

黄海山东海域春、秋季鱼类群落结构

吕振波^{1*}, 李凡¹, 王波², 徐炳庆¹, 魏振华¹, 张焕君¹, 张培超¹

(1. 山东省海洋水产研究所海洋生态修复重点实验室, 山东 烟台 264006;
2. 烟台大学海洋学院, 山东 烟台 264005)

摘要: 为了解黄海山东海域鱼类群落结构现状, 2006年春季(5月)和秋季(10月)在该海域利用疏目变水层双拖网进行了调查, 共设置45个调查站位。调查数据根据各站位扫海面积和各鱼类可捕系数进行了标准化处理。利用相对重要性指数、等级聚类、非度量多维标度、相似性百分比、数量生物量比较曲线等方法, 对该海域的鱼类群落结构及其空间分布与稳定性进行了研究。结果表明: 调查共捕获鱼类61种, 春、秋季各50种。春季优势种为玉筋鱼、方氏云鲷和鲢; 秋季优势种为鲢和青鳞小沙丁鱼。群落组成以小型、低质种类为主, 春季有18种, 秋季有12种种类个体平均体质量小于10 g。根据聚类分析和非度量多维标度(NMDS)方法分析结果, 黄海山东海域春、秋季鱼类群落均可划分为2个群落: 近岸浅水群落(组I)和远岸深水群落(组II)。春季, 组I包括22个站位, 组II包括15个站位, 组间差异系数为73.94%; 秋季, 组I包括17个站位, 组II包括21个站位, 组间差异系数为55.97%。BIOENV程序分析表明, 鱼类群落与水深的相关性较好, 春季相关系数为0.474, 秋季为0.579。黄海山东海域春、秋季鱼类群落I、II的数量优势度曲线均高于生物量优势度曲线, W统计值均为负值, 且春、秋季群落II的W统计值均低于群落I, 鱼类群落结构处于严重干扰状态。

关键词: 种类组成; 多元统计分析; 聚类分析; 非度量多维标度; 数量生物量比较曲线

中图分类号: S 931.5; S 932.4

文献标识码: A

黄海山东海域是多种重要经济鱼类的产卵场和索饵场, 众多洄游于黄、渤、东海的渔业种群在此产卵育肥, 为我国及周边国家提供了丰富的渔业资源^[1]。但是随着人类活动对海洋生态系统影响的不断加剧, 特别是过度捕捞, 导致渔业资源严重衰退, 鱼类群落结构发生了很大的变化^[2]。因此, 传统的针对单种群的渔业生物学研究已不能满足渔业资源管理要求, 随着基于生态系统渔业管理的提出, 群落水平上的研究逐渐得到重视^[3-4]。关于黄海海域鱼类群落的研究已多有报道^[2,5-11], 但研究对象为整个黄海海域^[2,5-6], 或为南黄海海域^[7-11], 针对黄海山东海域鱼类群落结构的研究文献较少。本文根据疏目变水层拖网

调查资料, 对黄海山东海域鱼类群落结构特征进行了分析, 以期对渔业资源保护、科学管理和可持续利用提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 取样

数据来源于2006年5月(春季)和10月(秋季)进行的山东省908专项“山东近海经济生物资源调查与评价”项目调查。调查范围为35°00'~38°00'N、120°30'~124°00'E的黄海山东海域, 每0.5°N×0.5°E方格内有4个站位, 共45个调查站位(图1)。调查网具为疏目变水层双拖网, 每站拖网1 h, 拖速3 kn。春季调查船主机功率

收稿日期: 2010-12-29 修回日期: 2011-03-11

资助项目: 海洋公益性行业科研专项(200905019); 海洋公益性行业科研专项(201005018, SD9080209); 山东省908专项(SD9080214)

通讯作者: 吕振波, E-mail: ytlvzhenbo@163.com

220 kW,网具规格为 44 目 × 14 m,网口宽度约 42 m;秋季调查船主机功率 330 kW,网具规格为 59 目 × 12 m,网口宽度约 47 m。囊网网目均为 2 cm。采样及样品分析均按《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007)^[12]进行。

