

文章编号:1000-0615(2004)04-0384-09

东海北部鱼类组成特征分析

李圣法^{1,2}, 严利平², 李长松², 胡 芬²

(1. 华东师范大学河口海岸国家重点实验室, 上海 200062;

2. 中国水产科学研究院东海水产研究所农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090)

摘要:利用 1997-2000 年东海北部(29°30'~33°00'N, 122°30'~128°00'E)四个季节的底拖网调查资料,选取生物量占总生物量 90% 的前 27 种鱼类,运用聚类分析和多维标度分析法,研究了东海北部鱼类组成的空间格局特征。结果显示东海北部鱼类组成可分为三个群聚类型,即近海群聚、较深海域群聚和外海群聚。近海群聚的主要种类有凤鲚(*Coilia mystus*)、龙头鱼(*Harpadon nehereus*)、黄鲫(*Setipinna taty*)等;较深海域群聚的主要种类有鲷(*Engraulis japonicus*)、带鱼(*Trichiurus japonicus*)、日本鲭(*Scomber japonicus*)、鰆齿鱼(*Champsodon capensis*)、细条天竺鲷(*Apogon lineatus*)、发光鲷(*Acropoma japonicum*)等;而竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)、星康吉鳗(*Conger myriaster*)、黄鲷(*Taius tunifrons*)、水珍鱼(*Argentina kgoshimae*)、日本海鲂(*Zeus fober*)、绿鳍马面鲀(*Thamnaconus septentrionalis*)等为外海群聚的主要种类。同时分析了水深、底层温度、底层盐度等环境因子与鱼类群聚的关系,表明影响鱼类群聚的主要环境因子有水深、底层盐度。不同群聚间的种类分布是重叠交错的,并没有明显的群聚边界,但密集分布海域各异,不同群聚的种类组成在不同季节具有一定的持续性,其种类组成保持了相对的稳定。

关键词:鱼类组成特征;鱼类群聚;东海北部;环境因子;聚类分析;非线性多维标度分析

中图分类号:S931 文献标识码:A

The analysis of fish composition pattern in the northern East China Sea

LI Sheng-fa^{1,2}, YAN Li-ping², LI Chang-song², HU Fen²

(1. State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. Key and Open Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture,
East China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Shanghai 200090, China)

Abstract: 27 fish species, whose biomass was 90% of the total biomass, were selected from the data collected by bottom trawl survey during 1997 and 2000 in the northern East China Sea (29°30' - 33°00'N, 122°30' - 128°00'E). By hierarchical cluster analysis and non-metric multidimensional scaling (NMDS), three main fish assemblage styles were identified in the northern East China Sea, which were shallower coastal fish assemblage, deeper coastal fish assemblage and out shelf sea fish assemblage. The dominant species in each assemblage were: shallower coast-Osbeck's grenadier anchovy (*Coilia mystus*), Indian Bombay duck (*Harpadon nehereus*), scaly hairfin anchovy (*Setipinna taty*); deeper coastal-Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), largehead hairtail (*Trichiurus japonicus*), chub mackerel (*Scomber japonicus*), gap (*Champsodon capensis*), verticalstriped cardinalfish (*Apogon lineatus*), lanternbelly (*Acropoma japonicum*); and out shelf-Japanese horse mackerel

收稿日期:2003-05-19

资助项目:国家专项资助项目(底层生物资源总生物量评估)

作者简介:李圣法(1969-),男,江苏海安人,副研究员,博士研究生,主要从事渔业资源生态研究。E-mail: shengfa@public3.sta.net.

(*Trachurus japonicus*), whitespotted conger (*Conger myriaster*), golden tai (*Taius tumifrons*), smallmouth argentine (*Argentina kgoshimae*), John dory (*Zeus fober*), black scraper (*Thamnaconus septemtrionalis*). The species spatial distributions between different assemblages overlap, with no sharp assemblage boundaries, but there were differences in concentrative area of species among assemblages. In the same assemblage the fish composition remained relatively stable among different seasons. The environmental variables—depth, bottom temperature and bottom salinity—were examined to determine their relationships to fish assemblages, and the depth and bottom salinity was found to be primary variables influencing fish assemblages in the northern East China Sea.

Key words: fish composition pattern; fish assemblage; the northern East China Sea; environmental variables; cluster analysis; non-metric multidimensional scaling (NMDS)

鱼类群落结构的时空变化主要受到非生物环境因子和生物因子的影响,如环境梯度、生活史、种间关系(捕食和竞争)、干扰等^[1]。环境因子的空间异质性直接影响了不同鱼类的资源量、分布及洄游,从而影响海洋鱼类群落中种类组成的空间分布和时间变化,并通过捕食—被捕食关系和竞争间接地影响鱼类群落的结构。主要的环境因子有:温度、盐度、溶解氧、水深、混浊度、海底特征等^[1,2]。

