

灵昆岛潮间带大型底栖动物群落结构与生态位分析

葛宝明, 鲍毅新*, 郑 祥, 程宏毅

(浙江师范大学生态研究所, 浙江 金华 321004)

摘要: 2003 年 11 月至 2004 年 8 月, 在温州湾的灵昆岛东滩进行了大型底栖动物采样调查。共发现大型底栖动物 33 种, 隶属 7 门 8 纲 21 科。主要为软体动物、节肢动物和环节动物多毛类, 其中高潮带 25 种, 中潮带 30 种, 低潮带 14 种。通过对不同季节不同潮带的大型底栖动物密度数据进行成对 t 检验分析, 结果认为各潮带的大型底栖动物密度分布有明显差异, 而大型底栖动物密度的季节变化不明显。对定量取样中获得的 21 个物种以 Shannon-Wiener 指数为基础进行了生态位宽度测定, 以 Pianka 重叠指数为基础进行了生态位重叠值分析, 结果表明日本沙蚕 (*Nereis japonica*)、纽虫和线虫的生态位较宽, 均为 2.80 以上, 它们之间的生态重叠值也较高, 均为 0.90 以上。以密度数据四次开方为基础, 利用欧氏距离进行群落物种的系统聚类分析, 结果表明 21 个物种可以分为三大类, 即潮间带广布种、中高潮带常见种、狭布种和偶见种, 通过非度量多维标度排序分析也支持以上结果。3 类物种的生态位重叠值均有不同的表现, 与物种的分布与数量相关。研究表明, 物种生态宽度、物种之间的生态位重叠值与物种的分布与数量密切相关, 反映了大型底栖动物群落中各物种对生境资源的利用能力的强弱。

关键词: 大型底栖动物; 生态位; 生态位宽度; 生态位重叠值; 系统聚类; 排序

文章编号: 1000-0933(2005)11-3037-07 **中图分类号:** Q958.15 **文献标识码:** A

The structure of the macrobenthic community and niche analysis at a tidal flat of L inkun Island

GE Bao-Ming, BAO Yi-Xin*, ZHENG Xiang, CHENG Hong-Yi (Institute of Ecology, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China). Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(11): 3037~ 3043

Abstract During Nov., 2003 to Aug., 2004, the authors studied the macrobenthic community of the east tidal flat of Linkun Island, Wenzhou Bay. We found a total of 33 species in the investigation, belonging to 21 families, 8 classes and 7 phyla, most of them being arthropods and mollusks. The numbers of species found on the high tidal flat, middle tidal flat and low tidal flat were 25, 30 and 14. Through paired t -tests we found that the main factor of impact on the macrobenthos density distribution is the factor of tidal flat elevation; the influence of seasonal variation was not evident. Using the Shannon-Wiener's niche breadth index and the Pianka's niche overlaps index, we found that the *Nereis japonica*, nemerteans and eelworms had broad niche breadths (above 2.80); the niche overlaps among them was high (above 0.90) in the quantitative analysis on the 21 species present in the quantitative sample analysis. Based on the fourth power of macrobenthos density, using the Hierarchical Cluster of between-groups linkage method and the Nonmetric Multidimensional Scaling method, the 21 species have been classified into three groups: the widespread species, the common species on the high and middle tidal flat, and the rare species. The

基金项目: 浙江省自然科学基金重大资助项目 (ZE0204)

收稿日期: 2005-04-10; **修订日期:** 2005-08-24

作者简介: 葛宝明 (1981~), 男, 安徽绩溪人, 硕士, 主要从事动物生态学研究. E-mail: ahgebaoming@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: sky90@zjnu.cn, baoyix@21cn.com

致谢: 感谢温州大学生命与环境科学学院张永普副教授帮助大型底栖动物物种分类鉴定; 感谢 University of California, San Diego 的 Lisa Levin 教授润色英文摘要

Foundation item: Natural Science Foundation of Zhejiang Province (No. ZE0204)

Received date: 2005-04-10; **Accepted date:** 2005-08-24

Biography: GE Bao-Ming, Master, mainly engaged in animal ecology. E-mail: ahgebaoming@163.com

