

文章编号: 1674-5566(2017)04-0580-08

DOI:10.12024/jso.20170301968

## 舟山近岸海域虾类种类组成与数量分布及其变动趋势

张平<sup>1</sup>, 俞存根<sup>1</sup>, 水玉跃<sup>2</sup>, 翁良才<sup>2</sup>, 丁建伟<sup>2</sup>, 邓小艳<sup>1</sup>, 许永久<sup>1</sup>,  
郑基<sup>1</sup>, 谢旭<sup>1</sup>, 苗露<sup>1</sup>

(1. 浙江海洋大学水产学院, 浙江舟山 316022; 2. 舟山市海洋与渔业局, 浙江舟山 316000)

**摘要:** 根据 2015 年 11 月(秋季)、2016 年 5 月(春季)在舟山近岸海域开展的渔业资源调查中所获得的虾类数据,用渔获量作为虾类资源分布的数量指标,对该海域虾类的种类组成、数量时空分布、种群变动趋势以及与环境因子的关系等进行了研究。研究认为:(1)调查海域共鉴定出虾类 21 种,隶属于 8 科 15 属,数量分布春秋季节变化明显,总体而言秋季多于春季,调查海域北部多于南部。(2)不同季节优势种与常见种差异较大。与以往调查相比,小型虾类取代大型虾类成为优势种。(3)底层温度和盐度对舟山近岸海域虾类渔获量分布无明显影响,但按深度分类分析,虾类渔获量随水深变化呈现差异。(4)ABC 曲线显示,渔获量曲线和丰度曲线交错,表明调查海域虾类群落受人类影响强烈,处于严重干扰状态,生态敏感度高。因此,舟山近岸海域虾类生物资源受人类活动影响强烈,群落结构发生明显演替,主要渔获呈现小型化、低产化趋势。

**关键词:** 虾类; 种类组成; 数量分布; 环境因子; ABC 曲线; 舟山近岸海域

中图分类号: S 932.5

文献标志码: A

舟山群岛位于东海北部的长江口和杭州湾河口区,群岛周围近岸海域受长江、钱塘江和甬江等入海河流径流、黄海冷水团以及台湾暖流的交汇影响,生境类型丰富<sup>[1]</sup>,是多种经济渔业生物的产卵场和索饵场<sup>[2]</sup>,20 世纪 80 年代以来,随着人类活动强度的不断增大,舟山近岸海域受人类活动影响越来越大,海域内生物呈现受到人为因素干扰后独有的特点。由于舟山海域传统的主要经济鱼类资源衰退,以虾类为食的鱼类减少,虾类生存空间扩大,加之虾类特殊的生活环境,虾类资源成为舟山近岸海域重要渔获资源。对虾类资源进行有效评估,研究其种类组成和群落结构特征,对于满足人们需求和可持续利用虾类资源具有重要的意义。

东海海区是我国虾类资源产区的重要组成部分,目前对于东海海区虾类资源的调查研究已十分普遍。早在 20 世纪 60 年代,刘瑞玉等<sup>[3-4]</sup>就已对东海虾类的诸多特征进行过研究调查;近十几年来,俞存根等<sup>[5]</sup>、宋海棠<sup>[6]</sup>、卢占晖等<sup>[7]</sup>、陈

小庆等<sup>[8-9]</sup>均对东海虾类的种类组成、生物多样性、优势种、群落结构等进行了较为全面的研究报道。针对舟山渔场特定海域的虾类资源,也有诸多学者<sup>[10-15]</sup>从不同角度进行了研究。但对于舟山近岸海域这一完整特殊水域展开的调查尚未见报道。本研究根据 2015 和 2016 年在舟山近岸海域开展的渔业资源调查中所获得的虾类资源资料为基础,对比以往在该海域局部海域及其附近的调查结果,分析了该海域虾类的种类组成和数量分布特征,优势种的变化趋势等,以期了解该海域虾类资源的现状和分布特点,为该海域虾类资源的可持续利用提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 数据来源

本文所用数据取自 2015 年 11 月(秋季)、2016 年 5 月(春季)对舟山近岸海域实施的渔业资源底拖网调查时所获得的鱼类资源资料,调查范围为 29°20' ~ 31°00'N, 121°40' ~ 123°00'E 海

收稿日期: 2017-03-06

修回日期: 2017-04-07

基金项目: 国家自然科学基金(31270527);舟山市海洋与渔业局委托项目

作者简介: 张平(1992—),男,硕士研究生,研究方向为渔业资源及种群变动。E-mail: zp661641@163.com

通信作者: 俞存根, E-mail: cgyu@zjou.edu.cn

域,在该范围内共设 80 个调查站位(图 1),渔业资源调查方法按照《海洋渔业资源调查规范》(SC/9403—2012)进行。调查船租用浙普渔 32207 号单拖网船,调查船主机功率为 330 kW,网具规格为 800 目×80 mm,船上配有测深仪、导航定位等仪器设备。每个站位拖曳时间约为 1 h,拖速约为 3.5 kn。每站拖网所获的渔获物按调查规范规定,不足 10 kg 全部取样,超过 10 kg 随机取 10 kg 装入样品袋,编号、记录,放入船舱低温冰鲜保存,然后带回实验室分析、鉴定,并对主要渔获种类进行生物学测定,鉴定依据主要参照《浙江动物志》、《东海鱼类志》等。渔获量测定使用电子天平,精确度为 0.1 g。调查海域水深、水温、盐度等测定采用 CTD 仪与拖网调查同步进行。