东海北部地处黑潮、台湾暖流、对马暖流、黄海沿岸流、东海沿岸流、长江冲淡水以及黄海冷水团的综合作用区域,基础饵料丰富,是多种鱼类的产卵场和索饵场,是我国重要的天然渔场。邓思明等^[3]曾对东海北部的鱼类组成及区系特征作了详细的分析。随着捕捞强度的不断增加,鱼类群落结构发生了极大变化,原有的资源结构解体,从以大型、肉食性的种类为优势逐步向小型、浮游生物食性的种类为优势转变,而且性成熟提早,营养级不断降低^[4]。因此,研究东海北部鱼类群落结构的现状很有必要,本文试图利用底拖网调查资料分析东海北部主要鱼类组成的空间格局特征以及与环境因子的关系。

1 材料与方法

1.1 取样

1997—2000年在东海北部(29°30′~33°00′N、122°30′~128°00′E)设置了101个站位点,利用“北斗”号渔业资源调查船进行了四个航次的底拖网调查,分别对应了四个不同季节。各次调查站位数不尽相同(表1),共323站次的底拖网调查。调查网具为四片式底拖网,网口周长为83.6m,网口目数为836,囊网网目为24mm,网长为78.2m。

每站拖网1h,拖速基本保持在3n mile·h⁻¹。渔获物中的每一种鱼类都尽可能地鉴定到最小分类单位,并对每一种类进行称重和尾数计数,重量换算为每小时的重量(用生物量表示,kg·h⁻¹)。现场还测定了水深、温度和盐度等环境因子的数据。

表1 1997—2000年东海北部底拖网调查站位数

Tab.1 Numbers of samples by bottom trawl survey in the northern East China Sea during 1997 and 2000

航次 cruise	季节 season	调查日期 date of survey	站位数 sites
1	秋季 autumn	1997-10-10 - 11-02	97
2	春季 spring	1998-03-22 - 04-10	95
3	夏季 summer	1999-07-17 - 08-13	83
4	冬季 winter	2000-01-04 - 01-23	48

1.2 数据分析

在进行数据分析之前,对原始数据进行了预处理。按四个航次各种类总生物量排序,选取占重量90%的前27种鱼类(表2)作为分析对象,同时根据各航次的种类生物量排序情况对27种鱼类进行了一些筛选(表3),去掉各航次中生物量比例<0.1%和出现率<5%的种类。对各航次各站位鱼类的生物量进行标准化,公式为^[5]:

$$Y_{ij} = 100 \times \frac{X_{ij}}{\sum_{j=1}^n X_{ij}}$$

式中, X_{ij} 为第*i*种鱼类在第*j*站位的生物量, $\sum_{j=1}^n X_{ij}$ 为第*i*种鱼类所有站位的生物量总和, Y_{ij} 为标准化后的相对生物量,再对 Y_{ij} 进行四次方根转换。鱼类种类间的距离系数采用Bray-Curtis相似性系数:

$$D_{ij} = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{l=1}^n |Y_{il} - Y_{jl}|}{\sum_{l=1}^n (Y_{il} + Y_{jl})} \right]$$

式中, Y_{ij} 和 Y_{kj} 为 j 站位 i 种和 k 种生物量转化后的数值。Bray-Curtis 相异性系数不受生物调查数

据矩阵元为 0 的影响, 而且给予较丰富的种类更多的权重^[5]。

表 2 1997-2000 年东海北部调查鱼类优势种类组成

Tab.2 The dominant fish composition in the northern East China Sea during 1997 and 2000

序号 no.	种类 species	四季 four seasons		春季 spring		夏季 summer		秋季 autumn		冬季 winter	
		B%	O%	B%	O%	B%	O%	B%	O%	B%	O%
1	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	23.70	50.5	3.53	48.4	56.19	59.0	5.98	52.6	3.82	35.4
2	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i>	18.87	76.2	3.86	63.2	23.26	84.3	26.05	71.1	25.92	97.9
3	鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	11.18	27.6	39.83	44.2	0.27	33.7	0.01*	4.1*	0.86	31.3
4	小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	8.23	43.7	7.97	43.2	7.33	43.4	10.03	44.3	7.02	43.8
5	银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	2.97	43.7	4.04	61.1	1.25	20.5	4.52	43.3	1.85	50.0
6	发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	2.88	49.2	2.60	37.9	0.57	36.1	3.86	64.9	11.44	62.5
7	蓝点马鲛 <i>Scorpaenopsis niphonius</i>	2.71	13.9	8.71	24.2	-	-	0.11	7.2	3.58	31.3
8	龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	2.12	26.0	1.04	36.8	0.20	12.0	5.14	25.8	4.34	29.2
9	细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>	1.97	42.4	2.35	46.3	0.34	20.5	2.29	47.4	7.30	62.5
10	刺鲷 <i>Psenopsis anomala</i>	1.85	32.5	0.05*	5.3	0.92	54.2	5.14	38.1	0.98	37.5
11	日本鲭 <i>Scomber japonicus</i>	1.61	27.6	2.03	29.5	1.60	36.1	1.46	16.5	0.67	31.3
12	水珍鱼 <i>Argentina koshimae</i>	1.32	15.2	2.06	16.8	0.04*	9.6	2.26	16.5	1.49	18.8
13	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	1.12	22.6	1.42	30.5	0.38	9.6	1.76	22.7	1.35	29.2
14	蓝圆鲹 <i>Decapterus maruadsi</i>	0.89	6.2	0.06*	3.2	0.08*	7.2	3.03	10.3	0.006*	2.1*
15	凤鲙 <i>Coilia mystus</i>	0.84	8.0	2.63	17.9	-	-	0.33	1.0*	0.23	16.7
16	黄鲷 <i>Taius tumifrons</i>	0.83	20.7	0.85	20.0	0.46	16.9	1.09	25.8	1.59	18.8
17	棘触鲷 <i>Hoplobrotula armata</i>	0.80	16.7	0.50	12.6	0.55	18.1	1.39	23.7	0.92	8.3
18	灰鲳 <i>Pampus cinereus</i>	0.74	12.7	0.06*	4.2*	-	-	2.48	32.0	0.42	12.5
19	青鳞沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>	0.71	2.5	2.57	4.2*	0.002*	1.2*	0.001*	1.0*	0.004*	4.2*
20	鱧齿鱼 <i>Champsodon capensis</i>	0.71	60.4	0.77	69.5	0.17	47.0	0.65	51.5	3.28	83.3
21	日本海鲂 <i>Zeus fober</i>	0.60	23.8	0.66	23.2	0.22	15.7	0.71	25.8	1.85	35.4
22	赤鼻棱鳀 <i>Thryssa kammalensis</i>	0.58	10.8	1.98	20.0	-	-	0.08*	8.2	0.2	16.7
23	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	0.55	26.6	0.27	20.0	0.05*	3.6*	1.54	50.5	0.42	31.3
24	海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	0.53	9.0	0.002*	1.1	0.75	12.0	0.90	17.5	0.03*	2.1*
25	七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>	0.43	36.8	0.07*	35.8	0.18	20.5	0.87	39.2	1.31	62.5
26	星康吉鳗 <i>Conger myriaster</i>	0.42	22.3	0.20	17.9	0.03*	7.2	0.82	28.9	1.67	43.8
27	绿鳍马面鲀 <i>Thamnaconus septentrionalis</i>	0.40	22.0	0.99	38.9	0.09*	9.6	0.29	22.7	0.08*	8.3