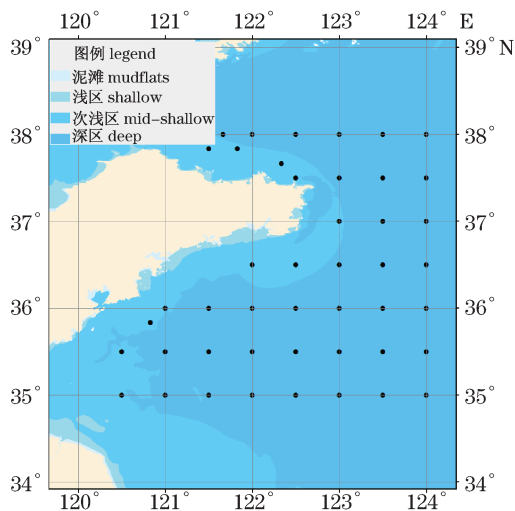


图 1 黄海山东海域调查站位图

Fig. 1 Sample station in the Yellow Sea off Shandong

1.2 数据处理

由于春、秋季调查船只、网具规格不同,拖网时间和拖速也不尽一致,以春季调查拖速 3 kn、时间 1 h 为基准,根据各站位扫海面积(网口宽度 × 平均拖速 × 拖网时间)对调查数据进行标准化处理^[13]。由于拖网存在选择作用,根据各种类可捕系数对标准化数据进行修正^[13],中上层鱼类的可捕系数取 0.55,近底层鱼类取 0.35,底层鱼类取 0.25^[1]。

1.3 分析方法

生态优势度 利用 Pinkas 相对重要性指数^[14](index of relative importance, IRI)确定种类在群落中的重要性。将 IRI 值大于 1 000 的种类定义为优势种,IRI 值在 100 ~ 1 000 之间的种类定义为重要种。

群落结构分析 采用非参数多变量分析群落结构,为减少机会种对群落结构的干扰,数据分析时,平衡优势种和稀有种在群落中的作用,按各季节鱼类总生物量排序,选取生物量占总生物量累计比例超过 99.9%,且其出现频率大于 5% 的种类作为分析对象,构成了“站位 × 种类生物量”矩阵。对各站位鱼类生物量进行四次方根转换,然后采用等级聚类(未加权的组平均方法,即

UPGMA)的分类方法和非度量多维标度(non-metric multidimensional scaling, NMDS)的排序方法分析调查站位的鱼类组成特征^[15-16]。检验 NMDS 分析结果的优劣用胁强系数(stress)来衡量^[16-17]。应用 SIMPER(similarity percentages)方法分析各鱼类对样本组内相似性和组间相异性的平均贡献率,将贡献率 ≥ 5% 的鱼类定义为主要特征种类。用 BIOENV 计算鱼类的 Bray-Curtis 非相似性矩阵与水深的欧氏距离非相似性矩阵之间的相关系数。以上数据处理均使用 PRIMER 软件进行^[16]。图件使用 ArcGIS 和 PRIMER 绘制。

ABC 曲线 数量生物量比较曲线(abundance biomass comparison curve, ABC 曲线)方法是在同一坐标系中比较生物量优势度曲线和数量优势度曲线,通过两条曲线的分布情况分析群落不同干扰状况,若生物量优势度曲线在数量优势度曲线之上,表明群落处在未受干扰状态;两条曲线将相交,表明群落处于在中等干扰的状态;数量优势度曲线在生物量曲线之上,表明群落处在严重干扰状态^[16-19]。用 W 统计量(W-statistic)作为 ABC 曲线法的一个统计量,其公式为

$$W = \sum_{i=1}^s \frac{(B_i - A_i)}{50(S - 1)}$$

式中, B_i 和 A_i 为 ABC 曲线中种类序号对应的生物量和数量的累积百分比, S 为出现物种数。当生物量优势度曲线在数量优势度之上时, W 为正,反之为负。ABC 曲线绘制和 W 统计的计算均使用 Primer 软件^[16]。