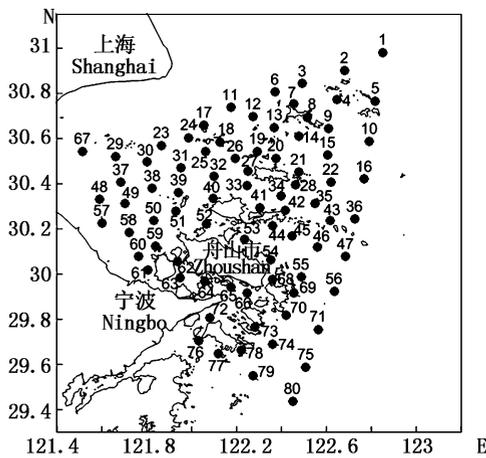


图 1 渔业资源调查站位图

Fig. 1 The survey stations of fishery resources

## 1.2 数据分析方法

### 1.2.1 优势种分析

优势种的计算采用相对重要性指数 IRI<sup>[16]</sup>,计算公式如下:

$$IRI = [(n_i/N + w_i/W) \times f_i/m] \times 10^5 \quad (1)$$

式中: $n_i$ 、 $w_i$  分别为第  $i$  种生物的个体数和渔获量; $N$ 、 $W$  分别为调查所获得总个体数和总渔获量; $f_i$  为第  $i$  种生物在  $m$  次取样中出现的频率; $m$  为取样次数。将相对重要性指数值大于 1 000 者定为优势种,数值在 100 ~ 1000 之间者定为常见种。

### 1.2.2 ABC 曲线分析

ABC 曲线由 WARWICK<sup>[17-18]</sup> 提出,是在同一坐标系中比较渔获量优势度曲线和丰度优势度

曲线的联系<sup>[19]</sup>,通过两条曲线的分布情况分析群落处于不同干扰状况下的特征<sup>[20]</sup>,其统计量用  $W$  表示,计算公式如下:

$$W = \sum_{i=1}^S \frac{B_i - A_i}{150(S-1)} \quad (2)$$

式中: $S$  为出现的物种数, $B_i$ 、 $A_i$  分别为曲线中种类序号对应的渔获量和丰度的累计百分比,当渔获量优势度曲线在丰度优势度曲线之上时, $W$  为正,反之则为负。

调查站位图和虾类的数量分布图采用 Surfer 11 软件绘制,ABC 曲线通过 Primer 5.0 绘制,渔获量与环境因子的相关分析用 SPSS 19.0 完成。本研究虾类的种类名录主要参照《中国海洋生物名录》<sup>[21]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 种类与组成

本次调查共鉴定出虾类 21 种,隶属于 8 科 15 属;其中春季有 13 种,隶属于 7 科 9 属;秋季有 20 种,隶属于 8 科 15 属。本次调查所获的虾类中,群体数量较大、经济价值较高的渔业捕捞对象种类有中国毛虾(*Acetes chinensis*)、葛氏长臂虾(*Palaemon gravieri*)和中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)等。经济价值不高,但群体数量较大的种类有安氏白虾(*Exopalaemon annandalei*)和细螯虾(*Leptochela gracilis*)等(表 1)。

从两个季度的平均每小时虾类渔获量来看,以安氏白虾占绝对优势,占虾类渔获量的 54.03%,其次中国毛虾也有一定比重,占虾类总渔获量的 12.46%。其他种类的渔获量均在虾类总渔获量的 10% 以下(表 1)。

从表 1 中还可以看出,调查海域不同季节的虾类渔获量组成相差较大。春季以安氏白虾、细螯虾和中国毛虾数量居多,分别占虾类渔获量组成的 42.13%、22.45% 和 22.22%。秋季以安氏白虾占绝对优势,占虾类渔获量组成的 58.82%;其次是中华管鞭虾和葛氏长臂虾,分别占虾类渔获量组成的 12.26% 和 11.03%。

### 2.2 数量分布

舟山近岸海域虾类渔获量及单位网次渔获质量季节变化明显,2 个季度的虾类总渔获量为 30 532.7 g,单位网次渔获质量为 190.8 g/h。其中秋季(21 767.7 g、272.1 g/h)大于春季