注: B% - 生物量比例; O% - 出现率; * - 生物量比例 < 0.1% 或出现率 < 5%; "-" - 未出现

Notes: B% - biomass rate; O% - frequency of occurrence; * - biomass rate < 0.1% / frequency of occurrence < 5%; "-" - no occurrence

对群落进行多元数量分析的方法很多, 我们采用等级聚类(非加权的组平均, 即 UPGMA)的分类方法和非线性多维标度(non - Metric Multidimensional scaling, 简称 NMDS)的排序方法分析东海北部鱼类群落中主要种类组成特征及其变化。由于这两种方法的自然互补, 它们一起提供了分析群落结构格局数据的一种有效工具, 并互相验证两种方法分析结果的正确性^[6]。检验 NMDS 分析结果的好坏可以用胁强系数(Stress)来衡量, 通常认为 stress < 0.2 时, 可用 NMDS 的二维点图表示, 其图形有一定的解释意义; stress < 0.1 时, 可以认为是一个好的排序, stress < 0.05

时, 具有很好的代表性^[7]。我们使用了 PRIMER 5.0 软件进行多元分析。

计算了各个种类不同季节空间分布的重心经纬度, 公式^[8]为:

$$\overline{Lat} = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij} Lat_j}{\sum_{j=1}^n Y_{ij}}, \quad \overline{Longi} = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij} Longi_j}{\sum_{j=1}^n Y_{ij}}$$

\overline{Longi} 和 \overline{Lat} 分别为种类分布重心的经度和纬度, $Longi_j$ 和 Lat_j 分别为各站位的经度和纬度。

此外还分析了鱼类群聚与水深、底层水温、底层盐度等非生物环境因子的关系, 各鱼类组群的各项非生物环境因子之间的比较主要通过单因素

方差分析方法(ANOVA)进行检验,并用最小显著极差法¹⁹(LSR)检验鱼类组群两两间的非生物环境因子的差异显著性。

2 结果

2.1 鱼类组群的划分及其种类组成

东海北部主要鱼类的聚类分析图和 NMDS 排序图分别见图 1 和图 2。虽然这两种方法的原

理不同,但其分析结果基本一致。NMDS 排序的胁强系数(Stress)均在 0.1~0.2 之间, MDS 排序的二维点阵图结果是可以接受的。春季的种类组成可分为 4 个组群,夏季、秋季和冬季的种类组成主要分为 3 个组群。依据不同季节各个组群的种类组成情况,我们将种类组成较相近的组群以相同的字母表示(图 1 和图 2),其中秋季 D 组群包含的种类只有 2 个种类,组成也比较特殊。

