

东海区头足类群聚空间分布特征的初步研究

李圣法^{1,2}, 严利平^{1,2}, 李惠玉^{1,2}, 李建生^{1,2}, 程家骅^{1,2}

(1. 农业部河口与海洋重点开放实验室, 上海 200090; 2. 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090)

摘要: 根据 2000 年东海区(27°00'~34°00'N、127°00'E 以西海域)150 m 等深线以浅 4 个季节的底拖网监测调查资料, 运用聚类分析和非度量多维标度(NMDS)的方法分析东海区头足类群聚的空间分布特征, 并且探讨各个群聚类型的指示种类以及头足类群聚分布与环境的关系。头足类主要种类为剑尖枪乌贼(*Loligo edulis*)、太平洋褶柔鱼(*Todarodes pacificus*)、金乌贼(*Sepia esculenta*)等。多元分析结果显示, 各季节头足类群聚类型不同。根据各群聚类型分布的海域大致可以将其划分为黄海南部-东海外海-东海中南部群聚、长江口外海域群聚和东海北部海域群聚 3 种群聚类型。它们的空间分布区域随着季节的不同而发生变化, 群聚类型的分布区域也会相互交错。各季节不同群聚类型的种类组成不同, 多数种类一般同时出现于不同的类群中, 有的种类在所有群聚类型中都有分布。它们的空间分布也是交错的, 只是相对集中的区域有所不同, 在不同群聚类型中的渔获率和出现频率不同。头足类各群聚类型种类组成的季节差异较明显, 各群聚类型中相对稳定的主要特征种类较少。调查海域中影响头足类种类空间分布特征的主要环境因子为水温, 而水深等环境因素的影响并不明显。[中国水产科学, 2006, 13(6): 936-944]

关键词: 东海区; 头足类群聚; 空间特征; 环境因素

中图分类号: S931

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2006)06-0936-09

由于过度捕捞和环境变化, 传统的鱼类资源急剧下降, 近年来头足类资源的产量不断增加^[1], 人们越来越关注头足类资源的开发利用。东海区头足类种类丰富^[2], 长期以来一直是东海区的主要捕捞对象之一。20 世纪 70 年代以前主要利用曼氏无针乌贼(*Sepiella maindroni*), 到了 20 世纪 90 年代以后主要捕捞种类以太平洋褶柔鱼(*Todarodes pacificus*)、剑尖枪乌贼(*Loligo edulis*)、金乌贼(*Sepia esculenta*)、神户枪乌贼(*Loligo kobeensis*)等为主。近年来对东海区头足类资源的研究多集中于头足类的种类组成、主要种类的数量分布、资源量的估算等方面^[3-8], 东海区头足类种类之间的相互关系以及与环境的关系未见有专门的报道。本研究根据 2000 年东海区渔业资源监测调查中头足类的数据, 运用多元分析和图示方法分析东海区头足类群聚的空间格局以及与环境因素的关系, 为进一步研究东海区头足类群聚种类间关系以及为头足类的渔业管理提供背景资料。

1 材料与方法

1.1 数据来源

2000 年春季(4 月中旬)、夏季(6 月中旬)、秋季(9 月初)和冬季(12 月底)于东海区(27°00'~34°00'N、122°30'~127°00'E)禁渔线以东、150 m 以浅海域, 使用 300 kW 的调查船进行对拖监测调查, 共设 120 个站位, 每 1 网次拖网时间为 0.5~1 h, 将渔获物中的头足类种类进行分类鉴定、称重和计尾数, 渔获率按每小时的渔获质量表示(kg/h)。同时在每一网次放网时用 Seabird 公司的 CDT 测定表层水温、表层盐度以及水深。

1.2 数据处理与分析

在进行头足类种类分析之前, 先对数据进行筛选, 将各个季节头足类种类组成按渔获率排序, 选取渔获率占总渔获率比例超过 1%、且其出现频率大于 5% 的种类, 构成了“站位×种类渔获率”矩阵, 并对渔获率进行四次方根转换, 然后计算站位间 Bray-Curtis 相似性系数, 采用等级聚类(非加权的组平均, 即 UPGMA)的分类方法和非度量多维标度

收稿日期: 2006-03-13; 修订日期: 2006-04-24.

基金项目: 近海渔业资源调查专项.

作者简介: 李圣法(1969-), 男, 博士, 副研究员, 研究方向: 渔业资源生态学. E-mail: shengfa@smmail.cn

(Non-metric multidimensional scaling, 简称 NMDS) 的排序方法^[9] 分析调查站位的头足类种类组成特征。应用相似性分析 (Analysis of similarities, 简称 ANOSIM) 检验各季节不同聚类组之间头足类种类组成差异是否为零假设 (Null hypothesis)^[10], 以判断多元分析的结果是否适用。