(8 765.0 g、109.6 g/h)。

由图2可知,春季调查海域的虾类渔获量为8 765.0 g,占周年虾类总渔获量的28.7%,各站位单位网次渔获质量分布范围为0~1 314.7 g/h,平均为109.6 g/h,春季调查海域虾类单位网次渔获质量普遍较低,仅41、42号站位单位网次渔获质量大于500 g/h,仅41号站位单位网次渔获质量大于1 000 g/h,其余站位较少。秋季调查

海域的虾类渔获量为21 767.7 g,占周年虾类总渔获量的71.3%,各站位单位网次渔获质量分布范围为3.6~1 456.3 g/h,高低相差404.5倍,平均为272.1 g/h,秋季调查海域虾类单位网次渔获质量普遍高于春季,单位网次渔获质量大于500 g/h的站位有33、40、46、51、67、69和4号站位,其中4号站位单位网次渔获质量大于1 000 g/h。

表1 舟山近岸海域春、秋季虾类渔获物质量组成及相对重要性指数( IRI)

Tab. 1 The weight composition of shrimp species and the IRI of shrimp in spring and autumn in Zhoushan coastal waters

种名 Species	春 Spring			秋 Autumn			合计 Total	
	质量/g Weight	比例/% Ratio	IRI	质量/g Weight	比例/% Ratio	IRI	质量/g Weight	比例/% Ratio
安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	3 692.7	42.13	723.2	12 803.8	58.82	1 294.7	16 496.5	54.03
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	1 947.5	22.22	596.2	1 856.7	8.53	277.7	3 804.2	12.46
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	423.8	4.83	65.7	2401.7	11.03	173.8	2 825.5	9.25
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	508.9	5.81	57.0	383.4	1.76	21.3	892.3	2.92
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	1 967.9	22.45	384.9	54.8	0.25	3.5	2 022.7	6.62
东海红虾 <i>Plesionika izumiae</i>	64.3	0.73	8.4	0.1	0.00	0.0	64.4	0.21
巨指长臂虾 <i>Palaemon macrodactylus</i>	34.9	0.40	0.7	2.8	0.01	0.0	37.7	0.12
细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>	25.6	0.10	0.5	55.8	0.26	1.9	81.4	0.27
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	8.6	0.10	0.1	2 668.1	12.26	90.4	2 676.7	8.77
鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	15.0	0.17	0.1	137.4	0.63	2.4	152.4	0.50
脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	4.5	0.05	0.0	391.0	1.80	18.2	395.5	1.30
太平洋长臂虾 <i>Palaemon pacificus</i>	0.7	0.01	0.0	0.0	0.00	0.0	0.7	0.00
周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	70.7	0.81	1.1	274.9	1.26	3.4	345.6	1.13
哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	0.0	0.00	0.0	699.2	3.21	4.9	699.2	2.29
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	0.0	0.00	0.0	0.6	0.00	0.0	0.6	0.00
鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i>	0.0	0.00	0.0	2.2	0.01	0.0	2.2	0.01
日本囊对虾 <i>Penaeus japonicus</i>	0.0	0.00	0.0	10.4	0.05	0.0	10.4	0.03
斑节对虾 <i>Penaeus monodon</i>	0.0	0.00	0.0	16.6	0.08	0.0	16.6	0.05
脊额外鞭腕虾 <i>Exhippolysmata ensirostris</i>	0.0	0.00	0.0	5.1	0.02	0.0	5.1	0.02
鹰爪虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i>	0.0	0.00	0.0	2.6	0.01	0.0	2.6	0.01
滑脊等腕虾 <i>Procletes levicarina</i>	0.0	0.00	0.0	0.8	0.00	0.0	0.8	0.00

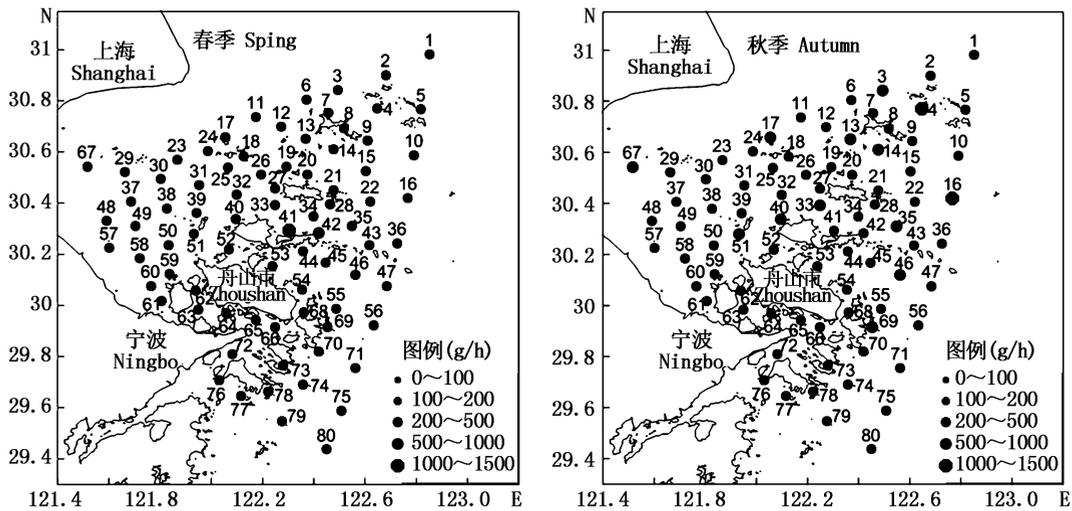


图2 舟山近岸海域春、秋季各站位虾类单位网次渔获质量分布

Fig. 2 The distribution of shrimps' catch rates in spring and autumn in Zhoushan coastal waters

