

DOI: 10.19703/j.bbgu.1673-8314.2018.10.0001

三娘湾渔获组成月变化及分类学多样性

牛泽瑶^{1,3}, 许尤厚^{1,2}, 王鹏良^{1,2}, 廖永岩^{1,2}, 吴海萍^{1,2}, 黄 鹤²

(1. 钦州学院 广西北部湾海洋生物多样性养护重点实验室, 广西 钦州 535011;
2. 钦州学院 广西北部湾海岸科学与工程实验室, 广西 钦州 535011;
3. 广西大学 动物科学与技术学院, 广西 南宁 530005)

[摘要] 根据2016–2017年间在三娘湾海域取得的渔获资源调查数据,对该海域渔获群落组成的月变化及多样性做了相关分析。结果表明,总渔获物有65种,以硬骨鱼纲为主,有62种。此外,聚类分析发现,鱼群结构组成有明显的月变化,但同一季节内的月份间的物种群落结构却又有较高的相似性,可能与同一季度内水温等因素变化不明显有关;各调查月份渔获的平均分类学差异指数(Δ^+)都远小于理论平均值,在95%置信区间($P<0.05$)外,鱼类间的分类学距离近,分类差异变异指数(Λ^+)理论平均值为351,高于其它海域,显现出三娘湾海域鱼类组成的均匀度差,两个指数都表明该海域环境受人为活动干扰较严重。

[关键词] 三娘湾; 渔获资源; 群落组成月变化; 分类学多样性

[中图分类号] F307.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-8314(2018)10-0001-07

鱼类作为海洋生态环境最重要的一部分,在物质循环、能量流动中发挥着重要作用。鱼类的生物多样性对于生态稳定尤为重要。近些年来,海洋生物多样性多采用Margalef、Shannon-wiener^[1]等生物多样性指数来分析和判断某一地区的群落生态稳定程度以及环境污染情况。生物多样性指数更多偏向于反映物种层面的多样性^[2],而对于物种间分类学上的联系疏于分析。不同的群落间可能会出现Shannon-wiener生物多样性指数相同的情况,但A群落可能由一些分类学上紧密联系的种类组成,B群落由分类学距离较远的种类组成,而后一种群落的生物多样性显然更高^[3,4],而这是依据物种多样性指数区分不了的。针对此问

题Warwick 和 Clarke^[5,6]提出了分类学多样性指数。而且Warwick认为平均分类差异指数 Δ^+ 、分类差异变异指数 Λ^+ 两个指数的理论平均值不依赖于采样的大小和采样性质,这一特性对于比较不同地区和时间的多样性尤为重要,克服了其它生物多样性指数的弊端^[7]。此外,平均分类差异指数(Δ^+)、分类差异变异指数(Λ^+)还在海洋环境监测中有很好的应用。近些年已有应用分类学多样性指数研究不同海域的文献报道,林龙山^[8]对采用相同分类等级多样性权重值参照标准的几个海域间分类学多样性进行了比较,认为南沙群岛西南部陆架海域^[9] Δ^+ 为65.8与东山湾^[8] Δ^+ 为65.8相同,但略高于大亚湾^[10]的62.2,表明大

[收稿日期] 2017-12-31

[基金项目] 广西科技重大专项子项目:基于吊绳机械化收放作业的钦州大蚝离岸养殖关键技术研究与示范(AA17204095-10);钦州学院校级科研项目:茅尾海近江牡蛎对铜离子的源迁移汇过程及生理生化响应(2014PY-GJ08);广西北部湾海岸科学与工程实验室自主项目:广西廉州湾海域潮间带大型藻类资源现状调查。

[作者简介] 牛泽瑶(1993-)男,山西壶关人,广西大学动物科学与技术学院硕士研究生;通信作者:许尤厚(1980-),男,湖南新宁人,钦州学院海洋学院教授,博士。

