi-mesh trammelnet mesh								
	22	25	34	34	43	50	60	60	80
平均体长/cm average length	102.3 ± 32.7	89.4 ± 31.8	124.7 ± 33.9	128.8 ± 78.4	134.7 ± 44.7	100.7 ± 10	124.8 ± 52.6	111.8 ± 38.8	154.3 ± 97.9
体长范围/cm length scope	59 ~ 180	60 ~ 163	68 ~ 205	59 ~ 681	55 ~ 235	63 ~ 185	65 ~ 221	63 ~ 228	93 ~ 565
样本量 sample number	128	90	100	112	29	27	13	62	25

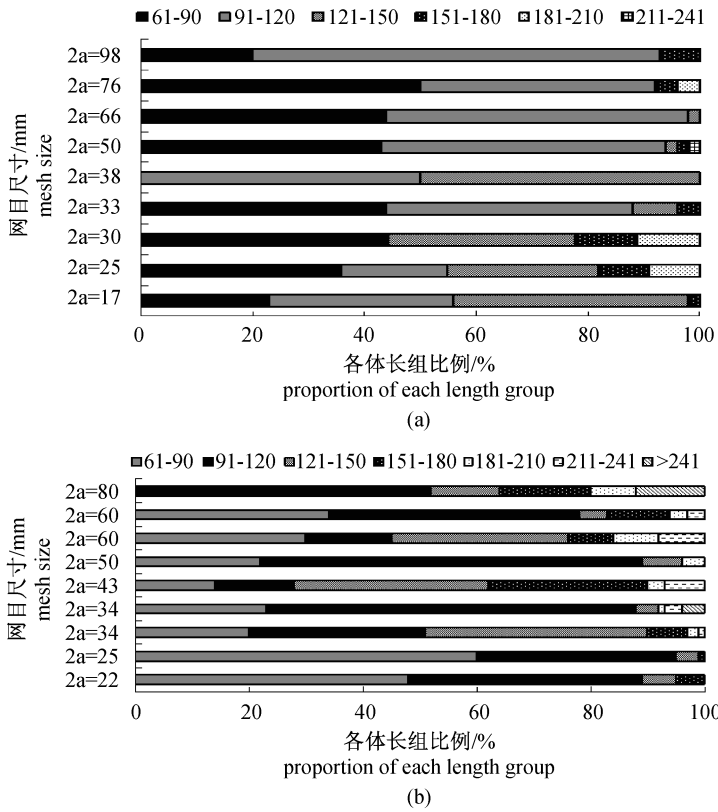


图 3 定置单片刺网 (a) 和定置三重刺网 (b) 不同网目下渔获的体长组分布
Fig.3 The length distribution of catches of European gillnet (a) and multi-mesh trammelnet (b)

