

文章编号: 1000-0615(2003)01-0019-06

山东半岛南部水域春季 游泳动物群落结构的变化

金显仕

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 根据 1986、1998 和 2000 年春季对山东半岛南部水域进行的底拖网调查资料, 对渔业资源、优势种及多样性的年间变化, 利用多元统计分析方法对渔业资源群落的空间分布特征进行了分析。结果表明, 种类更替加快, 优势度下降, 多样性增加, 从而使群落结构发生了较大的变化, 演替加快。

关键词: 游泳动物; 群落结构; 多样性; 山东半岛南部水域

中图分类号: S931.5 文献标识码: A

The change of community structure of nekton in the waters off southern Shandong Peninsula in spring

JIN Xian-shi

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Based on the bottom trawl surveys in the waters off southern Shandong Peninsula in spring 1986, 1998 and 2000, the yearly variations of nekton, dominant species were analyzed. The multivariate gradient analysis was used in the study of community characteristics. The results indicate that the period of shifts of species was reduced, the species dominance decreased and the diversity increased in the surveyed areas of the Yellow Sea. Therefore, the community structure has greatly changed, and succession increased.

Key words: nekton; community structure; diversity; waters off southern Shandong Peninsula

山东半岛南部水域是黄海多种重要渔业生物的产卵场和索饵场, 特别是春季 (*Engraulis japonicus*) 在黄海的主要产卵场^[1]。由于人类活动的加强, 特别是捕捞力量的逐年增加, 使渔业资源严重衰退, 种类不断更替。本文对山东半岛南部水域产卵场游泳动物群落和资源变动情况进行分析比较, 为渔业资源管理和保护提供基础资料。

1 材料和方法

材料取自 1986、1998 和 2000 年 5-6 月利用“北斗”号生物资源调查船在山东半岛南部水域对产卵场进行的多学科综合调查, 对 16 个站位进行底拖网调查(图 1), 3 年调查站位基本相同, 每站进行拖

收稿日期: 2002-04-10

资助项目: 国家重点基础研究专项经费资助(G19990437)

作者简介: 金显仕(1963-), 男, 山东龙口人, 博士, 研究员, 主要从事海洋渔业资源与生态研究。E-mail: jin@ysfri.ac.cn

网1h。调查用网具1996年为452目×170mm,1998年和2000年为836目×120mm,囊网网目分别为20mm和24mm。每站起网后,利用“Seabird”温盐深(CTD)进行温度、盐度、溶解氧等环境因子观测。所有渔获物都在船上进行分析,记录每种的重量的、尾数。