亚湾的群落间鱼类分类学上距离短,亲缘关系近。东山湾的分类差异变异指数($\Delta^+ = 129.5$)高于其余两地,则说明东山湾的分布均匀度低于其他两地^[8];除此之外,也有同一海域不同时期的分类学多样性进行比较^[11]:天津近海 80 年代渔获物的聚类分析显示,其鱼类群落结构月变化具有一定的连续性,且一年中大部分月份的鱼类群落的平均分类差异指数(Δ^+)、分类差异变异指数(Δ^+)皆落于 95% 置信区间漏斗图中;山东近海^[12]1998、2006、2009 年多数 Δ^+ 点落于 95% 置信漏斗线外,认为近年来山东近海鱼类分类多样性下降较多。

三娘湾位于广西壮族自治区内,地理坐标为东经 $108^{\circ}41'$ — $108^{\circ}46'$,北纬 $21^{\circ}35'$ — $21^{\circ}40'$,南邻北部湾海域,有中华白海豚故乡的美誉。目前对三娘湾研究多集中于水质^[13]与环境污染情况,对该海域及相邻海湾群落结构的相关报道较

少^[14,15,16],而关于三娘湾鱼类群落结构组成的研究还未见报道。本文统计了三娘湾渔获物的种类组成情况,并对海域渔获群落结构月变化进行了分析,以期为海域内鱼类资源的合理捕捞以及保护提供参考,此外通过分类学多样性还对鱼类的生存环境是否受干扰进行了判断分析,希望能为此处环境的合理保护提供数据。

1 材料与方法

1.1 采样地点与时间

在 2016 年 3~7 月、9~11 月以及 2017 年的 2~3 月间,采样区域为整个三娘湾,每月对三娘湾海域不同位点进行采样,汇总数据作为当月的渔获数据。采样方式为流刺网,网具参数如下:单层网,网身长 100m,网宽 5m,网眼 48mm,收网频率为 10min 每次。



图 1 取样区域

1.2 样品处理

先将渔获样品清洗干净并初步分类,对每条鱼都进行编号、记录、拍照,之后将初步处理的样品放入保鲜袋,随冰袋一起放入泡沫箱带回实验室,通过查阅资料对渔获物分类并进行之后的实验。渔获物物种的鉴定主要参考《广西北部湾海洋硬骨鱼类图鉴》^[17]、命名参照《中国鱼类系统检索》^[18]及《中国海洋生物名录》^[19]等资料。

1.3 数据处理与统计分析

Bray-Curtis 相似性公式:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

其中 y_{ij} 与 y_{ik} 代表 j 月和 k 月份中第 i 种鱼类的数量。

分类阶元包含指数($TINCL_i$)^[10]

$$TINCL_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} C_{ki} \quad (k = i)$$

式中 N_i 表示第 i 级分类阶元的数目, C_{ki} 为第 i 个 k 级分类阶元的数目。 $TINCL_i$ 的值越大,表明种类分布越集中,不同种类鱼的亲缘关系越近。

平均分类差异指数与分类差异变异指数是研究分类学多样性常用的指数,平均分类差异指数 Δ^+ 是群落中任意两个物种间平均分类等级路径的长度,其平均值不依赖采样大小与采样性质;分类差异变异指数 Δ^+ 为平均分类差异指数 Δ^+ 偏移

程度的理论平均值,反映群落组成亲缘关系分布的均匀程度,可以为环境监测提供参考。分类学多样性指数计算公式如下:

平均分类学差异(Δ^+)^[20]:

$$\Delta^+ = 2 \left(\sum \sum \omega_{ij} \right) / [s(s-1)]$$

分类学差异变异(Λ^+)^[21]:

$$\Lambda^+ = \sum \sum (\omega_{ij} - \Delta^+)^2 / [s(s-1)/2]$$

式中 ω_{ij} 表示等级分类中第 i 种鱼和第 j 种鱼间的路径长度, s 为物种数量。公式中的权重设置为: 种 16.67, 属 33.33, 科 50, 目 66.67, 纲 83.33。

以上的统计分析与绘图借助 Excel 和 Primer 7 完成。

2 结果与分析

2.1 渔获鱼类群落组成月变化

2016–2017 年间,共取到了除 1 月、8 月和 12 月外的其余 9 个月的样品,共得到渔获物 65 种,分为 47 属 34 科 12 目 3 纲。除李氏鮗、条鳎、大鳞舌鳎为暖温性鱼类外,其余皆为暖水性鱼类。软骨鱼纲和头足纲分别有 2 种和 1 种,占总种类数的 3.1% 和 1.5%,其余皆为硬骨鱼纲。硬骨鱼纲种以鲈形目种类最多,共有 40 种,占总数的 61.5%,其次为鲱形目与鲽形目分别有 7 种和 6 种。

