

黄河口水下三角洲海洋线虫 空间分布的研究*

张志南 谷峰** 于子山

(青岛海洋大学)

提要 本文是1987年10月对黄河口水下三角洲一个取样站(E₂站)的调查结果。该站水深10m;底质为粘土质粉砂,其粉砂和粘土的含量分别为51%和48%。小型动物的密度为 $(1315 \pm 752) \times 10^3 \text{ ind/m}^2$;自由生活海洋线虫占小型动物总丰度的86.7%,平均密度为 $(1140 \pm 662) \times 10^3 \text{ ind/m}^2$ 。扩散卡方检验表明,海洋线虫主要种群的分布为集合分布。异质性卡方值表明,在所研究的样品分离尺度上可作出微生境的划分。结合优势种食性类型的分析探讨了控制小尺度空间分布的机制。

小型底栖动物在海洋生态系中的重要性已有许多论证^[5,11]。近20年来,关于浅水及河口小型底栖动物群落的定量研究^[4,7,15]和有关潮下带海洋线虫群落年周期的种类组成变化研究^[8,14]所依据的取样设计都是建立在样品分离尺度1m或更大的尺度上。关于大型底栖动物和小型底栖桡足类的研究表明,利用100和10cm的样品分离尺度可以发现控制群落结构的非随机扩散^[9]。Nichols(1980)在秘鲁浅海40m水深的—个砂质站,对海洋线虫种群扩散的卡方分析证实,种群在样品分离1cm的尺度上,三个优势种为集合分布,而其他种为随机分布。由于海洋线虫的数量一般构成小型动物类群组成的60—90%,研究线虫优势种的空间扩散图式对阐明群落结构的主要特征——多样性意义重大。

黄河口水下三角洲系—特殊沉积动力环境,沉积速率极高^[3,10]。本文作者曾报道了该水域小型动物生态的初步研究^[2]。本研究的目的是:(1)进一步测定黄河口水下三角洲E₂站(高沉积速率环境)海洋线虫的丰度和种类组成;(2)测定河口高沉积速率环境下海洋线虫种群的空间分布图式是否存在于所研究的样品分离尺度上(3cm)。

一、材料和方法

1. 调查环境

关于黄河口水下三角洲沉积环境见文献[1],[3],[10]。1987年10月调查的E₂站位

* 本研究为国家科学基金项目,编号:3860804。

** 现在天津市环保局。

本文承刘瑞玉先生仔细审阅并提出宝贵意见;远克芬协助分析沉积物叶绿素和有机碳;图立红和陈媛协助海上取样;美国路立斯安那州立大学Turner和Rabalais博士提供X照片资料,均此一并志谢。

收稿日期:1988年11月24日。

于 $119^{\circ}20' E, 37^{\circ}41'3''N$, 见图 1。该站位水深 10m, 沉积物中含砂 1.01%, 粉砂占 50.96%, 粘土占 48.03%, 中值粒径为 7.86, Φ 值四分位离差为 2.06, 属于分选很差的粘土质粉砂(YT)。表 1 为该站的温、盐度资料; 表 2 给出沉积物中叶绿素和有机碳含量, 该资料为 1986 年第二航次 28 个站位表层沉积物中含量的平均值。

2. 取样方法

本研究于 1987 年 10 月“中-美”黄河口沉积动力学联合调查的第三航次, 在“东方红”调查船上取样。用 $0.1m^2$ Gray-O'Hara 箱式采泥器将样品取上甲板后, 用内径 2.2cm、管间距为 3cm 的 4×4 复式取样管取芯样。对 16 个芯样的海洋线虫、桡足类、介形类和其他类群进行了分选和计数; 对其中的 6 个连续芯样的海洋线虫进行了种类鉴定和空间分布型的测定。鉴定前按国际统一规定^[6], 先将标本甘油透明、制片, 然后在 BHS-Olympus 显微镜下观察、描图和测量。绝大部分鉴定到属, 个别到科。

