

不同采样时期渤海自由生活海洋线虫种类组成的比较

郭玉清¹, 张志南², 慕芳红²

(1. 集美大学水产学院, 福建厦门 361021; 2. 青岛海洋大学生命学院, 山东 青岛 266003)

摘要:在渤海的 3 个典型站位 B1、E5 和 E1, 以 3 个不同采样时期的沉积物样品(1997 年 6 月、1998 年 9~10 月份和 1999 年 4~5 月份), 研究了渤海自由生活海洋线虫的种类组成变化。结果表明: 自由生活海洋线虫的摄食类型比例在同一个站位 3 次不同采样均有变化, 其中 B1 站和 E5 站 3 个采样时期表现为 3 种不同的摄食类型分布; 将线虫分为 3 个时期所进行的年龄结构和雌雄比研究表明, 在线虫群落中幼龄个体一般占到线虫群落总数的一半以上; 对 3 个站位线虫群落的多样性研究表明, 离黄河口最近的 B1 站, 出现种类数量最少, 位于渤海中部的 E5 站, 出现种类数量较多; 3 个不同采样时期的比较, 以 1997 年 6 月份群落中出现的种类数最多, 1999 年 4~5 月份出现的最少。对其群落结构的分析表明, 同一个站位不同采样时期, 优势种的类型基本相同, 变化主要表现在优势种丰度大小的差异, 其群落组成结构相对稳定。

关键词: 自由生活海洋线虫; 种类组成; 变动; 渤海

Preliminary Comparative Researches on the Species Composition of Freelifing Marine Nematodes in Different Occasions in the Bohai Sea

GUO Yu-Qing¹, ZHANG Zhi-Nan², MU Fang-Hong² (1. College of Aquaculture, Jimei University, Xiamen 361021, China; 2. College of Life Sciences, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(10): 1622~1628.

Abstract: Meiofaunal communities represent a functional part of the complex marine ecosystem. In almost all marine sediments the nematodes are numerically the dominant group of the meiofauna often comprising more than 90 % of the metazoa. In spite of this, information regarding interannual fluctuations in species composition of nematodes is sparse in China, especially in sublittoral habitats.

Free-living marine nematodes were sampled on three occasions, in June 1997 and in September / October 1998 and again in April/May 1999, at three stations B1, E1 and E5, with different sedimentary types in the Bohai Sea. The nematode community structure was investigated in detail including species diversity, feeding groups and age structure.

Differences in the nematode fauna of sandy and silty habitats may be due to differences in the type of food available. Wieser (1953) proposed grouping nematodes into four feeding types according to the morphology characteristics of their buccal cavity: 1A with a minute buccal cavity (selective deposit feeders), 1B with a large unarmed buccal cavity (non-selective deposit feeders), 2A with relatively weak

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(497901001; 39770145); 教育部博士点基金资助项目(97042306)、中英国际合作“Darwin initiative”和福建省青年创新基金联合资助项目(2001J050)

收稿日期: 2001-08-23; **修订日期:** 2002-05-20

作者简介: 郭玉清(1965~), 女, 山西太原人, 博士, 副教授。主要从事海洋生物学与环境科学的教学和研究。

致谢: 本研究在数据分析、资料收集和野外采样等诸多方面得到了英国普利茅斯海洋研究所的 R. M. Warwick 博士、M. C. Austen 博士、R. B. Smerfield 博士、J. M. Gee 博士和青岛海洋大学生命学院于子山副教授的帮助; 对于论文的英文摘要, M. C. Austen 博士提出了许多良好的建议并做了认真的修改, 在此一并表示衷心谢意。