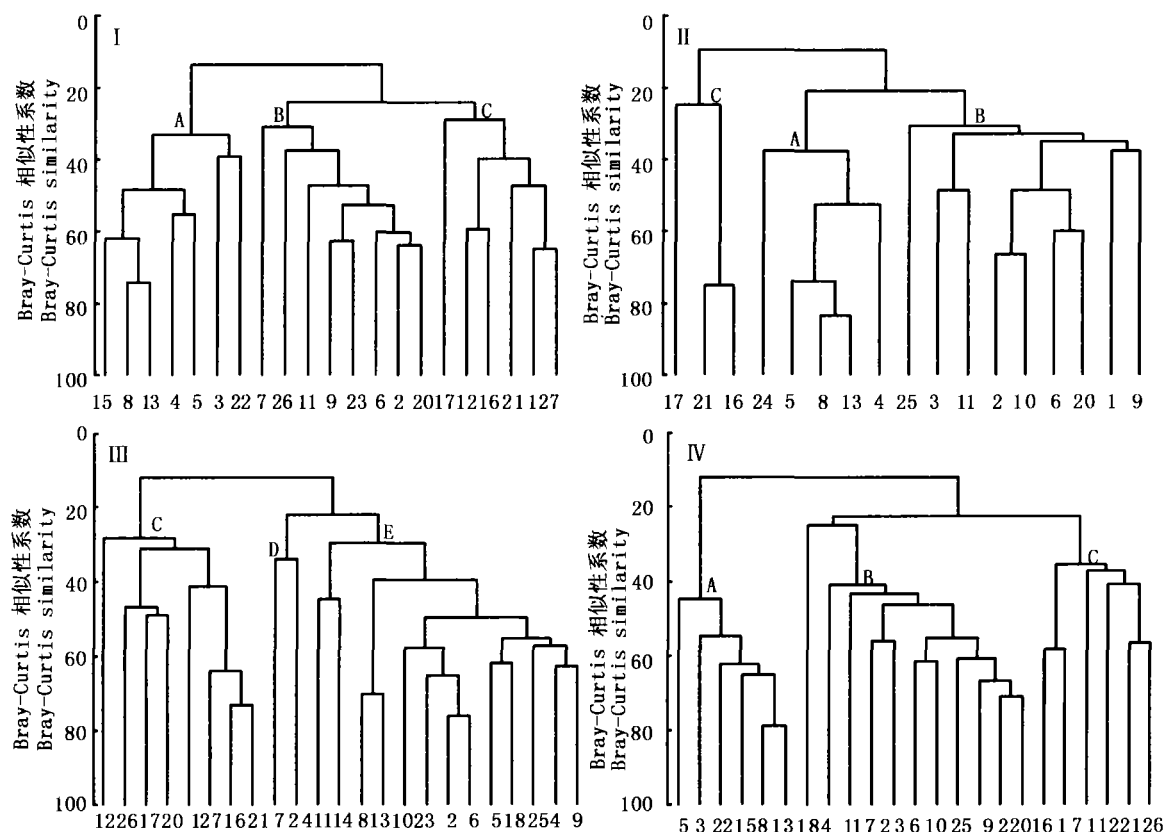


图 1 东海北部鱼类组成聚类分类

Fig.1 Dendrograms of cluster analysis of fish compositions in the northern East China Sea

I:春季,II:夏季,III:秋季,IV:冬季;数字表示的鱼类名称参照表 2。图 2~图 4 同此。

I: spring, II: summer, III: autumn, IV: winter; The species names which the numbers represent refer to Tab.2. Fig.2 - Fig.4 as same as Fig.1

各组群的种类组成明显不同(表 3),由于秋季的 F 组群的种类组成包含其它季节 A、B 组群的种类,故在分析 A、B 组群种类组成时主要根据其它三个季节的种类组成。A 组群包含的主要种类为凤鲚、黄鲫、龙头鱼、银鲳、小黄鱼和鲢,其中冬季时小黄鱼和夏季时鲢属于 B 组群。B 组群包

含的种类最多,主要种类有带鱼、细条天竺鲷、发光鲷、七星底灯鱼、日本鲭、白姑鱼、鰕齿鱼、刺鲷等,其中秋季时鰕齿鱼属于 C 组群。C 组群中包含的主要种类有竹筴鱼、绿鳍马面鲀、黄鲷、日本海鲂、水珍鱼、棘鼬鲷等,其中春季时星康吉鳗和夏季时竹筴鱼属于 B 组。