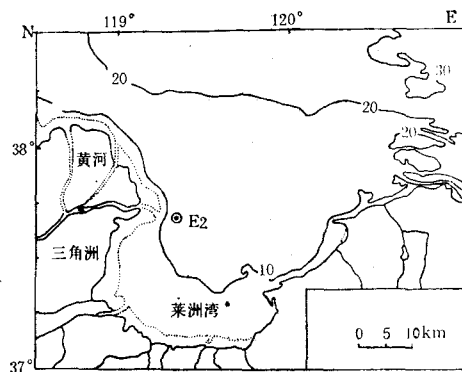


图 1 黄河口水下三角洲 E_2 站位图

Fig. 1 Location of station E_2 in the subaqueous delta of the Huanghe River

表 1 E_2 站某些环境因子的测量值

Tab. 1 Statistics of some environment factors of E_2 station

分层(m)	理化因子			
	S	O_2	pH	温度($^{\circ}C$)
0	28.64	5.91	8.13	21.13
5	28.75	5.89	8.15	21.13
10	28.79	5.85	8.17	21.12
13	28.71	5.87	8.19	21.11

3. 统计方法

用卡方分析法^[9,12]测定 6 个连续芯样的空间分布。单一种群扩散指数的求法:

$$X^2_{s(n-1)} = \sum_{i=1}^s \left[\frac{s_i^2}{x} (n-1) \right]$$

上式中, s 为种数; n 为样品数; 方括号内为第 i 种的扩散指数。单种卡方值相加得总体

表 2 黄河口海域 28 个站表层沉积物中叶绿素和有机碳含量的平均值

Tab. 2 The mean values of chlorophyll and organic carbon in sediment for 28 stations in the Huanghe River estuary and neighbour waters

分层 (cm)	叶绿素含量($\mu\text{g/g}$, 干砂)		有机碳(%)
	叶绿素 a	脱镁叶绿素	
0—2	0.93 ± 0.54	2.53 ± 1.98	0.53 ± 0.20
2—5	0.79 ± 0.32	2.10 ± 1.17	0.49 ± 0.23
5—10	0.61 ± 0.48	1.60 ± 0.97	0.49 ± 0.22

卡方值。根据每一个样品中个体数的计算求得合并卡方值。总体卡方值与合并卡方值之差称作异性卡方值,若该值显著地大于自由度,则指明生境的划分可能出现在所研究的空间尺度上。扩散卡方值的计算是依据出现频率 $\geq 50\%$ 的 18 个优势种和常见种。

多样性指数采用 Shannon-Weiner 指数,计算式:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i)(\log P_i)$$

$$E = H'/H_{\max}$$

式中, H' 为观察到的种类多样性; s 为群落中的种数; P_i 为第 i 种的相对丰度; $H_{\max}$ 为最大可能的种类多样性; E 为均匀度 (Pielou, 1967)。

二、结 果

1. 小型动物的丰度

根据对 16 个芯样的分选计数结果, 求得小型动物的平均密度为 $(1\,315 \pm 752) \times 10^3 \text{ ind/m}^2$, 见表 3。 E_{215} 的值与 E_{205} 的值相差 10 倍, 显示了各芯样间数量的很大差异。按数量, 海洋线虫占绝对优势 (86.7%), 平均密度为 $(1\,140 \pm 662) \times 10^3 \text{ ind/m}^2$; 桡足类的数量居第二位, 平均密度为 $(130 \pm 80) \times 10^3 \text{ ind/m}^2$; 介形类仅占 0.5%, 平均密度只有 $(6 \pm 7) \times 10^3 \text{ ind/m}^2$; 其他类群占 3.1%, 平均密度为 $(40 \pm 20) \times 10^3 \text{ ind/m}^2$ 。

2. 海洋线虫的种类组成及空间分布的测定

对 6 个连续芯样的种类鉴定, 共发现 42 种, 见表 4。数量最多的是 *Dorylaimopsis* sp.1, 占总数量的 37.8%, 它与出现频率为 100% 的其他 5 个种一起构成线虫种群数量的 68.2%。每个芯样所含种数是 13—28 种, 平均 20 种。扩散指数 $s^2/\bar{X} = 1.4$, 指明种数在芯样间的分布略显随机性; 每个芯样所含个体数是 76—248, 平均 186 个, 扩散指数为 31, 显示集合分布, 见表 5。