oral armament (epigrowth feeders), and 2B with heavy oral armament (predators and omnivores). Nematodes in the feeding group 2B were scarce in all of the Bohai Sea samples. The proportion of the other three feeding groups varied in different sampling occasions even at the same station. At Station B1, three feeding groups 1A, 1B and 2A were almost equally represented in 1997. Non-selective deposit feeders 1B and epigrowth feeders 2A were respectively 53.8 percent and 33.3 percent of total abundance of nematodes in 1998 and epigrowth feeders 2A (56.2 percent) were clearly dominant in 1999. At Station E5, in 1997 non-selective deposit feeders 1B, were the dominant group (48.1 percent) and epigrowth feeders 2A (41.8 percent) ranked second. The selective deposit feeders 1A were dominant in 1998 and epigrowth feeders 2A were dominant in 1999. In Station E1, non-selective deposit feeders 1B and epigrowth feeders 2A, were nearly equal in 1997, and in the other two occasions non-selective deposit feeders were dominant. To some extent, the variations of feeding groups from different seasons can be explained by the suggested theory that nematode abundance increases in spring and summer due to increasing numbers of group 2A nematodes in response to an increase in benthic microflora production and that the number of deposit feeders reaches a maximum in autumn coinciding with an increase in organic detritus (Tietjen 1969). In the Bohai Sea, epigrowth-feeding species reached maximum density at Station B1 and Station E5 in April/May 1999 and June 1997 while non-selective deposit-feeding species reached their maximum densities at Station B1 and Station E1 and the number of selective deposit feeders is comparatively high at Station E5 in September / October 1998

To facilitate interpretation of the age structure of the nematode population, only three cohorts have been represented; mature males (specimens with recognizable spicula), mature females (specimens with developed ovaries) and juveniles. Generally the number of juveniles accounted for above 50 percent of total number of nematodes (except B1 in 1998). The results were similar to observations of Warwick and Price (1979). The ratio of females to males varied from 0.63 to 1.39 at three stations at three occasion. The ratio of females to males was 1.02 ± 0.18 in E1 station by examining six replicates (1779 specimens) (the value determined by Juario was between 1.0 ~ 1.3).

There were a total of 97 putative species in the three sites. The total number of recorded species was lowest in Station B1, and highest in Station E5. Evenness and diversity indices were lowest in Stations B1 and highest in Station E5. The number of species was higher in summer and autumn, lower in spring. The dominant species were generally similar in the three seasons, but the number of dominant species varied. Cluster analysis using group average linking of Bray-Curtis similarities based on abundances indicated that the community structure at each station was temporally stable

Key words: freelifving marine nematodes; species composition; fluctuation; the Bohai Sea

文章编号:1000-0933(2002)10-1622-07 中图分类号:Q178.53,Q958.885 文献标识码:A

自由生活海洋线虫是海洋沉积物环境中最丰富的后生动物,是小型底栖动物中最重要的类群,通常占小型底栖动物数量的 60%~90%,由于极大的物种多样性和许多生活特性,一直是小型底栖动物学界研究的中心。在底栖生态系统小食物网中,自由生活海洋线虫,作为一个功能单位,能够适应高度异质性的环境,可以占据不同的营养级,在海洋底栖生态系统的能量流动和物质循环中发挥重要的作用。随着小型底栖动物生态学研究工作深入,在水生生态系统中,自由生活海洋线虫作为一种潜在的人类扰动指示生物,已经引起人们广泛的关注,其多样性指数和群落分布格局的变化已作为环境监测的一种有效工具^[1]。

进入 20 世纪 80 年代,我国小型底栖动物的研究蓬勃发展,表现在小型底栖动物(主要是线虫)新种的不断发表和不同类群小型底栖动物生态学研究的启动^[2~8]。在中、美两国“黄河口海域沉积动力学”的联合调查中,就黄河口水下三角洲及邻近海域小型底栖动物的密度、种类组成和线虫的空间分布格局进行了