Acknowledgements: The authors thank associate professor ZHANG Yong-Pu (College of Life and Environment Sciences, Wenzhou University) for authenticating macrobenthic species, professor Lisa Levin (Integrative Oceanography Division, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego) for correcting the English abstract

species of different groups have different niche overlap characters; the niche overlaps relate to the distribution and density of the species. The results reveal that the niche breadth and the niche overlap reflects the species distribution, the quantity characters and the species ability to utilize the environmental resource

Key words: macrobenthos; niche; niche breadth; niche overlap; hierarchical cluster; ordination

目前,群落中物种生态位的研究资料在植物群落方面比较丰富,例如 Potts 等研究了两种不同热带雨林中树木物种的生态位结构,认为环境因素是造成物种生态位分化且影响物种分布的重要因素^[1];马宗仁等对高尔夫球场草坪杂草群落中主要杂草种类进行了年消长动态及时间生态位的研究,研究显示自然条件下环境梯度变化生境生态位研究方法不适用于高尔夫球场草坪中杂草,因为高尔夫球场受人工干扰非常严重,生态梯度不明显^[2];郭水良等对农田杂草生态位研究的方法进行了探讨,颜廷芬等在环境因子对植物生态位宽度的影响程度分析中发现生态位宽度以及重叠值反映了物种对生态环境资源的利用能力^[3,4];Cody 认为生态位分离是造成植物生长方式不同的重要因素^[5]。而在动物学研究方面相对薄弱些,如刘建军等进行了水磨河底栖动物群落结构的生态位分析,特别指出物种生态位以及物种的聚类反映了底栖动物对环境污染的耐受能力情况^[6];朱曦等对鹭科鸟类群落的空间生态位和种间关系的研究,表明除迁到时间、护域行为外,生态要求的差异也产生生态分离^[7];刘新民等进行的腾格里沙漠生态系统不同固沙方式下昆虫群落的生态位分异研究,表明不同的沙地固定方式下,动物群落的演替方向不同^[8]。

在以往的滩涂底栖动物研究中,焦点主要集中在自然滩涂群落结构、密度生物量、生物多样性和群落的聚类和排序方面^[9-12],以及潮沟系统大型底栖动物群落研究^[13]、围垦后滩涂大型底栖动物群落差异研究^[15-17]等,同时也有滩涂底栖动物生活型以及功能型的探讨^[18],但是有关滩涂底栖动物群落物种生态位分析却鲜有报道。鉴于此,利用 2003 年 11 月至 2004 年 8 月在温州湾灵昆岛东滩潮间带底栖动物群落调查数据,进行群落结构及物种生态位分析。

1 研究方法

1.1 采样地概况

灵昆岛是位于温州湾和瓯江入海口交汇处的河口岛屿,亚热带气候,潮汐为非正规半日浅海潮,平均盐度 10~30。研究的地点为浙江温州市灵昆岛东滩,潮间带为软相底质沉积物,淤泥为主。潮间带地貌特征结合潮汐作用程度可以明显分为高潮带、中潮带和低潮带,整个潮间带宽 900~1100m 左右,其中,高潮带大部已被围垦,剩余部分较窄,宽约 100~200m,狭小的高潮带上植被为较密集的互花米草(*Spartina alterniflora*),底质淤泥细腻,颗粒细小;中潮带宽 500~700m 左右,大部分无植被,只有在和高潮带交接的位置有稀疏的互花米草,底质颗粒稍大;低潮带宽 150~250m 左右,无植被,底质颗粒较粗,泥沙为主。

1.2 取样方法

在最低潮时,用 33cm × 30cm × 20cm 的 0.1m² 自制采样器采集泥样,采样深度为 20cm,在高潮带、中潮带和低潮带,各采集 5 个样方,所采泥样用 1mm 孔径的分样筛进行淘洗,获取大型底栖动物样本。动物样本用 10% 福尔马林固定,带回实验室内后,分类计数。除采集定量样品外,调查期间还在高潮带、中潮带和低潮带采集定性样品。以上操作参考《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的操作规范以及袁兴中等人的具体操作流程^[13,14]。

采样每个季度 1 次,具体取样时间分别为:2003 年 11 月和 2004 年 2 月、5 月、8 月,分别对应秋季、冬季、春季和夏季。

1.3 数据分析

生态位宽度采用 Shannon-Wiener 指数:

$$B_i = -\sum_{j=1}^N (P_{ij} \ln P_{ij})$$

生态位重叠值采用 Pianka 的重叠指数:

$$O_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^N P_{ij} \cdot P_{kj}}{\sqrt{\sum_{j=1}^N P_{ij}^2 \cdot \sum_{j=1}^N P_{kj}^2}}$$

