

# 长江口及其毗邻海域鱼类群落优势种的生态位宽度与重叠\*

李显森<sup>1</sup> 于振海<sup>2</sup> 孙 珊<sup>1</sup> 金显仕<sup>1\*\*</sup>

(<sup>1</sup>中国水产科学研究院黄海水产研究所农业部海洋渔业可持续发展重点实验室/山东省渔业资源与生态环境重点实验室, 山东青岛 266071; <sup>2</sup>山东省淡水水产研究所, 济南 250013)

**摘 要** 根据“北斗号”调查船 2006 年 6 月、8 月和 10 月在长江口及其毗邻海域进行渔业资源底拖网调查的资料,通过相对重要性指数确定鱼类群落优势种,对优势种的生态位测度指标及季节变化进行分析.结果表明:3 航次的优势种共有 10 种,它们的生态位宽度和生态位重叠指标呈现出明显的季节性变化,通过 Bray-Curtis 相似性聚类与非度量多维标度(MDS)分析可分为两组.第一组为鲢鱼、鳙鱼、发光鲷,其生态位宽度和生态位重叠指标夏季大于秋季,呈现出由夏季到秋季从长江口及其毗邻海域向外部深水区移动的趋势;第二组为带鱼、矛尾虾虎鱼、细条天竺鲷、小黄鱼、刺鲳、白姑鱼、七星底灯鱼,其生态位宽度和生态位重叠指标秋季大于夏季,呈现出由夏季到秋季从黄海南部和东海北部水域向长江口及其毗邻海域移动的趋势.这两组鱼类不同的移动趋势与其生态习性和环境因素有关.

**关键词** 底拖网调查 相对重要性指数 优势种 生态位 长江口

**文章编号** 1001-9332(2013)08-2353-07 **中图分类号** S931.1 **文献标识码** A

**Ecological niche breadth and niche overlap of dominant species of fish assemblage in Yangtze River estuary and its adjacent waters.** LI Xian-sen<sup>1</sup>, YU Zhen-hai<sup>2</sup>, SUN Shan<sup>1</sup>, JIN Xian-shi<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Ministry of Agriculture Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries/Shandong Province Key Laboratory for Fishery Resources and Eco-environment, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, Shandong, China; <sup>2</sup>Fresh Water Fishery Research Institute of Shandong Province, Ji'nan 250013, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2013, 24(8): 2353–2359.

**Abstract:** Based on the fishery resources data from the bottom trawl surveys conducted on the R/V Beidou in the Yangtze River estuary and its adjacent waters in June, August and October of 2006, the index of relative importance (IRI) was measured to determine the dominant species of fish assemblage, and the niche indicators and their seasonal variations of the dominant species were analyzed. A total of 10 dominant species in the 3 survey cruises were recorded, which were divided into two groups by the Bray-curtis similarity clustering and non-metric multidimensional scaling (MDS) analysis, with a significant seasonal variation of niche breadth and niche overlap. One group included *Engraulis japonicus*, *Champsodon capensis*, and *Acropoma japonicum*, whose niche breadth and niche overlap were larger in summer than in autumn, with a migration from the Yangtze River estuary and its adjacent waters to outer deeper waters, while the other group included *Trichiurus haumela*, *Chaeturichthys stigmatias*, *Apogon lineatus*, *Larimichthys polyactis*, *Psenopsis anomala*, *Argyrosomus argentatus*, and *Benthosema pterotum*, whose niche breadth and niche overlap were larger in autumn than in summer, with a reverse migration from southern Yellow Sea and northern East China Sea to the Yangtze River estuary and its adjacent waters. The different migration direction of the two groups was related to their ecological habits and environmental factors.

**Key words:** bottom trawl survey; index of relative importance (IRI); dominant species; ecological niche; Yangtze River estuary.

\* 国家重点基础研究发展计划项目(2011CB409805)和‘泰山学者’建设工程专项(2008-67)资助.

\*\* 通讯作者. E-mail: jin@ysfri.ac.cn

2012-11-27 收稿, 2013-05-31 接受.

长江口及其毗邻海域受长江冲淡水、台湾暖流、苏北沿岸水和黄海冷水团等海流和水系的综合影响,是一个结构复杂、功能独特的生态系统,栖息于该海域的鱼类种群在生态特点上表现出很大的差异,它们对环境的变化有独自的适应能力<sup>[1]</sup>. 该海域饵料生物丰富,是多种鱼类的产卵场和索饵场,又是溯河和降海种类洄游的必经之路<sup>[2]</sup>,形成了舟山渔场、长江口渔场和吕泗渔场 3 个优良的近海渔场. 随着基于生态系统管理策略的提出,传统的针对单种群的渔业资源研究已不能满足渔业资源管理要求<sup>[3]</sup>. 合理的群落结构和发挥正常的群落功能是生物种群得以生存和发展的基础,对于渔业资源的科学评估和管理而言,群落水平上的研究具有重大意义.