为了比较不同聚类组之间头足类种类组成的差异, 需要确定每个聚类组的指示种类, 本研究使用 Dufrene 和 Legendre (1997)^[11] 的指示种指数计算公式:

$$A_{ij} = N_{ij}/N_i \quad (1)$$

$$B_{ij} = NS_{ij}/NS_j \quad (2)$$

$$IV_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100\% \quad (3)$$

式中: A_{ij} 为站位组 j 中种类 i 的平均数量 N_{ij} 与所有站位组中种类 i 平均数量之和 N_i 的比值, 当种类 i 只出现在站位组 j 中时, A_{ij} 值为最大; B_{ij} 为站位组 j 中种类 i 的出现站位数 NS_{ij} 与站位组 j 包含站位数 NS_j 的比值, 当种类 i 在站位组 j 中的所有站位均出

现时, B_{ij} 值最大; IV_{ij} 为站位组 j 中种类 i 的指标值, 根据 Dufrene 和 Legendre (1997)^[11] 的建议, 在所有的站位组中选择种类 i 最大的指标值, 即:

$$IV_j = \max(IV_{ij}) \quad (4)$$

在分析中将指标值超过 25% 的种类定为指示种。

运用 BIOENV 过程分析头足类群聚与非生物环境因子间的相关性, 多元分析过程、ANOSIM 以及 BIOENV 过程的分析使用 PRIMER5 软件进行运算和绘图^[10]。

2 结果

2.1 头足类种类组成

调查中共出现头足类种类 28 种, 其中 26 种鉴定到种, 隶属于 3 目、9 科、12 属。全年的头足类主要种类为剑尖枪乌贼、太平洋褶柔鱼、金乌贼等, 它们的渔获率占了头足类总渔获率的 76.24% (表 1)。

表 1 各季节头足类种类组成
Tab. 1 Cephalopod species composition in each season

种 类 Species	全年		春季		夏季		秋季		冬季	
	All year		Spring		Summer		Autumn		Winter	
	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O
剑尖枪乌贼 <i>Loligo edulis</i>	36.67	13.26	39.25	55.00	65.45	39.84	58.06	20.90	33.33	
太平洋褶柔鱼 <i>Todarodes pacificus</i>	21.85	33.39	65.42	26.40	60.00	14.52	22.58	25.18	35.19	
金乌贼 <i>Sepia esculenta</i>	17.72	12.28	15.89	0.61	2.73	27.50	37.63	21.06	30.56	
针乌贼 <i>Sepia andreana</i>	4.60	9.05	22.43	1.65	13.64	6.33	27.96	2.13	15.74	
柏氏四盘耳乌贼 <i>Euprymna berryi</i>	3.43	6.22	58.88	1.15	27.27	4.48	29.03	2.45	30.56	
神户枪乌贼 <i>Loligo kobeensis</i>	2.88	14.20	32.71	1.64	3.64	0.09	2.15	3.94	23.15	
多钩钩腕乌贼 <i>Abralia multihamata</i>	2.73	2.84	34.58	2.27	18.18	3.24	36.56	2.15	27.78	
短蛸 <i>Octopus ocellatus</i>	2.01	1.57	6.54	4.59	18.18	0.48	5.38	2.30	19.44	
尤氏枪乌贼 <i>Loligo wyii</i>	1.76	3.24	20.56	1.10	10.9	10.14	5.38	5.12	20.37	
神户乌贼 <i>Sepia robosoni</i>	1.16	0.23	2.80	2.08	5.45	—	—	2.98	9.26	
卵蛸 <i>Octopus ovulum</i>	1.13	0.29	4.67	0.06	1.82	1.25	22.58	2.64	13.89	
长蛸 <i>Octopus variabilis</i>	0.92	—	—	1.40	3.64	1.12	8.60	0.40	3.70	
罗氏乌贼 <i>Sepia robosoni</i>	0.54	—	—	—	—	0.39	5.38	1.78	8.33	
菱鳍乌贼 <i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0.52	0.05	1.87	1.51	10.91	0.11	1.08	0.44	0.93	
朴氏乌贼 <i>Sepia prashadi</i>	0.45	0.52	3.74	—	—	—	—	1.91	2.78	
火枪乌贼 <i>Loligo beka</i>	0.45	1.44	9.35	0.20	8.18	0.27	7.53	0.56	5.56	
莱氏拟乌贼 <i>Sepioteuthis lessoniana</i>	0.39	0.74	0.93	—	—	—	—	1.49	1.85	
条纹蛸 <i>Octopus striolatus</i>	0.31	0.05	0.93	—	—	—	—	1.49	3.70	
鸢乌贼 <i>Symplectoteuthis ovalaniensis</i>	0.21	—	—	—	—	—	—	1.04	0.93	
耳乌贼科 <i>Sepiolinae</i> sp.	0.14	0.52	3.74	0.33	2.73	0.00	2.15	0.00	0.93	
印太水孔蛸 <i>Tremoctopus violaceus gracilis</i>	0.06	—	—	—	—	0.13	1.08	—	—	
枪乌贼属 <i>Loligo</i> sp.	0.02	—	—	—	—	0.05	1.08	—	—	
纺锤蛸 <i>Octopus fusiformis</i>	0.02	—	—	—	—	0.04	1.08	—	—	
小管枪乌贼 <i>Loligo oshimai</i>	0.01	0.08	3.74	—	—	—	—	—	—	
纤细腕乌贼 <i>Sepia subtenuipes</i>	0.01	—	—	—	—	—	—	0.03	0.93	
小头乌贼 <i>Cranchia scabra</i>	0.00	0.02	1.87	0.00	0.91	—	0.00	0.93	—	
虎斑乌贼 <i>Sepia pharaonis</i>	0.00	—	—	0.01	0.91	—	—	—	—	
图氏后乌贼 <i>Sepiella tullbergi</i>	0.00	0.00	0.93	—	—	—	—	—	—	