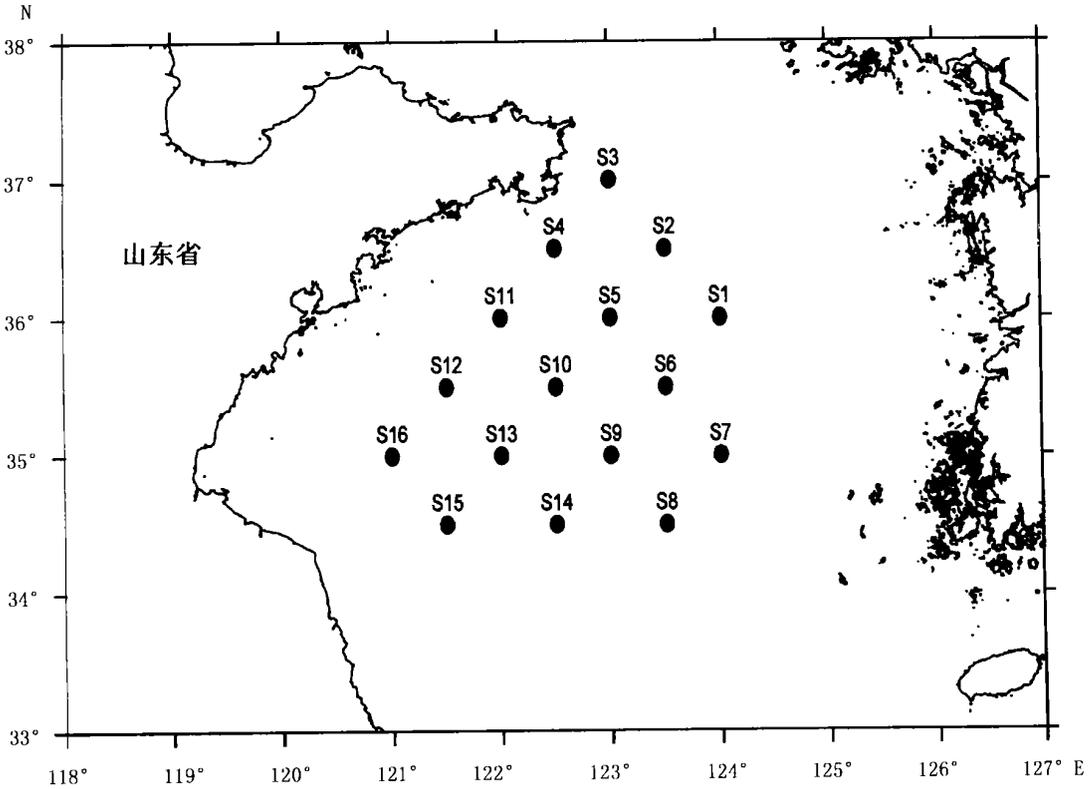


图1 底拖网调查站位

Fig. 1 Survey stations by bottom trawl

1986年调查数据根据网口面积进行了数据标准化,使其与1998年和2000年调查数据一致。利用Bray-Curtis的相异性指标^[2],计算各调查年份之间渔获种类资源量组成的差异,分析渔获物组成的年间变化。公式为:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{im}|}{\sum_{i=1}^S (X_{ij} + X_{im})}$$

相似性指标为1-B;其中 X_{ij} , X_{im} 分别为第*i*种在*j*和*m*调查中的渔获量,*S*为种类数。

根据种类在总样品中的数量或重量的比例大小排列,绘制的优势度曲线用于分析生物群落结构特征^[3],它能够较直观地表示群落的种类均匀度和丰度。

研究生物群落结构的基本指标除相似性指标,还有多样性指标^[4]。用下列指标来表示调查水域渔业生物多样性,并分别用相对生物量和个体数来进行计算。

Margalef^[5]的种类丰度指标: $R = \frac{S-1}{\ln(n)}$

Shannon-Wiener^[6]的多样性指标: $H' = -\sum_{i=1}^S (P_i \log_2 P_i)$

Pielou^[6]的均匀度指标: $J' = \frac{H'}{\log_2 S}$

这里*S*为种类数,*n*为渔获总重量或数量, p_i 为第*i*种渔获重量(数量)占总渔获重量(尾数)的比例。

将 2000 年每一调查站位的种类生物量及环境因子(深度、温度、盐度、溶解氧) 利用分析统计软件 CANOCO 运行主成分分析(PCA), 以便了解调查站位及种类组成的空间分布状况, 所有输入参数均按程序提示值^[7,8]。主成分分析是一个研究矩阵内部结构的基本多元统计技术, 在生态学梯度分析方面广泛应用, 它可以将获得的调查数据作综合处理, 将一个相似矩阵分解成一系列的垂直坐标轴或成分, 每个轴对应该矩阵的一个特征值, 而特征值则代表了该轴的方差, 从而能够在低维空间中较直观地分析群落的结构特征^[9]。

2 结果

2.1 资源量的年间变化

调查发现该水域 3 年间各生态类资源量出现明显的变化(图 2)。本次调查的生物量($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$) 与 1986 年相似, 但仅为 1998 年的 52.2%, 主要是中上层鱼类下降, 为 1998 年 34.7%; 而底层鱼类则略有增加, 经济无脊椎动物生物量年间变化不大。以单位小时渔获尾数表示的资源量 3 次调查呈逐年上升趋势, 特别是底层鱼类比 1986、1998 年分别增加了 266% 和 52.9%, 表明该海区生物趋于小型化。从种类组成相似性来看(表 1), 用重量比以数量表示的种类组成的年间变化明显, 以数量表示的资源量组成相近年份较高, 而以重量表示的生物量组成却以 1986 年和 2000 年最高、1998 年和 2000 年最低。