在鱼类群落结构的相关研究中,生物多样性研究在概念上和测度方法上相对成熟,得到广泛的应用<sup>[4-5]</sup>. 国内学者利用丰富度指数、Shannon 多样性指数、均匀度指数等分析了东、黄海鱼类群落的多样性<sup>[6-11]</sup>,其他的相关研究还有双向指示种分析法(TWIA)、分类学多样性指数、群落更替指数和迁移指数等,从不同的尺度上分析了东、黄海鱼类群落的特征<sup>[11-13]</sup>.

生态位作为现代生态学的重要理论之一,在研究群落结构和功能、群落内物种间关系、生物多样性等方面有重要的作用,并取得了许多研究成果<sup>[14-15]</sup>. 我国在生态位的理论研究和应用方面多集中在陆生生物群落<sup>[16-18]</sup>,而在鱼类群落的研究中仅见黄海中南部主要鱼种的生态位分析<sup>[19]</sup>,其他海域鱼类群落的生态位研究尚未见报道. 物种生态位与生物多样性同为宏观生态学研究的核心问题,开展长江口邻近海域主要鱼种的生态位研究对了解黄、东海鱼类群落的结构和功能以及群落内物种间的关系具有重要意义.

1 材料与方法

1.1 调查取样

采用 2006 年在长江口及其毗邻海域(28°00'—33°00' N,122°00'—125°00' E)进行的 3 个航次(6 月、8 月、10 月)的渔业资源底拖网调查资料,选取其中相同的 27 个站位(图 1)的渔获数据进行分析. 调查船为中国水产科学研究院黄海水产研究所“北斗”号渔业资源调查船,底拖网网目尺寸为 836 目×20 cm,囊网网目尺寸为 24 mm. 每站拖网 1 h 或 0.5 h,拖速 3.0~3.5 kn,网口高度 6.1~8.3 m,网口宽

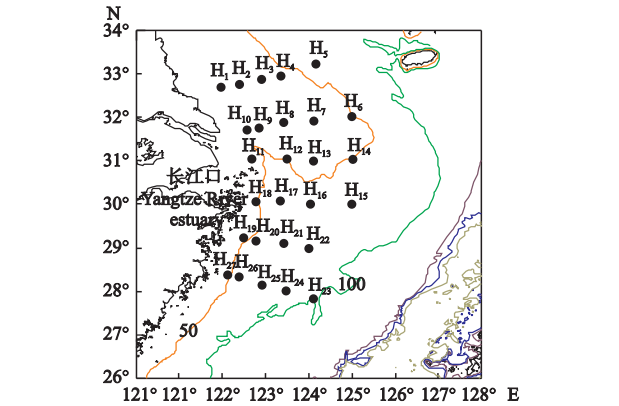


图 1 调查站位  
Fig. 1 Survey stations.

度 24.5~25.9 m,扫海面积约 0.12 km<sup>2</sup>·h<sup>-1</sup>. 现场对渔业生物进行种类鉴定,记录每一种类的数量和质量,并换算为每小时的质量(kg·h<sup>-1</sup>)和尾数(尾·h<sup>-1</sup>).

1.2 数据处理

以相对重要性指数(IRI)确定群落的优势种<sup>[20]</sup>:

IRI=(N+W)F (1)

式中: N 为某个种类的尾数在渔获总尾数中所占的比例(%); W 为某个种类的质量在渔获总质量中所占的比例(%); F 为某个种类出现的站位数与调查站位总数之比. 将 IRI>500 的鱼种定为优势种<sup>[6-7]</sup>.

生态位宽度指数<sup>[21]</sup>:

B\_i = - \sum\_{j=1}^r (P\_{ij} \ln P\_{ij}) (2)

生态位重叠指数<sup>[22]</sup>:

Q\_{ij} = \sum\_{j=1}^r (P\_{ij}P\_{kj}) / \sqrt{\sum\_{j=1}^r P\_{ij}^2 \sum\_{j=1}^r P\_{kj}^2} (3)

式中: P<sub>ij</sub>=n<sub>ij</sub>/N<sub>ij</sub>, P<sub>kj</sub>=n<sub>kj</sub>/N<sub>kj</sub>, 分别代表种 i 和 k 在第 j 个资源状态下的个体数占该种所有个体数的比例,其中 j 表示某个调查航次. 式(3)中 Q<sub>ij</sub> 为重叠指数,其值介于 0~1 之间.