注: C - 渔获率; O - 出现率; “—”表示未出现。

Note: C - Catch rate; O - Frequency of occurrence; “—” means absence.

春、夏、秋、冬各季节头足类出现的种类数和种类组成不尽相同,出现的种类数分别为20、17、18和22种,渔获率比例大于1%且出现率大于5%的种类数分别为10、9、8和12种。春季的主要种类为太平洋褶柔鱼、神户枪乌贼、剑尖枪乌贼、金乌贼等;夏季的主要种类为剑尖枪乌贼、太平洋褶柔鱼、短蛸、多钩钩腕乌贼等;秋季的主要种类为剑尖枪乌贼、金乌贼、太平洋褶柔鱼、针乌贼等;冬季的主要种类为剑尖枪乌贼、金乌贼、尤氏枪乌贼等。

2.2 各季节头足类种类组成特征

各季节根据各站位的头足类组成进行聚类分析和NMDS排序的结果见图1, NMDS排序分析的胁强系数(Stress)范围为0.14~0.18,均在0.2以下。NMDS排序的结果可用二维点图表示。聚类分析和NMDS排序的结果相似,各季节站位的分组不同,这些站位分组分别以I~VI群聚类型表示。各季节不同群聚间的ANOSIM计算值的检验表明,除了春季V群聚与VI群聚类型之间的差异不显著外,其他不同群聚间呈极显著差异。因此根据聚类分析和NMDS排序的结果确定的群聚类型是可行的,这些群聚的空间分布格局如图2所示。

春季头足类种类组成分为6个群聚类型,群聚I的站位主要分布于南黄海海域,特征种类为柏氏四盘耳乌贼;群聚II的站位主要分布于长江口海域(30°30'~32°00'N),特征种类为神户枪乌贼;群聚III的站位主要分布于浙江近海海域(28°30'~32°00'N),特征种类为太平洋褶柔鱼、金乌贼、针乌贼等;群聚IV的站位主要分布于27°00'~27°30'N的海域,特征种类为剑尖枪乌贼、多钩钩腕乌贼、神户枪乌贼等(表2)。其他群聚类型的站位较少且分布较零星。

夏季头足类种类的分布大致可分为4个群聚类型,群聚I的站位主要分布于32°30'~34°00'N的南黄海海域,特征种类为太平洋褶柔鱼;群聚II的站位分布较广,主要分布于28°00'~31°30'N的海域,特征种类为剑尖枪乌贼、太平洋褶柔鱼、短蛸等;群聚III的站位分布于28°00'~30°00'N的近海海域,与群聚II的分布交错,特征种类为剑尖枪乌贼、短蛸、神户乌贼、多钩钩腕乌贼等;群聚IV站位分布于27°30'N以南的海域,特征种类为菱鳍乌贼、短蛸、剑尖枪乌贼、多钩钩腕乌贼等(表2)。

秋季头足类种类的分布大致可分为5个群聚类

型,群聚I的站位分布有两块,一块为33°30'~34°00'N的南黄海海域,另一块为27°00'~27°30'N的外海海域。特征种类为太平洋褶柔鱼;群聚II的站位主要分布于30°30'~31°30'N的长江口海域,特征种类为多钩钩腕乌贼;群聚III站位分布较广,主要分布于27°00'~30°00'N、122°30'~126°00'E的海域,呈东北西南走向,特征种类为剑尖枪乌贼、金乌贼和柏氏四盘耳乌贼(表2);其他2种类型的分布比较零星。

冬季头足类种类的分布大致可分为6个群聚类型,群聚I站位的分布区域可分为两块,一块为33°30'~34°00'N的南黄海海域,另一块为27°00'~28°30'N的外海海域,特征种类为太平洋褶柔鱼;群聚II站位分布于30°30'~32°00'N的海域,特征种类为神户枪乌贼和柏氏四盘耳乌贼;群聚III站位主要分布于29°00'~30°00'N的海域,特征种类为剑尖枪乌贼和金乌贼(表2);其他3种类型的分布海域较为零星。

2.3 环境特征与头足类群聚分布的关系

BIOENV分析结果表明,各季节中与头足类分布相关关系最好的单个环境因素不同(表3),春季、夏季和冬季均为表层水温,秋季为水深。在组合的环境因素中,春季、夏季和冬季以表层水温和水深的组合与头足类种类分布的相关性最好,而秋季以盐度与水深的组合与头足类分布的相关性最好。综合所有环境因素及其组合与头足类分布的相关性来看,春季和夏季以表层水温头足类分布的相关性最好,秋季以盐度和水深组合的相关性最好,冬季则以表层水温和水深组合的相关性最好。