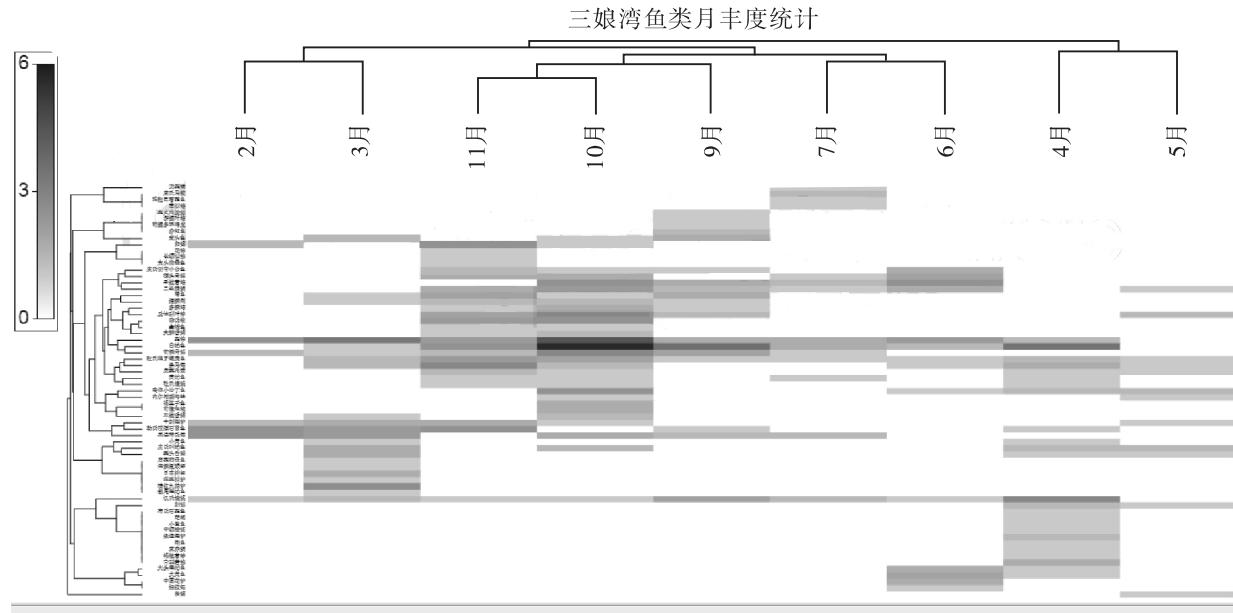
表 1 所示为不同月份的不同目分级中的鱼类种类数。其中 10 月份的鱼种类最多,为 31 种,占整个种类数的 47.7%;其次为 11 月 26 种、4 月 25 种以及 3 月份的 22 种;2 月份种类最少,只有 9 种,占总种类数的 13.8%。其中有 23 种鱼皆于 10 月与 11 月出现,而 2 月与 3 月间出现有 8 种相同的鱼,通过群落相似系数判断,该两组月份间鱼类群落组成较为相似。

表 1 三娘湾鱼类种类组成月变化

目 order	种类数 Species number								
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月
真鲨目 Carcharhiniformes	0	0	1	0	0	0	0	0	0
鲼形目 Myliobatiformes0	0	0	0	0	0	2	0	0	
乌贼目 Sepioidea	0	0	1	1	0	0	0	1	2
鲈形目 Perciformes	6	15	18	7	9	10	13	17	15
鲱形目 Clupeiformes	1	1	4	1	4	1	2	4	4
鲽形目 Pleuronectiformes1	3	0	2	0	0	0	3	2	
鲻形目 Mugiliformes	1	1	1	0	1	2	1	3	2
仙女鱼目 Aulopiformes	0	0	0	0	0	0	0	0	1
灯笼鱼目 Myctophiformes	0	2	0	0	0	0	1	1	0
鲶形目 Siluriformes	0	0	0	1	0	0	0	1	0
刺鱼目 Gasterosteiformes	0	0	0	0	0	0	1	0	0