渔获量数据(包括生物量数据和丰度数据)按底拖网对中上层鱼类、底层鱼类和底栖鱼类 3 种生态习性鱼类不同的捕获效率进行标准化处理<sup>[23]</sup>. 以相对重要性指数(IRI)确定的优势种作为主要鱼种,用丰度数据对它们的生态位宽度指数和生态位重叠指数按航次进行计算,将优势种 3 个航次的生态位宽度进行综合聚类分析,按它们的生态位宽度特征分组归类;用丰度数据通过非度量多维标度(non-metric multidimensional scaling, MDS)按航次分析它们的分布情况,以压力系数(stress)表示相似性等级

与标序图中相应的距离等级不一致程度: stress < 0.05 为吻合极好; stress < 0.1 为吻合较好; stress < 0.2 为吻合一般; stress > 0.3 为吻合较差<sup>[24]</sup>.

2 结果与分析

2.1 群落优势种

在 3 个航次的调查中,6 月捕获鱼类 85 种,其中有 3 个优势种,分别为带鱼(*Trichiurus haumela*)、鳀鱼(*Engraulis japonicus*)、鰆齿鱼(*Champsodon capensis*);8 月捕获鱼类 98 种,其中有 4 个优势种,分别为小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、带鱼、发光鲷(*Acropoma japonicum*)、刺鲳(*Psenopsis anomala*);10 月捕获鱼类 132 种,其中有 8 个优势种,分别为带鱼、矛尾虾虎鱼(*Chaeturichthys stigmatias*)、细条天竺鲷(*Apogon lineatus*)、发光鲷、小黄鱼、刺鲳、白姑鱼(*Argyrosomus argentatus*)、七星底灯鱼(*Benthosema pterotum*).3 个航次共出现 10 个优势种,其中只有带鱼在 3 个航次中皆为优势种.由图 2 可以看出,6 月航次中的 3 个优势种的 IRI 值远大于其他 7 个鱼种;8 月航次中,除带鱼与小黄鱼 IRI 值较大外,其他 8 个鱼种的 IRI 值相差较小;10 月航次中,10 种鱼的 IRI 值相差较小,群落中单鱼种的优势度不如 6 月和 8 月明显.

2.2 生态位宽度

由表 1 可以看出,6 月,10 种主要鱼种的生态位宽度以带鱼和鳀鱼名列前两位,分别为 1.8817 和 1.5690;小黄鱼和发光鲷的生态位宽度名列后两位,分别为 0.8859 和 0.9068;其余 6 种鱼类的生态位宽度在 1.03~1.39.8 月,10 种主要鱼类中有 8 种的生态位宽度比 6 月增大,以小黄鱼、白姑鱼和刺鲳增加

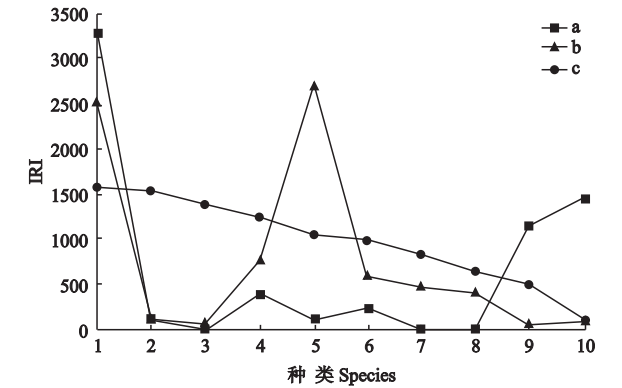


图 2 优势种相对重要性指数的变化  
Fig.2 Changes of the IRI of dominant species.

1)带鱼 *Trichiurus japonicus*; 2)矛尾虾虎鱼 *Chaeturichthys stigmatias*; 3)细条天竺鲷 *Apogon lineatus*; 4)发光鲷 *Acropoma japonicum*; 5)小黄鱼 *Larimichthys polyactis*; 6)刺鲳 *Psenopsis anomala*; 7)白姑鱼 *Argyrosomus argentatus*; 8)七星底灯鱼 *Benthosema pterotum*; 9)鰆齿鱼 *Champsodon capensis*; 10)鳀鱼 *Engraulis japonicus*. a)6 月 June; b)8 月 August; c)10 月 October. 下同 The same below.