### 2.3 优势种和常见种及其数量时空分布

从表 1 中可以看出,本次调查春季无优势种出现,秋季仅有安氏白虾为优势种。两季节间优势度差异较大,除优势种外,常见种也不尽相同。春季的常见种由高到低依次为安氏白虾、中国毛虾、细螯虾;秋季的常见种由高到低依次为中国毛虾和葛氏长臂虾。其中中国毛虾和葛氏长臂虾属于群体数量较大,经济价值较高的经济种。从表中可以看出,两个季度共有的常见种是安氏白虾和中国毛虾。

#### 2.3.1 安氏白虾

安氏白虾是调查海域虾类渔获量最高的种类,也是本次调查两个季度唯一的优势种,占虾类总渔获量的 54.0%,在两个季度中都是虾类渔获量最高的种类,单位网次渔获质量秋季(160.0 g/h) > 春季(46.2 g/h)。春季安氏白虾在 59 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 41 号站位,为 1 075.1 g/h;秋季在 63 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 16 号站位,为 1 063.2 g/h。

#### 2.3.2 中国毛虾

中国毛虾是调查海域虾类渔获量第二的种类,占虾类总渔获量的 12.5%,单位网次渔获质量春季(24.3 g/h) > 秋季(23.2 g/h)。春季中国毛虾在 68 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 67 号站位,为 223.1 g/h;秋季在 70 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 11 号站位,为 169.6g/h。

#### 2.3.3 葛氏长臂虾

葛氏长臂虾是调查海域虾类渔获量第三的种类,占虾类总渔获量的 9.3%,单位网次渔获质量秋季(30.0 g/h) > 春季(5.3 g/h)。春季葛氏长臂虾在 54 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 41 号站位,为 66.7 g/h;秋季在 70 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 4 号站位,为 652.9 g/h。

#### 2.3.4 细螯虾

细螯虾是调查海域虾类渔获量第四的种类,占虾类总渔获量的 6.6%,单位网次渔获质量春季(24.6 g/h) > 秋季(0.69 g/h)。春季细螯虾在 54 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 42 号站位,为 365.1 g/h;秋季在 31 个站位出现过,最高单位网次渔获质量出现在 19 号站位,为

8.6 g/h。

### 2.4 ABC 曲线特征

由图 3 可知,春季的丰度曲线始终位于渔获量曲线上方,但二者紧紧贴合,直到重合, $W$  统计值为负值。秋季曲线和春季曲线基本类似,但丰度曲线跟渔获量曲线的距离比春季大, $W$  统计值同样为负值且略低于春季。

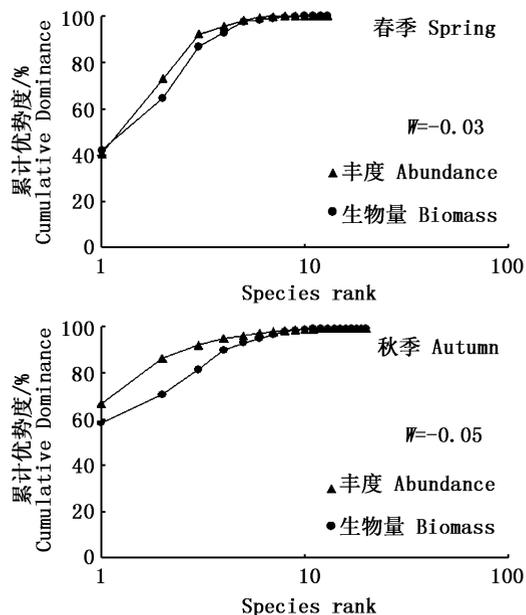


图 3 舟山近岸海域春秋季节虾类的 ABC 曲线以及  $W$  统计值

Fig. 3 The ABC curves and  $W$  value of shrimp in spring and autumn in Zhoushan coastal waters