续表

目 order	种类数 Species number									
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月	
领针鱼目 Beloniformes	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
总计 Total	9	22	25	12	14	14	20	31	26	



注: 灰色矩形条带代表该种鱼在所对应月份的丰度, 其条带颜色越深则表示丰度越高

图2 鱼类丰度阴影图

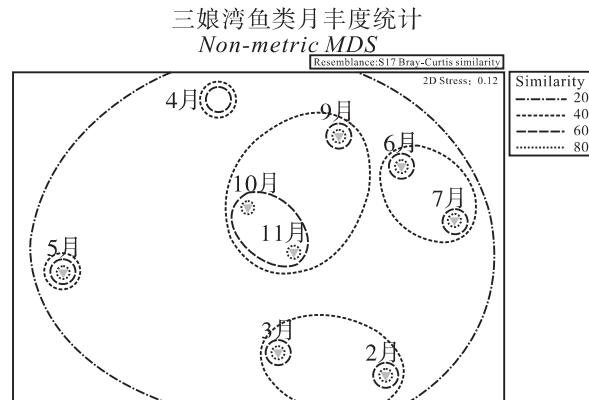
从图2中可以看到, 出现次数最多的是斑鯷、拉氏狼牙鰕虎鱼、汉氏棱鳀分别出现8次, 斑鯷和汉氏棱鳀5月未捕获到, 拉氏狼牙鰕虎鱼2月份未出现; 其次为白姑鱼除2月、5月外未出现, 其余7个月皆有捕获, 且丰度较高。

阴影图中明显能看到10月份的条带最多并且其条带颜色也相对较深, 其次为11月份, 这与已有文献中北部湾海域秋季渔获资源丰富度高于其它季度相一致^[22, 23]。

2.2 鱼群结构变化多元分析

图3展示的是利用非参数多维标度的排序技术所做的不同月份群落结构相似性分析, 如图所示, 最为接近的是10月和11月的群落结构, 两个月的群落结构相似度为60%; 9、10、11月份, 6、7月份, 2、3月份的相似度为40%。4月份虽然出现的鱼种类数较多(表1), 但其种类与其它月份有很大的不同; 5月份鱼出现的种类数少(图2), 且与其它月份重合率也较少的原因就会出现图3中所看到

的它们与其它月份群落相似度较低的结果。

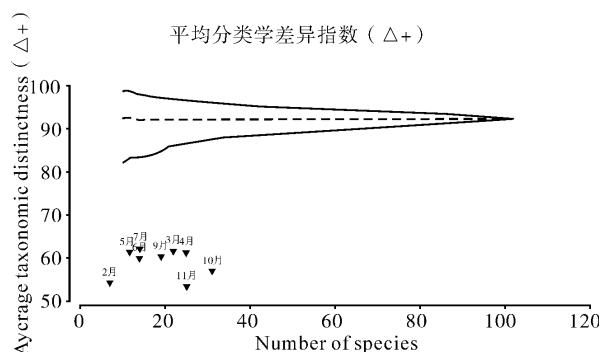


注: 图中不同的圈代表不同程度的相似度, 图中右上角数字为应力指数(stress = 0.12), 应力指数是用来衡量n MDS分析结果效果的一个标准, 一般认为 stress > 0.2 时不具有解释意义, 0.1 < stress ≤ 0.2 时有一定的解释意义, 0.05 < stress ≤ 0.1 时则有较好的解释意义, stress ≤ 0.05 的时候则有很好的解释意义。

图3 鱼类群落月变化的非参数多维标度(n MDS)分析结果

2.3 分类学差异性指数分析

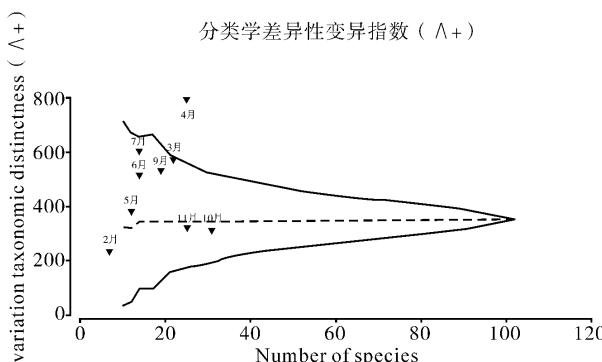
图4虚线所示为三娘湾渔获平均分类学差异指数(Δ^+)理论值,该理论值不会随物种数变化而变化,此次渔获分析结果,其值约为93。如图中所示,调查结果中9个月的 Δ^+ 点全落在95%置信漏斗图之下,数值处于52~63之间,各月份的平均分类学差异指数实际值皆小于其漏斗曲线中的理论值($P<0.05$)。



