

胶州湾底栖生物多样性初探

毕洪生 冯卫¹

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(¹ 山西省水产研究所 太原 030006)

提要 用 1991~1995 年胶州湾 10 个监测站的资料,采用 Shannon-Weaver 指数、Pielous 均匀度指数、种的丰盛度指数以及 Sanders 稀疏曲线进行大型底栖生物多样性比较。结果表明,在胶州湾,粉砂-粘土混合型的沉积环境中大型底栖生物多样性高于匀质的粗砂底质。每年在湾内大量地捕捞菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*),对底栖生物多样性影响较大,在受影响区内夏季多样性偏低,80 年代末过度捕捞菲律宾蛤仔也使受影响区多样性偏低。

关键词 大型底栖生物,胶州湾,生物多样性

生态学的一个主要目标是要了解生物同环境之间的相互作用,弄清生物在空间的分布能够加深对系统的结构和功能的理解^[1]。底栖生物群落的分布同沉积类型密切相关^[4]。在不同的时间和空间尺度上的自然或人为的干扰会导致组成和生物多样性的变化^[5,7]。生物多样性指数不仅表示物种的多样性,也表示了栖息环境的多样性。用于海洋沉积环境的多样性指数除 Shannon-Weaver 指数^[16]和 Pielous 均匀度指数^[13]外,还有 Sanders^[14]提出的稀疏曲线方法。本文分别用上述两种方法对胶州湾底栖生物多样性的分布格局以及不同时间尺度的变化进行探讨。

1 材料和方法

1991~1995 年在湾内设 10 个取样站(图 1)。除 3 号站因为沿岸养殖,考察船有时无法进入,其他各站进行季度取样。取样用面积为 0.1m² 的表层采泥器重复取样两次。具体的操作参照全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程实施。

生物多样性计算 Shannon-Weaver 指数、种的丰盛度指数^[12],并采用 Sanders 稀疏曲线^[9]进行多样性空间分布的描述。

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{N_i}{N} \right) \ln \left(\frac{N_i}{N} \right) \quad (\text{Shannon-Weaver indices})$$

$$J = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (\text{Pielou's 均匀度指数})$$

$$D = \frac{(S-1)}{\ln(S)} \quad (\text{Species richness indices})$$

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{(N-n+1)(N-n)\cdots(N-N_i+1)}{N\cdots(N-N_i+1)} \right] \quad (\text{Hurlbert, 1971})$$