生态上的初步研究。本文就渤海 3 个典型站位,在 3 个不同时间采样,对自由生活海洋线虫的种类组成变化进行探讨。

1 研究方法

本研究采样在青岛海洋大学《东方红》2 号调查船上进行,共进行了 3 个航次,1997 年 6 月份航次,1998 年 9~10 月份和 1999 年 4~5 月份航次。本文重点以 3 个航次中渤海 3 个站位 B1(119°29.9'E, 37°44.99'N)、E1(118° 29.97'E, 38° 29.88'N)和 E5 (120°30.16'E, 38°30.13'N)的样品进行分析。在每个站位,利用 0.1m²Gray-O'Hara 箱式采泥器,采集未受扰动的沉积物样品一箱,在甲板上,用由注射器改造的内径 2.6cm 的小采样管取深度为 0~5cm 的分样 2 个重复(1998 年 9~10 月份航次在 E1 站取 6 个重复)。自由生活海洋线虫(以下简称线虫)的分选、标本的透明以及观察玻片的制作方法见文献^[9,10]。

在 Olympus BH-2 型显微镜下将全部线虫标本鉴定到种或分类实体单元。

2 结果和讨论

2.1 站位间沉积物组分和分选特征参数的比较

B1 站位位于靠近黄河口的莱州湾,E1 站位位于渤海湾,E5 站代表渤海中东部,3 个站位 3 个航次沉积物组分和分选特征参数的比较见表 1。

表 1 3 个航次中沉积物特性参数的比较

Table 1 Comparison of sediment characteristic at three sampling station from three cruises							
站位 Sampling stations	采样时间 Sampling time	砂 Sand %	(粉砂+粘土) % (Silt+clay) %	中值粒径 Median particle diameter ϕ	分选系数 Sorting coefficient	沉积物类型 Type of sediments	水深(m) Depth
B1	1997-06	2.10	97.90	5.99	2.06	粘土质粉砂 ^①	—
	1998-09~10	0.39	99.61	7.03	2.73	粘土质粉砂	15
	1999-04~05	1.42	98.38	6.34	2.27	粘土质粉砂	16
	1987-10*	1.01	98.99	7.86	—	粘土质粉砂	10
E1	1997-06	0.59	99.43	8.01	2.12	粉砂质粘土 ^②	—
	1998-09~10	0.34	99.66	8.91	2.61	粉砂质粘土	19
	1999-04~05	0.64	99.36	8.75	2.60	粉砂质粘土	20
E5	1997-06	55.84	44.16	3.87	1.67	极细砂 ^③	—
	1998-09~10	71.90	28.10	4.58	2.44	极细砂	30
	1999-04~05	64.53	35.47	4.88	2.75	极细砂	31

* 该站位的经纬度是 119°20'E,37°41'3"N,是中-美黄河口海域沉积动力学调查时的资料;①Clayey silt ②Silty clay

③Very fine sand

3 个站位不同采样时期沉积物类型未发生变化,但组分和分选状况有所不同。B1 和 E1 站,3 个航次中沉积物粉砂-粘土含量百分比的排列顺序是 1998 年 9~10 月份>1999 年 4~5 月份>1997 年 6 月份。1998 年 9~10 月份(汛期)沉积物中砂含量低,粉砂-粘土含量高,沉积物粒径小,沉积物分选程度差,特别是靠近黄河口莱州湾的 B1 站,变化更加明显,表明受汛期黄河径流所携带泥沙的影响较大。离黄河口约 150 公里远的 E5 站,情况正好相反,沉积物中砂含量百分比的变化趋势是 1998 年 9~10 月份>1999 年 4~5 月份>1997 年 6 月份。1998 年 9~10 月份沉积物中砂含量高,粉砂-粘土含量低,沉积物粒径较大,分选程度 1997 年 6 月较好。3 个站位沉积物组分的变化归因于来自黄河口的泥沙、不同海区水文动力以及气候条件的影响,而且离黄河口距离不同,一年中的不同时间,影响的程度和方式也不同,而沉积物结构和组分的变化是影响小型底栖动物数量和组成变化的重要因素^[11~13]。

2.2 群落中摄食类型的变化

作为同一个类群,尽管线虫具有相似的形态结构,但在底栖生态系统中,它们占据着不同营养级。海洋线虫的食物来源包括:细菌、藻类、有机碎屑、其它线虫、幼小的多毛类和寡毛类等^[11]。Wieser^[14]根据线虫口腔不同结构,划分自由生活海洋线虫为 4 个功能类群,他认为口腔形态上的差异代表了不同的摄食机制。