注:每个物种数量在漏斗图上都会对应有上下两个点,分别表示分类多样性值的最大和最小,物种间亲缘关系越远则平均分类学差异性指数就会越大。

图4 调查结果平均分类学差异性指数95%置信区间漏斗图

图5中 Λ^+ 理论值约为351,4月的 Λ^+ 位于置信区间外,3月位于区间线上,其余值在95%置信区间漏斗内。 Λ^+ 值越大表明生物群落间的分类地位关系均匀程度越低。由于整个调查结果中出现次数较少的软骨鱼纲和头足纲皆出现4月份,使得4月的 Λ^+ 大于理论值,降低了该月份群落分类均匀程度。



注:除了在物种数极低的情况下其理论平均值(虚线所示)会降低外,可认为 Λ^+ 理论值是恒定的。

图5 调查结果分类学差异性变异指数95%置信区间漏斗图

3 讨论

3.1 鱼类组成月变化

本次调查共捕获到65种渔获物种,鲈形目占总种类数的绝大部分(60%),这与附近海域的研究结果相似,从出现的频率与渔获丰度分析,三娘湾优势种鱼类有白姑鱼、斑鰶、狼牙鰶虎鱼以及汉氏棱鳀等几种,狼牙鰶虎鱼是三娘湾海域的常年优势种鱼类之一^[15]。nMDS图的stress值为0.12,是具有较好的统计可信度,结合CLUSTER聚类图(图6)都揭示出该海域某些月份间群落结构都表现出了较高相似性,如10月、11月的温度、气候等条件可能类似,群落聚类组成与变化可能与季节有关。

鱼类出现的月份或者不同月份中丰度不同,这可能与该种鱼的生活习性有关系:斑鰶为暖水性浅海鱼类,一般不做长距离移动,平时栖息在内湾浅水区,这与本次调查结果中除4月未捕获到,其它月份都有斑鰶出现相一致;而4月份未捕获到可能与采样方式有关。南海的斑鰶在11月间会向海湾内做产卵洄游,产卵期为11月到第二年1月^[24],本次调查中10月、11月斑鰶丰度全年最高可能与之有关系。

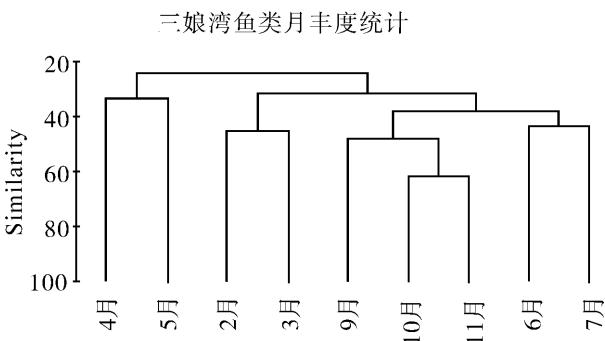


图6 三娘湾鱼类月变化CLUSTER聚类分析

3.2 分类学差异指数比较

分类学多样性对分析判断一个区域的生态系统稳定性程度有重要的意义,较低的分类学多样性一定程度上反映出此处生态系统稳定性较差。表2是附近海域以及其它海域的鱼类分类阶元包含指数和鱼类分类学多样性指数,三娘湾调查结果中 Δ^+ 理论平均值为93,相比较与附近的北部湾海域,本次调查结果的平均分类差异指数 Δ^+ 理论平均值值比较大,只有海州湾的数据接近, Δ^+