3 讨论

3.1 东海区头足类的种类组成

由于研究海域、时间以及调查网具的不同,不同学者对东海区头足类种类数的报道相差较大,大致种类数在33~78种之间^[2-4,6,12],其中刘效舜(1990)^[2]和郑元甲等(1999)^[3]是在总结相关头足类研究的基础上取得的种类数,其覆盖的海域范围较广(包含了东海大陆架和斜坡),所得头足类种类数较多。本次调查的海域要比宋海棠等(1999)^[6]和郑元甲等(2002)^[12]的调查范围小且时间仅为1年,出现的种类数相对较少。从主要种类组成来看,本次调查以剑尖枪乌贼、太平洋褶柔鱼、金乌贼、针

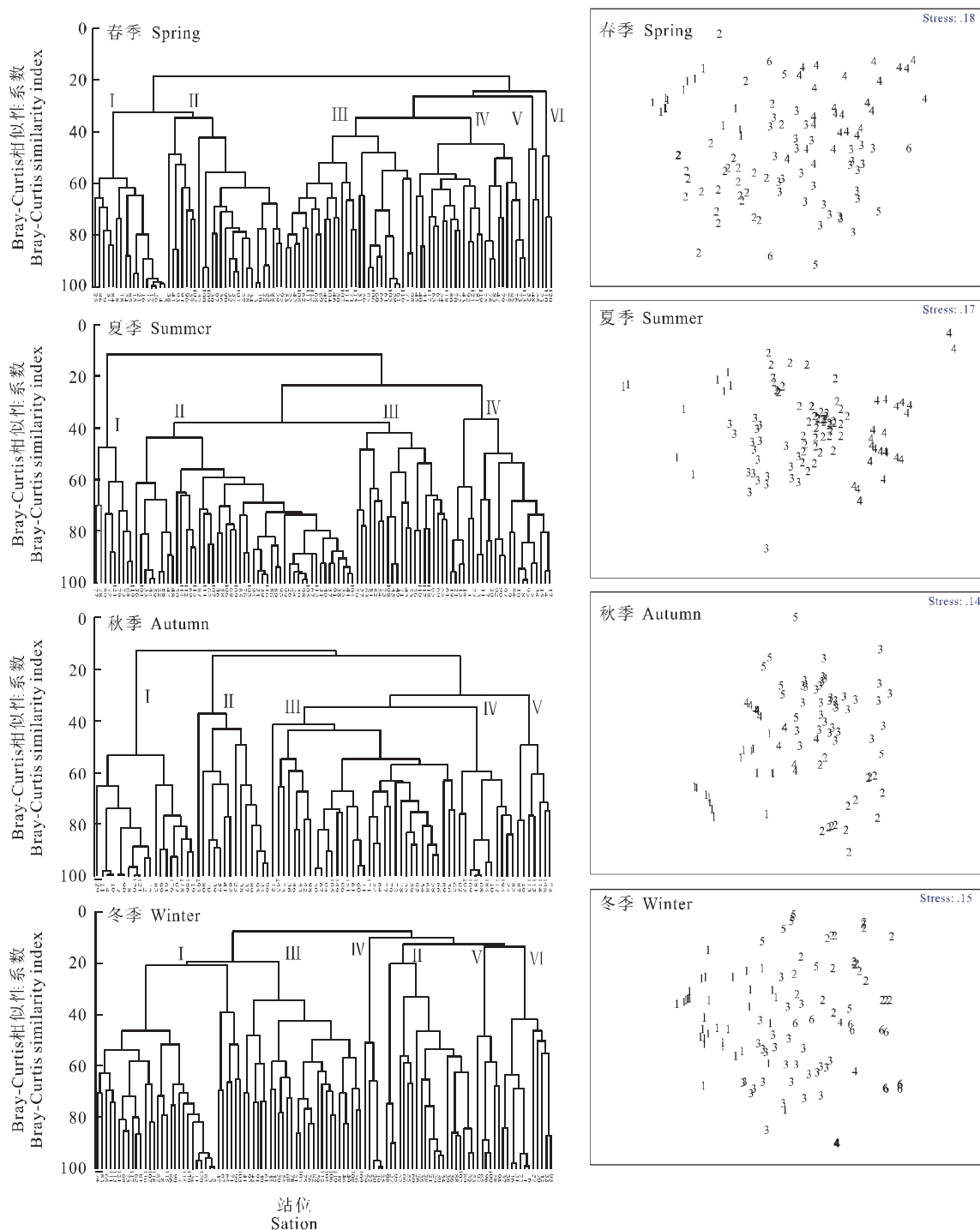


图1 各季节头足类站位聚类分析的聚类图(左图:罗马数字表示群聚编号)和NMDS排序图(右图:阿拉伯数字分别对应左边聚类图中罗马数字)