的幅度较大;生态位宽度比 6 月减小的种类有鳀鱼和发光鲷,以鳀鱼减小的幅度最大.生态位宽度大于 2.0 的种类有带鱼、白姑鱼和刺鲳,其中以带鱼的生态位宽度值最高,为 2.6686;生态位宽度最低的种类为发光鲷,其值为 0.7868;其余 6 种鱼类的生态位宽度在 1.08~1.84.10 月,生态位宽度大于 2.0 的种类有带鱼、细条天竺鲷、白姑鱼和矛尾虾虎鱼,其中仍以带鱼的生态位宽度值最高,为 2.2996;鳀鱼、鰆齿鱼的生态位宽度较低,分别为 0.8199 和 0.8172;其余 4 种鱼类的生态位宽度在 1.20~1.87.

6—10 月生态位宽度递增的种类有矛尾虾虎鱼、细条天竺鲷、小黄鱼和七星底灯鱼,递减的为鳀鱼;带鱼的生态位宽度在 6—10 月一直维持较高水平,而白姑鱼的生态位宽度在 8—10 月远高于 6 月;

表 1 优势种的生态位宽度、生态习性及适温性  
Table 1 Ecological niche breadth, habits and optimum temperature of dominant species

序号 Number	种类 Species	6 月 June	8 月 August	10 月 October	生态习性 Ecological habit	适温性 Optimum temperature
1	带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	1.8817	2.6686	2.2996	D	○
2	矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	1.1617	1.3174	2.0181	B	△
3	细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>	1.3908	1.6157	2.1964	D	△
4	发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	0.9068	0.7868	1.2002	D	○
5	小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	0.8859	1.8378	1.8711	D	△
6	刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i>	1.3744	2.0178	1.2306	P	△
7	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	1.2773	2.1926	2.1144	D	△
8	七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>	1.3553	1.5917	1.8283	P	○
9	鰆齿鱼 <i>Champsodon capensis</i>	1.0333	1.2934	0.8172	D	○
10	鳀鱼 <i>Engraulis japonicus</i>	1.5690	1.0804	0.8199	P	△

D:底层 Demersal; B:底栖 Benthic; P:中上层 Pelagic. ○:暖水性 Warm water; △:暖温性 Warm temperature.

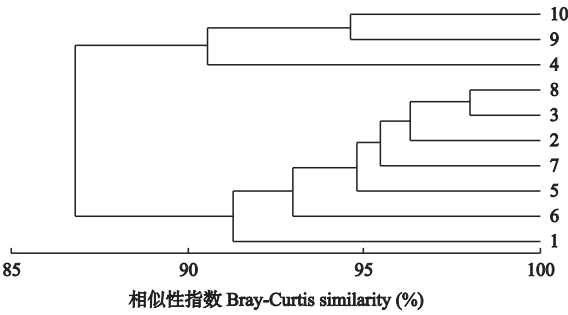


图3 优势种生态位宽度聚类分析  
Fig. 3 Clustering analysis of niche breadth of dominant species.

刺鲃的生态位宽度在8月较高,10月有所下降. 通过生态位宽度的聚类分析(图3),将10个鱼种分为两组:一组是鳀鱼、鰆齿鱼和发光鲷,它们的生态位宽度相对较小,夏季高于秋季;另外一组是带鱼、刺鲃、小黄鱼、白姑鱼、矛尾虾虎鱼、细条天竺鲷和七星底灯鱼,它们的生态位宽度较高,且秋季高于夏季.

2.3 生态位重叠

6月,带鱼与白姑鱼的生态位重叠最高,为0.7365;小黄鱼与刺鲃的生态位重叠较高,为

0.7104(表2). 此外,带鱼还与发光鲷和鰆齿鱼有较高的生态位重叠,白姑鱼与带鱼、小黄鱼、刺鲃和发光鲷有较高的生态位重叠. 矛尾虾虎鱼与发光鲷和鰆齿鱼的生态位重叠最低,分别为0.0002和0.0003;另外,鳀鱼与发光鲷和鰆齿鱼的生态位重叠较低,分别为0.0103和0.0024. 通过MDS分析得到的压力系数为0.09(图4a),吻合较好,反映了带鱼、白姑鱼、小黄鱼和刺鲃与其他6种鱼类的分布关系具有较高的相似性,而矛尾虾虎鱼则与发光鲷和鰆齿鱼的分布相似性较低,与生态位重叠的分析结果基本一致.