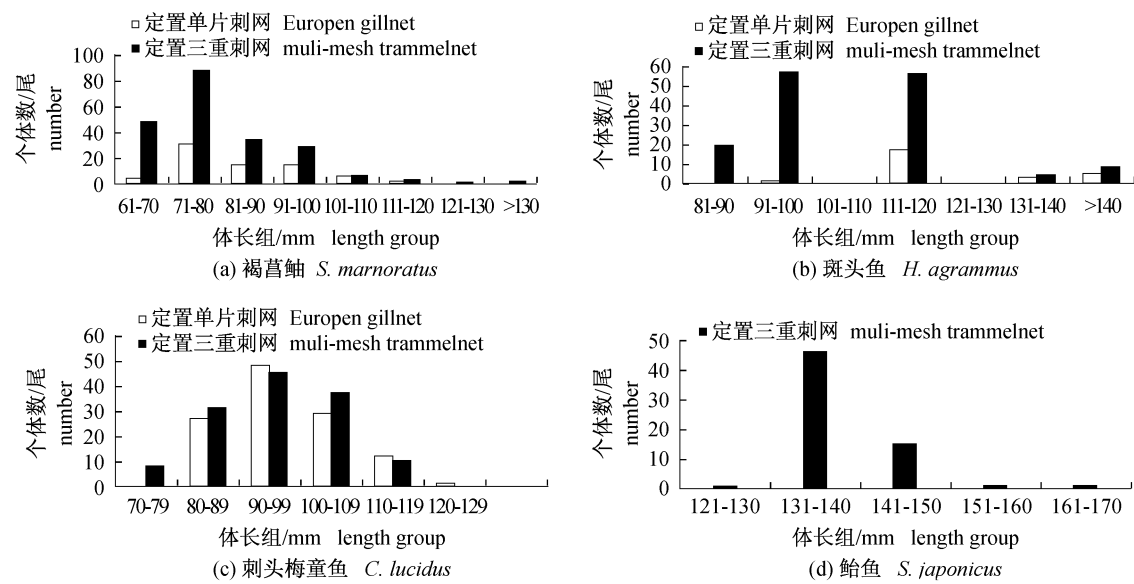


图 4 4 种优势种的体长分布
Fig. 4 The length distribution of four dominant fishes

3 讨论

3.1 两种网具渔获种类和数量的差异

本研究表明,在岩礁生境中,定置三重刺网的捕捞效率明显高于欧洲定置单片刺网。从总捕捞种类数和生物量来看,定置三重刺网捕获种类为 29 种,渔获量达 20 793 g,分别为定置单片刺网的 1.5 倍和 2.4 倍,差异显著。结果表明,三重刺网由于内网目小,外网目大,两者结合,捕捞对象的范围大于单层刺网,且渔获量相对较高。对优势种的捕获生物量来看,定置单片刺网的优势种渔获量为 5 487.8 g,定置三重刺网的优势种渔获量为 9 976.3 g,定置三重刺网的优势种渔获量高于定置单片刺网。

单层刺网与三重刺网的网具的作业方式和原理的不同影响到所捕渔获的种类和数量。据有关研究表明,由于三重刺网除刺挂外,还可以通过缠、兜等性能来捕获鱼类,还可以捕获单层刺网无法捕获的海鳗等鱼类^[26],定置单片刺网主要通过刺挂来捕获鱼类,其网目大小的选择与鱼类的种类、长度和重量均有一定的关系,也受鱼类体型的影响,从本实验的渔获上来看,对于欧洲定置单片刺网来讲,一些体型较为光滑的鱼类较难捕到,如海鳗、鲢、日本鲷等。

3.2 基于两种网具的多样性差异

基于定置单片刺网和定置三重刺网的丰富度、多样性、均匀度指数并无显著差异(P 值分别

为 0.1,0.06 和 0.39)。虽然定置三重刺网的总种类数和渔获量均高于定置单片刺网,但在基于两种网具计算的群落多样性上两者并无显著差异。定置三重刺网的多样性和丰富度稍高于定置单片刺网,但定置单片刺网的均匀度稍高于定置三重刺网。可见,虽然定置单片刺网的产量较低,但由于其网目组合较多,通过不同网目结合的方式消除单层刺网选择性强的缺陷,达到增加多样性的目的,避免对资源造成过度伤害。

3.3 两种网具渔获规格分析

不同网目的刺网具有不同的渔获率和选择性。为了方便比较,我们将刺网网目分为大(17~30 mm)、中(34~50 mm)、小(60~98 mm)3 个规格,为了保持网片数量一致,将定置三重刺网 34 mm 网目中的一片归到小网目。从种类数上来讲,大网目刺网总种类为 27 种,中网目为 22 种,小网目 20 种。总渔获量小网目渔获最高,为 15 103.5 g,为大、中网目的两倍,其个体数也是最高的,显示出极高的捕获效率。