Δ^+ 值比较大也就是说亲缘关系会比较远。从鱼类分类阶元包涵指数来看,本次调查中6个分类阶元比值远低于北部湾口和北部湾的数据,这表明处于同一分类等级中的物种会比较少,也说明亲缘关系较远,从而使得其分类多样性较高。与其它水域的 Δ^+ 理论平均值相比较,三娘湾明显高出许多,尤其与北部湾及北部湾口相比较而言,说明三娘湾种类分布均匀度较低,这可能与其生存环境被破坏较严重有关。

另外,这两个指数还被用来指示污染状况^[5],

从此次分析结果 Δ^+ 来看,三娘湾 Δ^+ 理论平均值虽然比较高,但其分类差异变异指数(Δ^+)的理论平均值也远高于其它海域,说明群落结构的均匀度是比较差的。这一结果出现的原因,一个可能是选择比较的时间范围较窄,是以每月的样本来计算的,而该地又有较明显的季节和月变化,可能会出现分类阶元较接近的鱼类聚类,使得结果远低于理论值。另一个原因就是捕捞强度日益增加、网箱养殖、围海填海等人为原因,使鱼类栖息环境遭到严重干扰,鱼群数量急剧下降。

表2 三娘湾及附近海域鱼类分类阶元包涵指数和鱼类分类多样性指数

区域 area	种/属 S/G	种/科 S/F	种/目 S/O	属/科 G/F	属/目 G/O	科/目 F/O	Δ^+	Δ^+	时间 time	种类数 number of species	来源
台山列岛	1.22	1.93	7.00	1.58	5.73	3.64	63.14	378.40	2012-2013	77	[25]
海州湾	1.35	2.18	7.38	1.61	5.46	3.38	79.50	200.60	2011.00	96	[26]
厦门海域	1.83	3.68	15.05	2.01	8.23	4.09	77.50	245.30	2013.00	331	[27]
北部湾口	1.54	3.01	11.58	1.95	7.50	3.85	46.34	47.82	2012-2013	301	[28]
北部湾	1.69	4.54	23.19	2.69	13.74	5.11	63.5	110	2010	626	[29]
西沙、中沙	2.06	6.33	23.85	3.07	11.58	3.77	64	164	多年资料	620	[30]
三娘湾	1.41	2.03	5.42	1.44	3.92	2.67	93	351	2016-2017	65	本文

参 考 文 献

- [1] 马克平.生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法(上)[J].生物多样性,1994,3(4):38-43.
- [2] 曲方圆,于子山.分类多样性在大型底栖动物生态学方面的应用:以黄海底栖动物为例[J].生物多样性,2010,18(2):150-155.
- [3] Marchant R. The use of taxonomic distinctness to assess environmental disturbance of insect communities from running water[J]. Freshwater Biology, 2010, 52(8): 1634-1645.
- [4] Ricotta C, Avena GC. An information-theoretical measure of taxonomic diversity[J]. Acta Biotheoretica, 2003, 51(1): 35-41.
- [5] Warwick R M, Clarke K R. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress [J]. Marine Ecology Progress Series, 1995, 129(1-3): 301-305.
- [6] Clarke K R, Warwick R M. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness [J]. Marine Ecology Progress Series, 2001, 216(8): 265-278.
- [7] Warwick R M, Clarke R K. Practical measures of marine biodiversity based on relatedness of species[J]. Oceanography & Marine Biology, 2001, 39(1): 207-231.
- [8] 林龙山,王燕平,李渊,等.东山湾及其邻近海域鱼类物种分类多样性[J].中国水产科学,2012,35(6):1060-1067.
- [9] 曾晓光,李娜娜,杨权,等.南沙群岛西南部陆架海域鱼类分类的多样性[J].水产学报,2012,36(4):592-600.
- [10] 李娜娜,董丽娜,李永振,等.大亚湾海域鱼类分类多样性研究[J].水产学报,2011,35(6):863-870.
- [11] 张青田,胡桂坤.天津近海鱼类组成和分类学多样性的月变化[J].海洋湖沼通报,2017(1):133-140.
- [12] 李凡,周兴,张岚,等.山东近海鱼类群落分类多样性[J].生态学报,2015,35(7):2322-2330.
- [13] 杨斌,鲁栋梁,钟秋平,等.钦州湾近岸海域水质状况及富营养化分析[J].中国环境监测,2014(3):60-64.
- [14] 黄驰,江志坚,张景平,等.钦州湾春季和秋季大型底栖动物群落结构特征[J].渔业研究,2017,39(4):272-282.
- [15] 许铭本,姜发军,赖俊翔,等.钦州湾外湾东北部近岸区域大型底栖动物群落特征[J].广西科学,2014(4):389-395.
- [16] 王迪,陈丕茂,马媛.钦州湾大型底栖动物生态学研究[J].生态学报,2011,31(16):4768-4777.
- [17] 赖延和,何斌源.广西北部湾海洋硬骨鱼类图鉴[M].北京:科学出版社,2016.
- [18] 成庆泰,郑葆珊.中国鱼类系统检索[M].北京:科学出版社,1987.
- [19] 刘瑞玉.中国海洋生物名录[M].北京:科学出版社,2008.
- [20] Clarke K R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure[J]. Austral Ecology, 2010, 18(1): 117-143.
- [21] Warwick R M, Turk S M. Predicting climate change effects on marine biodiversity: comparison of recent and fossil molluscan death assemblages[J]. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 2002, 82(82): 847-850.