### 2.5 虾类数量分布与环境因子的关系

#### 2.5.1 不同水深条件下渔获量以及种类数的季节变化

由表 2 可知,秋季不同水深虾类单位网次渔获质量均大于春季,春季虾类单位网次渔获质量最高的水深范围为 15 ~ 30 m,单位网次渔获质量最低的水深范围大于 30 m,不同水深间单位网次渔获质量差异比较显著,差异比均在 40% 左右;秋季虾类单位网次渔获质量最高的水深范围小于 15 m,单位网次渔获质量最低的水深范围为 15 ~ 30 m,相较春季,秋季不同水深间单位网次渔获质量差异比波动较大,波动范围为 5% ~ 30%。

#### 2.5.2 渔获量与环境因子的相关性

根据 2015、2016 年采用 CTD 仪调查数据,将舟山近岸海域的水深、底层水温和底层盐度等相

关环境因子与同步调查所得的虾类生物量通过 Pearson 进行相关分析,结果如表 3 所示。由表 3 可以看出,春季虾类渔获量与水深呈现负相关性,与底层水温和底层盐度呈现正相关性,但春季的渔获量与水深,底层水温和底层盐度无显著影响( $P > 0.05$ );秋季虾类渔获量与水深呈现正相关性,与底层水温和底层盐度呈现负相关性,秋季底层水温和底层盐度对渔获量影响显著( $P < 0.05$ )。

表 2 舟山近岸海域不同水深虾类单位网次渔获质量的变化

Tab. 2 Different water depth of shrimp's average CPUE in Zhoushan coastal waters g/h

季节 Season	<15 m	15~30 m	>30 m	总单位网次 渔获质量 The total of average CPUE
春季 Spring	96.9	133.7	67.8	298.4
秋季 Autumn	344.8	253.8	266.7	865.3

表 3 舟山近岸海域不同水深虾类渔获量的季节变化

Tab. 3 Correlation coefficients (Pearson) for environmental factor between biomass of shrimp in spring and autumn in Zhoushan coastal waters

环境因子 Environmental factors		春季 Spring	秋季 Autumn
水深 Depth	Pearson	-0.110	0.099
	相关系数 P	0.362	0.413
底层水温 Bottom temperature	Pearson	0.159	-0.401 **
	相关系数 P	0.228	0.002
底层盐度 Bottom salinity	Pearson	0.109	-0.362 **
	相关系数 P	0.412	0.007

### 3 讨论

#### 3.1 虾类种群变动趋势

舟山近岸海域位处东海北部的长江口和杭州湾河口区,调查海域周围受长江、钱塘江和甬江等入海河流径流以及台湾暖流的交汇影响,水质肥沃、饵料生物丰富、水文环境适宜。根据本次调查,共鉴定出虾类有 21 种,其中春季特有种 1 种,占虾类总种数的 4.76%,秋季特有种 8 种,占虾类总种数的 38.10%,春秋两季均出现的有 12 种,占虾类总种数的 57.14%,说明调查海域虾类的季节性种类较少,全年无明显季节区分。从生态类型来看,调查海域的 21 种虾大都为广温广盐性种类,可能由于调查海域受台湾暖流及黄

海冷水南部边缘区等多种水流的影响<sup>[22]</sup>,形成了舟山近岸海域复杂的水文环境,从而形成特定的虾类区系。

此前诸多对舟山海域虾类的调查中,20 世纪 80 年代俞存根等<sup>[23]</sup>的调查显示捕获量较多的虾类有哈氏仿对虾、鹰爪虾、葛氏长臂虾和戴氏赤虾等;同样,俞存根等<sup>[5]</sup>在 20 世纪 90 年代末调查发现捕获量较多的虾类有戴氏赤虾、假长缝拟对虾、须赤虾和葛氏长臂虾等;2012 年王琳<sup>[10]</sup>的调查显示捕获量较多的虾类有戴氏赤虾、高脊管鞭虾、葛氏长臂虾和哈氏仿对虾等。而本次调查捕获量较多的有安氏白虾、中国毛虾、葛氏长臂虾和细螯虾等。综合来看,除葛氏长臂虾外,其他 3 个种类的虾都属于体长 45 mm 以下的小型虾类。虽然此次调查与以往调查存在调查范围的出入,但亦有大部分的相同之处,在此条件下,主要渔获虾类呈现出几乎完全不同的现象,一定程度上反映出了舟山近岸海域渔业资源优势种群衰退和群落结构发生演替<sup>[24]</sup>,传统的大型渔获虾类被小型虾类完全取代。其主要原因可能是由于近十年来舟山经济发展迅速,捕捞业产量飞速增长,导致传统渔业资源几近枯竭,近年来频繁报道的“东海无渔”也印证了这一现象。而舟山海域的虾类群落也发生明显演替,大型虾类种群被小型虾类取代已是不争的事实。