2.2 优势种的年间变化

表 2 列出 3 次调查生物量前 5 位的游泳动物种类的平均每小时每网渔获重量和尾数及其占总渔获量的百分比和出现频率。在 3 次调查中均占首位, 平均渔获重量和尾数 1986 年分别占 66.2% 和 79.2%, 1998 年为 80.1% 和 52.0%, 2000 年为 49.2% 和 50.6%。生物量 2000 年仅为 1986 和 1998 年的 49.3% 和 32.0%, 优势度明显下降(图 3), 然而平均渔获尾数却呈小幅度的增加, 表明 2000 年个体偏小。从分布情况来看, 1996 年分布范围较小, 仅不足一半的调查站位出现, 1998 和 2000 年分布范围较大。

除 外, 其它优势种组成变化较大, 底层鱼类高眼蝶 (*Cleisthenes herzensteini*) 生物量密度自 1986 年的 $3.4 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 下降至 1998 年的 $2.6 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, 2000 年仅为 $0.6 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, 所占百分比亦呈下降趋势, 2000 年仅占 1.9%。脊腹褐蝎 (*Crangon affinis*) 生物量密度虽有变动, 但其占总渔获量的比例呈增加趋势。其它的优势种组成年间都不一致。2000 年的优势种小黄鱼 (*Pseudosciaena polyactis*) 生物量密度增加较大, 分别比 1996 年和 1998 年增加 38 倍和 5 倍, 带鱼 (*Trichiurus haumela*) 1986 年没有捕获, 1998 年为 $0.059 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, 而 2000 年为 $2.934 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, 占总生物量的 9.6%, 而玉筋鱼 (*Ammodytes personatus*) 的生物量下降幅度较大, 从 1998 年的 $1.589 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 下降至 2000 年的 $0.079 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

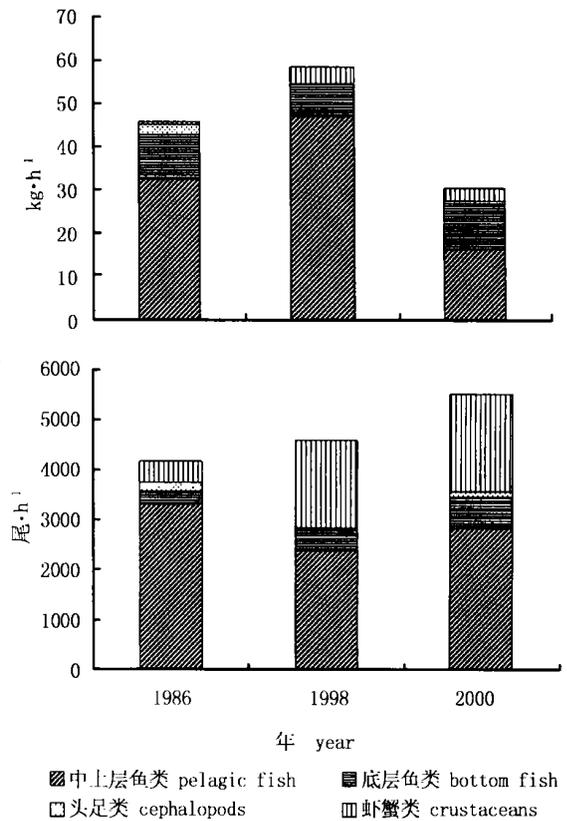


图 2 游泳动物资源量的年间变化

Fig. 2 Yearly variations of nekton

表 1 年间资源量组成的相似性指标

Tab. 1 The similarity index of species composition between years

年 year	1986	1998	2000
渔获尾数 number			
1986		0.69	0.70
1998	0.69		0.82
2000	0.50	0.45	
渔获重量 weight			