8月,发光鲷与鰆齿鱼的生态位重叠最高,为0.9450;白姑鱼与鳀鱼的生态位重叠较高,为0.8121(表2). 其他种类的生态位重叠基本上低于6月,以发光鲷与小黄鱼的生态位重叠最低,仅0.0017;鰆齿鱼与小黄鱼的生态位重叠较低,为0.0099. 通过MDS分析得到的压力系数为0.14(图4b),吻合一般. 其中,以发光鲷和鰆齿鱼的分布最为相似,带鱼、白姑鱼与其他8种鱼的分布相似性较高,而小黄鱼、鳀鱼与发光鲷和鰆齿鱼的分布相似性

表2 6月和8月优势种的生态位重叠  
Table 2 Ecological niche overlap of dominant species in June and August

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.1778	0.1739	0.1465	0.3900	0.3065	0.4654	0.4236	0.2992	0.0878
2	0.0221	1	0.0492	0.0953	0.0714	0.0833	0.1494	0.5253	0.1468	0.0695
3	0.2421	0.0473	1	0.2342	0.0280	0.1597	0.1834	0.0209	0.2246	0.1205
4	0.6839	0.0002	0.0103	1	0.0017	0.0466	0.2023	0.2372	0.9450	0.0121
5	0.4523	0.1950	0.5318	0.0062	1	0.3477	0.3222	0.0362	0.0099	0.0609
6	0.4961	0.0300	0.4399	0.0759	0.7104	1	0.2483	0.1063	0.1278	0.0904
7	0.7365	0.0227	0.2908	0.5818	0.5398	0.6025	1	0.4783	0.3015	0.8121
8	0.4723	0.1566	0.1617	0.0004	0.3314	0.2433	0.1763	1	0.2332	0.4412
9	0.5432	0.0003	0.0055	0.4425	0.0037	0.0971	0.5337	0.0009	1	0.0121
10	0.1182	0.5504	0.3984	0.0133	0.2875	0.1772	0.1413	0.1694	0.0024	1

1)带鱼 *Trichiurus japonicus*; 2)矛尾虾虎鱼 *Chaeturichthys stigmatias*; 3)细条天竺鲷 *Apogon lineatus*; 4)发光鲷 *Acropoma japonicum*; 5)小黄鱼 *Larimichthys polyactis*; 6)刺鲃 *Psenopsis anomala*; 7)白姑鱼 *Argyrosomus argentatus*; 8)七星底灯鱼 *Benthosema pterotum*; 9)鰆齿鱼 *Champsodon capensis*; 10)鳀鱼 *Engraulis japonicus*. 下同 The same below. 主对角线以下是6月优势种的生态位宽度,主对角线以上是8月优势种的生态位宽度 Values under the main diagonal were the niche overlap of dominant species in June, and those above the main diagonal were the niche overlap of dominant fish species in August.

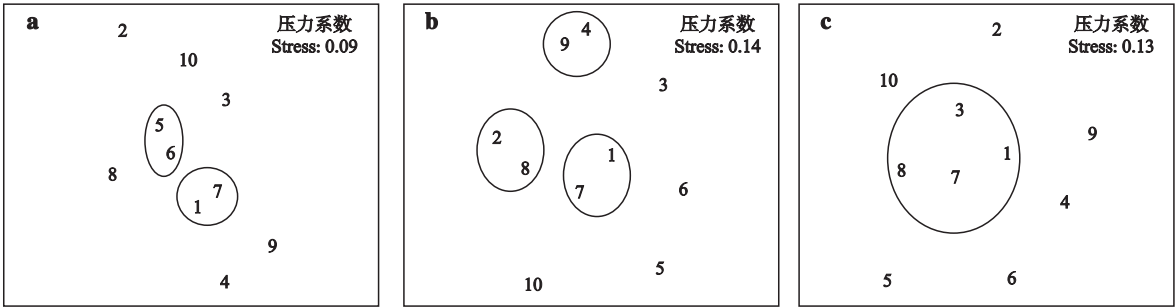


图4 不同月份的优势种生态位重叠 MDS 图  
Fig. 4 MDS plots of niche overlap of the dominant species in different months.



表 3 10 月优势种的生态位重叠  
Table 3 Ecological niche overlap of dominant species in October

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1									
2	0.0799	1								
3	0.2433	0.0907	1							
4	0.4730	0.0205	0.0514	1						
5	0.0197	0.0058	0.0174	0.0000	1					
6	0.2016	0.0065	0.0522	0.1498	0.0293	1				
7	0.3291	0.2399	0.2974	0.2199	0.3319	0.2395	1			
8	0.1667	0.0591	0.1416	0.0713	0.1725	0.0523	0.3025	1		
9	0.4304	0.0219	0.0247	0.3249	0.0000	0.0564	0.0949	0.0030	1	
10	0.1324	0.0405	0.2186	0.0122	0.0000	0.0138	0.6934	0.2826	0.0037	1

较低. 10 个主要鱼种的 MDS 标序图与生态位重叠分析结果比较接近,基本上反映了它们的分布特征.