#### 3.2 数量时空分布特征

从虾类数量的区域分布变化来看,春季虾类渔获量较高的站位有 41 和 42 号站位,虾类渔获量达 500 g 以上;秋季虾类渔获量较高的站位有 4 和 16 号站位,虾类渔获量达 1 000 g 以上。结合站位分布图可以看出,30.2°N 以北区域站位虾类渔获量高于 30.2°N 以南区域,可能是由于此区域相较于 30.2°N 以南陆地较少,远离人类聚居区,受人类活动影响较小,生态环境相对稳定,因此渔获量比 30.2°N 以南区域丰富。进一步分析,虾类渔获量较多的站位多分布在岛礁区,这可能是由于岛礁区水深较浅,加之岛礁区周围的泥沙底质等其他一些环境因子的影响,使得岛礁区的环境跟虾类喜栖息在泥沙底质的浅海的生活习性<sup>[22]</sup>相契合,因此岛礁区周围有更多的虾类聚集。

从虾类渔获量的季节变化上来看,秋季的渔获量(21 767.7 g)远远大于春季的渔获量

(8 765.0 g),而虾类种类的季节差异(秋季 20 种,春季 13 种)并没有渔获量差异明显,可能原因是春季大多数虾类处于幼体时期,导致总体渔获量偏低。

### 3.3 ABC 曲线分析

ABC 曲线的依据为在稳定的海洋环境中,群落的渔获量由一个或几个大型的种占优势,且每个种内渔获量的分布比丰度分布显优势<sup>[25]</sup>。对比本次调查的 ABC 曲线进行分析可知,春季丰度曲线位于生物量曲线上方,  $W$  为负值,表示春季舟山近岸海域虾类个体普遍较小,没有生物量占优势的大个体,在数量上占优势的种是随机的较小的种,此结果与主要渔获种的分析相一致,说明舟山近岸海域的虾类群落受到严重干扰,使该海域稳定性降低<sup>[26]</sup>。秋季的 ABC 曲线与春季基本类似,但丰度曲线与渔获量曲线距离变大,说明相较春季,秋季舟山近岸海域虾类群落结构受到的干扰较小,可能主要原因是春季多数虾类处于幼体时期,更易受到外界环境干扰,而秋季虾类多成体,不易受到外界环境干扰,生态脆弱性不如春季明显,因此 ABC 曲线显示秋季虾类资源状况好于春季,这与本次调查结果秋季虾类资源多于春季虾类资源相一致。

### 3.4 环境因子对虾类渔获量影响分析

有些文献研究发现<sup>[27-29]</sup>,水深、温度和盐度等非生物环境因子是游泳动物生长、发育、分布主要的限制因素,而水深是影响游泳动物群落结果变化最主要的因素,但本次调查结果与之相反。总体来说,本次调查结果显示,仅在秋季底层温度和盐度与虾类的渔获量显著相关,其他均无显著相关。可能与舟山近岸海域复杂的区系特点有关。舟山近岸海域温度盐度多变,受人类干扰强烈;而海域范围内的虾类大多为广温广盐性种类,由此,舟山近岸海域虾类渔获量与其环境因子无显著相关关系。秋季强烈的黑潮分支进入舟山近岸海域,使得舟山近岸海域的温度盐度发生重大变化,进而对虾类的渔获量产生影响,导致秋季虾类的渔获量与温度盐度相关性显著。

虾类渔获量分布随水深变化分布明显,春秋两季虾类渔获量随水深变化有明显的变化,但变化无规律和梯度。主要原因是本次调查单一物种占比过重(安氏白虾占虾类总渔获量的 54%),

使得该物种渔获量的多少对结果产生直接影响,由此导致虾类渔获量分布跳跃式变化,并无规律可循。

彭道民同志参加海上样品采集,江新琴、夏陆军、毕帮瑶和郭小雨等同志参加室内种类鉴定,谨致谢忱。

### 参考文献:

- [1] 赵淑江,夏灵敏,李汝伟,等. 舟山渔场的过去、现在与未来[J]. 海洋开发与管理, 2015 (2): 44-48.  
ZHAO S J, XIA L M, LI R W, et al. The past, present and future of Zhoushan fishing ground[J]. Ocean Development and Management, 2015 (2): 44-48.
- [2] 王垚,卢占晖,张亚洲,等. 春季舟山渔场鱼类种类组成研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2012, 31 (2): 129-132.  
WANG Y, LU Z H, ZHANG Y Z, et al. The species composition of fish communities in spring in the Zhoushan Fishing Ground[J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2012, 31(2): 129-132.
- [3] 刘瑞玉. 黄海及东海经济虾类区系的特点[J]. 海洋与湖沼, 1959, 2(1): 35-42.  
LIU R Y. Notes on the economic macrurous crustacean fauna of the yellow sea and the East China Sea[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1959, 2(1): 35-42.
- [4] 刘瑞玉. 黄、东海虾类动物地理学研究[J]. 海洋与湖沼, 1963, 5(3): 230-244.  
LIU R Y. Zoogeographical studies on the macrurous crustacean fauna of the yellow sea and the East China Sea [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1963, 5(3): 230-244.
- [5] 俞存根,陈小庆,宋海棠,等. 春季东海海域虾类群落结构及其多样性[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3593-3604.  
YU C G, CHEN X Q, SONG H T, et al. Analysis on community structure and diversity of shrimps in the East China Sea in spring[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29 (7): 3593-3604.
- [6] 宋海棠. 东海虾类的生态群落与区系特征[J]. 海洋科学集刊, 2002 (44): 124-133.  
SONG H T. The ecological colony and fauna characteristics of East China Sea shrimp[J]. Studia Marina Sinica, 2002 (44): 124-133.
- [7] 卢占晖,薛利建,张龙,等. 东海大陆架虾类资源量评估[J]. 水生生物学报, 2013, 37(5): 855-862.  
LU Z H, XUE L J, ZHANG L, et al. Assessment of shrimp stock biomass in continental shelf waters of the East China Sea[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2013, 37(5): 855-862.
- [8] 陈小庆,俞存根,宋海棠,等. 东海中北部海域虾类群落结构特征及空间分布[J]. 海洋学研究, 2010, 28(4):