表2 生物量密度前5位种类的组成

Tab.2 Top 5 species in biomass from the surveys

年份 year	种类 species	W	W%	N	N%	F
1986	<i>Engraulis japonicus</i>	30.4	66.2	3293	79.2	7
	高眼鲱 <i>Cleisthenes herzensteini</i>	3.4	7.4	150	3.6	15
	绵 <i>Endebyopus elongatus</i>	2.7	5.9	35	0.8	15
	枪乌贼 <i>Loligo</i>	2.2	4.4	159	3.8	15
	银鲳 <i>Stromateoides argenteus</i>	1.5	03.2	13	0.3	8
	合计 total	40.1	87.1	3650	87.8	
1998	<i>Engraulis japonicus</i>	46.9	80.1	2385	52.0	10
	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	3.3	5.6	1566	34.1	11
	高眼鲱 <i>Cleisthenes herzensteini</i>	2.6	4.4	222	4.8	9
	玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i>	1.6	2.7	72	1.6	4
	星鳗 <i>Astroconger myriaster</i>	0.7	1.2	5	0.1	7
	合计 total	55.1	94.1	4250	92.7	
2000	<i>Engraulis japonicus</i>	15.0	49.2	2788	50.6	11
	小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	3.4	11.0	163	3.0	12
	带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	2.9	9.6	72	1.3	7
	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	2.2	7.4	1508	27.4	10
	方氏云 <i>Enadrias fangi</i>	1.4	4.7	113	2.1	14
	合计 total	25.0	81.9	4643	84.3	

注: W, N, W%, N% 分别表示生物量密度(kg·h⁻¹)和资源量密度(尾·h⁻¹)及其占总渔获量的百分比, F 表示该种类出现的站位数

Notes: W, N, W%, N% represent biomass (kg·h⁻¹) and abundance (ind·h⁻¹) and their percentages, respectively, F denotes the number of station caught

2.3 多样性

表3 为 1986、1998 和 2000 年山东半岛南部调查水域游泳动物和鱼类分别以单位小时底拖网渔获重量和尾数计算的多样性和均匀度指标。3 次调查捕获的游泳动物种类以 1986 年最多, 为 58 种, 其中鱼类有 46 种, 1998 年最少, 仅有 52 种, 其中鱼类为 39 种, 2000 年同期捕获游泳动物种类为 56 种, 其中鱼类为 40 种。游泳动物以及鱼类的丰度指标年间变化趋势与种类数一致。多样性指标以单位网次渔获重量表示, 2000 年最高, 1998 年最低, 而以尾数表示自 1986 年至 2000 年呈增加趋势。均匀性指标年间变化趋势与多样性指数一致。

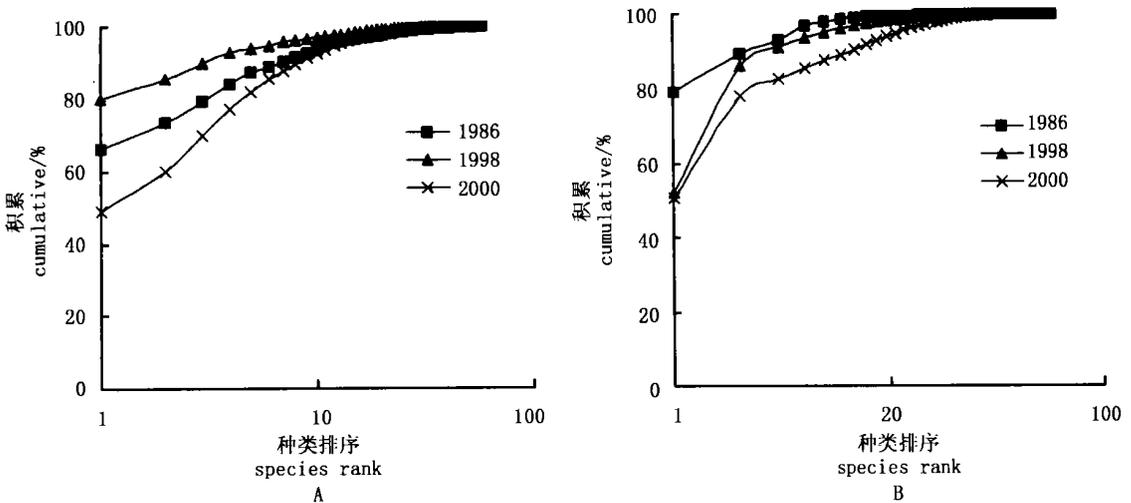


图3 山东半岛南部水域渔业资源优势度曲线

Fig.3 Dominance curves of three-year surveys off south Shandong Peninsula

A. 生物量 biomass; B. 资源量 abundance

自90年代初期开始大规模开发黄海资源以来,产量直线上升,至1996年产量已经超过其最大可持续渔获量 $50 \times 10^4 \text{ t}^{[1]}$,但捕捞强度仍不断增加,1997-1999年连续3年产量超过 $100 \times 10^4 \text{ t}$,其后果直接导致生物量的大幅度下降^[12],渔获物严重依赖补充群体^[13]。作为黄海主要产卵场的山东半岛南部水域,生物量的下降直接影响了生殖群体的数量。由于2000年捕获的包含一定数量的补充群体,而1998年则基本上都是生殖群体,如果仅计算生殖群体,2000年生物量下降幅度则会更大。