1A 型 选择沉积物为食性者。不具口腔或口腔极小,依靠食道的吸力,以细菌大小的有机颗粒为食。

1B 型 非选择性沉积物食性者。具有不具齿的杯型口腔,依靠食道吸力和唇部、口腔前部运动获得食物。

2A 型 底上或硅藻捕食者。具带小齿的口腔,将食物刮起,刺破其细胞壁,吸取其中的细胞液。

2B 型 捕食者(杂食者)。具有带大鄂的发达口腔,将被捕食者整体吞食,或刺破其细胞壁,吸取其中的胞液。

目前虽然有人对 Wieser 提出的线虫摄食类型的划分进行了修正和补充^[15],由于 Wieser 划分方法应用的广泛性,本研究仍然采用他的划分标准来研究不同生境条件下,线虫群落营养功能群间的关系。3 个站
位不同采样时间线虫摄食类型的变化见表 2。

表 2 3 个站位不同采样时期线虫摄食类型的变化(%)

Table 2 Change in feeding groups of nematodes at three stations from three cruises

采样站位 Sampling stations	采样时间 Sampling time	选择性沉积食性者 1A selective deposit feeders	非选择性沉积食性者 1B non-selective deposit feeders	底上或硅藻捕食者 2A epigrowth feeders	捕食者(杂食者) 2B predators and omnivors
B1	1997	30.8	25.0	41.5	2.7
	1998	12.9	53.8	33.3	0.0
	1999	14.8	28.7	56.2	0.2
E1	1997	16.1	40.1	42.8	1.0
	1998	22.2	50.7	18.7	8.5
	1999	12.6	54.8	28.1	4.4
E5	1997	8.2	48.1	41.8	1.9
	1998	43.4	28.3	25.3	3.1
	1999	30.8	25.0	41.5	2.7

从表 2 中可以看出 3 个站位 3 个航次中除了摄食类型 2B 的数量都少且变化不明显外,其它 3 种摄食类型的比例都有一定的变化。B1 站 3 个航次表现为 3 种不同的摄食类型分布。3 种摄食类型的数量在 1997 年 6 月份航次中比较接近;1998 年 9~10 月份航次中非选择性沉积食性者 1B 型为优势类群占到 53.8%,占第二位的是底上刮食者 2A;1999 年 4~5 月份航次,底上刮食者 2A 占明显优势 56.2%;E1 站,1997 年 6 月份航次中非选择性沉积食性者 1B 和底上刮食者 2A 型分别占 40.1%和 42.8%,其它两个航次都以非选择性沉积食性者 1B 占明显优势;E5 站,1997 年 6 月份航次,以非选择性沉积食性者 1B 和底上刮食者 2A 型占优势,分别为 48.1%和 41.8%,其他两个航次中,3 种摄食类型的数量比例相差不明显。群落中线虫摄食类型间比例数量的变动,反应了沉积物中食物来源的变化,间接反应了沉积环境中有机质环境的变化。Tietjen^[16]在潮下带河口区砂质沉积物中发现,春夏季,线虫数量达到最大值,线虫数量的增加归结于刮食性种类数量的增加,并且刮食性种类数量达到最大的时间与底栖微型藻类生产量达到最大值的时间是一致的,沉积食性种类和杂食食性种类在秋季和冬季,数量达到最大,这一时间吻合于沉积物中有机碎屑增加的时间。在本研究的 B1 站和 E5 站,不同采样时间,群落中摄食类型的变化于上述的理论基本相同;但在 E1 站,1997 年 6 月份 2A 和 1B 型的数量相当,其它两个航次均以 1B 型摄食种类为优势。考虑到 4 月份渤海湾水层中较高的悬浮体含量,阻碍了藻类正常的生长发育,仍以沉积食性种类为优势是可以理解的。

2.3 群落的年龄结构

为了说明线虫群落的年龄结构,将线虫分为 3 类,幼龄期、成熟的雄性(以具交合器为标准)和成熟的雌性(以虫体子宫内具卵或具发育好的卵巢为标准)。幼龄个体占群落总数的百分比以及雌性数量与雄性数量之比见表 3。