2 结果

2.1 种类组成

调查中出现鱼类全部为硬骨鱼类,总计 61 种(13 目 37 科 57 属),其中春季 50 种,秋季 50 种。表 1 为按栖息水层和适温类型区分的鱼类种类组成。

春季,各站位鱼类种类数在 4 ~ 16 种之间,平均 9.5 种/站;秋季,各站位种类数在 0 ~ 19 种之间,平均 7.7 种/站。在目(Order)级分类单元上,春季鲈形目(23 种)占优势地位,占总生物量的 72.48% 和总数量的 77.57%;秋季鲱形目(8 种)占优势地位,占总生物量的 68.48% 和总数量的 84.46%。

表 1 黄海山东海域春、秋季鱼类群落种类组成
Tab.1 Species composition of fish community in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong

调查时间 survey time	栖息水层 habitat layer			适温类型 temperature-adapted components		
	中上层 pelagic	近底层 near demersal	底层 demersal	暖水性 warm-water	暖温性 warm-temperate	冷温性 cold-temperate
春季 spring	19	25	6	16	25	9
秋季 autumn	21	22	7	20	22	8

2.2 优势种

春季玉筋鱼 (*Ammodytes personatus*) 为绝对优势种,其体质量和数量均超过总重量和总数量的一半;秋季鳀 (*Engraulis japonicus*) 为第一优势种,其数量超过总数量的二分之一,重量超过总重量的三分之一。鱼类群落组成以小型、低质种类

为主,个体平均体质量小于 10 g 的种类春季有 18 种,秋季有 12 种。春、秋季的优势种和重要种中,仅秋季的重要种银鲷 (*Pampus argenteus*) 和小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 平均个体体质量超过 10 g(表 2)。

表 2 黄海山东海域春、秋季优势种和重要种组成特征
Tab.2 Important components of major species in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong

种类 species	春季 spring				秋季 autumn			
	w/(%)	n/(%)	IRI	$\hat{w}$	w/(%)	n/(%)	IRI	$\hat{w}$
玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i>	57.57	70.90	8 564	1.90	13.43	11.67	223	3.84
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	20.06	4.75	2 095	9.89	37.90	51.12	7 122	2.47
方氏云鲷 <i>Enedrias fangi</i>	12.32	19.82	2 786	1.46				
大头鲂 <i>Gadus macrocephalus</i>	4.82	4.07	158	2.79				
青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>					21.42	27.24	1 622	2.62
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>					7.58	0.87	601	29.20
银鲷 <i>Pampus argenteus</i>					4.33	0.11	237	135.37
赤鼻棱鳀 <i>Thrissa kammalensis</i>					4.84	4.64	190	3.48

注:w—生物量百分比(%);n—数量百分比(%); $\hat{w}$ —平均个体重量(g)。
Notes:w—biomass percentage(%);n—abundance percentage(%); $\hat{w}$ —average body weight(g)。

2.3 群落划分及其空间分布

根据分析方法,春季选取 22 种,秋季选取 30 种鱼类进行群落结构分析。从图 2 和图 3 可以看出,春、秋季黄海山东海域鱼类群落均可分为近岸浅水群落(组 I)和远岸深水群落(组 II),但其分布不是绝对依据水深,在部分站位组间呈镶嵌状。NMDS 排序的结果表明,春、秋季胁强系数(stress)均为 0.20,可用二维点阵图表示。

2.4 群落主要特征种类

春季 近岸浅水群落(组 I)包括 22 个站位,对组内相似性贡献较高的种类有玉筋鱼、鳀、方氏云鲷 (*Enedrias fangi*)、银鲷、蓝点马鲛、小黄鱼和黄鲫 (*Setipinna taty*);远岸深水群落(组 II)

包括 15 个站位,对组内相似性贡献较高的种类有方氏云鲷、鳀、小黄鱼、银鲷、小带鱼 (*Eupleurogrammus punctamanus*) 和黄鲫(表 3)。组 I 和组 II 群落组间差异系数为 73.94%,对组间差异贡献较高的种类为玉筋鱼、方氏云鲷、鳀、蓝点马鲛和小黄鱼(表 4)。