种类组成分析表明了不同种个体分布的不均匀性。对出现频率 $\geq 50\%$ 的 18 种海洋线虫(相对丰度累积占 94%)所计算的扩散卡方值表明, 个体的分布是非随机性的, 见表 6a; 异性卡方值显示, 在所研究的芯样分离尺度上存在着不同生境的划分。当把数量最多的优势种 *Dorylaimopsis* sp. 1 同将出现频率为 100% 的前 6 个优势种和习见种分别

表 3 E₂ 站 16 个芯样小型动物主要类群的数量统计 ($10^3\text{ind}/\text{m}^2$)Tab. 3 Statistics of 16 core samples for main meiofauna groups in E₂ station (abundance unit: $10^3\text{ind}/\text{m}^2$)

芯样号	小型动物		海洋线虫		桡足类		介形类		其他	
	数量	密度	数量	密度	数量	密度	数量	密度	数量	密度
E ₂₀₁	307	807.4	244	641.7	55	144.7	0	0.0	8	21.1
E ₂₀₂	309	812.7	248	652.2	28	73.6	1	2.6	32	84.2
E ₂₀₃	93	244.6	76	199.9	9	32.7	1	2.6	7	18.4
E ₂₀₄	241	633.8	224	589.1	11	28.9	0	0.0	6	15.8
E ₂₀₅	970	2551.1	867	2280.2	82	215.7	1	2.6	20	52.6
E ₂₀₆	706	1856.8	627	1649.0	53	139.4	9	23.7	17	44.7
E ₂₀₇	253	665.4	220	578.6	26	68.4	0	0.0	7	18.4
E ₂₀₈	114	299.8	101	265.6	6	15.8	1	2.6	6	15.8
E ₂₀₉	750	1972.5	653	1717.4	77	202.5	8	21.0	12	31.6
E ₂₁₀	819	2154.0	702	1846.3	88	231.4	4	10.5	25	65.8
E ₂₁₁	566	1488.6	492	1294.0	58	152.5	0	0.0	16	42.1
E ₂₁₂	302	794.3	281	739.0	13	34.2	1	2.6	7	18.4
E ₂₁₃	982	2582.7	851	2238.1	108	284.0	2	5.3	21	55.2
E ₂₁₄	523	1375.5	427	1123.0	65	171.0	6	15.8	25	65.8
E ₂₁₅	585	1538.6	498	1309.8	63	165.7	3	7.9	21	55.2
E ₂₁₆	488	1283.4	422	1109.9	50	131.5	1	2.6	15	39.5
$\bar{x}$	500	1315.2 ± 752.4	433	1139.6 ± 661.6	50	130.2 ± 82.1	2	6.3 ± 7.6	15	40.3 ± 21.5
丰度(%)			86.6		9.9		0.5		3.1	

排除时,重新计算的卡方值和异性卡方值仍然是显著的,说明其余种群的分布仍然呈现显著的集合分布,见 6b 和 6c。

三、讨论与结论

1. 小型底栖动物数量与同一海域 1986 年调查结果的比较

本研究所用 6 个连续芯样的长度为 $5.73 \pm 2.4\text{cm}$, 除 E₂₀₃ 体积较小外, 其余 5 个芯样的体积均比较接近, 为 $6.57 \pm 1.28\text{cm}$ 。根据作者 1986 年夏季对黄河口水域调查的结果^[2], 小型底栖动物数量的 79% 分布在最表层的 0—2cm 内; 海洋线虫总数的 74.2% 分布在这一表层内, 另有 21.7% 分布在次表层的 2—5cm 内; 而桡足类和介形类几乎全部分布在 0—2cm 表层内。由此可以认为, 本研究所取芯样长度代表了 95% 以上的小型动物数量。从表 7 看出, 本研究所得值 $(1315 \pm 752) \times 10^3\text{ind}/\text{m}^2$ 似乎高于 1986 年 7—8 月水下三角洲 (E₉, E₁₀ 和 E₁₁ 站) 的平均密度 $(755.7 \pm 218.8) \times 10^3\text{ind}/\text{m}^2$ 。海洋线虫的数量为 $(1140 \pm 662) \times 10^3\text{ind}/\text{m}^2$, 也大于 1986 年夏季的平均值 $(658.0 \pm 183.0) \times 10^3\text{ind}/\text{m}^2$ 。考虑到比较大的标准差, 两者之间的差异是不显著的, 尽管它们来自不同年的不同季节。海洋线虫所占的比例, 两次也很接近。桡足类的数量仍占第二位, 其百分比为