表 3 幼龄个体占群落总数的百分比以及雌性数量与雄性数量之比

Table 3 Percentage of juvenile to adult and ratio of female to male in the Bohai sea nematode community

采样时间与站位 Sampling time and stations	1997B1	1998B1	1999B1	1997E1	1998E1	1999E1	1997E5	1998E5
幼龄/总体 Juvenile/adult(%)	62.8	33.2	58.4	55.4	54.4±0.05*	55.5	58	55.5
雌性/雄性 Female/male	0.63	1.32	1.04	0.68	1.02±0.18*	0.84	1.39	1.29

* 6 个重复样本的平均数±标准差

从上表可以看出,在线虫群落中幼龄个体一般占到线虫群落总数的一半以上(1998 年航次时的 B1 除

外)。这一结果与 Warwick 和 Price^[17]的结论基本相符,同时 Warwick 和 Price 指出,在一年的不同时期,幼龄个体数所占线虫群落总数的百分比不同,10 月份到第二年的 1 月份(越冬时期),幼龄个体数为群落总数的 60%,3 月份到 8 月份,幼龄个体数为群落总数的 70%。Lorenzen^[18]在德国湾的结果与此相反,他认为群落内幼龄个体数不超过总数的 50%;Juarío^[19]的结果和 Lorenzen 的相似,在一年的研究期间,只是在 5 月份和 10 月份,幼龄个体数占到群落总数的一半以上。

Juarío 在研究了线虫群落的 11 个优势种一年内不同月份各个发育时期(除了成熟雌性、成熟雄性和怀卵雌性外,根据体长将幼龄个体分为 3 个不同的时期)数量之间的关系后指出,一定时间内,线虫群落中怀卵雌性的数量保持在一定的水平,而且一年内,同一个种群的繁殖和发育速度是不同的,繁殖活动并不局限在一个特定的时间内。

在线虫群落结构中,一般雌性的数量略高于雄性的数量。本研究以 1998 年 E1 站位 6 个重复样品进行的分析表明,雌雄比例为 1.02 ± 0.18 ,但在其它站位,雌雄比例的变化范围在 $0.63 \sim 1.39$ 。Juarío 的研究结果是,雌雄比为 $1.0 \sim 1.3$ 。

2.4 群落种类组成和多样性分析

在 3 个站位 3 个航次中,共区分出 97 个种或分类实体单元,各站位所包括的种类数、属数、科数见表 4。从表中可以看出,B1 站,3 个航次中出现的科、属和种的数目基本相等;E1 和 E5 站,1999 年 4~5 月份航次中,群落中出现的科、属和种的数目较其它两个航次少;站位之间的比较发现,在 E1 和 E5 站,群落中出现的科、属和种的数目均较 B1 站高。

表 4 3 个站位 3 个航次物种多样性指数的比较
Table 4 Diversity indices at three stations from three cruises in the Bohai Sea

站位	采样时间	物种数	物种丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数	Hill 多样性 系列指数	Hill 多样性 系列指数
Sampling stations	Sampling time	Species number	Species richness index(<i>d</i>)	Diversity index(<i>H'</i>)	Pielou evenness index(<i>J</i>)	Domonance index(λ)	Hill diversity series index N1	Hill diversity series index N2
B1	1997	40	5.9	2.62	0.710	0.1430	13.7	7.0
	1998	41	7.5	2.49	0.669	0.1660	12.0	6.0
	1999	40	6.5	2.98	0.807	0.0820	19.6	12.2
E1	1997	62	10.4	3.36	0.815	0.0641	28.9	15.6
	1998	59	10.9	3.4	0.835	0.0585	30.1	17.1
	1999	43	8.3	3.26	0.868	0.0613	26.2	16.3
E5	1997	68	10.5	3.55	0.842	0.0500	34.8	20.0
	1998	73	13.5	3.77	0.878	0.0344	43.2	29.1
	1999	56	10.4	3.71	0.923	0.311	41.1	32.1