秋季 近岸浅水群落(组 I)包括 17 个站位,对组内相似性贡献较高的种类有鳀、青鳞小沙丁鱼、银鲷、小带鱼、小黄鱼。远岸深水群落(组 II)包括 21 个站位,对组内相似性贡献较高的种类有鳀、小黄鱼、蓝点马鲛(表 3)。组 I 和组 II 群落组间差异系数为 55.97%,对组间差异性贡献较高的种类为鳀、青鳞小沙丁

鱼(*Sardinella zunasi*)、银鲳、小带鱼、小黄鱼、(表4)。
蓝点马鲛和赤鼻棱鲷(*Thrissa kammalensis*)

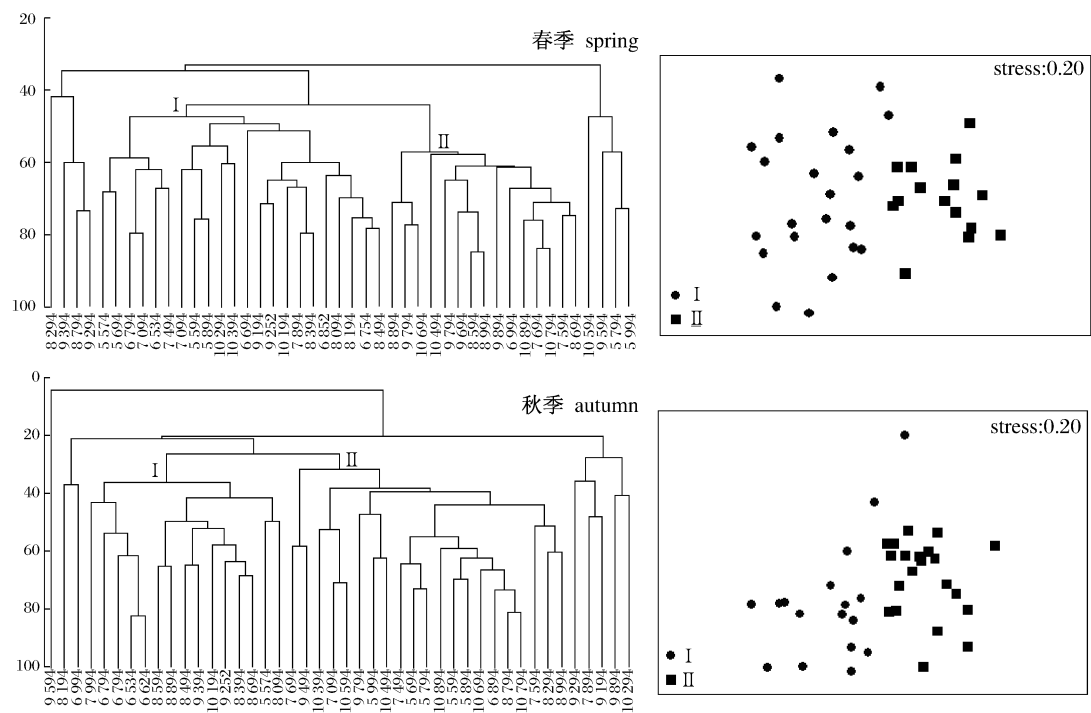


图2 黄海山东海域鱼类调查站位的聚类分析图(左)和NMDS排序图(右)
Fig.2 Group average clustering(left) and NMDS ordination(right) of sampling stations in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong

