中国水产科学 2011 年 11 月, 18(6): 1335−1342
Journal of Fishery Sciences of China

研究论文

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2011.01335

2006 年春、秋季黄海山东海域鱼类资源结构与数量分布

吕振波[1], 徐炳庆[1], 李凡[1], 宋明毅[2], 张焕君[1], 刘元进[1]

1. 山东省海洋水产研究所, 山东省海洋生态修复重点实验室, 山东 烟台 264006;
2. 烟台经济技术开发区大季家街道办事处农林水利站, 山东 烟台 264006

摘要: 为了解山东近海渔业资源结构及数量分布现状, 2006 年春季(5 月)和秋季(10 月)利用疏目变水层双拖网对黄海山东海域进行了调查。数据分析结果表明, 春季近岸浅水区资源量指数明显高于远岸深水区, 以海州湾资源量指数最高; 秋季, 近岸浅水区资源量指数仍稍高于深水区, 资源量指数以调查海域南部中间区域最低而海州湾最高。春、秋季调查各捕获鱼类 50 种。基于生物量的分析表明, 按经济价值结构划分, 春、秋季均以经济价值较低种类为主; 按栖息水层划分, 春季以底层鱼类为主, 秋季以中上层鱼类为主; 按适温类型结构划分, 春季以冷温性种类为主, 秋季以暖温性种类为主。春季生物量最高的 3 个种类为玉筋鱼(*Ammodytes personatus*)、鳀(*Engraulis japonicus*)和方氏锦鳚(*Enedrias fangi*), 秋季为鳀、青鳞小沙丁鱼(*Sardinella zunasi*)和玉筋鱼。春、秋季标准生物量谱的斜率均小于 −1, 表明种群生物量随着个体质量的增加而减少。鱼类资源组成以小型种类为主, 春季鱼类平均体质量为 2.36 g, 秋季为 3.34 g。春季平均个体质量小于 10 g 的种类合计生物量占总生物量的 95.74%, 秋季则为 82.09%。与 20 世纪 80 年代相比, 本次调查期间鱼类的经济结构更加低质化; 资源衰退的趋势虽有所遏制, 但渔业资源尤其是传统经济种类资源并未根本恢复; 优势种类更替明显, 玉筋鱼的优势地位明显上升。根据研究结果认为, 应将伏季休渔期提前。

关键词: 资源量指数; 资源结构; 空间分布; 标准生物量谱; 伏季休渔期
中图分类号: S932.4 文献标志码: A 文章编号: 1005−8737−(2011)06−1335−08

黄海山东海域自古渔业资源丰富, 拥有烟威渔场、石岛渔场、青海渔场、海州湾渔场和连青石渔场等优良的近海渔场, 同时也是多种经济种类的重要产卵场和索饵场, 在渔业资源繁衍中占有重要地位[1]。海洋渔业资源是一种动态变化特征明显的可再生资源[2], 随着人类对海洋生态系统影响的不断增强, 特别是过度捕捞问题愈发严重, 渔业资源严重衰退, 主要种类渔获量不断降低, 个体平均体长日趋变小, 性成熟提早已成为世界海洋渔业面临的严峻问题[3-4]。黄海渔业资源同样面临过度开发利用的问题, 国内学者对黄海渔业资源亦开展了较多研究, 如 Jin 等[5-7]对黄海底层鱼类、黄海鱼类和南黄海鱼类, Xu 等[8]对冬季南黄海鱼类, 徐宾铎等[9]对黄海鱼类, 程济生等[11-12]对黄海渔业资源和南黄海鱼类, 金显仕对黄海渔业资源[13-14]和山东半岛南部海域游泳动物[15]、吕振波等[16]对黄海山东海域鱼类的研究。这些研究虽涉及渔业资源结构或分布, 但其研究对象或研究区域与本研究存在较大差别。本文根据 2006 年“山东近海经济生物调查与评价”项目调查资料, 以黄海山东海域为研究主体, 对其鱼类资源结构及数量分布进行了分析, 以期为山东近海渔业合理开发、科学管理和渔业资源的可持续利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 取样