从 3 个站位 3 个航次物种多样性指数的结果可以看出(见表 4),离黄河口最近的 B1 站,出现的种类数为 40 种,是 3 个站位中出现数量最少的,其物种丰富度指数 *d*、Pielou 均匀度指数 *J*、Shannon-Wiener 指数、N1 和 N2 都较低,而物种优势度指数 λ 较高。位于渤海中东部的 E5 站,上述各种指数的大小与 B1 站正好相反;位于渤海湾的 E1 站,上述指数的数值位于 B1 和 E5 站的中间。

Wieser^[20]和 Hopper 和 Meyers^[21]提出,具有更多生态位的生境中,出现的物种数量也更多。小生境的存在,可以使姊妹种或者说是相近种共存。当沉积物中粉砂-粘土含量降低时,其异质性增加。在砂质沉积物中,由于间隙动物的存在,线虫的多样性高于泥

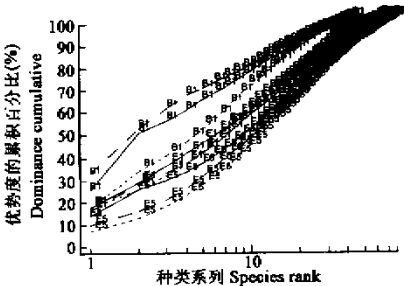


图 1 渤海 3 个站位 3 个航次线虫群落的 K-优势度曲线比较
Fig.1 K-dominance curves derived from nematode abundance at three stations in three cruises in the Bohai Sea

质沉积物中的多样性,同时也存在着更多的特异种。本研究中,细砂质 E5 站线虫的多样性较高,粘土质粉砂 E1 站多样性较低,不同沉积物类型内,物种数目和多样性指数的变化在一定程度上反映出了线虫群落中物种多样性与沉积物环境之间的相互关系。

从 3 个站位 3 个航次群落 *K*-优势度曲线图 1 中看出,3 个航次 B1 站位所代表的群落优势度曲线均位于图形的上方,表明该站位群落具高的群落优势度和低的物种多样性。3 个航次 E5 站位所代表的群落优势度曲线均位于图形的下方,表明该站位群落具低的群落优势度和高的物种多样性。E1 站的 *K*-优势度曲线,位于 B1 站和 E5 站的中间。这些结果与单变量参数的结果是一致的。