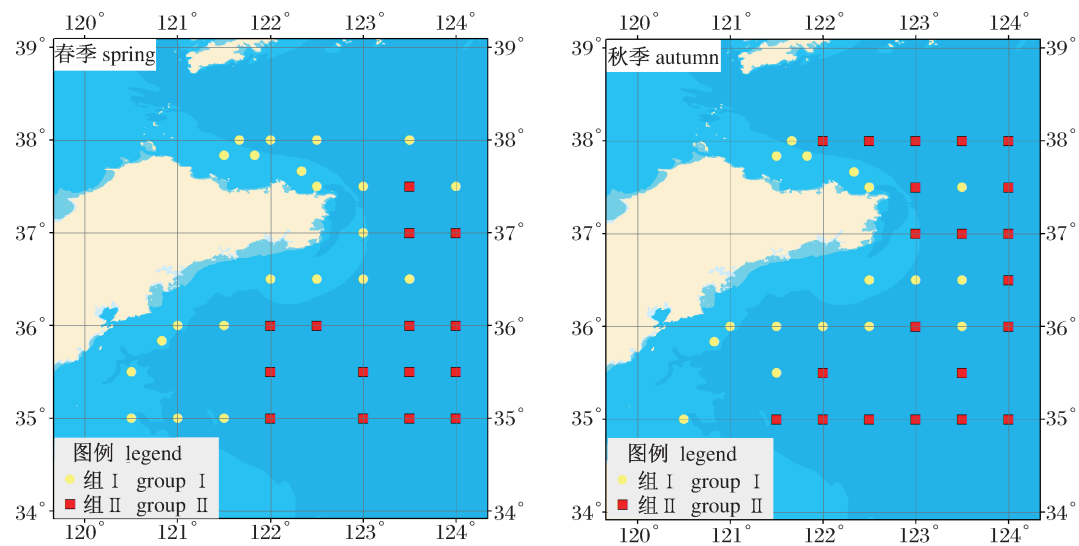


图3 黄海山东海域春、秋季群落的空间分布
图3 Spatial patterns of fish communities in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong

表 3 根据 SIMPER 分析得到的鱼类群落类型中对平均相似性的贡献率≥5%的主要特征鱼类
Tab.3 The indicator species contributing ≥5% within communities from SIMPER analysis

种类 species	组 I group I		组 II group II	
	春季/(%)	秋季/(%)	春季/(%)	秋季/(%)
	spring	autumn	spring	autumn
方氏云鲷 <i>Enedrias fangi</i>	15.21		34.70	
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	17.44	18.36	16.70	56.57
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	6.36	10.26	14.84	19.45
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	7.81	13.77	14.35	
小带鱼 <i>Eupleurogrammus punctamanus</i>		12.46	6.36	
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	5.11		5.00	
玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i>	32.43			
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	6.56			14.12
青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>		14.04		
贡献率合计 total of contribution	90.92	68.89	91.95	90.14
组内相似性 average similarity	52.57	36.23	61.69	42.96

表 4 根据 SIMPER 分析得到的鱼类群落类型中对组间差异的贡献率≥5%的主要特征鱼类
Tab.4 The indicator species contributing ≥5% between groups dissimilarity within communities from SIMPER analysis

种类 species	差异性系数/(%) dissimilarity value	
	春季	秋季
	spring	autumn
玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i>	23.75	
方氏云 鲷 <i>Enedrias fangi</i>	10.57	
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	8.80	12.17
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	7.23	6.24
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	5.49	6.76
青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>		8.92
赤鼻棱鳀 <i>Thrissa kammalensis</i>		5.45
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>		8.15
小带鱼 <i>Eupleurogrammus punctamanus</i>		7.13

2.5 鱼类群落与水深的关系

BIOENV 程序分析表明,鱼类群落与水深的相
关性较好,春季相关系数为 0.474,秋季为0.579。
春季,组I平均水深为 37.5 m,组II为 65.2 m;秋季,
组I平均水深为 37.6 m,组II为 60.0 m。

2.6 ABC 曲线特征

应用 ABC 曲线法分析得知,黄海山东海域
春、秋季鱼类群落的数量优势度曲线均高于生物
量优势度曲线,W 统计值均为负值,春、秋季群落
II 的 W 统计值均低于群落 I,鱼类群落结构处于
严重干扰状态(图 4)。