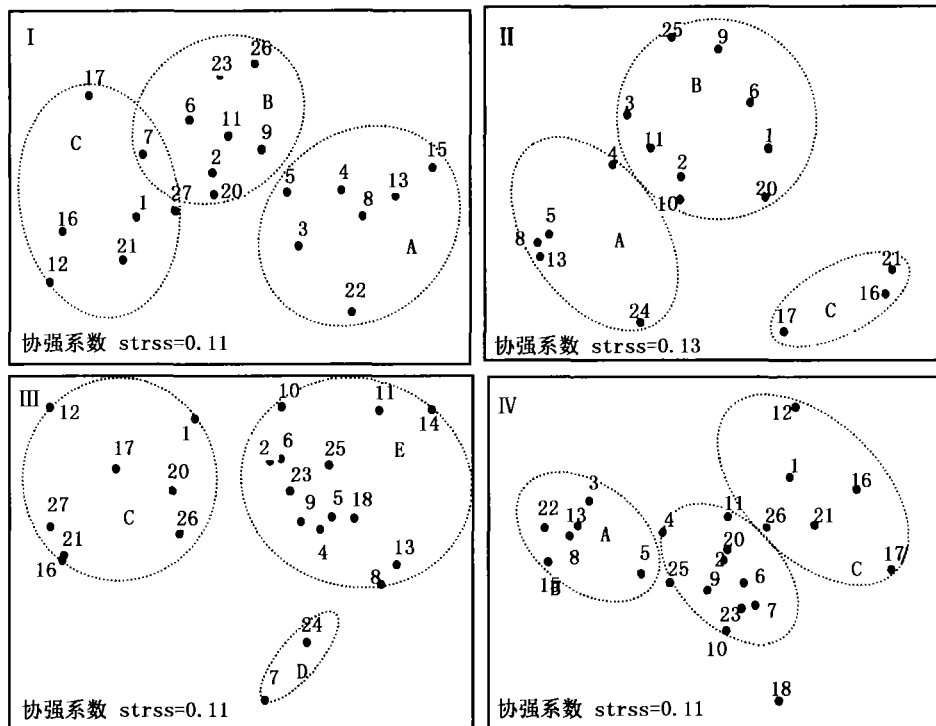


图 2 东海北部鱼类 NMDS 排序

Fig.2 The ordination graphs of NMDS of fish compositions in the northern East China Sea

表 3 根据聚类分析和 NMDS 排序得到的各季节鱼类组群情况

Tab.3 The fish species groups identified from cluster analysis and MDS for four seasons

序号 no.	种类 species	春季 spring	夏季 summer	秋季 autumn	冬季 winter
15	凤鲆 <i>Coilia mystus</i>	A			A
8	龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	A	A	E	A
13	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	A	A	E	A
5	银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	A	A	E	A
4	小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	A	A	E	B
3	鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	A	B		A
22	赤鼻稜鳀 <i>Thryssa kammalensis</i>	A			A
2	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i>	B	B	E	B
6	发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	B		E	B
9	细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>	B	B	E	B
23	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	B		E	B
11	日本鲷 <i>Scomber japonicus</i>	B	B	E	B
25	七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>		B	E	B
7	蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	B	B	D	B
14	蓝圆鲹 <i>Decapterus maruauelsi</i>			E	
18	灰鲳 <i>Pampus cinereus</i>			E	B
10	刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i>		B	E	B
20	鳄齿鱼 <i>Champsodon capensis</i>	B	B	C	B
26	星康吉鳗 <i>Conger myriaster</i>	B		C	C
1	竹荚鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	C	B	C	C
21	日本海鲂 <i>Zeus fober</i>	C	C	C	C
12	水珍鱼 <i>Argentina kgoshimae</i>	C		C	C
16	黄鲷 <i>Taius tumifrons</i>	C	C	C	C
17	棘鲷 <i>Hoplobrotula armata</i>	C		C	C
27	绿鳍马面鲀 <i>Thamnaconus septemtrionalis</i>	C		C	
24	海鲢 <i>Muraenesox cinereus</i>		A	D	

2.2 鱼类种类组群与环境因子的关系

2.2.1 水深 鱼类沿着水深梯度分布差异较明显(图3), 一些种类分布的水深较窄, 其中有些种类只分布在水深较浅的海域, 如凤鲚、黄鲫、龙头鱼、赤鼻棱鳀等, 而有些种类只分布水深较深的海域, 如黄鲷、水珍鱼、日本海鲂、绿鳍马面鲀、棘魮鲷等。一些种类分布水深范围较广, 如鳀、带鱼、日本鲭、竹筴鱼、鰆齿鱼、发光鲷等。但不同季节它们的平均水深有较大的差异。各季节中从 A、E

到 C 组群其种类栖息平均水深不断加深(表3), A 组群的平均水深小于 60m, B 组群平均水深 60~100m, C 组群的平均水深大于 100m(表4)。各季节不同组群栖息水深具显著差异(春季: $F = 45.22, P < 0.01$; 夏季: $F = 56.75, P < 0.01$; 秋季: $F = 52.39, P < 0.01$; 冬季: $F = 74.73, P < 0.01$), 但是秋季 D、E 组群间水深的差异不显著($P > 0.05$)。