本文采用欧氏距离为基础的组间平均聚类,本文的物种排序原理和方法与厉红梅等人所用的群落排序的原理和方法相同^[10],种间距离采用欧氏距离(Euclidean distance)计算:

$$ED = \sqrt{\sum_{j=1}^s (X_{ij} - X_{kj})^2}$$

式中, P_{ij} 和 P_{kj} 为种 i 和 k 的个体数占 j 位点个体数的比例,用小数表示, B_i 的取值范围是 0~ N , N 为环境资源位点的总

数, 本研究中 N 为 12(潮间带的 3 个潮带的 4 个季节取样, 每个取样位点相当于一次环境位点), O_{ik} 的取值范围是 0~ 1; X_{ij} 和 X_{kj} 分别为 i 、 k 物种在 j 位点中的密度 Y_{ij} 与 Y_{kj} 的 4 次方根, 以此降低数量上占优势的个别物种对群落结构的影响权重。另外对群落数据采用了成对 t 检验来说明潮带因子和季节变化对群落中物种数量的影响情况。以上处理均通过 Microsoft Excel 和 Spss10.0 软件完成。

2 结果

2.1 种类组成

共采获大型底栖动物 33 种(表 1), 隶属 7 门 8 纲 21 科。其中, 高潮带 25 种, 中潮带 30 种, 低潮带 14 种。

表 1 调查发现的大型底栖动物*
Table 1 The macrobenthos species been found in the investigation

门 Phylum	纲 Class	科 Family	种 Specie		
软体动物门 Mollusca	腹足纲 Gastropoda	拟沼螺科 Assimineidae	短拟沼螺 Assiminea brevicula		
		汇螺科 Potamididae	珠带拟蟹守螺 Cerithidea cingulata		
			尖锥拟蟹守螺 C. largillierti		
		滨螺科 Littorinidae	粗糙滨螺 Littorina scabra		
		狭口螺科 Stenothyridae	光滑狭口螺 Stenothyra glabra		
		阿地螺科 Atyidae	泥螺 Bullacta exarata		
	瓣鳃纲 Lamellibranchia	竹蛭科 Solenidae	缢蛏 Sinonovacula constricta		
		蓝蛤科 Corbulidae	焦河蓝蛤 Potamocorbula ustulata		
		樱蛤科 Tellinidae	彩虹明樱蛤 Moerella iridescens		
节肢动物门 Arthropoda	甲壳纲 Crustacea	方蟹科 Grapsidae	沈氏厚蟹 Helice sheni		
			伍氏厚蟹 H. wuana		
			红螯相手蟹 Sesamia haematocheira		
			中华绒螯蟹 Eriocheir sinensis		
			沈氏长方蟹 Metaplexis sheni		
			日本大眼蟹 Macrophthalmus japonicus		
		沙蟹科 Ocypodidae	弧边招潮 Uca arcuata		
			清白招潮 Uca lactea lactea		
			泥蟹 Ilyoplax sp.		
		玉蟹科 Leucosiidae	豆形拳蟹 Philyra pismus		
			橄榄拳蟹 P. olivacea		
			日本鼓虾 Alpheus japonicus		
			秀丽白虾 Exopalaemon modestus		
		环节动物门 Annelida	多毛纲 Polychaeta	长臂虾科 Palaemonidae	齿吻沙蚕 Nephtys caeac
				齿吻沙蚕科 Nephtyidae	长吻沙蚕 Glycera chirori
吻沙蚕科 Glyceridae	日本刺沙蚕 Neanthes japonica				
沙蚕科 Nereidae	日本沙蚕 Nereis japonica				
	疣吻沙蚕 Tylosorrhynchus heterochaeta				
纽虫动物门 Nemertina			纽虫 Nemertean		
线形动物门 Nematelminthes			线虫 Eelworm		
脊索动物门 Chordata	硬骨鱼纲 Osteichthyes	弹涂鱼科 Peripthalmidae	青弹涂鱼 Scartelaos viridis		
			大弹涂鱼 Boleophthalmus pectinirostris		
星虫动物门 Sipuncula		鰕虎鱼科 Gobiidae	鰕虎鱼 Rhinogobius sp.		
		革囊星虫科 Phascolosomatidae	可口革囊星虫 Phascolosoma esculenta		