Fig. 1 Dendrograms (left, Roman numerals indicating the assemblages number) and NMDS ordination (right, the Arabic numerals indicating the groups donated with corresponding Roman numerals in the left figure) of the sites in different seasons

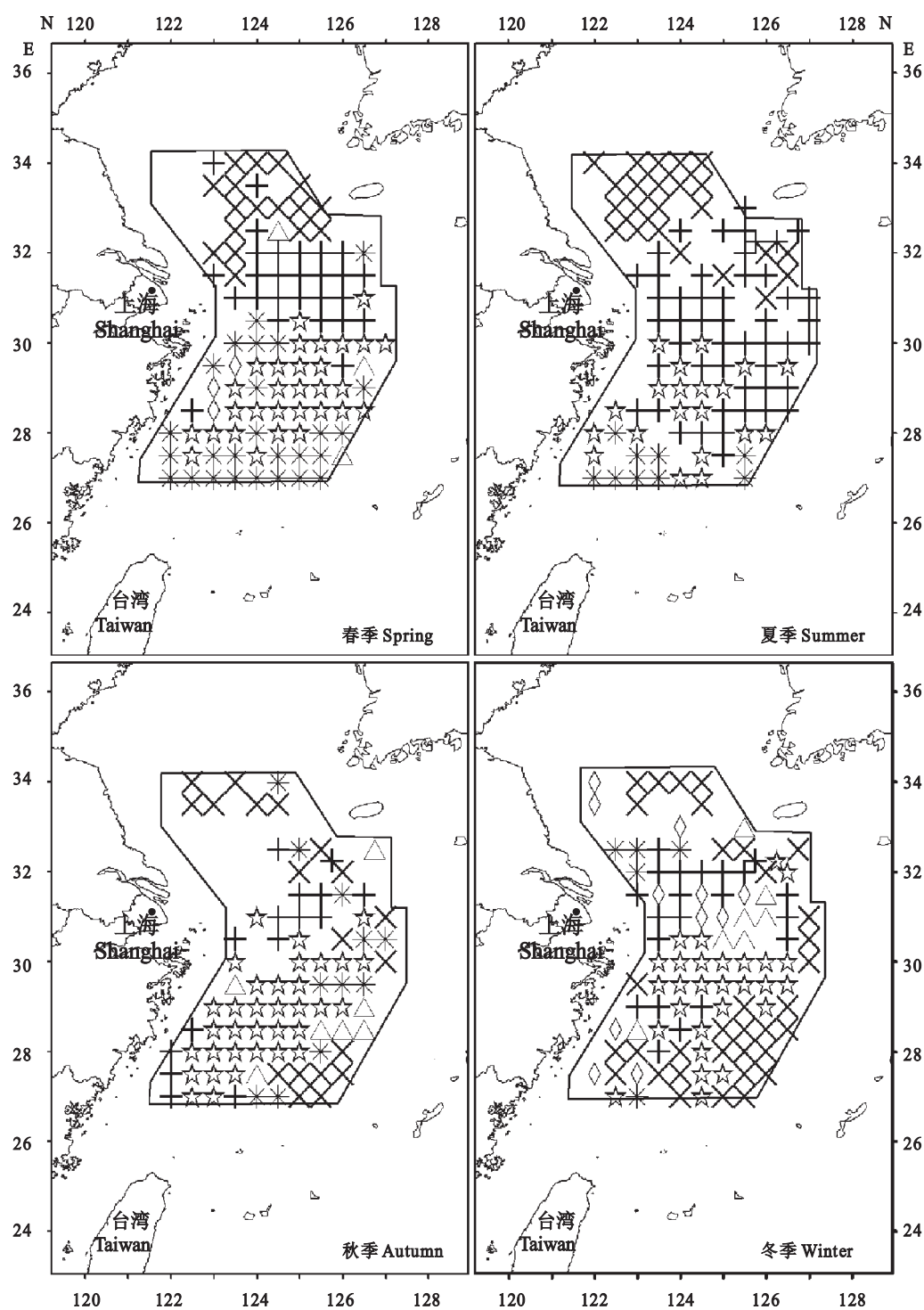


图2 各季节头足类群聚的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of cephalopod assemblages in each season