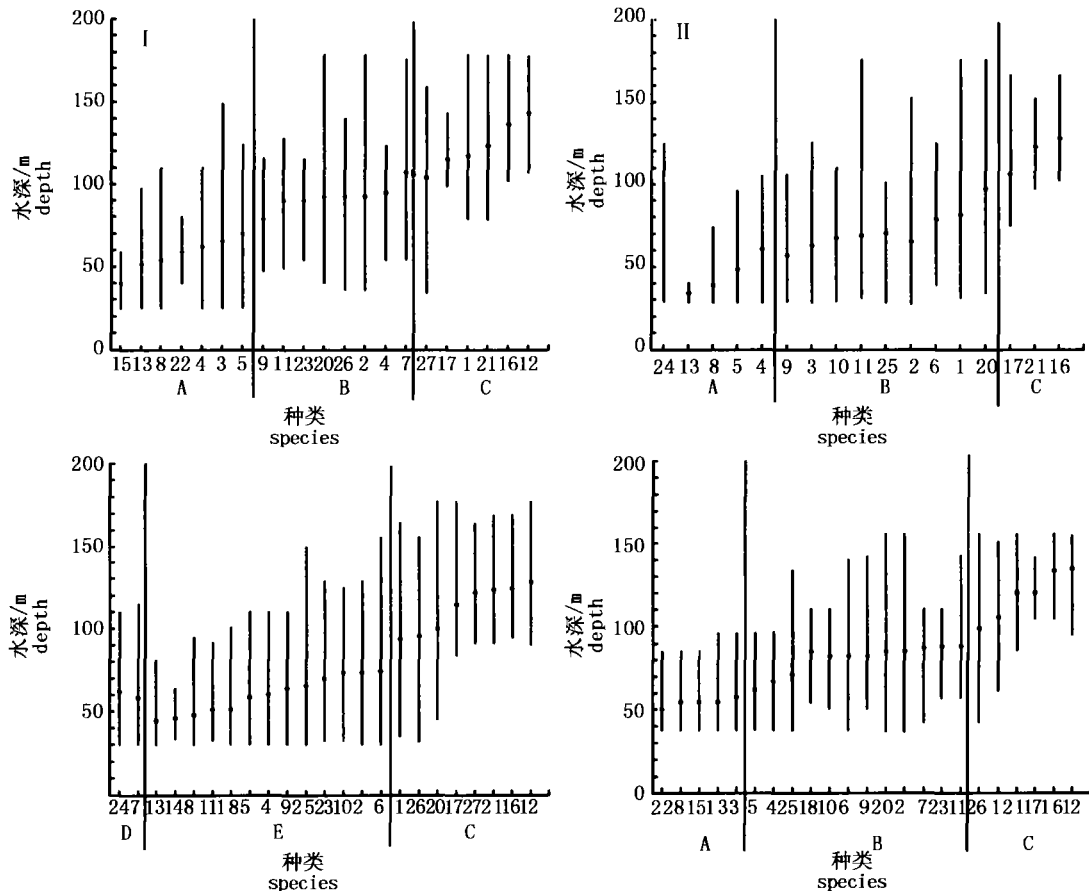


图3 不同季节各个种类分布的深度范围及平均值

Fig. 3 Depth ranges and mean depth of fish species in different seasons

2.2.2 底层水温和底层盐度 鱼类沿着温度梯度分布不甚明显, 春季和冬季从 A 到 C 组群平均底层温度逐渐增加, 夏季和秋季则相反(表3), 各季节不同组群的底层水温存在显著差异(春季: $F = 23.49, P < 0.01$; 夏季: $F = 6.23, P < 0.05$; 秋季: $F = 34.34, P < 0.01$; 冬季: $F = 46.67, P < 0.01$)。但夏季 B 和 C 组群间、秋季 D、E 组

群之间的底层温度差异不显著($P > 0.05$)。

各季节从 A 到 C 组群的平均盐度逐渐增加, 各季节不同组群的底层盐度存在显著差异(春季: $F = 46.17, P < 0.01$; 夏季: $F = 30.05, P < 0.01$; 秋季: $F = 32.60, P < 0.01$; 冬季: $F = 69.34, P < 0.01$)。其中秋季 D、E 组群间的盐度差异不显著($P > 0.05$)。

2.3 各组群种类重心的空间分布

各季节种类重心的空间分布见图4,各组群种类重心位置沿着经度方向具相对显著的差异,而大多数组群之间沿着纬度方向差异不明显,说明各组群沿着经度方向有较明显的梯度变化。

春季A组群的各种类重心位置的空间分布于125°30'E以西的海域,B组群的重心位置主要集中于125°30'E~126°30'E的海域,C组群的各种类的重心位置则分布于126°30'E以东的海域。

表4 不同组群的环境因子

Tab.4 The physical environment of different fish groups in the northern East China Sea

季节 season	组群 group	水深/m depth	底层水温(°C) bottom temperature	底层盐度 bottom salinity
春季 spring	A	57.28 ± 11.49	12.44 ± 1.07	32.57 ± 0.36
	B	92.30 ± 7.16	15.05 ± 0.58	33.56 ± 0.21
	C	123.85 ± 14.34	16.12 ± 0.50	34.07 ± 0.20
夏季 summer	A	48.42 ± 12.17	19.79 ± 1.52	32.57 ± 0.54
	B	69.14 ± 10.55	17.56 ± 1.68	33.62 ± 0.28
	C	128.67 ± 5.13	16.10 ± 0.33	34.53 ± 0.03
秋季 autumn	D	59.79 ± 2.54	22.54 ± 1.13	33.07 ± 0.53
	E	60.29 ± 10.92	21.95 ± 0.79	33.40 ± 0.26
冬季 winter	C	113.84 ± 14.27	17.31 ± 1.90	34.27 ± 0.21
	A	55.22 ± 3.99	14.16 ± 0.48	32.90 ± 0.23
	B	81.48 ± 7.25	16.21 ± 0.58	33.83 ± 0.23
	C	119.78 ± 14.80	16.78 ± 0.31	34.42 ± 0.21