10 月,10 个优势种的生态位重叠与 8 月相比进一步降低(表 3),其中以七星底灯鱼与鲢鱼的生态位重叠最高,为 0.6934,而小黄鱼与鳊齿鱼、鳊鱼、和发光鲷的生态位重叠值都接近于 0. 通过 MDS 分析得到的压力系数为 0.13(图 4c),吻合一般. 其中,带鱼、细条天竺鲷、白姑鱼和七星底灯鱼的分布具有很高的相似性,又分别与其他 6 种鱼的分布也有着较高的相似性,而小黄鱼与矛尾虾虎鱼、发光鲷、鳊齿鱼、鳊鱼的分布相似性较低. 10 个主要鱼种的 MDS 标序图与生态位重叠分析结果也比较接近.

3 讨 论

3.1 生态优势度与生态位宽度

优势度指标(相对重要性指数 IRI)反映了物种在群落中的数量权重和对栖息地的占有范围,生态位宽度则反映了物种在栖息地中的分布状态. 在长江口及其毗邻水域的鱼类群落中,带鱼在 6—10 月间有着较高的生物量和较广的分布范围,IRI 值位居前列(图 2),反映出其在群落中的优势度较高. 同时,带鱼的生态位宽度指数在群落中也是最高的(表 2),表明带鱼是该群落最主要的优势种,活动区域较大,分布较为均匀. 该结果与资料记载的 6—10 月长江口毗邻海域是带鱼繁殖、索饵的重要区域和传统的作业渔场<sup>[25-26]</sup>结论相符.

鳊鱼是暖温性中上层鱼类,从优势度指标的变化(图 2)可以看到,6 月的 IRI 值高,表明其生物量在群落中的比例大,分布范围广,是群落的优势种;8 月和 10 月的 IRI 值低,表明其生物量的比例下降,分布范围缩小,失去群落优势种地位. 生态位宽度指数的变化(表 1)显示,鳊鱼 6 月以后的分布态势发

生变化,说明夏季初期长江口邻近海域是鳊鱼的重要活动区域,到秋季鳊鱼进行季节性洄游离开该海域. 该结果与资料记载的鳊鱼在 5 月下旬至 6 月中旬前后,随着沿岸水温的升高进入长江口邻近海域产卵,秋季离开近岸水域逐渐游向黄海中南部和东海北部深水区<sup>[25]</sup>的结论相符.

小黄鱼是暖温性底层鱼类,长江口邻近海域是其主要分布区域之一. 从优势度指标的变化(图 2)可以看到捕捞对小黄鱼所造成的影响. 6 月小黄鱼的优势度较低,原因是伏季休渔前高强度的捕捞造成其产卵群体数量在群落中的比例较低;8 月随着当年补充群体的出现,小黄鱼成为优势种;10 月伏季休渔结束后受捕捞的影响,小黄鱼的补充群体数量减少,导致优势度降低. 从生态位宽度的变化(表 1)可以看出,8 月和 10 月小黄鱼的生态位宽度大于 6 月,说明小黄鱼的幼鱼更适合长江口邻近海域的生态环境,该结果与资料记载的长江口邻近海域是小黄鱼的重要产卵场和幼鱼索饵场<sup>[25-26]</sup>的结论相符.

发光鲷、刺鲃、白姑鱼和七星底灯鱼的 IRI 值自 6 月到 10 月递增(图 2),但发光鲷的生态位宽度并不像后三者那样呈递增趋势(表 1),而是在 8 月最低,表明长江口邻近海域环境夏季的变化对发光鲷的分布范围产生了制约.

矛尾虾虎鱼和细条天竺鲷 6 月和 8 月的 IRI 值较低,10 月则明显增加,成为优势种(图 2). 两者的生态位宽度也表现出与 IRI 值相同的趋势,表明其在夏、秋季具有明显的季节性迁移习性.

3.2 生态位宽度与数量分布

生态位宽度反映物种在栖息地中的分布状态,数值越高表示该物种数量分布越均匀. 生态位宽度的聚类分析将 10 个优势种的数量分布分为两种类

型(图3). 第一组3种鱼表现出夏季分布范围较广, 数量分布较为均匀, 秋季的分布范围相对较小, 数量分布趋于不均匀. 第二组7种鱼则在夏季和秋季分布范围较大, 数量分布也较均匀, 相对来说秋季的分布范围较夏季更广, 数量分布更为均匀. 据资料显示, 在长江口邻近海域鳀鱼、鰕齿鱼的生物量与分布范围均为春季>夏季>秋季; 带鱼、刺鲃、小黄鱼、白姑鱼在夏季和秋季的生物量都较高, 且分布范围广, 但整体上秋季大于夏季; 矛尾虾虎鱼、细条天竺鲷、七星底灯鱼的生物量和分布范围在秋季明显大于夏季<sup>[26-30]</sup>. 上述结果表明, 生态位宽度的聚类分析可以反映出群落中物种的数量分布格局.