3.2 群落结构的变化

从群落结构的分布来看,游泳动物的分布与栖息环境关系密切,小黄鱼、带鱼等经济种类分布的密集区明显(图4,5),容易受到捕捞的影响,其中一些种类的空间分布存在着竞争或依存关系,如小黄鱼和带鱼之间、竹鱼、枪乌贼之间由于食性类似可能存在食物的竞争^[14],而大头鳕和方氏云、玉筋鱼之间则是捕食与被捕食的关系。近几年新开发的另一小型鱼类玉筋鱼生物量也开始下降,已经失去了优势种的地位,而饵料种类方氏云生物量却上升,小黄鱼和带鱼生物量比以往调查有较大幅度的增加,这些种类成为优势种。人类过度开发利用海洋渔业资源导致优势种很难能够持续长久存在,总是处于不断交替之中,种类更替加快,优势种的优势度和重要性下降,多样性和均匀性增加,从而使群落结构发生了较大的变化,演替加快,新的渔业资源难以持续开发(图3,表1,2)。因此,为了从生态系统水平合理利用和管理渔业资源,有必要对生态系统进行长期的观测研究,了解生态系的结构、功能、变化,掌握渔业资源的变动趋势,使渔业资源能够可持续利用。

参考文献:

- [1] Zhu D S, Iversen S A, Chen Y Z, et al. Anchovy and other fish resources in the Yellow Sea and East China Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1990, 11: 1- 141. [朱德山, Iversen S A, 陈毓楨, 等. 黄东海鳀鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究[J]. 海洋水产研究, 1990, 11: 1- 141.]
- [2] Bray T R, Curtis J T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin[J]. Ecol Monogr, 1957, 27: 325- 349.
- [3] Clarke K R. Comparisons of dominance curves[J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1990, 138: 143- 157.
- [4] Washington H G. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems [J]. Water Res, 1984, 18(6): 653- 694.
- [5] Margalef R. Information theory in ecology [J]. General Syst, 1958, (3): 36- 71.
- [6] Krebs C.J. Ecological methodology [M]. Harper Collins Publishers, New York, 1989.
- [7] ter Braak C J F. CANOCO- a FOTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2. 1)[M]. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, 1988.
- [8] ter Braak C J F. Update notes CANOCO version 3.10[M]. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, 1990.
- [9] Ludwig J A, Reynolds J F. Statistical ecology [M]. John Wiley & Sons, 1988.
- [10] Jin X, Tang Q. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea [J]. Fish Res, 1996, 26: 337- 352.
- [11] Iversen S A, Zhu D, Johannessen A, et al. Stock size, distribution and biology of anchovy in the Yellow Sea and East China Sea [J]. Fish Res, 1993, 16: 147- 163.
- [12] Jin X S, Hamre J, Zhao X Y, et al. Study on the quota management of anchovy (*Engraulis japonicus*) in the Yellow Sea [J]. J Fish Sci China, 2001, 8(3): 27- 30. [金显仕, Hamre J, 赵宪勇, 等. 黄海限额捕捞的研究. 中国水产科学, 2001, 8(3): 27- 30.]
- [13] Li B C, Tang M Z, Lian D J. Suggestions for rational utilization and conservation of anchovy stock [J]. State of Fishery Resources in the East China Sea, 1998, 4: 9- 12. [李炳春, 唐明芝, 连大军. 建议合理利用和保护鱼资源[J]. 东海渔业资源动态, 1998, 4: 9- 12.]
- [14] Tang Q S, Ye M Z. The exploitation and conservation of nearshore fisheries resources in Shandong [M]. Beijing: Agricultural Press, 1990. 1- 214. [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. 1- 214.]