数据来源、调查站位布设及网具规格详见吕

收稿日期: 2011−01−19; 修订日期: 2011−05−19.
基金项目: 海洋公益性行业科研专项(200905019)经费资助; 山东省 908 专项(SD9080209)资助.
作者简介: 吕振波(1969−), 男, 副研究员, 从事渔业资源与生态研究. E-mail: ytlvzhenbo@163.com

振波等[16]。样品采样及分析均按《海洋调查规范(GB/T 12763.6-2007)》[17]进行。鱼类种类名称及分类地位以《海洋生物分类代码(GB/T 1782 6-1999)》[18]和《中国海洋生物名录》[19]为依据，并参考 FishBase 数据库(www.fishbase.org)。鱼类的经济价值、栖息水层及适温类型的划分参照刘效舜[20]及程济生[10]。

1.2 数据标准化

由于春、秋季调查使用了不同的调查船只，调查网具规格也存在差异，而即便相同调查船只和网具(相同季节内)，不同站位间扫海面积也不能完全一致(拖速和拖网时间不同)。因此需要对调查数据进行标准化处理[21]，数据标准化处理过程详见吕振波等[16]。

1.3 数据分析

1.3.1 资源量指数 以修正后的生物量标准化数据作为各种类的资源量指数(kg/h)，累计各种类的资源量指数作为该站位的资源量指数(kg/h)。资源量指数平面图的绘制使用 ArcGIS 9.3 软件，插值计算采用 Kriging 法。

1.3.3 生物量谱 根据生物学测定数据(仅保留数量比例超过 0.01%的种类)，逆算各种类各体质量组(以 10 g 为单位)的生物量。标准化的生物量谱(normalized biomass size spectra，简称 NBSS)用 $\log_2$[每一体质量组的生物量/10]值对 $\log_2$(每一体质量组的上限值)值进行线性回归得到[22-23]。如果拟合直线的斜率等于–1，则生物量随着体质量的增加均匀分布；如果斜率大于–1，则生物量随着体质量的增加而增加；如果斜率小于–1，生物量随着体质量的增加而减少[24-25]。

2 结果与分析

2.1 资源量指数及空间分布

春季调查海域鱼类平均资源量指数为 422.9 kg/h，调查期间春季产卵种类游向近岸以及冬季产卵的玉筋鱼在近岸区的大量分布，导致近岸浅水区资源量指数相对较高，最高区域出现在青岛-海州湾海域(图 1)；秋季调查海域平均资源量指数为 378.6 kg/h，调查期间在近岸浅水区索饵个体尚未离开，因此近岸浅水区的资源量指数仍高于深水区，青岛－海州湾海域鱼类资源量指数较高，而南部中间区域(122－123°E、35－36°N)资源量指数较低，其中 1 站甚至未捕获鱼类(图 1)。

2.1 资源结构及空间分布

表 1、图 2 分别为黄海山东海域鱼类资源结构及其空间分布。春季调查共捕获鱼类 50 种，隶

图 1 山东近海鱼类资源量指数空间分布图

Fig. 1 Spatial distribution of abundance index of fish resources in the Yellow Sea off Shandong

表 1　黄海山东海域鱼类资源结构

Tab. 1　Structure of fish resources in the Yellow Sea off Shandong

调查季节 survey season	项目 item	经济价值 economic value			栖息水层 habitat layer			适温类型 temperature-adapted components		
		较高 higher	一般 general	较低 lower	中上层 pelagic	底层 demersal	底栖 benthic	暖水性 WW	暖温性 WT	冷温性 CT
春季 spring	种类数 species nos.	17	22	11	19	25	6	16	25	9
	w%	3.4	5.6	91.0	23.0	76.7	0.3	1.3	23.7	75.0
	n%	0.1	4.2	95.7	4.9	95.1	0.01	0.2	5.0	94.8
	站位数* station nos.	3	3	39	13	32	0	0	12	33
秋季 autumn	种类数 species nos.	20	18	12	21	22	7	20	22	8
	w%	14.0	5.1	80.9	75.1	24.6	0.3	35.9	50.1	14.0
	n%	1.0	1.4	97.6	86.1	13.9	<0.1	33.7	54.4	11.9
	站位数* station nos.	10	1	33	41	3	0	11	32	1

注:　*w*%—生物量百分比(%); *n*%—数量百分比(%); “*”指各结构类型占主导地位的站位数.