3 个航次 3 个站位线虫群落丰度位于前 5 位的优势种列表 5。从表中可以看出,同一个站位不同采样时

表 5 渤海 3 个站位不同采样时期主要优势种的变化

Table 5 Change in dominant species at three stations in three cruises in the Bohai Sea				
Station Sampling station	Item	Sampling time		
		June in 1997	September/October in 1998	April/May in 1999
B1	优势种(丰度)	<i>Parodontophora marina</i> (25.6)	<i>Parodontophora marina</i> (33.1)	<i>Parodontophora marina</i> (17.8)
	Dominant species	<i>Daptonema</i> sp4(25.4)	<i>Dorylaimopsis rabalaisi</i> (20.0)	<i>Dorylaimopsis rabalaisi</i> (16.3)
	(abundance)	<i>Daptonema</i> sp2(5.5)	<i>Eleutherolaimus</i> sp(9.0)	<i>Eleutherolaimus</i> sp(7.2)
		<i>Dorylaimopsis rabalaisi</i> (4.8)	<i>Sabtieria</i> sp(5.8)	<i>Daptonema</i> sp6(5.9)
		<i>Retrotheristus</i> sp1(4.6)	<i>Terschellingia</i> sp1(3.1)	<i>Monhysteroides</i> sp2(5.4)
	优势种丰度总和 ^①	65.9	71	52.7
E1	优势种(丰度)	<i>Daptonema</i> sp2(17.8)	<i>Dorylaimopsis rabalaisi</i> (16.0)	<i>Dorylaimopsis rabalaisi</i> (17.7)
	Dominant species	<i>Dorylaimopsis rabalaisi</i> (11.3)	<i>Amphimohnystrella</i> sp(12.3)	<i>Dichromadora</i> sp(8.2)
	(abundance)	<i>Paramesacanthion</i> sp(7.6)	<i>Dichromadora</i> sp2(4.6)	<i>Parasphaerolaimus</i> sp(6.3)
		<i>Paramonhystera</i> sp1(5.5)	<i>Daptonema</i> sp1(4.4)	<i>Daptonema</i> sp2(5.0)
		<i>Daptonema</i> sp4(4.3)	<i>Pseudosteineria</i> sp(4.2)	<i>Amphimohnystrella</i> sp(5.0)
	优势种丰度总和	46.6	41.9	42.2
E5	优势种(丰度)	<i>Halalaimus</i> sp1(28.3)	<i>Microlaimus</i> sp1(9.7)	<i>Microlaimus</i> sp1(7.0)
	Dominant species	<i>Leptolaimus</i> sp2(24.8)	<i>Leptolaimus</i> sp2(6.3)	<i>Leptolaimus</i> sp2(6.0)
	(abundance)	<i>Parodontophora marina</i> (7.9)	<i>Parodontophora marina</i> (5.3)	<i>Parodontophora marina</i> (5.5)
		<i>Daptonema</i> sp7(7.9)	<i>Chromadora</i> sp(5.0)	<i>Actinonema</i> sp(5.0)
		<i>Desmodora</i> sp2(7.5)	<i>Paranticoma</i> sp(5.0)	<i>Daptonema</i> sp1(4.5)
	优势种丰度总和	76.5	31.5	28.1

① Total of the abundance of dominant species

间优势种的类型有所变化但基本相同,主要表现在丰度大小的差异。B1 站与 E1 站的优势种类有相同之处,许多种属于相同的科,轴线虫科 *Axonolaimidae* (*Parodontophora marina*)、线形线虫科 *Linhomoeidae* (*Eleutherolaimus* sp)、联体线虫科 *Comesomatidae* (*Dorylaimopsis rabalaisi* 和 *Sabtieria* sp)和希阿利线虫科 *Xyalidae* (*Daptonema* sp、*Amphimohnystrella* sp、*Paramonhystera* sp 和 *Retrotheristus* sp),这些科在泥质沉积物中是常见的^[11]。在 E5 站种类组成的优势种中出现了属于 *Microlaimus*、*Actinonema* 和 *Desmodora* 的种,这些属是砂质沉积物中占优势的属^[11]。由线虫群落种类丰度数据相似性矩阵,进行的聚类结果表明(见图 2),同一个站位 3 个航次所代表的群落均聚在一起,表明了同一个站位,线虫群落的结构是相对稳定的。

在底栖生物群落,潮间带生物群落的随时间的变动规律较明显,但潮下带线虫群落结构的变动还未得到充分的证实。许多生物因子和非生物因子可以解释和说明底栖动物群落结构的变化,温度和食物的可

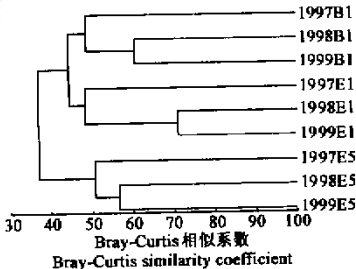


图 2 3 个站位 3 个航次线虫群落的聚类图

Fig. 2 Dendrogram derived from $\sqrt{}$ -transformed weighted average nematodes abundance from three different stations in the Bohai Sea

获性更大程度上影响着群落数量的变动。由于本研究缺乏足够的生物和非生物相关因子的数据,因而有关渤海自由生活海洋线虫群落结构在不同采样时间的波动规律和解释还需要做进一步深入的取样和分析。