* 下同 the same below

2.2 密度以及生态位宽度

定量取样得到的大型底栖动物密度以及通过运算得到的生态位宽度如表 2。

在本研究中, 日本沙蚕、线虫、纽虫具有较宽的生态位宽度, 其值均大于 2.80, 在每个环境位点中均有出现, 同时具有较高的个体百分数; 其他的物种要么在所有潮带中出现, 但是有个别季节没有发现, 如焦河蓝蛤, 生态位宽度为 2.24; 或者只有在潮间带的一两个潮带中出现, 这里面的种类可分为: (1) 在两个潮间带出现且又较大的个体百分数的种类, 如短拟沼螺、尖锥拟蟹守螺、泥蟹、泥螺、青弹涂鱼、珠带拟蟹守螺和彩虹明樱蛤等, 这些种类的生态位宽度在 0.70~ 2.00 之间; (2) 出现的环境位点少且个体百分数也少, 即除以上提到的种类, 其他剩余种类均是如此, 生态位宽度均小于 0.60。

表 2 定量取样获得的大型底栖动物密度(ind./m²) 数据以及生态位宽度特征

Table 2 The density characters of quantitative sampling and the niche breadths of the macrobenthos species																
种类 Specie	编号 No.	高潮带 High tidal flat				中潮带 Middle tidal flat				低潮带 Low tidal flat				总计 Total	百分数 Percent	生态位宽度 Niche breadth
		A	W	SP	SU	A	W	SP	SU	A	W	SP	SU			
日本沙蚕	S1	36	28	32	40	40	36	48	52	10	10	12	16	360	21.71	4.05
短拟沼螺	S2	26	12	56	60		24	68	68					314	18.94	2.24
纽虫	S3	24	16	16	8	14	16	28	16	8	8	8	16	178	10.74	3.16
线虫	S4	16	12	12	10	10	12	16	14	6	6	8	14	136	8.203	2.82
尖锥拟蟹守螺	S5	12	24	22	12	8		16	16					110	6.63	1.43
泥蟹	S6	20	8	16	16	16	4	8	12					100	6.03	1.45
彩虹明樱蛤	S7	6		14	20		6	20	20					86	5.19	1.05
焦河蓝蛤	S8			6	8	6	6	10	12	4	4	6	12	74	4.46	1.92
泥螺	S9			24	6			34	8					72	4.34	0.71
珠带拟蟹手螺	S10	2	8	6	14	2	4	6	16					58	3.50	0.95
青弹涂鱼	S11	4		4	12	6	4	6	12					48	2.90	0.82
弧边沼潮	S12	4		8	6									18	1.09	0.30
红螯相手蟹	S13			6	6			6						18	1.09	0.28
伍氏厚蟹	S14	10				2		4						16	0.97	0.30
光滑狭口螺	S15		8				8							16	0.97	0.36
可口革囊星虫	S16											8	8	16	0.97	0.57
日本刺沙蚕	S17	2			8		4							14	0.84	0.28
短滨螺	S18	4	4											8	0.48	0.20
长吻沙蚕	S19	2			4									6	0.36	0.12
豆形拳蟹	S20					4				2				6	0.36	0.30
中华绒螯蟹	S21					4								4	0.24	0.12
总计 Total		168	120	222	230	112	124	270	246	30	28	42	66		100	

A: Autumn 秋季; W: Winter 冬季; SP: Spring 春季; SU: Summer 夏季

2.3 潮位和季节因素影响下的密度变化

运用 Spss10.0 软件, 3 个潮带季节之间进行密度成对 t 检验, 得到表 3 结果。从表 3 可以发现, 高潮带和中潮带在密度上差异不显著, 高潮带和低潮带之间的密度存在显著差异, 中潮带和低潮带的差异显著。这也与研究区域内高潮带窄小、高潮带与中潮带距离很近的缘故有关。

运用同样的方法, 进行四季潮带间的成对 t 检验, 得到表 4 结果。从表 4 可以看出, 不论高潮带、中潮带还是低潮带, 同一潮带密度在季节变化条件下的差异不显著。