Note: WW—warm warter; WT—warm temperate; CT—cold temperate;　*w*%—biomass percentage; *n*%—abundance percentage. “*”means numbers of stations dominated by different type of structure.

图 2　黄海山东海域鱼类资源结构空间分布图

资源量: 数值经平方根转换; A: 春季经济结构; B: 春季栖息结构; C: 春季生态结构; D: 秋季经济结构; E: 秋季栖息结构; F: 秋季生态结构

Fig. 2　Spatial distribution of resource structure of fish resources in the Yellow Sea off Shandong

The relative biomass was square rooted.A:economic structure in spring; B:habitat structure in spring; C: temperature-adapted structure in spring; D:economic structure in autumn; E:habitat structure in autumn; F: temperature-adapted structure in autumn

属于 13 目 35 科 48 属;秋季调查共捕获鱼类 50 种,隶属于 10 目 29 科 46 属。

以生物量计,春季黄海山东海域鱼类资源在经济结构方面以经济价值较低种类为主,在栖息水层方面以近底层鱼类为主,在适温类型方面以冷温性种类为主;秋季鱼类资源在经济结构方面以经济价值较低种类为主,在栖息水层方面以中上层鱼类为主,在适温类型方面以暖温性种类为主。引起鱼类资源结构差异的主要种类为玉筋鱼(*Ammodytes personatus*)和鳀(*Engraulis japonicus*)。

2.3 优势种类

春季,黄海山东海域重量组成比例最高的 10 种鱼类为玉筋鱼、鳀、方氏锦鳚(*Pholis fangi*)、大头鳕(*Gadus macrocephalus*)、蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)、小带鱼(*Eupleurogrammus muticus*)、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、银鲳(*Pampus argenteus*)、黄鲫(*Setipinna taty*)和细纹狮子鱼(*Liparis tanakae*);秋季为鳀、青鳞小沙丁鱼(*Sardinella zunasi*)、玉筋鱼、小黄鱼、赤鼻棱鳀(*Thrissa kammalensis*)、银鲳、斑鰶(*Konosirus punctatus*)、小带鱼、蓝点马鲛和黄鲫(表 2)。优势种类主要以小型、低质种类为主。

2.4 标准生物量谱

NBSS 分析表明(图 3),春、秋季标准生物量谱的斜率均小于 –1,种群生物量随着个体重量的增加而减少,表明资源组成以小型个体为主,春季平均体质量为 2.36 g,而秋季则为 3.34 g,春季体质量小于 10 g 的种类生物量占总生物量的 95.74%,秋季则为 82.09%。

3 讨论

3.1 资源结构变化

从表 3 和表 4 可以看出,与 20 世纪 80 年代[1]相比,本次调查期间鱼类的经济结构更加低质化,春、秋季经济价值较低的种类比例均超过 80%;20 世纪 80 年代以中上层鱼类为主,本次调查秋季亦以中上层种类为主,但春季底层种类比例最高,主要原因为春季第一优势种玉筋鱼为底层、冷温性种类,这也导致本次调查冷温性种类所占比例较高。

山东近海是黄、渤海区渔业生产的主要作业区域,作业方式多样、生产时间长、捕捞强度大[1],山东近海渔业也经历了从 20 世纪 50－60 年代具有重要经济价值的小黄鱼、带鱼(*Trichiurus lepturus*)到 70 年代的太平洋鲱(*Clupea pallasii*),再

表 2 山东近海鱼类优势种类组成特征

Tab. 2 Dominant fish composition in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong

种类 species	春季 spring			秋季 autumn		
	w%	*n*%	*f*%	*w*%	*n*%	*f*%
青鳞小沙丁鱼 *Sardinella zunasi*				21.42	27.24	33.33
斑鰶*Konosirus punctatus*				2.34	0.64	24.44
鳀 *Engraulis japonicus*	20.06	4.75	84.44	37.90	51.12	80.00
黄鲫 *Setipinna taty*	0.42	0.12	64.44	1.18	0.52	24.44
赤鼻棱鳀 *Thrissa kammalensis*				4.84	4.64	20.00
大头鳕 *Gadus macrocephalus*	4.82	4.07	17.78			
细纹狮子鱼 *Liparis tanakae*	0.20	0.06	20.00			
小黄鱼 *Larimichthys polyactis*	0.72	0.07	77.78	7.58	0.87	71.11
方氏锦鳚 *Pholis fangi*	12.32	19.82	86.67			
玉筋鱼 *Ammodytes personatus*	57.57	70.90	66.67	13.43	11.67	8.89
小带鱼 *Eupleurogrammus muticus*	0.73	0.14	66.67	1.61	0.88	35.56
蓝点马鲛 *Scomberomorus niphonius*	1.52	<0.01	46.67	1.59	0.01	53.33
银鲳 *Pampus argenteus*	0.56	0.01	91.11	4.33	0.11	53.33

注: *w*%—生物量百分比(%); *n*%—数量百分比(%); *f*%—出现频率.

Note: *w*%—biomass percentage(%); *n*%—abundance percentage(%); *f*%—frequency.

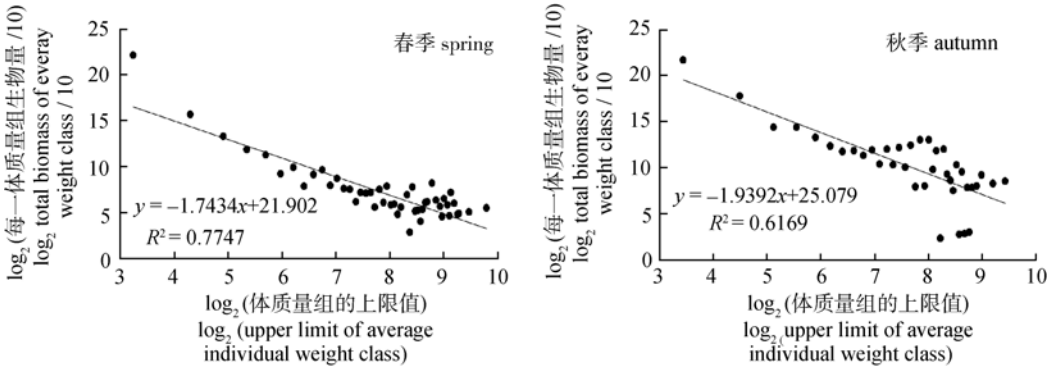

图 3　山东近海春、秋季鱼类标准生物量谱图

Fig. 3　NBSS of fish resources in the Yellow Sea off Shandong

表 3　海山东海域渔业资源经济结构和栖息水层结构的年代际变化

Tab. 3　Decadal variations of fish resources structure based on economic value and habitat habitat layer in the Yellow Sea off Shandong

%

调查时间 survey time		经济价值 economic value			栖息水层 habitat layer	
		较高 higher	一般 general	较低 lower	中上层 pelagic	近底层和底层 demersal
春季 spring	20 世纪 80 年代 1980s	19.9	27.7	52.4	71.6	28.4
	2006	3.4	7.1	89.5	23.0	77.0
秋季 autumn	20 世纪 80 年代 1980s	27.9	25.4	46.7	51.8	48.2
	2006	14.0	5.1	80.9	75.1	24.9

表 4　黄海山东海域鱼类资源适温结构的年代际变化

Tab. 4　Decadal variations of fish resources　structure based on temperature-adapted components in the Yellow Sea off Shandong

%

调查时间 survey time	适温类型 temperature-adapted components		
	暖水性 warm-warter	暖温性 warm-temperate	冷温性 cold-temperate
20 世纪 80 年代 1980s	20	70	10
2006	17.7	36.2	46.1