收稿日期:1996 年 8 月 12 日

其中, N 为采泥样品中的总个体数; N_i 为第 i 种的个体数; s 为采泥样品中的种数; n 为给定大小的样方的个体数。

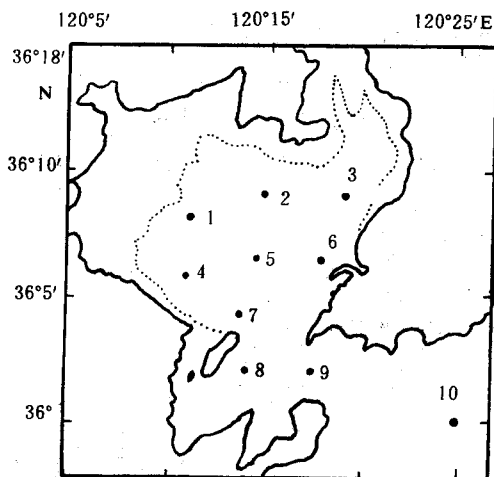


图 1 监测期间取样站的分布

Fig. 1 The distribution of sampling stations during monitoring period

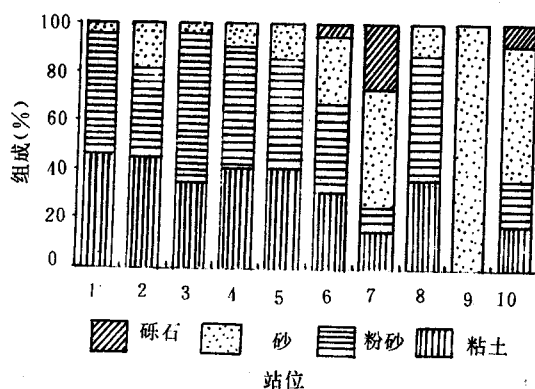


图 2 10 个监测取样站的底质组成

Fig. 2 The substrate composition of ten sample stations

2 结果

2.1 底质情况

沉积环境的异质性是生物多样性的根本原因。胶州湾底质以粉砂-粘土为主, 仅 7 号站和 9 号站为粗砂底质, 比较容易进行多样性

的比较。10 个监测取样站的底质组成如图 2

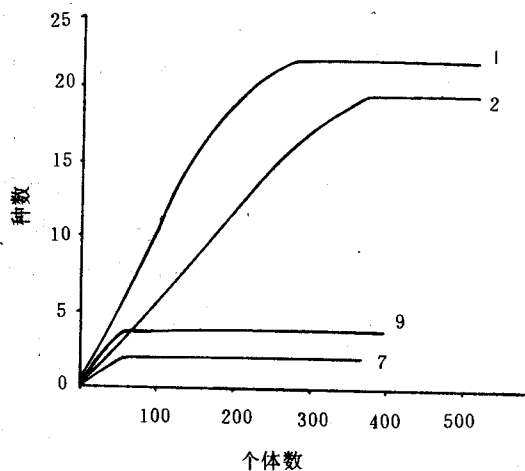


图 3 不同沉积类型的 Sanders 稀疏曲线

Fig. 3 The Sanders rarefaction curves of different sediment types

2.2 生物多样性的空间分布

1991~1995 年监测期间各站各季度月的 Shannon-Weaver 指数、Pielous 均匀度指数和种的丰盛度指数列于表 1。从表中可以看出生物多样性较低的区域是在湾口沉积区, 这里的种类少且均匀度低。以 7 号站为例, 该站位于黄岛附近, 底质为黄色粗砂, 文昌鱼 (*Branchiostoma belcheri*) 得到发展使得多样性和均匀度都偏低; 9 号站位于湾口水道, 水流急, 为粗砂底质, 记录到的种类很少, 多样性指数和均匀度指数也较低。湾内各区多样性较湾口为高, 但由于许多种仅出现 1 次, 同时某些种较密集, 使各站多样性和均匀度都偏低。最高的记录是 1995 年 6 月在 6 号站记录到 43 种, 且分布较均匀, Shannon-Weaver 指数值为 3.20。

图 3 是两种典型的底质的生物多样性的 Sanders 稀疏曲线。1, 2 两站是粘土-粉砂混合沉积类型, 7, 9 两站为粗砂底质。从图中可以比较直观地看出湾口的 7, 9 两站稀疏曲线较为平缓, 说明生物多样性较低; 而在 1, 2 站曲线陡度较大, 说明生物多样性较高。

2.3 多样性的季节变化

从表 2 中可以看出 2, 3, 5 和 6 号站的生

物多样性在夏季偏低,这主要是因为这些取样站位于菲律宾蛤仔(*R. philippinarum*)分布区内,每年的5~6月都有大量的渔船进行捕捞作业。底部拖网不具选择性,使非目标的种类也受到破坏,导致生物多样性变低。而在受干扰较小的8号站和10号站在春、夏两季多样性相对较高。应当指出的是4号站,80年代是菲律宾蛤仔主要分布区,前几年的过度捕捞,菲律宾蛤仔在该区分布减少,因而近几年

受到的破坏相对较少,生物多样性的变化相对较小。从表2中也可以看出均匀度的变化趋势,多数站在秋、冬两季均匀度较高,而在春、夏季均匀度偏低。这主要因为特定的种得到发展,使均匀度降低。例如1995年8月6号站方格独鳃虫(*Tharyx tessellata*)的密度高达1125个·m⁻²,日本浪漂水虱的栖息密度也高达510个·m⁻²。优势种的这种变化不仅使得均匀度降低,也对多样性指数有很大影响。