### 3.3 捕食关系与生态位重叠

物种的时空分布格局除了受栖息地理化环境和饵料分布影响外, 物种间的捕食与被捕食关系也是造成它们生态位重叠的重要因素. 根据食性分析资料<sup>[23, 26, 31-32]</sup>可将10个优势种分为两组: 第一组是带鱼、矛尾虾虎鱼、白姑鱼、小黄鱼; 第二组是细条天竺鲷、发光鲷、刺鲃、七星底灯鱼、鰕齿鱼、鳀鱼. 从捕食关系来看, 第一组是捕食者, 第二组是被捕食者. 从生态位重叠 MDS 标序分析(图4)可知, 第一组鱼种与第二组鱼种存在着一定的空间追随性, 其中最明显的是带鱼和白姑鱼在夏、秋两季皆与第二组鱼种保持着空间追随性, 该结论与张寒野等<sup>[27]</sup>的研究结果相符. 生态位重叠的变化也反映出第一组鱼种的摄食具有季节性偏好. 例如, 发光鲷、鰕齿鱼、七星底灯鱼、细条天竺鲷是带鱼、白姑鱼、小黄鱼的重要饵料, 但在长江口毗邻海域带鱼、白姑鱼、小黄鱼与发光鲷、鰕齿鱼生态位重叠的季节变化表明了它们的摄食种类具有随季节变化的特点, 尤其是小黄鱼与发光鲷、鰕齿鱼、鳀鱼的生态位重叠呈现出明显的季节性差异.

### 参考文献

- [1] Li J-S (李建生), Cheng J-H (程家骅). Analysis on the dynamic of fishery biological resources on the fishing grounds of the Changjiang estuary. *Marine Fisheries* (海洋渔业), 2005, **27**(1): 34-37 (in Chinese)
- [2] Li J-S (李建生), Li S-F (李圣法). Seasonal variety of fishery biology community structure in fishing ground of the Yangtze estuary. *Journal of Fishery Sciences of China* (中国水产科学), 2004, **11**(5): 433-439 (in Chinese)
- [3] Hall SJ. The Effects of Fishing on Marine Ecosystems and Communities. Fish Biology and Aquatic Resources Series. Oxford: Blackwell Science, 1999
- [4] Warburton K. Community structure, abundance and diversity of fish in a Mexican coastal lagoon system. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 1978, **7**: 497-519
- [5] Das SK, Chakrabarty D. The use of fish community structure as a measure of ecological degradation: A case study in two tropical rivers of India. *Biosystems*, 2007, **90**: 188-196
- [6] Cheng J-S (程济生). The structure and diversity of demersal fish communities in winter in the East China Sea and the Yellow Sea. *Marine Fisheries Research* (海洋水产研究), 2000, **21**(3): 1-8 (in Chinese)
- [7] Cheng J-S (程济生), Yu L-F (俞连福). The change of structure and diversity of demersal fish communities in the Yellow Sea and East China Sea in winter. *Journal of Fisheries of China* (水产学报), 2004, **28**(1): 29-34 (in Chinese)
- [8] Jin X-S (金显仕). The change of community structure of nekton in the waters off southern Shandong Peninsula in spring. *Journal of Fisheries of China* (水产学报), 2003, **27**(1): 19-24 (in Chinese)
- [9] Liu Y (刘勇), Li S-F (李圣法), Cheng J-H (程家骅). A study on seasonal changes of the fish communities in the East China Sea and the Yellow Sea. *Acta Oceanologica Sinica* (海洋学报), 2006, **28**(4): 108-114 (in Chinese)
- [10] Li J-S (李建生), Li S-F (李圣法), Ding F-Y (丁峰元), et al. Analysis on annual change of fish diversity in Yangtze estuary offshore water area. *Journal of Fishery Sciences of China* (中国水产科学), 2007, **14**(4): 637-643 (in Chinese)
- [11] Ye S-W (叶少文), Li Z-J (李钟杰), Cao W-X (曹文宣). Species composition, diversity and density of small fishes in two different habitats in Niushan Lake. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2007, **18**(7): 1589-1595 (in Chinese)
- [12] Jin X, Xu B, Tang Q. Fish assemblage structure in the East China Sea and southern Yellow Sea during autumn and spring. *Journal of Fish Biology*, 2003, **62**: 1194-1205
- [13] Xu B-D (许宾铎), Jin X-S (金显仕), Liang Z-L (梁振林). The taxonomic diversity of fish communities in the Yellow Sea. *Periodical of Ocean University of China* (中国海洋大学学报), 2005, **35**(4): 630-634 (in Chinese)
- [14] Subalusky AL, Fitzgerald LA, Smith LL. Ontogenetic niche shifts in the American Alligator establish functional connectivity between aquatic systems. *Biological Conservation*, 2009, **142**: 1507-1514
- [15] Podchong S, Schmidt-Vogt D, Honda K. An improved approach for identifying suitable habitat of Sambar deer (*Cervus unicolor* Kerr) using ecological niche analysis and environmental categorization: Case study at Phu-Khieo Wildlife Sanctuary, Thailand. *Ecological Modelling*, 2009, **220**: 2103-2114
- [16] Cong P-T (丛沛桐), Yan T-F (颜廷芬). The study on ecological niche overlap relations of several populations on leymus community in Northeast Plain. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究), 1999, **19**(2):