到 90 年代饵料鱼类的鳀、玉筋鱼的转变过程。过度捕捞是导致渔业资源结构改变、优势种类更替的主要原因[2,6,15]，个体大、经济价值高、营养级高的优质种类(如鳓 *Llisha elongata*、真鲷 *Pagrus major*、带鱼)是渔业优先捕捞的对象，当它们资源衰退或衰竭时，捕捞对象逐渐转向个体相对较小、营养级较低的种类，如绿鳍马面鲀(*Thamnaco-nus modestus*)、鲐(*Scomber japonicus*)、太平洋鲱，当这些资源不足时，渔业对象又会转向价值更低、个体更小的种类(如鳀、玉筋鱼、方氏锦鳚)。

3.2　资源密度变化

表 5 列出了黄海山东海域鱼类资源密度的年代际变化情况。虽然各个年代在调查工具等方面有所不同，不宜做直接的定量比较，但定性比较应该不会产生较大出入。从表 5 可以看出，本次调查黄海山东海域鱼类资源虽差于 20 世纪 80 年代中期，但好于 90 年代末期。资源衰退的趋势有所遏制，但山东近海渔业资源，尤其是传统经济种类资源并未根本恢复，这也与邱盛尧等[26]的研究结论相符。渔业资源衰退是世界上大部分地区都面临的问题，联合国粮农组织在有关世界渔业资源现状的报告[27]中指出，目前世界上半数以上的海洋渔业资源已被充分利用，更有四分之一的渔业资源处于过度开发甚至衰竭状态。近 50 年来，山东近海鱼资源先后经历了资源开发利用不足阶段—加速发展阶段—过度利用阶段—资源管理阶

段的历程[2]，20 世纪 80 年代末期开始，多项渔业资源管理措施相继实施。1988 年拖网渔业撤出渤海, 1995 年黄、渤海开始实施伏季休渔制度，由于黄海与渤海渔业资源变动密切相关[28]，保护渤海渔业资源的同时也有效保护了黄海的渔业资源，而伏季休渔制度则增加了当年生幼鱼生存的机会。在此基础上，蓝点马鲛、中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)、海蜇(*Rhopilema esculentum*)等单种渔业资源专项管理措施以及 2005 年“山东省渔业资源修复行动计划”的实施，对渔业资源都起到了积极的保护和修复作用[2]。

表 5 黄海山东海域鱼类资源密度的年代际变化
Tab. 5 Decadal variations of biomass density of fish resources in the Yellow Sea off Shandong

t/km^2

调查时间 survey time	春季 spring	秋季 autumn
1983–1985[29]	2.67	1.87
1998[10]	1.76	0.25
2006	1.81	1.45

3.3 优势种类的变化

20 世纪 80 年代，春季黄海山东海域生物量最高的 3 个种类为鳀、黄鲫和小黄鱼，秋季为鳀、细纹狮子鱼和青鳞小沙丁鱼[1]；而 2006 年春季为玉筋鱼、鳀和方氏锦鳚，秋季为鳀、青鳞小沙丁鱼和玉筋鱼，与 20 世纪 80 年代相比玉筋鱼的优势地位明显上升。自 90 年代初期开始大规模开发鳀资源以来，鳀产量直线上升，至 1996 年已超过其最大可持续捕获量，但捕捞强度仍持续居高不下，导致了鳀生物量的大幅度下降[30]。本研究春季调查期间是鳀主要产卵季节，调查海域也包括鳀的传统产卵场，但鳀优势度低于玉筋鱼，虽然本文仅基于一次调查，可能存在一定的偶然因素，但鳀资源的衰退已成事实[31]，而鳀是多种重要经济种类如蓝点马鲛的主要饵料[1]，鳀资源衰退可能导致优势种类食物不足，作为黄、渤海海洋生态系统的资源关键种[32]的鳀资源量下降导致以鳀为食的种类的食性发生改变[33]。由于玉筋鱼和鳀有相似的饵料种类[1]，鳀资源的大幅衰退为玉筋鱼提供充足的食物和生存空间，可能是玉筋鱼渔业兴起的重要原因[31]。

3.4 提前伏季休渔的建议

根据本次调查，春季黄海山东海域经济价值较高种类仅占生物量的 3.4%，经济生物资源状况不佳。而春季是黄、渤海多数经济鱼类的产卵季节[1,34]，提前休渔特别是禁止近岸定置网可有效保护产卵亲体，提高世代发生量，从而有效保护渔业资源[15]。加之近年燃油价格不断上涨，劳动力成本不断攀升，拖网渔业成本显著上升，在伏季休渔之前多数拖网渔船已经停止作业*，这也与林龙山等[35]对东海区的研究结果相近。因此将伏季休渔开始时间在原来的基础上再提前一段时间不仅必要，而且具有实际可操作性。

参考文献:

[1] 唐启升，叶懋中. 山东近海渔业资源开发与保护[M]. 北京: 农业出版社, 1990.