表1 1991~1995年各站 Shannon-Weaver 指数(H)、Pielous 均匀度指数(J)和种的丰盛度指数(D)

Tab. 1 The distribution of Shannon-Weaver indexes, Pielous evenness indexes and species richness indexes in 1991-1995

站位	1991			1992			1993			1994			1995		
	H	J	D	H	J	D	H	J	D	H	J	D	H	J	D
1	2.13	0.80	4.15	1.66	0.73	3.52	2.58	0.83	6.95	2.67	0.94	6.05	2.70	0.90	6.33
2	1.94	0.77	4.48	1.41	0.74	2.92	2.33	0.78	6.42	2.63	0.85	6.76	2.55	0.82	6.34
3	1.87	0.85	3.64	2.26	0.91	4.43	/	/	/	/	/	/	2.70	0.83	8.01
4	3.13	0.84	3.99	2.17	0.94	3.49	1.99	0.96	3.47	1.33	0.92	2.19	2.60	0.93	5.77
5	2.31	0.91	4.15	2.08	0.96	3.83	2.23	0.97	3.90	2.10	0.96	3.71	2.25	0.91	4.81
6	1.49	0.60	4.32	2.18	0.87	4.43	2.18	0.92	3.82	2.40	0.93	4.76	1.98	0.77	6.24
7	1.40	0.64	3.62	0.40	0.30	4.33	0.77	0.57	2.28	2.42	0.90	5.17	0.97	0.81	1.98
8	2.35	0.95	4.69	2.36	0.98	3.50	2.52	0.95	4.98	2.63	0.88	6.58	2.04	0.86	5.28
9	0.83	0.53	1.74	1.03	0.70	1.88	1.02	0.67	1.78	0.55	0.5	0.91	1.65	0.65	2.81
10	1.71	0.84	3.28	1.72	0.85	3.26	1.89	0.95	3.21	2.11	0.94	4.36	2.37	0.91	4.97

注:3号站1993和1994年未进行调查。

表2 1995年各站 Shannon-Weaver 指数(H)和均匀度指数(J)

Tab. 2 The H and J indexes in 1995

站位	2月		6月		8月		11月	
	H'	J	H'	J	H'	J	H'	J
1	2.48	0.92	2.78	0.93	2.65	0.86	2.87	0.92
2	2.53	0.90	2.54	0.80	2.38	0.78	2.73	0.94
3	2.56	0.90	3.20	0.85	2.30	0.72	/	/
4	1.97	0.95	2.76	0.94	2.69	0.83	2.93	0.99
5	2.88	0.92	1.48	0.92	1.82	0.82	2.91	0.99
6	2.46	0.74	1.39	1	1.75	0.55	2.30	0.72
7	0.77	0.88	0.66	0.95	1.40	0.87	1.03	0.74
8	1.84	0.89	2.60	0.92	2.21	0.68	2.39	0.96
9	0	0	1.33	0.96	2.11	0.88	1.71	0.65
10	2.58	0.95	2.71	0.92	2.10	0.82	2.25	0.98

注:3号站因水浅,11月未进行取样。

2.4 多样性的长期变化

图4是4a来各站生物 Shannon-Weaver 指数、均匀度指数和种的丰盛度指数的变化。从图中可以看出,在80年代初期湾内种的丰

盛度指数(D)较高,而在1991年或1993年达到最低值,近几年又有所回升。湾口及湾外区域变化不如湾内各区变化剧烈。Shannon-Weaver 指数(H)也是在1991或1993年达到最低值。相比之下,湾顶的各站恢复比较快,其他各区的恢复相对较慢。多样性的这种变动趋势,主要是由于过度捕捞蛤仔致使各种底栖生物的栖息环境遭到破坏。3号站至6号站是主要的受干扰区域,尤其4号站和6号站位于胶州湾东西两侧菲律宾蛤仔的分布区内,受过度捕捞的影响,多样性同80年代相比明显偏低。从表1中可以看出4号站的多样性指数在1994年达到最低值,而到1995年有所回升。这主要是因为伴随该站蛤仔分布向内萎缩,捕捞压力明显减轻,这种变动趋势同生物量和栖息密度的变化趋势相一致。而在湾口和湾外各站变化则没有明显的规