- [22] 乔延龙,林昭进,邱永松.北部湾秋、冬季渔业生物群落结构特征的变化[J].广西师范大学学报(自然科学版),2008,26(1):100-104.
- [23] 乔延龙,陈作志,林昭进.北部湾春、秋季渔业生物群落结构的变化[J].中国水产科学,2008,15(5):816-821.
- [24] 李才根.斑鱧人工养殖[J].中国水产,2008,392(7):58-59.
- [25] 陈杰,杨璐,杨圣云,等.福建台山列岛周边海域鱼类群落分类多样性研究[J].南方水产科学,2016,12(1):94-101.
- [26] 苏巍,薛莹,任一平.海州湾海域鱼类分类多样性的时空变化及其与环境因子的关系[J].中国水产科学,2013,20(3):624-634.
- [27] 黄良敏,谢仰杰,李军,等.厦门海域鱼类群落分类学多样性的研究[J].海洋学报,2013,35(2):126-132.
- [28] 李渊,王燕平,张静,等.北部湾口海域鱼类分类多样性的初步探讨[J].应用海洋学报,2016,35(2):229-235.
- [29] 孙冬芳,朱文聪,艾红,等.北部湾海域鱼类物种分类多样性研究[J].广东农业科学,2010,37(6):4-7.
- [30] 朱文聪,李娜娜,艾红,等.西沙和中沙群岛海域生物多样性特点(英文)[J].广东农业科学,2010,37(12):1-6.

Monthly Variation and Taxonomic Diversity of Fishing Catch in Sanniang Bay

NIU Zeyao^{1,3}, XU Youhou^{1,2}, WANG Pengliang^{1,2}, LIAO Yongyan^{1,2}, WU Haiping^{1,2}, HUANG Hu²
(1. Guangxi Key Laboratory of Marine Biodiversity Conservation in Beibu Gulf, Qinzhou University,
Qinzhou 535011, China; 2. Guangxi Key Laboratory of Coastal Science and Engineering in Beibu Gulf,
Qinzhou University, Qinzhou 535011, China; 3. College of Animal Science and Technology,
Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract: The monthly variation and diversity of the fishing community in Sanniang Bay were analyzed based on the data of the fishing resources survey in the period from 2016 to 2017. The results showed that there were 65 species of total catches, mainly *Scleroderma* and 62 species. In addition, clustering analysis showed that the composition of fish swarm had obvious monthly changes, but the species community structure in the same season had a higher similarity, which might be related to the changes of water temperature and other factors in the same season. The average taxonomic difference index ($\Delta+$) of fishing in each month was much smaller than the theoretical average. In the 95% confidence interval ($P<0.05$), the taxonomic distance between fish was close, the average value of the classification difference index ($\Lambda+$) theory was 351, which was higher than that of other sea areas, showing the difference of fish composition in Sanniang Bay. And both two indexes indicate that the environment of the sea area is seriously disturbed by human activities.

Key words: sanniang bay; fishing resources; monthly variation of community composition; taxonomic diversity

[责任编辑 江元杪]