- 50-58.  
CHEN X Q, YU C G, SONG H T, et al. Structural characteristics and spatial distribution of the shrimp population in the mid-north East China Sea [J]. *Journal of Marine Sciences*, 2010, 28(4): 50-58.
- [9] 陈小庆, 俞存根, 虞聪达, 等. 东海中南部外海虾类组成特征分析[J]. *浙江海洋学院学报(自然科学版)*, 2010, 29(4): 318-324.  
CHEN X Q, YU C G, YU C D, et al. Spatial distribution of shrimp assemblages in the offshore waters of the mid-southern East China Sea [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2010, 29(4): 318-324.
- [10] 王琳, 卢占晖, 苗振清, 等. 2012年春季舟山渔场虾类种类组成研究[J]. *浙江海洋学院学报(自然科学版)*, 2013, 32(1): 67-70.  
WANG L, LU Z H, MIAO Z Q, et al. The species composition of shrimp communities in spring in the Zhoushan Fishing Ground of 2012 [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2013, 32(1): 67-70.
- [11] 何贤保, 俞存根, 覃涛, 等. 舟山渔场及附近海域虾类群落结构特征分析[J]. *水生生物学报*, 2013, 37(3): 553-559.  
HE X B, YU C G, QIN T, et al. The analysis of the community characteristics of shrimps in Zhoushan Fishing Ground and its adjacent waters [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2013, 37(3): 553-559.
- [12] 瞿潇南, 舒振宇, 谢旭, 等. 舟山黄大洋海域春秋季节虾类种类组成和数量分布[J]. *浙江海洋学院学报(自然科学版)*, 2013, 32(4): 285-291.  
QU X N, SHU Z Y, XIE X, et al. The species composition and distribution characteristics of shrimps in Huangdayang of Zhoushan [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2013, 32(4): 285-291.
- [13] 王彝豪. 舟山沿海经济虾类及其区系特点[J]. *海洋与湖沼*, 1987, 18(1): 48-54.  
WANG Y H. Notes on the shrimp and lobster fauna of the Zhoushan archipelago waters [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1987, 18(1): 48-54.
- [14] 李德伟, 周青松, 俞存根, 等. 舟山渔场官山附近海域春秋季节虾类群落结构特征的研究[J]. *浙江海洋学院学报(自然科学版)*, 2014, 33(1): 19-25.  
LI D W, ZHOU Q S, YU C G, et al. Shrimp community structure research in the Guanshan sea in Zhoushan Fishing Ground [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2014, 33(1): 19-25.
- [15] 吴勇, 虞聪达, 臧迎亮, 等. 秋季舟山渔场桁杆虾拖网渔获组成分析[J]. *浙江海洋学院学报(自然科学版)*, 2014, 33(1): 26-30.  
WU Y, YU C D, ZANG Y L, et al. Analysis of the catch composition of shrimp beam trawl in Zhoushan Fishing Ground in Autumn [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2014, 33(1): 26-30.
- [16] 俞存根, 宋海棠, 姚光展. 东海蟹类群落结构特征的研究[J]. *海洋与湖沼*, 2005, 36(3): 213-220.  
YU C G, SONG H T, YAO G Z. Crab community structure in the east China sea [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2005, 36(3): 213-220.
- [17] WARWICK R M, PEARSON T H, RUSWAHYUNI. Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method [J]. *Marine Biology*, 1987, 95(2): 193-200.
- [18] WARWICK R M, CLARKE K R. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities [J]. *Marine Biology*, 1994, 118(4): 739-744.
- [19] 韩婵, 高春霞, 田思泉, 等. 淀山湖鱼类群落结构多样性的年际变化[J]. *上海海洋大学学报*, 2014, 23(3): 403-410.  
HAN C, GAO C X, TIAN S Q, et al. Analysis of annual variations for fish community structure in Dianshan Lake [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2014, 23(3): 403-410.
- [20] 孙儒泳, 李庆芬, 牛翠娟, 等. 基础生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.  
SUN R Y, LI Q F, NIU C J, et al. *Basic Ecology* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2002.
- [21] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录 [M]. 北京: 科学出版社, 2008: 1-1267.  
LIU R Y. *Checklist of Marine Biota of China Seas* [M]. Beijing: Science Press, 2008: 1-1267.
- [22] 夏陆军, 陈万东, 郑基, 等. 南麂列岛海洋自然保护区的虾类种类组成和数量分布[J]. *中国水产科学*, 2016, 23(3): 648-660.  
XIA L J, CHEN W D, ZHENG J, et al. Species composition and quantitative distribution of shrimp in the Nanji Islands marine conservation area [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2016, 23(3): 648-660.
- [23] 俞存根, 宋海棠, 丁跃平, 等. 浙江近海虾类资源量的初步评估[J]. *浙江水产学院学报*, 1994, 13(3): 149-155.  
YU C G, SONG H T, DING Y P, et al. A primary estimation on shrimp resource of Zhejiang coastal area [J]. *Journal of Zhejiang College of Fisheries*, 1994, 13(3): 149-155.
- [24] 俞存根, 陈全震, 陈小庆, 等. 舟山渔场及邻近海域鱼类种类组成和数量分布[J]. *海洋与湖沼*, 2010, 41(3): 410-417.  
YU C G, CHEN Q Z, CHEN X Q, et al. Species composition and quantitative distribution of fish in the Zhoushan fishing ground and its adjacent waters [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2010, 41(3): 410-417.
- [25] 唐以杰, 余世孝, 柯芝军, 等. 用ABC曲线法评价湛江红树林自然保护区的环境状况[J]. *广东教育学院学报*, 2006, 26(3): 70-74.  
TANG Y J, YU S X, KE Z J, et al. An evaluation on the environment condition of Zhanjiang Mangrove Nature Reserves