3 讨论

3.1 种类多样性

根据《中国海洋生物名录》^[20],分布于黄、渤

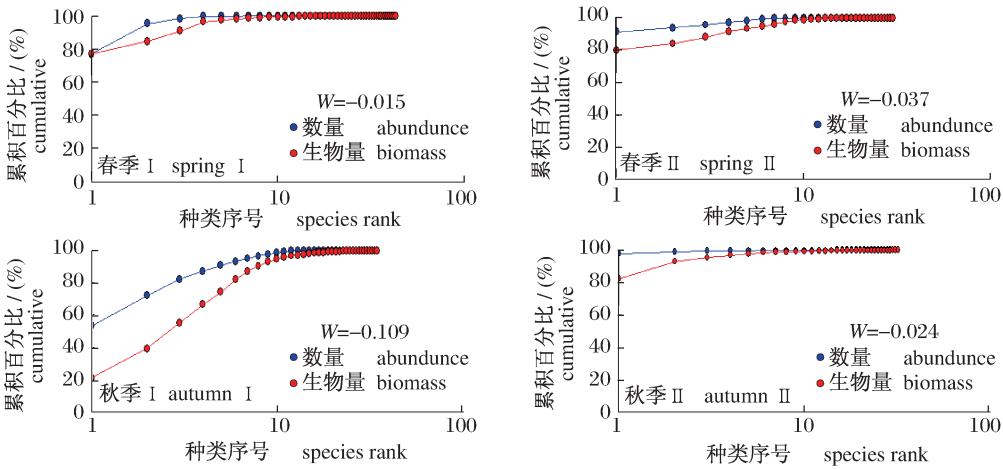


图 4 黄海山东海域春、秋季鱼类群落的 ABC 曲线以及 W 统计值
Fig.4 ABC curves and W value of fish community in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong

海的硬骨鱼类有 249 种,其中大部分在山东近海均有分布,而本次调查仅出现 61 种。调查种类数较少的原因有多个:一是受调查时间的限制,本研究仅为春、秋季两次调查数据,部分种类可能未能捕获到;二是受调查范围的限制,没有包括近岸区域,部分仅出现在河口、近岸或调查时间洄游分布在河口、近岸的种类未能捕获;三是由于调查网具的选择作用,对近底层鱼类和底层鱼类捕获较差,部分鱼类可能未能捕获到;四是由于过度捕捞和环境退化造成资源衰退,种群数量较少,降低了被捕获的几率。虽然导致本次调查鱼类种类数较少的原因是多样的,但过度捕捞和环境退化是导致群落种类数减少、生物多样性下降的重要原因^[21-22]。

3.2 群落结构

水深是影响鱼类群落结构变化的最主要因素,水深引起群落变化的不是水深本身,而是与水深变化有伴随关系的水温和盐度的变化^[23-26]。本研究表明,黄海山东海域春、秋季鱼类群落可根据水深划分为 2 个群落(近岸浅水群落 I 和远岸深水群落 II),但群落的划分是相对的。鱼类的洄游会导致群落不断变化^[27-28],这与李圣法等对东海大陆架^[24]和东海北部^[29]鱼类群落的研究结果一致:鱼类群聚格局虽然可以定义不同区域的群聚组成,但变化是渐进的,没有明显的群聚边界,多数鱼类同时出现在两个或多个群落中。

3.3 小型化

由于鱼类群落中各物种的生活史策略不同,对捕捞和环境影响的反应程度亦不同,ABC 曲线法以生态学中 r 选择(生长快、性成熟快、个体小)和 k 选择(生长慢、性成熟晚、个体大)进化策略为理论基础^[16-19]。在群落未受干扰的状态下,群落主要是以 k 选择的种类为主,生物量优势度曲线位于数据优势度曲线之上。随着干扰的增加, k 选择物种的生物量(或数量)逐渐减少, r 选择物种的生物量(或数量)则逐渐增加^[16-19]。目前黄海山东海域鱼类群落处于严重干扰状态下, r 选择物种的种类(鲢、玉筋鱼、方氏云鲷、青鳞小沙丁鱼)明显占有优势地位,春季 3 种优势种和秋季 2 种优势种的平均个体体质量均小于 10 g,黄海山东海域鱼类群落的小型化现象严重。