- 212–219 (in Chinese)
- [17] Guo T-Y (郭天宇), Xu R-M (许荣满). Study on time niche among the ectoparasites of the rodent in Dongling Mountain in Beijing. *Chinese Journal of Vector Biology and Control* (中国媒介生物学及控制杂志), 2003, **14**(1): 30–32 (in Chinese)
- [18] Li Q (李 契), Zhu J-Z (朱金兆), Zhu Q-K (朱清科). A review on niche theory and niche metric. *Journal of Beijing Forestry University* (北京林业大学学报), 2003, **25**(1): 100–107 (in Chinese)
- [19] Yu Z-H (于振海), Jin X-S (金显仕), Li X-S (李显森). Analysis of ecological niche for major fish species in the central and southern Yellow Sea. *Progress in Fishery Sciences* (渔业科学进展), 2010, **31**(6): 1–8 (in Chinese)
- [20] Pinkas L, Oliohant MS, Iverson ILK. Food habits of albacore, blue fin tuna, and bonito in California waters. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*, 1971, **152**: 1–105
- [21] Shanon CE, Weiner W. The Mathematical Theory of Communication; Unknown Distance Function. Urbana: Illinois Press, 1949
- [22] Pinaka ER. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology & Systematics*, 1973, **4**: 53–74
- [23] Tang Q-S (唐启升). Marine Living Resources and Habitat Environment in China's Exclusive Economic Zone. Beijing: Science Press, 2006 (in Chinese)
- [24] Clarke KR, Warwick RM. Change in Marine Communities; An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth, UK: Plymouth Marine Laboratory, 1994
- [25] Deng J-Y (邓景耀), Zhao C-Y (赵传纲). Marine Fisheries Biology. Beijing: China Agriculture Press, 1991 (in Chinese)
- [26] Zheng Y-J (郑元甲), Chen X-S (陈雪松). Marine Living Resources and Habitat Environment in the East China Sea Continental Shelf. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2003 (in Chinese)
- [27] Zhang H-Y (张寒野), Lin L-S (林龙山). Spatial heterogeneity of *Trichiurus japonicus* and small-scale fish in East China Sea and their spatial relationships. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2005, **16**(4): 708–711 (in Chinese)
- [28] Li J-S (李建生), Hu F (胡 芬), Li S-F (李圣法), et al. Quantity distribution of *Benthoosema pterotum* and in relationship with surface layer water temperature and salinity in the East China Sea region. *Marine Fisheries* (海洋渔业), 2006, **28**(2): 105–110 (in Chinese)
- [29] Li J-S (李建生), Lin L-S (林龙山), Cheng J-H (程家骅). Distribution characteristic of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis* Bleeker) and its relationship with bottom water temperature and salinity in the northern East China Sea in autumn. *Journal of Fishery Sciences of China* (中国水产科学), 2009, **16**(3): 348–356 (in Chinese)
- [30] Shen W (沈 伟), Cheng J-H (程家骅). Biomass distribution of *Champsodon snyderi* and its relationship with environmental factor in the East China Sea. *Marine Fisheries* (海洋渔业), 2008, **30**(4): 219–226 (in Chinese)
- [31] Lin L-S (林龙山), Yan L-P (严利平). Food habits of hairtail in the East China Sea region. *Marine Fisheries* (海洋渔业), 2005, **27**(3): 188–192 (in Chinese)
- [32] Zhang B (张 波), Jin X-S (金显仕), Dai F-Q (戴芳群). Feeding habits of the two sciaenid fishes near the Changjiang estuary. *Acta Zoologica Sinica* (动物学报), 2008, **54**(2): 209–217 (in Chinese)

---

**作者简介** 李显森,男,1961年生,研究员. 主要从事渔业资源与生态学研究,发表论文 21 篇. E-mail: lixs@ysfri.ac.cn

**责任编辑** 肖 红

---