[2] 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.

[3] Pitcher T J. Ecosystem goals can reinvigorate fisheries management, help dispute resolution and encourage public support[J]. Fish Fish, 2000, 1: 99–103.

[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] 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.

[7] Jin X, Xu B, Tang Q. Fish assemblage structure in the East China Sea and southern Yellow Sea during autumn and spring[J]. J Fish Biol. 2003, 62: 1194–1205.

[8] Xu B, Jin X. Variation in fish community structure during winter in the southern Yellow Sea over the period 1985-2002[J]. Fish Res, 71(1): 79–91.

[9] 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.

[10] 程济生. 黄渤海近岸水域生态环境与生物群落[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2004: 378–385.

*山东省海洋水产研究所未发表资料

[11] 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.

[12] 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.

[13] 金显仕, 程济生, 邱盛尧, 等. 黄渤海渔业资源综合研究与评价[M]. 北京: 海洋出版社, 2006: 81–126.

[14] 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 等. 黄、渤海生物资源与栖息环境[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 144–261.

[15] 金显仕. 山东半岛南部水域春季游泳动物群落结构的变化[J]. 水产学报, 2003, 27(1): 19–24.

[16] 吕振波, 李凡, 王波, 等. 黄海山东海域春、秋季鱼类群落结构研究[J]. 水产学报, 2011, 35(5): 692–699.

[17] 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: 56–62.

[18] 国家技术监督局. 海洋生物分类代码(GB/T17826-1999)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2000: 633–740.

[19] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 903–1066.

[20] 刘效舜. 中国海洋渔业区划[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990.

[21] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[22] Magnussen E. Demersal fish assemblages of Faroe Bank: species composition, distribution, biomass spectrum and diversity[J]. Mar Ecol Prog Ser, 2002, 238: 211–225.

[23] 李圣法. 以数量生物量比较曲线评价东海鱼类群落的状况[J]. 中国水产科学, 2008, 15(1): 136–144.

[24] Mcapherson E, Gordoa A, Garcia-Rubies A. Biomass size spectra in littoral fishes in protected and unprotected areas in the NW Mediterranean[J] . Estu Coast Shelf Sci, 2002, 55(5): 777–788.

[25] Macpherson E, Gordoa A. Biomass spectra in benthic fish assemblages in the benguela system[J] . Mar Ecol Progr Ser, 1996, 138(1-3): 27–32.

[26] 邱盛尧, 吕振波, 焦金菊, 等. 黄渤海渔业资源适宜开发利用季节的研究[J]. 齐鲁渔业, 2009, 26(3): 18–20.

[27] FAO. Review of the state of world marine fishery resources. FAO fisheries technical paper[M]. Rome: FAO, 2005.

[28] 金显仕, 唐启升. 渤海渔业资源结构、数量分布及其变化[J]. 中国水产科学, 1998, 5(3): 18–24.

[29] 全国海岸带和海涂资源综合调查成果编委会. 中国海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1991.

[30] 金显仕, Hamre J, 赵宪勇, 等. 黄海鲆限额捕捞的研究[J]. 中国水产科学, 2001, 8(3): 27–30.

[31] 赵宪勇. 黄海鲆鱼种群动力学特征及其资源可持续利用[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006.

[32] 唐启升, 苏纪兰. 中国海洋生态系统动力学研究: 关键科学问题与研究发展战略[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 46–49.

[33] 薛莹. 黄海中南部主要鱼种摄食生态和鱼类食物网研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2005.