当网目尺寸一定的情况下,其有效捕捞鱼体长度范围也就基本确定下来了。对比不同网目的优势体长组可以看出,小网目刺网平均体长为 109.2 mm,大网目平均体长为 115.9 mm,小网目中,体长未有大于 241 mm,而大网目中捕获体长大于 241 mm 的比例为 2%,说明不同网目的刺网具有明显体长选择范围。据以往研究,网目大小对鱼体长大小具有明显的选择范围^[10,27],杨齐^[28]

发现,捕获牙鲆的大小主要受内网的网目尺寸影响,网目尺寸增大,捕获的牙鲆个体也增大,张鹏等^[29]对金线鱼的刺网网目尺寸的选择性做了研究,发现不同网目具有相应的最大渔获的叉长,如 50 和 55 mm 刺网的最大渔获对应的叉长分别为 150.5 和 164.5 mm。

通过单种鱼在不同网目的对比发现,不同网目鱼类分布具有一定的选择性。如 4 种优势种,褐菖鲉主要在定置单片刺网 2a = 17 mm, 2a = 66 mm,三重刺网 2a = 22 mm, 2a = 25 mm, 2a = 34 mm 捕获居多,占到总个体比例的 82%。棘头梅童鱼相对平均的分布在定置单片刺网的 34, 50, 66 和 76 mm 4 个网目中,三重刺网主要分布在 25, 30, 38 和 66 mm 四个网目上,其余网目未出现。鲈集中于三重刺网的 22 和 34 mm 网目。斑头鱼集中分布在定置单片刺网的 17 mm (68%) 和三重刺网的 22 mm (70%), 34 mm (15%)。而李灵智等^[17]对银鲳流刺网网目尺寸选择性做了研究,发现 100 mm 网目流刺网渔获量最大,同样说明不同网目的主要体长分布是不同的。

3.4 两种网具对资源的影响

通过本文对比实验数据分析,定置单片刺网的选择性强,对资源保护情况较好,但渔获量较少,定置三重刺网选择性较小,种类数、生物量都较高,大体长鱼类也可捕获,对于科学调查来说,比较适合了解整个群落结构的情况,但同样反映出其对资源的破坏力较大,不利于资源保护,在当地海域,渔民一般采用大网目的定置三重刺网进行作业,对资源的破坏也是相当大的,应适度控制,以保护当地资源。同时对比了定置单片刺网和定置三重刺网的副渔获组成,以比较两者对资源的破坏力,将除鱼类外的种类定为兼捕种类,包括虾、蟹和部分螺类,定置单片刺网的总兼捕种类为 15 种,包括锐齿蛄、日本蛄、骨螺等,总量达 4 135.6 g,三重刺网的总兼捕种类为 14 种,总量为 5 482.3 g,从渔获的兼捕效果来看,两个网具并无太大差别。

由于定置三重刺网网目较定置单片刺网少,不能与定置单片刺网网目一一对应,为保证网片数目相同,增加了网目大小为 34 和 60 mm 的两片网,这可能会造成一定的差异。此外,由于定置单片刺网底纲是用聚乙烯管作为沉子,与海底岩礁接触面积大,在调查时极易损坏,所以实验次数

上受到限制,因此,可能会由于小样本取样造成一定误差。通过对比分析,组合三重刺网的渔获效率要高于定置单片刺网,降低了网具选择性,且具为多网目组合,对大个体的鱼捕获效果也较好,较为适宜岩礁生境的调查。

本文研究为岩礁生境底层鱼类调查方式提供了一定参考,针对岩礁生境的生态调查,还需结合其他调查方式,如蟹笼等,更需结合调查方案的优化设计,以期能完整、准确的反映该生境群落结构特征,努力探求并建立一套适合岩礁海域渔业资源调查、群落结构分析、资源评估与管理的完整、有效模式。

现场调查得到了上海海洋大学毕远新、吴祖立等的大力帮助,在此表示感谢。论文得到了朱国平副教授、田思泉副教授的宝贵指导,一并致谢!