表 4 E₂ 站 6 个连续芯样的海洋线虫种类组成及其数量

Tab. 4 The species composition and individuals of the marine nematoda in 6 continuous core samples at E₂ station

序号	种类组成	芯样号及线虫数量						累积数量	相对①丰度(%)	出现频率(%)	扩散指数(卡方值)	取食②类型
		E ₂₀₁	E ₂₀₂	E ₂₀₃	E ₂₀₄	E ₂₀₇	E ₂₀₈					
1	<i>Dorylaimopsis</i> sp.1	92	122	12	66	95	34	421	37.8	100	120.98	2B
2	<i>Parodontophora</i> sp. 1	24	12	4	28	10	8	86	7.7	100	31.49	2B
3	<i>Dichromadora</i> sp.	26	10	8	16	17	4	81	7.3	100	22.78	2A
4	<i>Paralinhomoeus</i> sp.	7	9	18	14	3	25	76	6.8	100	25.37	1B
5	<i>Paracyatholaimus</i> sp.	5	4	8	20	21	2	60	5.4	100	35.00	2A
6	<i>Sphaerolaimus</i> sp.	7	9	2	4	12	1	35	3.2	100	15.57	2B
7	<i>Linhomoeus</i> sp. 1	12	27	0	8	10	8	65	5.8	83	36.63	1B
8	<i>Parodontophora</i> sp. 2	6	15	0	6	4	0	31	2.8	67	29.58	2B
9	<i>Reirotheristus</i> sp.	24	5	0	0	5	5	39	3.5	67	61.15	1B
10	<i>Oxystomina</i> sp.	14	5	0	8	7	0	34	3.1	67	24.94	1A
11	<i>Cyarttonema</i> sp.	8	1	4	10	1	0	24	2.2	83	21.50	1A
12	<i>Halalaimus</i> sp. 1	3	4	0	2	2	0	11	1.0	67	7.00	1A
13	<i>Sabatieria</i> sp.1	2	0	0	2	1	4	9		67	7.67	1A
14	<i>Leptolaimus</i> sp	0	6	2	10	6	0	24	2.2	67	20.00	1A
15	<i>Linhomoeus</i> sp.2	0	4	0	2	4	4	14	1.3	67	8.29	1A
16	<i>Bolbolla</i> sp.	1	3	0	0	3	0	7		50	9.29	2A
17	<i>Campylaimus</i> sp.	0	7	2	10	7	0	26	2.3	67	20.00	1A
18	<i>Spilophorella</i> sp.	0	1	10	4	0	0	15	1.4	50	31.80	2A
19	<i>Metalinhomoeus</i> sp.	1	0	0	0	1	0	2		33	4.00	—
20	<i>Cyatholaimus</i> sp.	3	1	0	0	0	0	4		33	11.00	—
21	<i>Microilaimus</i> sp.1	4	0	0	0	0	1	5		33	15.40	—
22	<i>Linhomoeus</i> sp.3	1	0	0	0	0	2	3		33	7.00	—
23	<i>Desmodora</i> sp.	2	0	0	0	0	1	3		33	7.00	—
24	<i>Subsphaerolaimus</i> sp.	0	1	0	0	1	0	2		33	4.00	—
25	<i>Halichoanolaimus</i> sp.	0	0	2	2	0	0	4		33	8.00	—
26	<i>Theristus</i> sp.	0	0	0	0	1	1	2		33	4.00	—
27	<i>Axonolaimus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1		17	5.00	—
28	<i>Microilaimus</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	1		17	5.00	—
29	<i>Chromaspirina</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1		17	5.00	—
30	<i>Metachromadora</i> sp.	0	1	2	0	0	0	1		17	5.00	—
31	<i>Pselionema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2		17	10.00	—
32	<i>Linhystera</i> sp.	0	0	2	0	0	0	2		17	10.00	—
33	<i>Dorylaimopsis</i> sp.2	0	0	0	6	0	0	6		17	30.00	—
34	<i>Sabatieria</i> sp.2	0	0	0	4	2	0	6		33	14.00	—
35	<i>Dorylaimopsis</i> sp.3	0	0	0	2	0	0	2		17	10.00	—
36	<i>Linhomoeus</i> sp.4	0	0	0	0	1	0	1		17	5.00	—
37	Chromadoridae	0	0	0	0	2	0	2		17	10.00	—
38	<i>Camacolaimus</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1		17	5.00	—
39	<i>Antomioron</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1		17	5.00	—
40	Oncholaimidae	0	0	0	0	1	0	1		17	5.00	—
41	<i>Halalaimus</i> sp.2	0	0	0	0	1	0	1		17	5.00	—
42	<i>Microilaimus</i> sp.3	0	0	0	0	0	1	1		17	5.00	—
累积		244	248	76	224	220	101	1,113			727.44	—