[34] 万瑞景, 姜言伟. 渤、黄海硬骨鱼类鱼卵与仔稚鱼种类组成及其生物学特征[J]. 上海水产大学学报, 2000, 9(4): 290–297.

[35] 林龙山, 程家骅. 延长东海区伏季休渔期的渔业效果分析[J]. 大连水产学院学报, 2009, 24(1): 12–16.

Structure and distribution of fish resources in the Yellow Sea off Shandong during spring and autumn 2006

LU Zhenbo[1], XU Bingqing[1], LI Fan[1], SONG Mingyi[2], ZHANG Huanjun[1], LIU Yuanjin[1]

1. Shandong Marine and Fishery Research Institute, Shandong Provincial Key Laboratory of Restoration for Marine Ecology, Yantai 264006, China;
2. Agroforestry and Water Conservancy Station of Dajijia Sub-district Office, Yantai Economy Technology Development Zone, Yantai 264006, China

Abstract: Marine ecosystems, particularly the structure of fish assemblages are increasingly affected by human activity. We evaluated the structure and distribution of fish resources using data collected by trawl surveys in May and October of 2006 in the Yellow Sea off Shandong (35º00′—38º00′N, 120º30′—124º00′E). We collected samples at 45 sites and standardized the survey data using the sweep area and capture coefficient. The capture coefficient was set to 0.55 for pelagic fish, 0.35 for demersal fish, and 0.25 for benthic fish. The abundance index was much higher in the coastal waters than in the deeper, offshore waters in spring. During this time, most species migrate to the coastal regions to spawn. In addition, winter-spawning species, such as pacific sandeel (*Ammodytes personatus*), were still feeding in the coastal waters during the time of the surveys. In autumn, the abundance index was slightly higher in the coastal waters than in the offshore areas. The highest abundance index was measured in Haizhou Bay, both in spring and autumn. We collected a total of 61 species, 50 in spring and 50 in autumn. The structure of fish resources was analyzed based on economic value, habitat layer, and temperature-adapted components. The lower-valued species were dominant in spring and autumn. The lower-valued species constituted 91.0% of the biomass in spring and 80.9% in autumn. The demersal fish were dominant in spring (76.7% of the biomass) whereas pelagic fish, dominated in autumn (75.1% of the biomass). The biomass was dominated by cold-water species (75.0%) in spring and warm-water species (50.1%) in autumn. In spring, the top 10 species by biomass were pacific sandeel, Japanese anchovy (*Engraulis japonicas*), fang's blenny (*Pholis fangi*), pacific cod (*Gadus macrocephalus*), spotted mackerel (*Scomberomorus niphonius*), smallhead hairtail (*Eupleurogrammus punctamanus*), yellow croaker (*Larimichthys polyactis*), silver pomfret (*Pampus argenteus*), scaly hairfin anchovy (*Setipinna taty*), and grassfish(*Liparis tanakae*). Conversely, the assemblage was dominated by Japanese anchovy, Japanese sardinella (*Sardinella zunasi*), pacific sandeel, yellow croaker, rednose anchovy (*Thrissa kammalensis*), silver pomfret, gizzard shad (*Konosirus punctatus*), smallhead hairtail, spotted mackerel, and scaly hairfin anchovy in autumn. We used the Normalized Biomass Size Spectra (NBSS) to compare the community composition between months and years. Species that contributed <0.01% to the total biomass were excluded. The slope was regressed by $\log_2$ (total biomass of every weight class/10) to $\log_2$ (upper limit of average individual weight class). The NBSS slope was <–1 in both spring and autumn, suggesting the biomass decreased as individual body weight increased. The average individual body weight was 2.36 g/individual in spring and 3.34 g/individual in autumn. The proportion of species whose average individual body weight was <10 g was 95.74% in spring and 82.09% in autumn. Compared with the 1980s, we conclude that: 1) The low-valued species are more dominant, 2) though there has been a partial recovery in the fishery, the larger, high value species have not recovered at the same rate, and 3) the dominant species has changed significantly due to an increase in the number of fang's blenny. Given our results, we propose an earlier beginning to the closed fishing period during summer.

Key words: abundance index; resource structure; spatial distribution; summer closed fishing period