参考文献:

- [1] 汪振华,章守宇,陈清满,等. 马鞍列岛岩礁生境鱼类群落生态学. I. 种类组成和多样性[J]. 生物多样性, 2012, 20(1): 41 - 50.
- [2] 王凯,章守宇,汪振华,等. 枸杞岛岩礁生境主要鱼类的食物组成及食物竞争[J]. 应用生态学报, 2012, 23(2): 536 - 544.
- [3] 章守宇,王蕾,汪振华,等. 枸杞岛海藻场优势种鱼类群体特征及其在不同生境中的差异[J]. 水产学报, 2011, 35(9): 1399 - 1409.
- [4] Barros F, Underwood A J, Lindegarth M. The influence of rocky reefs on structure of benthic macrofauna in nearby soft-sediments[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2001, 52(2): 191 - 199.
- [5] Guidetti P, Boero F. Desertification of Mediterranean rocky reefs caused by date-mussel, *Lithophaga* (mollusca: bivalvia), fishery: effects on adult and juvenile abundance of a temperate fish[J]. Marine Pollution Bulletin, 2004, 48(9 - 10): 978 - 982.
- [6] Barros F. Evaluating the importance of predation on subtidal benthic assemblages in sandy habitats around rocky reefs[J]. Acta Oecologica, 2005, 27(3): 211 - 223.
- [7] Kostylev V E, Erlandsson J, Ming M Y, et al. The relative importance of habitat complexity and surface area in assessing biodiversity: Fractal application on rocky shores[J]. Ecological Complexity, 2005, 2(3): 272 - 286.

- [8] Raedemaeker F D, Miliou A, Perkins R. Fish community structure on littoral rocky shores in the Eastern Aegean Sea: Effects of exposure and substratum [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2010, 90 (1) : 35 - 44.
- [9] 王蕾,章守宇,汪振华,等. 枸杞岛近岸 3 种生境鱼类群落组成及岩礁区底栖海藻对鱼类群落结构的影响 [J]. *水产学报*, 2011, 35 (7) : 1037 - 1049.
- [10] Regier H A, Robson D. S. Selectivity of gill nets, especially to Lake Whitefish [J]. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 1966, 23 (3) : 423 - 454.
- [11] Pooler P S, Smith D R. Optimal sampling design for estimating spatial distribution and abundance of a freshwater mussel population [J]. *Journal of the North American Benthological Society*, 2005, 24 (3) : 525 - 537.
- [12] Helle K, Pennington M. Survey design considerations for estimating the length composition of the commercial catch of some deep-water species in the northeast Atlantic [J]. *Fisheries Research*, 2004, 70 (1) : 55 - 60.
- [13] Parravicini V, Morri C, Ciribilli G, *et al.* Size matters more than method: Visual quadrats vs photography in measuring human impact on Mediterranean rocky reef communities [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2009, 81 (3) : 359 - 367.
- [14] Chih C P. The design effects of cluster sampling on the estimation of mean lengths and total mortality of reef fish [J]. *Fisheries Research*, 2011, 109 (2 - 3) : 295 - 302.
- [15] 梁振林, 闫伟, 孙鹏, 等. 刺网选择性对鱼类表型性状的选择作用研究 [J]. *海洋与湖沼*, 2012, 43 (2) : 329 - 334.
- [16] 潘国良, 张洪亮, 贺舟挺, 等. 浙江近海流刺网渔业现状的分析 [J]. *浙江海洋学院学报: 自然科学版*, 2007, 26 (3) : 324 - 334.
- [17] 李灵智, 黄洪亮, 王磊. 东黄海区银鲳流刺网网目尺寸选择性研究 [J]. *海洋渔业*, 2010, 32 (1) : 89 - 94.
- [18] 张健, 孙满昌. 刺网渔具选择性研究进展 [J]. *中国水产科学*, 2006, 13 (6) : 1040 - 1048.
- [19] 陈敦隆. 关于刺网相对渔获率曲线的研究 [J]. *山东海洋学院学报*, 1978, 2 : 24 - 37.
- [20] 徐宾铎, 金显仕, 梁振林. 黄海夏季不同取样网具渔获物组成比较分析 [J]. *青岛海洋大学学报*, 2002, 32 (2) : 224 - 230.
- [21] 张旭, 张秀梅, 高天翔. 春季黄河口海域 2 种网具渔获物组成的比较分析 [J]. *南方水产*, 2010, 6 (1) : 59 - 67.
- [22] 李涛, 张秀梅, 张沛东, 等. 山东半岛南部近岸海域渔业资源群落结构的季节变化 [J]. *中国海洋大学学报: 自然科学版*, 2011, 41 (1/2) : 41 - 50.
- [23] 任一平, 徐宾铎, 叶振江, 等. 青岛近海春、秋季渔业资源群落结构特征的初步研究 [J]. *中国海洋大学学报: 自然科学版*, 2005, 35 (5) : 792 - 798.
- [24] Pielou E C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession [J]. *Journal of Theoretical Biology*, 1966, 10 (2) : 370 - 383.
- [25] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters [J]. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*, 1971, 152 : 1 - 105.
- [26] 耿红卫, 庄兴福. 对鳀鱼流刺网网目尺寸与鱼体相关系数的研讨 [J]. *水产科学*, 1997, 16 (4) : 23 - 25.
- [27] 张春桂. 刺网网目尺寸及其有效捕捞鱼体长范围的确定 [J]. *海洋渔业*, 1984, 6 : 262 - 263.
- [28] 杨吝. 牙鲆三重刺网的网目选择性曲线 [J]. *水产科技*, 1997 (3) : 42 - 44.
- [29] 张鹏, 杨吝, 张旭丰, 等. 刺网网目尺寸对南海区金线鱼选择性研究 [J]. *南方水产*, 2005, 1 (2) : 61 - 66.