① 所空数据其相对丰度均 <1%; ② 仅测定 18 种。

表 5 E_2 站 6 个连续芯样的海洋线虫多样性的测量Tab. 5 Diversity of the marine nematodes in 6 continuous core samples at E_2 station

测定项目	各芯样号及其测定值						平均值	$s^2/\bar{X}$
	E_{201}	E_{202}	E_{203}	E_{204}	E_{207}	E_{208}		
总个体数	244	248	76	224	220	101	186+76	31
芯样长度 (cm)	5.35	6.53	1.54	7.37	8.27	5.32	5.73+2.4	—
种数	21	22	13	20	28	15	20+5	1.4
H'	0.97	0.88	0.98	1.07	0.99	0.88	0.96+0.07	—
H_{max}	4.41	4.48	3.71	4.34	4.82	3.92	4.28+0.40	—
$E = H/H_{max}$	0.22	0.20	0.26	0.25	0.21	0.23	0.23+0.02	—

表 6 E_2 站 6 个连续芯样扩散卡方分析结果Tab. 6 Chi-square analysis of 6 continuous core samples at E_2 station

a. 对出现率 $\geq 50\%$ 的 18 个种的测定			
卡方类型	卡方值	自由度	概率
总体卡方	772.44	215	$\lll 0.01$
合并卡方	157.04	5	$\lll 0.01$
异性卡方	570.40	205	$\lll 0.01$
b. 排除第一个优势种 <i>Dorylaimopsis</i> sp.1			
总体卡方	606.00	210	$\lll 0.01$
合并卡方	72.34	5	$\lll 0.01$
异性卡方	533.66	210	$\lll 0.01$
c. 排除出现频率为 100% 的前 6 个优势种			
总体卡方	455.19	185	$\lll 0.01$
合并卡方	70.39	5	$\lll 0.01$
异性卡方	384.80	180	$\lll 0.01$

9.9, 略大于 1986 年夏季的 7.8。黄河口水下三角洲各站沉积环境的相似性, 特别是 95% 以上的粉砂-粘土含量, 是解释上述数量比较接近的主要原因。

2. 海洋线虫群落的多样性

本研究 E_2 站显示出低的多样性 $H' = 0.96 - 0.07$, 显然是来自低的均匀度 $E = 0.23 - 0.02$ 。这揭示着个体在种间分布的极大不均匀性。扩散卡方分析表明, 尽管数量占 37.81% 的主要优势种 *Dorylaimopsis* sp.1 在决定群落的空间分布格局上起了重要的作用, 但若把该种或甚至数量上最丰富的前 6 个优势种排除, 计算总体卡方, 合并卡方和异性卡方值时, 其余种群仍然显示了显著的集合分布(表 6a, b, c)。这说明不同种个体分布的不均匀性是造成低多样性的主要原因之一。Vitiello(1968) 首先验证了海洋线虫的集合分布, 而 Ward(1973) 则依据线虫的多样性与沉积物的三个相关的参数[中值粒径、 Φ 值四分位离差和粉砂-粘土含量(%)]提出了异质性指数, 并以此作为衡量沉积物空间

表 7 本研究小型动物数量与 1986 年夏季黄河口水下三角洲三个站位的比较

Tab. 7 Comparison of the meiobenthic abundance with results obtained from same habitat in the summer of 1986 (units: 10^3 ind/m^2)