本文所采用调查方式对近底层或底层鱼类的捕捞性能较差,故在数据处理时使用了可捕系数

对调查数据进行了修正,但可捕系数的设定仅根据鱼类栖息水层,并不是根据实验得出的,较为粗略,可能导致部分种类被高估而部分种类被低估,从而导致本文的部分结论偏离实际,但黄海海域鱼类种类减少、群落小型化等趋势在其他研究^[2,5-11]均得到了验证,而且这也是世界渔业资源普遍面临的严峻问题^[30]。

参考文献:

- [1] 山东省海洋与渔业厅. 山东近海经济生物资源调查与评价[M]. 北京:海洋出版社,2010.
- [2] JIN X, TANG Q. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea[J]. Fish Res, 1996, 26(3/4): 337-352.
- [3] HALL S J. The effects of fishing on marine ecosystems and communities[C] // Fish biology and aquatic resources series. Oxford: Blackwell Science, 1999: 296.
- [4] 程家骅,姜亚洲. 捕捞对海洋鱼类群落影响的研究进展[J]. 中国水产科学, 2008, 15(2): 359-366.
- [5] JIN X. Seasonal changes of the demersal fish community of the Yellow Sea[J]. Asian Fish Sci, 1995, 8: 177-190.
- [6] 徐宾铎,金显仕,梁振林. 秋季黄海底层鱼类群落结构的变化[J]. 中国水产科学, 2003, 10(2): 148-154.
- [7] XU B, JIN X. Variation in fish community structure during winter in the southern Yellow Sea over the period 1985-2002[J]. Fish Res, 2003, 71(1): 79-91.
- [8] 程济生. 东、黄海冬季底层鱼类群落结构及其多样性[J]. 海洋水产研究, 2000, 21(3): 1-8.
- [9] 程济生,俞连福. 黄、东海冬季底层鱼类群落结构及多样性变化[J]. 水产学报, 2004, 28(1): 29-34.
- [10] 刘勇,李圣法,程家骅. 东海、黄海鱼类群落结构的季节变化研究[J]. 海洋学报, 2006, 28(4): 108-114.
- [11] 刘勇,李圣法,陈学刚,等. 东、黄海 2000 年冬季底层鱼类群落结构及其多样性[J]. 海洋科学, 2007, 31(10): 19-24.
- [12] 国家质检总局,国家标准化委员会. 海洋调查规范第 6 部分:海洋生物调查[M]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [13] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [14] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K.

- Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Californian waters [J]. *Clif Dep Fish Game Fish Bull*, 1971, 152: 1–105.
- [15] FIELD J G, Clarke K R, WARWICK R M. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns [J]. *Mar Ecol Prog Ser*, 1982, 8 (1): 37–52.
- [16] CLARKE K R, WARWICK R M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation [M]. 2nd ed. Plymouth: PRIMPER-E, 2001.
- [17] 李圣法. 以数量生物量比较曲线评价东海鱼类群落的情况 [J]. *中国水产科学*, 2008, 15 (1): 136–144.
- [18] WARWICK R M. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities [J]. *Mar Biol*, 1986, 92 (4): 557–562.
- [19] YEMANE D, FIELD J G, LESLIE R W. Exploring the effects of fishing on fish assemblages using abundance biomass comparison (ABC) curves [J]. *ICES J Mar Sci*, 2005, 62 (3): 374–379.
- [20] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录 [M]. 北京: 科学出版社, 2008: 903–1066.
- [21] JENNINGS S, KAISER M J. The effects of fishing on marine ecosystems [J]. *Adv Mar Bio*, 1998, 34: 201–352.
- [22] GISLASON H, RICE J. Modelling the response of size and diversity spectra of fish assemblages to changes in exploitation [J]. *ICES J Mar Sci*, 1998, 55 (3): 362–370.
- [23] 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.
- [24] 李圣法, 程家骅, 严利平. 东海大陆架鱼类群落的空间结构 [J]. *生态学报*, 2007, 27 (11): 4377–4386.
- [25] 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.
- [26] 王雪辉, 邱永松, 杜飞雁, 等. 北部湾鱼类群落格局及其与环境因子的关系 [J]. *水产学报*, 2010, 34 (10): 1579–1586.
- [27] 仲霞铭, 张虎, 汤建华, 等. 江苏近岸海域小黄鱼时空分布特征 [J]. *水产学报*, 2011, 35 (2): 238–246.
- [28] 徐兆礼. 春夏季闽江口和兴化湾鱼类数量特征的研究 [J]. *水产学报*, 2010, 34 (9): 1395–1403.
- [29] 李圣法, 严利平, 李长松, 等. 东海北部鱼类组成特征分析 [J]. *水产学报*, 2004, 28 (4): 384–392.
- [30] PITCHER T J. Ecosystem goals can reinvigorate fisheries management, help dispute resolution and encourage public support [J]. *Fish and Fisheries*, 2000, 1 (1): 99–103.