Comparative analysis of two sampling gillnets of rocky reef area in Gouqi Islands, Shengsi, Zhejiang

ZHAO Jing, ZHANG Shouyu*, ZHOU Xijie, CHEN Qingman
(College of Marine Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: The survey experiment of two different type of gillnets was carried out at rocky reef area to find the suitable survey nets for rocky habitat during July and August in 2009. Indices such as Sorensen similarity, Margalef's species richness index, Shannon-Wiener diversity, Peilou's species evenness index were calculated, and the constitution and difference of catch were analyzed. Results showed that (1) Catch and species of European gillnet were lower than multi-mesh trammelnet. 20 species was caught by European monolayer gillnet, and total weight was 8 572. 6 g while 29 species and 20 793 g catch by multi-mesh trammelnet. (2) Dominant species of European gillnets were: *Sebastes marmoratus*, *Hexagrammos agrammus*, *Collichthys lucidus* and multi-mesh trammelnets' dominant species were: *Sebastes marmoratus*, *Hexagrammos agrammus*, *Collichthys lucidus*, *Scomber japonicus*. The selectivity of European gillnets was much higher than multi-mesh trammelnets. (3) European gillnet and multi-mesh trammelnets had no significant difference in community structure index, but index of Sorensen similarity was only 0.41, which showed that the species of two gillnets is different. (4) It is suggested that the selectivity of two gillnets was different, the average length of catch was 106.1 mm for European gillnet and 119.1 mm for trammelnets. (5) Different species are distributed in different mesh gillnets, the dominant species such as *Sebastes marmoratus*, *Hexagrammos agrammus* distributed mainly in five mesh gillnets. Our research indicates that the indices of fish community have no significant difference, however, multi-mesh trammelnet has a high catch efficiency, and is more durable than European monolayer gillnets for survey in rocky reef area.

Key words: rocky reef area; gillnet; catch composition; survey method comparison

Corresponding author: ZHANG Shouyu. E-mail: syzhang@shou.edu.cn