时间与站位	小型动物丰度 (10^3 ind/m^2)	线虫		桡足类		粉砂粘土含量 (%)
		数量	百分比(%)	数量	百分比(%)	
1986, 7—8 月 E ₉ , E ₁₀ , E ₁₁	755.7 ± 218.8	657.7 ± 182.6	87.7	62.0 ± 33.4	7.8	97.49
1987, 10 月 E ₂	1 315.2 ± 752.4	1 139.6 ± 661.6	86.7	130.2 ± 82.1	9.9	98.99

异质性的一个尺度。据此所计算的 E₂ 站的指数为 0.27, 与 1986 年夏季黄河口水下三角洲的异质性指数恰好相等^[15], 但低于莱州湾的 0.31, 更低于渤海中部的 0.59。这从另一方面验证了该站位多样性低的原因, 同时还预示着群落多样性随着黄河口水下三角洲向渤海陆架的延伸而递增, 这与 1986 年夏季的研究结果相符合。

3. 控制海洋线虫小尺度空间分布原因的探讨

Hogue 把食物的可获性和生殖过程看作是导致海洋线虫小尺度空间分布不均匀的重要原因, 而食物的可获性又与沉积物类型密切相关^[14, 16]。对分布频率 $\geq 50\%$ 和累积丰度占 95% 的 18 个优势种和习见种的取食类型的分析指出: 属于 2B (捕食性/杂食性) 的有 5 种, 占总个体数的 52.0%, 其中包括数量最大的 *Dorylaimopsis* sp.1; 属于 2A (刮食性) 的有 3 种, 数量占 14%; 其余 10 种属于 1A 和 1B (选择性和非选择性食沉积物者), 占总数量的 29% (取食类型的划分依据 Wieser, 1953)。在粉砂-粘土占绝对优势的沉积环境中, 优势类群是 2B, 这不同于以前报道的 1A + 1B^[14, 17]。分析其原因, 可能与黄河口水下三角洲特殊的沉积环境有关。通过沉积表层 X 光照片分析, 显示了高的沉积速率, 水平成层。此外, 小型动物与大型动物数量之比也表明了沉积环境相对有利于小型动物的生存条件^[11]。以 *Dorylaimopsis* sp.1 为代表的优势种, 具有较发达的口腔和齿板, 既能主动捕食微、小型动物, 也能吞食含有大量硅藻、细菌和碎屑的沉积物, 在摄食方面具有更大的适应性。这类动物在一次扰动之后可能往深处穴居, 更可能是随底表面流质层的携带而做小尺度的空间扩散和寻找食物, 并迅速大量补充^[13]。大量的幼龄个体的存在也反映了该种群对这一特殊环境的适应能力。由此推断, 在特有的沉积环境条件下, 食物的可获性和幼体的大量补充的机制, 可能是影响海洋线虫小尺度空间分布的主要原因。由上述可得出以下结论:

1. 类似的沉积环境是本研究 E₂ 站的线虫数量、线虫和桡足类的百分比组成与 1986 年夏季同一水域没有显著差异的主要原因。

2. 不同种个体分布的不均匀性是导致线虫群落多样性低的重要原因。

3. 线虫群落的种类组成和主要种类的取食类型的分析表明, 食物的可获性和幼体的大量补充的机制是特定条件下影响线虫小尺度空间分布的主要原因。

参 考 文 献

- [1] 吕亚南、林振宏、孙聿颀等, 1985。黄河口滨外区矿物分布特征及其控制因素探讨。山东海洋学院学报

- 15(1): 179—186.
- [2] 张志南、李永贵、图立红等, 1989. 黄河口水下三角洲及其邻近水域小型底栖动物的初步研究. 海洋与湖沼 20(3): 197—207.
- [3] Bornhold, B. D., Z. S. Yang, G. H., Keller, et al., 1986. Sedimentary framework of the Modern Huanghe (Yellow River) Delta. *Geo-Marine Letters* 6: 77—83.
- [4] Coull, B. C., 1970. Shallow Water meiobenthos of the Bermuda platform. *Oecologia (Berl.)* 4: 325—357.
- [5] Gerlach, S. A., 1971. On the importance of marine meiofauna for benthos communities. *Oecologia* 6: 176—190.
- [6] Higgins, R. P. and H. Thiel (Eds.), 1988. Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, pp. 146—160.
- [7] Hogue, E. W., 1982. Sediment disturbance and the spatial distributions of shallow water meiobenthos nematodes on the open oregon coast. *J. Mar. Res.* 40: 551—573.
- [8] Juario, J. V., 1975. Nematode species composition and seasonal fluctuation of a sublittoral meiofauna community in the German Bight. *Veroff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven* 15: 283—337.
- [9] Jumars, P. A., 1975b. Methods for measurement of community structure in deep-sea macrobenthos. *Mar. Biol.* 30: 245—252.
- [10] Keller, G. H. and D. B. Prior, 1986. Sediment dynamics of the Huanghe (Yellow River) Delta and neighboring Gulf of Bohai, People's Republic of China: Project Overview. *Geo-Marine Letters* (1986) 6: 63—66.
- [11] McIntyre, A. D., 1969. Ecology of marine meiobenthos. *Biol. Rev.* 44: 245—290.
- [12] Nichols, J. A., 1980. Spatial pattern of a free-living marine nematode community off the coast of peru. *Hydrobiol.* 65(2): 249—257.
- [13] Sherman, K. M. and B. C. Coull, 1980. The response of meiofauna to sediment disturbance. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 46: 59—71.
- [14] Tietjen, J. H., 1977. Population distribution and structure of the free-living nematodes of Long Island Sound. *Mar. Biol.* 43: 123—136.
- [15] Ward, A. R., 1973. Studies on the sublittoral free-living nematodes of Liverpool Bay. I. The structure and distribution of the nematode population. *Mar. Biol.* 22: 53—66.
- [16] Warwick, R. M. and J. B. Buchanan, 1970. The meiofauna off the coast of northumberland. I. The structure of the nematode population. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 50: 129—146.
- [17] Wieser, W., 1960. Benthic studies in Buzzards Bay II. The meiofauna. *Limnol. Oceanogr.* 5: 122—137.

A STUDY ON SPATIAL PATTERN OF MARINE NEMATODES IN THE SUBAQUEOUS DELTA OF THE HUANGHE RIVER

Zhang Zhinan, Gu Feng* and Yu Zishan

(Ocean University of Qingdao)

ABSTRACT

During the autumn of 1987, a study of the abundance of free-living marine nematoda populations was carried out on a series of sixteen core samples taken with a 4×4 core sampler from a Gray-O'Hara box corer at station E₂ in the subaqueous delta of Huanghe River (water depth 13m). Mean meiofauna abundance amounted to $1315 \pm 752 \times 10^3$ ind/m². Free-living marine nematodes comprised 86.7% of the total meiofauna, with the mean density of $(1140 \pm 660) \times 10^3$ ind/m². Harpacticoid copepods were second, constituting 9.9% of the total num-

* Present address: Bureau of Environment Protection, Tianjin.

bers with the mean density of $(130 \pm 80) \times 10^3$ ind/m². Both the abundance and the percentage composition of the nematoda and harpacticoid copepods were similar to those obtained from the similar habitat in the summer of 1986.

Species composition and spatial pattern of marine nematodes were examined from six continuous core samples selected from a series of sixteen samples from the same box corer. A total of 42 species were found. Low diversity (H'), ranging between 0.88 and 1.07, was typical of the uneven distribution of individuals among the species throughout the samples. Dispersion chi-square analysis indicated that the eighteen species, with occurrence frequency = 50% and cumulating abundance more than 95% of total nematodes populations, were in aggregation. Values of heterogeneity chi-square showed that the habitat partitioning was observed on the sample separation scale (3cm). Calculation of dispersion chi-square without the first dominant species *Dorylaimopsis* sp. 1 and the first six species (occurrence frequency = 100%) showed that the chi-square values were still significant and that the remaining twelve species were still of nonrandom distribution.

The analysis of feeding pattern of dominant and common species shows that the food availability and reproductive adaptation are the most likely important factors controlling the distribution of the aggregated populations in the special sedimentary environment.