表 2 各季节不同聚类组头足类种类的指示种指数

Tab. 2 Indicator indexes of cephalopods within site groups in different season

种 类 Speices	春季 Spring						夏季 Summer				秋季 Autumn					冬季 Winter					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	VI
剑尖枪乌贼 <i>Loligo edulis</i>			5.13	80.57		5.62	79.69	18.74	0.20	3.22	0.31	40.85	32.66	5.54	15.55	0.11	38.71				
太平洋褶柔鱼 <i>Todarodes pacificus</i>	0.28	3.55	81.04	7.23	0.71		37.82	43.16	1.08	0.00	93.27		0.40			83.64	0.00	4.78			0.19
金乌贼 <i>Sepia esculenta</i>			14.64	0.11	0.00	63.43		6.12					98.92	0.10				81.71			0.05
针乌贼 <i>Sepia andreaana</i>			33.73	2.18	13.76		0.89	32.80	0.01	0.02	0.00	12.69	0.17	70.79	4.76		22.80				
柏氏四盘耳乌贼 <i>Euprymna berryi</i>	70.86	13.35	1.83	0.22	0.01	3.01	0.12	0.41	76.46	0.04	0.00	16.12	29.80		0.97	0.03	25.16	18.14	0.40	0.74	0.64
神户枪乌贼 <i>Loligo kubiensis</i>		45.75	3.29	1.13		8.29		2.04	0.00				5.88			0.04	82.02	0.18			0.32
多钩钩腕乌贼 <i>Abralia multihamata</i>		3.82	4.46	24.74		10.96	1.11	0.11	34.01	1.26	1.36	58.89	4.86	7.02	0.12	0.20	1.17	1.34		84.94	1.04
短蛸 <i>Octopus ocellatus</i>			6.55	0.25		29.64		1.24	47.29	0.43			5.88				0.24	11.99	57.47	0.23	0.19
尤氏枪乌贼 <i>Loligo uyii</i>	3.65	20.18	0.14	2.25			35.25	0.38	0.03		2.73	1.82	1.83				0.02	3.69	0.06	0.12	82.23
神户乌贼 <i>Sepia robosoni</i>			1.36	4.55					30.00			0.00			7.26	4.84	1.68				
卵蛸 <i>Octopus ovulum</i>			12.09	0.36				0.44	3.92			16.65	10.74		9.68	0.67	14.69	3.18			
长蛸 <i>Octopus variabilis</i>							2.71	2.81				4.08	8.00					0.08	22.13		1.69
罗氏乌贼 <i>Sepia robosoni</i>													1.05		25.18	0.05		14.75			1.86
菱蛸乌贼 <i>Thysanoteuthis rhombus</i>				7.69				0.01	0.11	97.50	5.26					4.35					
火枪乌贼 <i>Loligo beka</i>	0.00	0.00	2.20	2.62			6.40	0.37	2.04			7.38			6.38	0.84		8.27			

表 3 用 BIOENV 分析的各季节各环境因素与头足类组成之间的相关系数(r_w)Tab. 3 BIOENV analysis giving the correlation(r_w) between environmental factors and biological variables in each season

环境因素 Environment factor	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter
单因素 Single variable				
表层盐度 Surface salinity	0.108	0.191	0.242	0.196
温度 Surface temperature	0.362 *	0.313 *	0.221	0.253
水深 Depth	0.259	0.158	0.301	0.221
双因素 Double variable				
表层盐度、表层温度 Surface salinity and surface temperature	0.228	0.287	0.269	0.254
表层盐度、水深 Surface salinity and depth	0.273	0.207	0.419 *	0.255
表层温度、水深 Surface temperature and depth	0.361	0.296	0.385	0.280 *
所有因素 Treble variable				
表层盐度、表层温度、水深 Surface salinity, surface temperature and depth	0.308	0.286	0.417	0.278

注: * 为各季节最大的相关系数。

Note: * refers to maximum correlation index in each season.

乌贼、柏氏四盘耳乌贼、神户枪乌贼、多钩钩腕乌贼等为主,与宋海棠等(1999)^[6]和郑元甲等(2002)^[12]的研究结果相似。20世纪70年代以前曼氏无针乌贼是东海区头足类的主要经济种类,作业渔场以近海为主;20世纪90年代初以后福建、浙江两省发展单拖渔业,作业渔场拓展到外海,头足类的种类组成主要以剑尖枪乌贼、太平洋褶柔鱼、金乌贼、虎斑乌贼、神户乌贼、短蛸、长蛸等种类为主,这些种类成为主要的捕捞对象^[6]。由此可见,与20世纪70、80年代的头足类组成相比,20世纪90代以后东海区头足类的种类组发生了很大的变化,本次调查的种类组成与20世纪90年代的基本相似,从一个侧面反映了近年来头足类资源的种类组成结构相对稳定。

3.2 头足类种类组成的空间分布特征及主要特征种类

从调查海域各季节头足类组成的空间分布特征来看,每个季节头足类的群聚数不同,春季和夏季主要有4个群聚(群聚Ⅰ~Ⅳ),秋季和冬季主要有3个群聚(群聚Ⅰ~Ⅲ)。不同季节群聚的分布格局不同、分布区域也有较大的差异。春季群聚Ⅰ~Ⅳ的分布相对比较集中;夏季各群聚的分布均有一定程度交错,特别是群聚Ⅱ和群聚Ⅲ的分布交错比较明显;秋季和冬季最明显的特点是群聚Ⅰ分别位于调查海域的北部和南部,仅通过调查海域东侧的一些站位连在一起,群聚Ⅱ和Ⅲ的分布区域相对较明显。根据各群聚类型的分布海域大致可以将研究海域中的头足类划分为3种群聚类型,分别为黄海南部-东海外海-东海南部海域群聚(群聚Ⅰ)、长江口外海域群聚(群聚Ⅱ)、东海北部群聚(群聚Ⅲ)。但是这些群聚类型的空间分布区域随着季节的不同而发生变化,各群聚类型的分布区域相互交错,界限难以清晰划分,因此很难定义一个永久的群聚地理区域或者与其他群聚相互隔离的群聚^[13]。