Community structure of fish resources in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong

LÜ Zhen-bo^{1*}, LI Fan¹, WANG Bo², XU Bing-qing¹, WEI Zhen-hua¹,
ZHANG Huan-jun¹, ZHANG Pei-chao¹

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Restoration for Marine Ecology,
Shandong Marine and Fishery Research Institute, Yantai 264006, China;
2. Ocean School, Yantai University, Yantai 264005, China)

Abstract: Fishery science and management are progressively switching their attention from single species to ecosystems, and increasing the need for research of fish community. Based on the data collected by trawl surveys in May and October of 2006 in the Yellow Sea off Shandong, fish community patterns such as species compositions and spatial pattern were analyzed. In the investigated area, 35°00'–38°00'N, 120°30'–124°00'E, 45 sample stations were set up. The survey data were standardized by sweep area and capture coefficient. The capture coefficient was set to 0.55 for pelagic fish and 0.35 for near demersal fish and 0.25 for demersal fish. The index of relative importance (IRI) was calculated to determine the importance of the species. Species were defined as dominant species when IRI value is more than 1 000. Important species were defined for those IRI value being greater than 100 but no more than 1000. The multivariate statistical analyses include cluster analysis, NMDS, SIMPER and BIOENV to analyze the pattern of community compositions. The species, whose cumulative biomass less than 0.01% or frequency less than 5%, were excluded from multivariate statistical analyses. The abundance biomass comparison (ABC) curves and *W*-statistic, generated by PRIMER, were used to analyze the communities' disturbed states. The results showed that a total number of 61 species belonging to 57 genera, 37 families and 13 orders were collected, 50 in springs and 50 in autumns. The dominant species were Pacific sandeel (*Ammodytes personatus*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicas*) and fang's blenny (*Enedrias fangi*) in spring, and were Japanese anchovy and Japanese sardinella (*Sardinella zunasi*) in autumn. The important species were Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in spring, and were yellow croaker (*Larimichthys polyactis*), silver pomfret (*Pampus argenteus*), Pacific sandeel and rednose anchovy (*Thrissa kammalensis*) in autumn. The fish communities were predominant by little, low-valued species. In spring, the average body weight of 18 species was no more than 10 grams, and 12 species in autumn. The fish community in the survey waters can be grouped into two assemblages through the clustering and NMDS results. The group I, which contains 22 stations in spring and 17 stations in autumn, was in the coastal waters near the land and the group II, which contains 15 stations in spring and 21 stations in autumn, was farther away. The dissimilarity between group I and group II was 73.94% in spring and 55.97% in autumn. The relationship between fish community pattern and water depth was dominant through the BIOENV program. The abundance curves were above the biomass curve and the *W*-statistic value was below zero in all groups in spring and autumn. We can conclude that: (1) There were many reasons for the low level of species of this survey, but overfishing and environmental degradation were the important one. (2) Fish community can be grouped into two assemblages according the water depth, but there exists no clear border between them. Most species existed in the two assemblages simultaneously. (3) The fish community in the Yellow Sea off Shandong was seriously disturbed. Miniaturization of fish community was serious.

Key words: species compositions; multivariate statistical analyses; cluster analysis; non-metric multidimensional scaling; abundance biomass comparison curve

Corresponding author: LÜ Zhen-bo. E-mail: ytlvzhenbo@163.com