律,这种变动或许是由于物理环境的变化所致,尚没有足够的证据。应指出的另一点是,从表 1 中可以看出 1、2 两站在 1991 和 1992

年 3 种多样性指数都偏低,而以后有所回升,这是同沿岸的污水治理密切相关的。

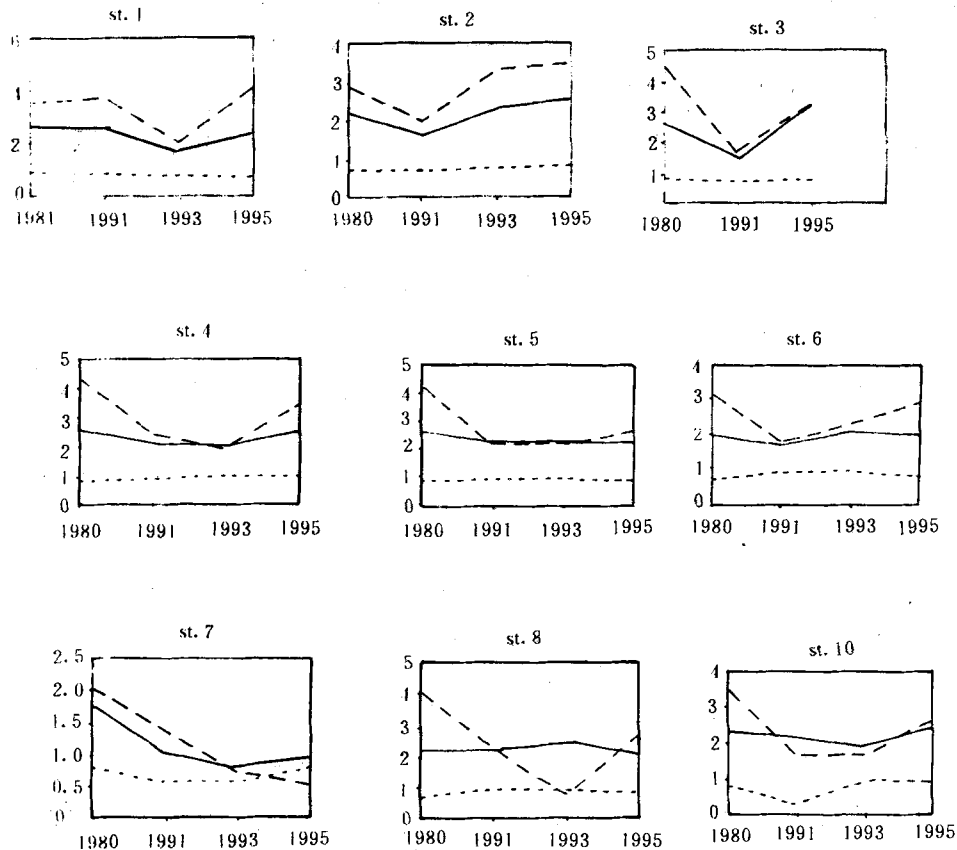


图 4 各站的 Sannon-Weaver 指数、均匀度、种的丰盛度的变动

Fig. 4 The fluctuation of the Shannon-Weaver indices, Pielou's evenness indices and species richness indices of each station

3 讨论

关于底栖生物多样性的空间分布格局,不同的研究工作得到的结果不尽相同。Larsonneur 等报道英吉利海峡底栖生物多样性的分布格局同沉积类型无关^[10]; Holme、Cabioch 和 Glacon 分别报道了该处生物多样性的分布格局同群落类型无关^[2,8]。尽管如此,目前普遍认为泥沙等混合型沉积环境的多样性高于泥或砂等匀质的沉积环境^[4]。Nicollaidou 在 Amvrakikos 湾中进行的工作表