参考文献

- [1] Coull B C and Chandler G T. Pollution and meiofauna: field, laboratory and mesocosm studies. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 1992, **30**: 191~271.
- [2] Zhang Z N(张志南), Li Y G(李永贵), Tu L H(图立红), *et al.* Preliminary study in the ecology of the benthic meiofauna in the Huanghe River Estuary and its adjacent waters. *Oceanologia et Limnologia Sinica*(in Chinese)(海洋与湖沼), 1989, **20**: 197~208.
- [3] Zhang Z N(张志南), Gu F(谷峰), Yu Z S(于子山). A study on spatial pattern of marine nematodes in the subaqueous delta of Huanghe River. *Oceanologia et Limnologia Sinica*(in Chinese)(海洋与湖沼), 1990, **21**: 11~9.
- [4] Hope W D and Zhang Z N. New nematodes from the Yellow Sea, *Hopperia hexdentata* n. sp. and *Cervonema deltsensis* n. sp. (Chromadorida: Comesomatidae), with observations on morphology and systematics. *Invertebrate Biology*, 1995, **114** (2), 119~138.
- [5] Cai L, Hong H Z, Fang S, *et al.* Species composition and distribution of marine nematode community in the North Taiwan Strait. *Acta Oceanologica Sinica*(in Chinese)(海洋学报), 2001, **20**(2): 221~229.
- [6] Guo Y, Somerfield P J, Warwick R M., *et al.* Large-scale patterns in the community structure and biodiversity of free-living nematodes in the Bohai Sea, China. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 2001, **81**: 755~763.
- [7] Guo Y Q and Warwick R M. Three New Species of Free-living Nematodes from the Bohai Sea. *Journal of Natural History*, 2001, **35**(11): 1575~1586.
- [8] Guo Yuqing and Zhang Zinan New species of Terschellingia (Nematoda) from the Bohai Sea, China. *Journal of Ocean University of Qingdao*(in Chinese)(青岛海洋大学学报), 2000, **30**(3): 485~492.
- [9] Somerfield P J and Warwick R M. Meiofauna in marine pollution monitoring programmes: A laboratory manual. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research Technical Series, 1996.
- [10] Warwick R M, Platt H M, Somerfield P J. Freelifving marine nematodes. Part III. Monhysterids. Synopses of the British Fauna (New Series) No. 53. Field Studies Council, Shrewsbury, 1998.
- [11] Heip C, Vincx M, Vranken G. The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology*, 1985, **23**: 399~489.
- [12] Coull B C. Ecology of the marine meiofauna. In: Higgins R. P. & Thiel H. ed. *Introduction to the study of Meiofauna*, Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1988.
- [13] Somerfield P J, Rees H L, Warwick R M. Interrelationships in community structure between shallow-water marine meiofauna and macrofauna in relation to dredgings disposal. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1995, **127**: 103~112.
- [14] Wieser W. Die Beziehung zwischen Mundhlengestalt, Ernährungsweise und vorkommen bei freilebenden marine nematoden. *Archives für Zoologie*, 1953, **4**(26): 436~484.
- [15] Morns T and Vincx M. Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. *J. Mar. Ass. U. K.*, 1997, **77**: 221~221.
- [16] Tietjen J H. The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. *Oecologia*, 1969, **2**: 251~291.
- [17] Warwick R M and Price R. Ecological and metabolic studies on free-living nematodes from an estuarine mud flat. *Estuaries and Coastal Marine Science*, 1979, **9**: 257~271.
- [18] Lorenzen S. Die nematodenfauna der sublitoralen region der deutschen bucht, insbesondere im titan-abwassergebiet helgoland. Ver? ff. Inst. Meeresforsch. *Bremerh.*, 1974, **14**: 305~327.
- [19] Juario V J. Nematode species composition and seasonal fluctuation of a sublittoral meiofauna community in the German Bight. Ver? ff. Inst. Meeresforsch. *Bremerh.*, 1975, **15**: 283~337.
- [20] Wieser W. Benthic studies in Buzzards Bay. II. The Meiofauna. *Limnology and Oceanography*, 1960, **5**: 121~137.
- [21] Hopper B E and Meyers S P. Population studies on benthic nematodes within a subtropical seagrass community. *Marine Biology*, 1967, **1**: 85~96.