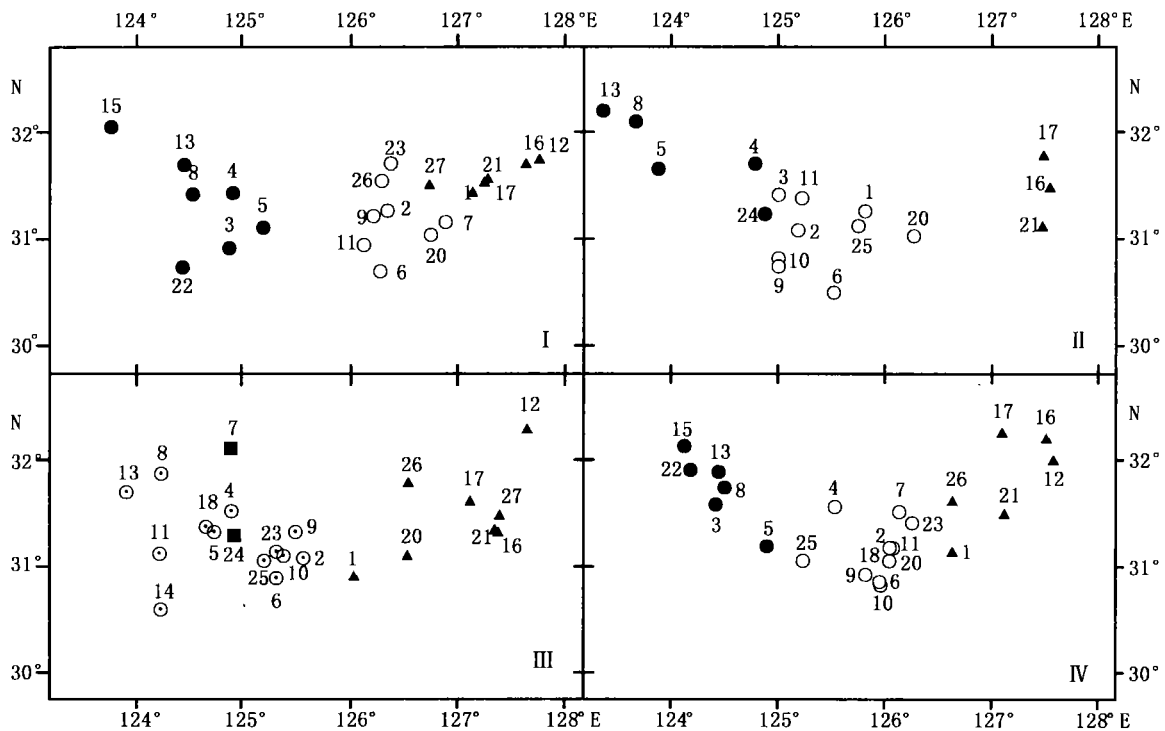


图4 不同季节鱼类重心的空间分布

Fig.4 The spatial distributions of fish centroid in different seasons

- A组群, ○ B组群, ▲ C组群, ■ D组群, ⊙ E组群
- A group, ○ B group, ▲ C group, ■ D group, ⊙ E group

夏季 A 组群各种类重心位置在 124°53'E 以西的海域, B 组群的重心位置在 125°01'E ~ 125°45'E 之间, C 组群的重心位置在 127°28'E 以东的海域。

秋季 D、E 组群种类的重心位置分布相互重叠, 分布于 125°33'E 以西海域, C 组群种类的重心位置在 126°00'E 以东的海域。

冬季 A、B、C 组群种类的重心位置分别分布于 124°53'E 以西的海域, 125°14'E ~ 126°14'E 的海域以及 126°37'E 以东的海域。

3 讨论

根据等级聚类和多维标度(NMDS)方法对东海北部四个季节的拖网调查资料分析的结果, 以及鱼类组群与环境因子的关系, 该海域的鱼类组成格局可分为三种主要群聚类型, 并依照它们分布海域与海岸的位置, 分别定义为近岸群聚(A 组群)、中间群聚(B 组群)和外海群聚(C 组群)(图 1、图 2)。

这三种群聚类型的种类组成不同季节有些变化, 但各群聚类型中大部分种类基本保持不变, 因此这三种群聚类型在种类组成上保持了相对的稳定。相邻群聚类型的某些种类会发生相互渗透(如鳀、小黄鱼、鰕齿鱼、星康吉鳗和竹筴鱼等), 导致了每种群聚类型在时间和空间上的变化, 因此这三种群聚类型的稳定性是相对的、暂时性的。特别是秋季为各种鱼类的索饵季节, 各种类分布较散, 近岸群聚和中间群聚的种类基本都相互混在一起。而外海群聚的种类组成较其它两种群聚类型稳定, 秋季的 D 组群不能作为独立的群聚类型, 它们的空间分布和栖息环境特征与近岸群聚较接近, 可认为是近岸群聚的一个分支。

鱼类群聚的种类组成和变化对非生物因子较为敏感, 不同海域影响鱼类群聚分布格局的非生物因子有所不同, 南海北部大陆架^[2]、大西洋中部大陆架^[10]、西北大西洋 Scotian 大陆架^[11]、葡萄牙大陆架^[12]以及阿拉斯加湾大陆架和斜坡海域^[13]等海域水深是影响鱼类群聚的主要因素, Barber 等^[14]认为盐度和底质类型是影响鱼类群聚的主要因素。本研究发现东海北部三种鱼类群聚类型