其他群聚(如春季和冬季的Ⅴ和群聚Ⅵ、冬季的Ⅳ和Ⅴ群聚)包含的站位点相对较少,而且分布区域不明显,呈零星分布(图2),它们所包含的信息还很少,对这几个群聚的特征还需进一步研究和分析。

各季节不同群聚的种类组成不同,多数种类一般同时出现于不同的类群中,有的种类在所有群聚类型中都有分布(表2),它们的空间分布区域也是交错的,只是相对集中的区域不同,在不同群聚类型中的渔获率和出现频率也有所不同。各群聚类型很少有相对稳定的主要特征种类,同一种类在不同季

节属于不同的群聚类型,如太平洋褶柔鱼、剑尖枪乌贼、金乌贼等,这些种类的繁殖和洄游习性是不同的^[4,8],太平洋褶柔鱼在群聚Ⅰ~Ⅲ间移动,剑尖枪乌贼在群聚Ⅲ~Ⅳ之间移动,金乌贼则主要出现在群聚Ⅲ中,因此不同季节不同群聚类型的种类组成是临时性,这与东海鱼类群落的空间格局不同,虽然有些鱼类也具有洄游习性,但每个鱼类群聚类型都具有相对稳定的种类组成^[14-15]。

3.3 头足类的空间分布特征与环境因素的关系

本研究结果表明,所调查海域中影响头足类种类的空间分布特征的主要环境因素为温度。东海区主要的头足类种类具有明显的季节洄游特征,如剑尖枪乌贼春夏季自南向北进行生殖洄游,秋冬季新生代南下越冬洄游^[6],也表明水温影响着不同头足类种类的繁殖、生长和移动。在有关头足类群聚的研究中认为水深是影响头足类分布的主要因素^[13,16],有些学者认为头足类的分布与水深的关系不大^[17-18],还有些学者认为其他一些海洋环境特征如海底类型、坡度等也是影响头足类种类分布的因素,很多因素之间有着密切的关系,它可能会以不同的组合在某种程度上影响着头足类群聚的结构。

研究海域的空间尺度的大小也可能会影响对群聚结构的分析,可能会导致对群聚结构的划分不尽相同^[19]。同时采样网具也会影响着对头足类群聚结构的分析,底拖网主要为捕捞鱼类而设计的,其主要渔获种类是鱼类,头足类种类在渔获中的比例相对较低,有可能影响一些头足类种类的捕捞效率。因此还需对东海区头足类群聚结构进行深入的研究。

致谢:感谢所有参与海上调查、样品分析、数据输入和校对等工作的科研人员;头足类的种类鉴定得到郑元甲研究员的帮助;郑元甲研究员和沈金鳌教授对本文提出的宝贵建议,一并致谢。

参考文献:

- [1] Caddy J F, Rodhouse P G. Cephalopod and groundfish landings: evidence for ecological change in global fisheries? [J]. *Review in Fish Biology and Fisheries*, 1998, 8: 431-444.
- [2] 刘效舜. 中国海洋渔业区划[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990. 10-32.
- [3] 郑元甲, 凌建忠, 严利平, 等. 东海区头足类资源现状与合理利用的探讨[J]. *中国水产科学*, 1999, 6(2): 52-56.
- [4] 董正之. 中国近海头足类的地理分布[J]. *台湾海峡*, 1983, 1: 103-109.

- [5] 农业部水产局, 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, 535–539.
- [6] 宋海棠, 丁天明, 余匡军, 等. 东海北部头足类的种类组成和数量分布[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 1999, 18(2): 99–106.
- [7] 丁天明, 宋海棠. 东海中北部海区头足类资源量的评估[J]. 水产学报, 2001, 25(3): 215–221.
- [8] 严利平, 李建生. 东海区经济乌贼类资源量评估[J]. 海洋渔业, 26(3): 189–192.
- [9] Field J G, Clarke K R, Warwick R M. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns[J]. Marine Ecology Progress Series, 1982, 8: 37–52.
- [10] Clarke K R, Warwick R M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation[M]. (2nd ed.) Plymouth: PRIMPER2E, 2001.
- [11] Dufrene M, Legendre P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach[J]. Ecological Monographs, 1997, 67(3): 345–366.
- [12] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. 东海大陆架渔业生物资源与环境[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002.
- [13] Quetglas A, Carbonell A, Sánchez P. Demersal Continental Shelf and Upper Slope Cephalopod Assemblages from the Balearic Sea (North-Western Mediterranean): Biological Aspects of Some Deep-Sea Species[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2000, 50: 739–749.
- [14] 李圣法, 程家骅, 严利平. 东海中南部鱼类群聚结构的空间特征[J]. 海洋学报, 2005, 27(3): 110–118.
- [15] 李圣法, 程家骅, 李建生, 等. 东海北部鱼类群聚的空间分布特征[A]. 我国专属经济区和大陆架勘测研究论文集[C]. 北京: 海洋出版社, 2002. 313–324.
- [16] González M, Sánchez P. Cephalopod assemblages caught by trawling along the Iberian Peninsula Mediterranean coast[J]. Scientia Marina, 2002, 66(Suppl. 2): 199–208.
- [17] Smale M J, Roel B A, Badenhorst A, et al. Analysis of the demersal community of fish and cephalopods on the Agulhas Bank, South Africa[J]. J Fish Biol, 1993, 43(Suppl. A): 169–191.
- [18] Ungaro N, Marano C A, Marsan R, et al. Analysis of demersal species assemblages from trawl surveys in the South Adriatic sea[J]. Aquatic Living Resources, 1999, 12(3): 177–185.
- [19] Gaertner J C, Bertrand J A, Souplet A. Statis-CoA: A methodological solution to assess the spatio-temporal organization of species assemblages. Application to the demersal assemblages[J]. Scientia Marina, 2002, 66(Suppl. 2): 221–232.