表 3 3 潮带之间进行的密度成对 t 检验

Table 3 Paired t-test among the densities at different tidal flat of same season								
项目 Item	Paired Differences					t	df	显著性 Sig. (2-tailed)
	平均值 Mean	标准差 Std. Deviation	标准误差 Std. Error Mean	95% 置信区间				
				95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
1 对 Pair 1 HD -MD	- 3. 0000	43. 4971	21. 7486	- 72. 2136	66. 2136	- 0. 138	3	0. 899
2 对 Pair 2 HD -LD	143. 5000	38. 4491	19. 2246	82. 3189	204. 6811	7. 464	3	0. 005
3 对 Pair 3 MD -LD	146. 5000	69. 4622	34. 7311	35. 9701	257. 0299	4. 218	3	0. 024

H: High tidal flat 高潮带; M: M iddle tidal flat 中潮带; L: Low tidal flat 低潮带; D: Density 密度

2.4 生态位重叠值

采用 Pianka 的重叠指数计算得到的定量取样获得物种的生态位重叠值如表 5。

2.5 物种聚类和排序

以密度数据 4 次开方为基础, 基于物种间欧氏距离原理通过 Spss10.0 软件进行组间平均聚类法的系统聚类(Hierarchical Cluster)分析和物种非度量多维标度(Nonmetric Multidimensional Scaling,MDS)排序的 2 维排序分析, 得到系统聚类树枝图(图 1)和 2 维非度量多位标度图(图 2, 其 Stress 值为 0. 09413, S < 0. 1 说明图形吻合很好)。

表 4 四季间进行的密度成对比较

Table 4 Paired t-test among the densities of different seasons at same tidal flat								
项目 Item	Paired Differences					t	df	显著性 Sig. (2-tailed)
	平均值	标准差	标准误差 Std.	置信区间				
	Mean	Std. Deviation	Error Mean	Lower	Upper			
1 对 Pair 1 AD-WD	12.6667	31.3900	18.1230	- 65.3105	90.6438	0.699	2	0.557
2 对 Pair 2 AD-SPD	- 74.6667	75.1620	43.3948	- 261.3795	112.0462	- 1.721	2	0.227
3 对 Pair 3 AD-SUD	- 77.3333	50.7674	29.3106	- 203.4467	48.7800	- 2.638	2	0.119
4 对 Pair 4 WD-SPD	- 87.3333	67.2111	38.8044	- 254.2950	79.6283	- 2.251	2	0.153
5 对 Pair 5 WD-SUD	- 90.0000	45.4313	26.2298	- 202.8575	22.8575	- 3.431	2	0.075
6 对 Pair 6 SPD-SUD	- 2.6667	24.4404	14.1107	- 63.3800	58.0467	- 0.189	2	0.868

A: Autumn 秋季; W: Winter 冬季; SP: Spring 春季; SU: Summer 夏季; D: Density 密度

表 5 不同物种间生态位重叠值

Table 5 Niche overlaps among the species																				
No.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
S2	0.56																			
S3	0.94	0.39																		
S4	0.93	0.36	0.99																	
S6	0.67	0.66	0.46	0.42	0.78															
S7	0.51	0.98	0.33	0.32	0.53	0.59														
S8	0.83	0.26	0.92	0.95	0.16	0.23	0.26													
S9	0.32	0.75	0.24	0.21	0.48	0.38	0.75	0.18												
S10	0.59	0.85	0.39	0.38	0.82	0.69	0.78	0.24	0.44											
S11	0.65	0.79	0.38	0.37	0.54	0.83	0.81	0.30	0.44	0.77										
S12	0.32	0.66	0.23	0.23	0.50	0.62	0.64	0.11	0.53	0.46	0.50									
S13	0.31	0.75	0.20	0.19	0.46	0.44	0.78	0.18	0.86	0.52	0.53	0.75								
S14	0.38	0.35	0.33	0.27	0.38	0.68	0.31	0.07	0.17	0.17	0.41	0.44	0.12							
S15	0.41	0.35	0.32	0.30	0.54	0.30	0.20	0.11	0	0.57	0.22	0	0	0						
S16	0.41	0	0.50	0.59	0	0	0	0.68	0	0	0	0	0	0	0					
S17	0.41	0.60	0.25	0.25	0.21	0.43	0.62	0.18	0.11	0.55	0.63	0.48	0.43	0.23	0.46	0				
S18	0.35	0.29	0.33	0.29	0.77	0.53	0.13	0	0	0.50	0.14	0.27	0	0.54	0.58	0	0.14			
S19	0.52	0	0.19	0.19	0.31	0.54	0.56	0.09	0.13	0.46	0.55	0.69	0.49	0.53	0	0	0.72	0.33		
S20	0.51	0.50	0.03	0.47	0.13	0.29	0	0.45	0	0.07	0.25	0	0	0.13	0	0	0	0	0	
S21	0.39	0	0.19	0.77	0.27	0.62	0	0.17	0	0.15	0.53	0	0	0.28	0	0	0	0.35	0	0.47