明,潮下带浅水含沙量高的环境生物多样性比深水环境高,他指出多样性随水深增加而降低,并且含有一定比例的细颗粒的沉积环境多样性较高^[1]。从胶州湾底栖生物多样性的分布可以看出同样的规律:湾内各站大多属粉砂-粘土或粘土-粉砂混合型底质且水深较浅,多样性指数和均匀度高;湾口为粗砂-砾石较单一的底质且水深流急,多样性指数和均匀度低。

生物多样性的变动趋势表明大型底栖生物对干扰的敏感性。Connell 指出:频繁的扰动导致种群密度降低,但生物多样性似乎较

高^[3]。但这必须以扰动不超出群落的承载力为前提,一旦栖息环境遭到毁灭性的破坏,生物多样性就会出现高~低~高的简单的变动趋势:当群落正常时,生物多样性较高;遭到破坏后群落多样性降低;当干扰减小时,在恢复的过程中生物多样性的变化会出现波动,这是因为不同的群落有不同的演替规律。此外,种的丰盛度指数似乎是一个比较好的监测指标,在群落受到大规模的扰动时,构成群落的种类也较少。

胶州湾底栖生物多样性的变化表明,在局部区域内多样性受种间作用和环境变化的影响深刻,特别是人类活动的影响。

参考文献

- [1] Artemis Nicolaidou & Natia Papadopoulou K., 1989. *Greece, Mar. Ecol.*, 10(3):193-204.
- [2] Cabioch, L. & Glacon, R., 1975. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris, serie D*, 285: 209-212.
- [3] Connell, J. H., 1978. *Science* 199: 1 302-1 310.
- [4] Gray, J. S., 1974, *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev* 12: 223-261.
- [5] Dayton, P. K. & Hessler, R. R., 1972. *Deep-Sea Research*, 19: 199-208.
- [6] Grassle, J. M. & Sanders, H. L., 1973. *Deep-sea Research* 20:643-659.
- [7] Heip, C. et al., 1992. *ICES Journal of Marine Science* 49: 13-22.
- [8] Holme, N. A., 1966. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 46:401-493.
- [9] Hurlbert, S. H., 1971. *Ecology*, 52(4): 577-586.
- [10] Larssonneur, C., Bouysse, P. & Auffret, J. P., 1982. *Sedimentology, Amsterdam* 29:851-864.
- [11] Margalef, R., 1967. *Oceanography and Marine Biology, Annual Review*, London. 5:233-235.
- [12] Margalef, D. R., 1968, *Perspectives in ecological theory*, Univ. Chicago Press, Chicago, 1-111.
- [13] Pielou, E. C., 1966. *Journal theoretical Biology* 10:370-383.
- [14] Sanders, H. L., 1968. *American Naturalist*. 102:243-282.
- [15] Shannon, C. E., & Weaver, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*, Univ. Illinois Press, Urbana, 1-117.

THE DIVERSITY OF MACROBENTHOS IN JIAOZHOU BAY

Bi Hongsheng and Feng Wei¹

(Institute of Oceanology Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

(¹Institute of Fishery Shanxi, Taiyuan 030006)

Received: Aug. 8, 1996

Key Word: Macrobenthos, Jiaozhou Bay, Diversity

Abstract

The diversity of macrobenthos was studied at 10 station in Jiaozhou Bay, with seasonally sampling in 1991—1995. Shannon—Weaver indices, Pielous evenness indices, Species richness and Sanders rarification indices were calculated. The results revealed that the diversity in sediment of silt—clay is higher than the homogeneous sediment of silt. The landing seine on *Raditapes Philippinarum* influenced the diversity greatly, and the diversity during summer is lower than normal in the affected area. At the end of 1980s, the overfishing on *Raditapes Philippinarum* led to lower diversity also.