Spatial distribution of cephalopod assemblages in the Region of the East China Sea

LI Sheng-fa^{1,2}, YAN Li-ping^{1,2}, LI Hui-yu^{1,2}, LI Jian-sheng^{1,2}, CHENG Jia-hua^{1,2}

(1. Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture, Shanghai 200090, China; 2. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: Based on the data from four bottom trawl surveys within 27°00′–34°00′N, 127°00′E to west (depth less than 150 m) in the Region of East China Sea in 2000, the spatial distribution patterns of cephalopod assemblages were analyzed by using cluster analysis and non-metric multidimensional scaling (NMDS). The one-way ANOSIM (analysis of similarities) test was used to test the null hypothesis of difference between cephalopod assemblages. The relationship between cephalopod assemblages and environment factors were analyzed by using BIOENV procedure of PRIMER5 software. A total of 28 cephalopod species, belonging to 12 genera, nine families and three orders, were collected during the surveys. The dominant species were swordtip squid (*Loligo edulis*), Japanese common squid (*Todarodes pacificus*), golden cuttlefish (*Sepia esculenta*) and Andrea cuttlefish (*Sepia andreaana*). The cephalopod composition changed largely after the 1990s compared with 1970s–1980s. The cephalopod composition in this study was similar to that of 1990s, which reflected that the cephalopod composition kept relative stability in recent years in the East China Sea.

The result by multivariate analysis showed that the three assemblages were identified as southern Yellow Sea – offshore sea – middle – southern East China Sea assemblage, offshore sea of the Yantze River estuary assemblage and northern East China Sea assemblage, respectively. The spatial distribution of these assemblages changed seasonally. Furthermore, the distribution areas overlapped each other, so the assemblages could not be separated by distinct boundaries, and on this account it was relative and temporal to define these three assem-

blages. The species which only belonged to a single assemblage were few in number, and some species were distributed abroad and appeared in every assemblage, while their catch rate and occurrence varied significantly in different assemblages. Moreover, the cephalopod composition in the same assemblage changed seasonally. The environment factors, such as water temperature, salinity and depth, were examined to determine their relationships to cephalopod assemblages, and the water temperature was found to be the primary variable influencing spatial distribution of cephalopod assemblages in the East China Sea. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(6):936-944]

Key words: the East China Sea; cephalopod assemblages; spatial pattern; environment factors

~~~~~  
刊登原创学术论文 报导前沿科技成果 涵盖科技各个领域 关注重大科技问题  
重视理论研究创新 鼓励学术观点争鸣 促进中外科技交流 探索强国兴邦道路

### 《科技导报》(半月刊)

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎刊登广告

一本有影响、有特色、有品位的高层次、高水平、高质量学术期刊

刊号 CN 11-1421/N ISSN 1000-7857 广告经营许可证:京海工商广字第0035号

**科技导报:**是中国科学技术协会学术会刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊),主要发表国内外科学、技术和工程各学科专业领域原创性学术论文。2007年为半月刊,全彩印刷,每册定价7.00元。

**栏目设置:**卷首寄语、本刊专稿、专题稿件、研究论文、综述文章、研究报告、学术争鸣、实验技术、科技评论、科学家之声、科技动态、信息发布等15个栏目。

**办刊特色:**处理来稿周期短,报道成果时效强;探究问题起点高,研讨思路视野宽;提出对策着眼远,争鸣学术气氛浓;刊载信息密度大,排版印刷质量好。

**读者对象:**科学、技术和工程各学科专业领域国内外一线科技工作者。

邮发代号:2-872(国内) M3092(国外)

通讯地址:北京市海淀区学院南路86号科技导报社(邮编100081)

联系电话:010-62103282(编辑部) 010-62175871(办公室)

投稿信箱:kjdbbjb@cast.org.cn

征订信箱:kjdb@cast.org.cn

单位主页:<http://www.kjdb.org.cn>

户 名:科技导报社

账 号:0200001409089017271

开户银行:工商银行百万庄支行