之间的水深、底层盐度等非生物因子差异显著, 这些主要的非生物因子影响着该海域的不同种类的分布和不同群聚类型的空间格局。但是不同群聚类型间底层温度变化的差异并不完全显著(近岸型群聚与其它两个类型间的底层温度差异显著, 中间群聚类型和外海群聚类型间底层温度的差异并不显著)。这主要是因为东海北部海域受到沿岸变性水、东海混合水、黑潮分支的共同影响, 它们之间的相互作用十分复杂, 具有明显的季节演变过程, 沿岸水盐度终年较低, 水温季节变化显著, 外海黑潮次表层水具低温高盐特性, 混合水系受到黄海水团和外海黑潮次表层水交混而成的^[15], 因此混合水的底层水温与外海水的底层水温的水平梯度不大, 使两者间的底层水温差异不显著。

栖息于该海域的绝大部分种类为暖温性种或暖水性种, 它们的适温范围较大, 分布较广, 一些种类随着水温的变化在一定海域范围内作季节性的洄游, 使各群聚类型间的种类分布会出现重叠交错现象, 但各种类的密集分布海域相对不同(图 4), 因此东海北部的鱼类群聚格局虽然可以定义不同区域的群聚组成, 但是这种变化是渐进的, 没有明显的群聚边界, 群聚格局更像那些沿着环境梯度的相关种类分布所形成的^[11], 而且这种群聚格局不同季节具有一定的持续性, 各群聚类型保持了相对稳定的种类组成。

参考文献:

- [1] Blanc L, Aliaume C, Zerbi A, *et al.* Spatial and temporal co-structure analyses between ichthyofauna and environment: an example in the tropics[J]. *Life sciences*, 2001, 324:635-646.
- [2] Qiu Y S. A preliminary analysis of fish species groups on the northern continental shelf of South China Sea[J]. *J Fish China*, 1990, 14(4):267-276. [邱永松. 南海北部大陆架鱼种组群初步分析[J]. *水产学报*, 1990, 14(4): 267-276.]
- [3] Deng S M, Xiong G Q, Zhan H X. A study on the fish fauna of the outer edge of the continental shelf in the East China Sea[J]. *Scientific reports of the East China Sea Fisheries Research Institute*, 1982, 15:1-19. [邓思明, 熊国强, 詹鸿禧. 东海大陆架外缘鱼类区系研究[J]. *东海水产研究所研究报告*, 1982, 15:1-19.]
- [4] Deng J Y, Zhao C Y. *Marine fishery biology* [M]. Beijing: Agriculture Press, 1991. 25-27. [邓景耀, 赵传细. *海洋渔业*

- 生物学[M].北京:农业出版社,1991. 25-27.]
- [5] Field J G, Clarke K R, Warwick R M. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns [J]. *Mar Ecol Prog Ser*, 1982, 8: 37-52.
- [6] Brazner J C, Beals E W. Patterns in fish assemblages from coastal wetland and beach habitats in Green Bay, Lake Michigan: A multivariate analysis of abiotic and biotic forcing factors [J]. *Can J Fish Aquat Sci*, 1997, 54:1743-1761.
- [7] Khalaf M A, Kochzius M. Changes in trophic community structure of shore fishes at an industrial site in the Gulf of Aqaba, Red Sea[J]. *Mar Ecol Prog Ser*, 2002, 239: 287-299.
- [8] Garrison L P. Spatial patterns in species composition in the Northeast United States continental shelf fish community during 1966-1999[J]. *Spatial processes and management of marine populations*, 2001, 513-559.
- [9] Li C X, Wang Z H, Wang W L. *Biostatistics (Second edition)* [M]. Beijing: Science Press, 2000. 81-90. [李春喜,王志和,王文林.生物统计学(第二版)[M].北京:科学出版社,2000. 81-90.]
- [10] Colvocoresses J A, Musick J A. Species associations and community composition of middle Atlantic Bight continental shelf demersal fishes[J]. *Fish Bull*, 1984, 82(2): 295-313.
- [11] Mahon R, Smith R W. Demersal fish assemblages on the Scotian shelf, Northwest Atlantic: spatial distribution and persistence[J]. *Can J Fish Aquat Sci*, 1989, 46 (Suppl. 1): 134-152.
- [12] Gomes M C, Serrão E, Borges M F. Spatial patterns of groundfish assemblages on the continental shelf of Portugal[J]. *ICES Journal of Marine Science*, 2001, 58:633-647.
- [13] Mueter F J, Norcross B L. Spatial and temporal patterns in the demersal fish community on the shelf and upper slope regions of the gulf of Alaska[J]. 2002, *Fish Bull*,100:559-581.
- [14] Barber W E, Smith R L, Vallarino M, Meyer R. M. Demersal fish assemblages of the northeastern Chukchi Sea, Alaska[J]. *Fish Bull*, 1997, 95:195-209.
- [15] The Ministry of Agriculture, farming and fishery, the fishery headquarters of the East China Sea Region. *The fisheries resources survey and divisions* [M]. Shanghai: East China Normal University Press, 1987. 207-212. [农牧渔业部水产局,农牧渔业部东海区渔业指挥部.东海区渔业资源调查和区划[M].上海:华东师范大学出版社,1987. 207-212.]