- by the ABC curve method [J]. Journal of Guangdong Education Institute, 2006, 26(3): 70-74.
- [26] WARWICK R M. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities [J]. Marine Biology, 1986, 92(4): 557-562.
- [27] 奥德姆, 巴雷特. 生态学基础 [M]. 北京: 人民教育出版社, 1981: 320-346.
- ODUM E P, BARRETT C W. Fundamentals of Ecology [M]. Beijing: People's Education Press, 1981: 320-346.
- [28] 邱永松. 南海北部大陆架鱼类群落的区域性变化 [J]. 水产学报, 1988, 12(4): 303-313.
- QIU Y S. The regional changes of fish community on the northern continental shelf of South China Sea [J]. Journal of Fisheries of China, 1988, 12(4): 303-313.
- [29] COLVOCORESSES J A, MUSICK J A. Species associations and community composition of middle Atlantic Bight continental shelf demersal fishes [J]. Fishery Bulletin, 1984, 82(2): 295-313.

## Species composition and quantitative distribution of shrimp and its changing trendency in Zhoushan coastal waters

ZHANG Ping<sup>1</sup>, YU Cungen<sup>1</sup>, SHUI Yuyue<sup>2</sup>, WENG Liangcai<sup>2</sup>, DING Jianwei<sup>2</sup>, DENG Xiaoyan<sup>1</sup>, XU Yongjiu<sup>1</sup>, ZHENG Ji<sup>1</sup>, XIE Xu<sup>1</sup>, MIAO Lu<sup>1</sup>

(1. School of Fisheries, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, Zhejiang, China; 2. Zhoushan Bureau of Oceanology and Fishery, Zhoushan 316000, Zhejiang, China)

**Abstract:** According to the data of shrimp obtained from the fishery resources survey conducted in the coastal waters of Zhoushan in November 2015 (autumn) and in May 2016 (spring), the catch was used as the quantitative index of the distribution of shrimp resources. The composition of shrimp species, the temporal and spatial distribution of quantity, the alteration trend of population and the relationship with the environmental factors were studied in this sea area. The research results: (1) 21 species of shrimp were identified in the investigation sea area, belonging to 8 families and 15 genera. The quantity distribution was obvious in spring and autumn, in general, the number in Autumn was greater than that in Spring. (2) There were significant differences between dominant species and common species in different seasons. Compared with the previous survey, small shrimp replaced large shrimp and became dominant species. (3) The temperature at the bottom and salinity had no significant effect on the distribution of shrimp catches in Zhoushan coastal waters. However, according to the analysis of depth classification, shrimp catches showed different variation with water depth. (4) The ABC curve shows that the catch curve and the abundance curve were staggered, indicating that the shrimp community in the survey area was strongly affected by human beings, and was in serious disturbance state, and the ecological sensitivity was high. Therefore, the shrimp biological resources in Zhoushan coastal waters were strongly affected by human activities and the community structure was in obvious succession. The main catch displayed miniaturization and low production trend.

**Key words:** shrimp; species composition; quantitative distribution; environmental factors; ABC curve; Zhoushan coastal waters