通过种间距离以及物种聚类和排序可以显示, 定量取样获得的物种可以分为 3 大类: 潮间带广布种(Group 1)、中高潮带常见种(Group 2)、狭布种以及偶见种(Group 3)。其中, 前两大类物种的数量分布较大, 最后一类数量分布较少。第 1 类是日本沙蚕、线虫、纽虫和焦河蓝蛤, 是生态位宽度较大的物种, 在潮间带的 3 个潮带均有分布; 第 2 类是一些在中高潮带分布且物种的个体百分较大的一些物种, 主要包括短拟沼螺、尖锥拟蟹守螺、泥蟹、泥螺、青弹涂鱼、珠带拟蟹守螺和彩虹明樱蛤等; 第 3 类是一些只分布在一个潮带的物种或者是分布在两个潮带但个体百分比相当小的物种, 如弧边招潮、红螯相手蟹、伍氏厚蟹、日本刺沙蚕、长吻沙蚕、光滑狭口螺、可口革囊星虫等。

3 讨论

从表 2 可以看出群落结构从中高潮带的比较复杂到低潮带的简单。生境状况是大型底栖动物群落变化的主要原因, 低潮带由于受到潮汐水流冲击的干扰很大, 底质颗粒粗大, 而且露出水面的时间有限, 大型底栖动物群落结构简单; 中高潮带的底质颗粒细小, 受到潮汐冲刷的干扰相对较小, 条件比较稳定, 所以群落结构也相对比较复杂^[11]。群落的物种组成情况也反映了大型底栖动物对生境的适应性, 生境的复杂程度越高, 给生物提供的生态位分化程度也就越高^[19]。本研究中, 高潮带有互花米草存在的同时也有部分裸露的光滩, 使得高潮带的生境结构相对复杂, 给大型底栖动物提供了大量的生活空间, 所以其群落的组成就相对比较复杂, 包括日本沙蚕、短拟沼螺、尖锥拟蟹守螺、泥蟹和弧边招潮等; 中潮带虽然植被很少, 生境分化程度相对较低, 但其中存在一些地形地貌上的变化, 如: 潮沟等, 同时存在与高潮带和低潮带的交界区域, 所以其生物种类构成也较复杂, 包括日本沙蚕、短拟沼螺、尖锥拟蟹守螺、泥蟹、焦河蓝蛤和青弹涂鱼等; 低潮带经常被水淹没, 露水时间少, 底质颗粒粗大, 大型底栖动物群落结构相对简单, 主要包括日本沙蚕、纽虫、线虫和焦河蓝蛤。

通过密度数据的成对 t 检验可以得到以下结论: 灵昆岛东滩潮间带大型底栖动物数量的分布主要受潮带而不是季节影响。这个结论不同于厉红梅等人的研究^[12], 主要是因为本研究中研究对象为大型底栖动物, 受季节变化的影响程度较小, 而他们的研究对象包括体型较为的底栖动物, 数量变化受季节变化影响较大。本文中未采用双因素方差分析, 主要原因是由于研究条件以及方法的限制, 只能进行无重复双因素方差分析, 但是这又不能检验季节变动因素和潮带因素的交互效应, 这方面的研究有待深入开展, 而进行成对 t 检验的均数比较在本文是较适合的方法。

生态位宽度可以反映生物对环境的适应性以及利用环境资源的广泛性^[2], 即物种对环境资源利用能力的强弱。本文研究认为: 日本沙蚕、纽虫和线虫对滩涂环境的适应能力较强, 在高潮带、中潮带和低潮带均有分布。生态位重叠值主要与物种分布的环境位点的重合情况密切相关。如: 所有环境位点均有分布的日本沙蚕、线虫、纽虫之间的生态位重叠值均大于 0.90, 在中高潮带分布的物种, 如短拟沼螺、尖锥拟蟹守螺、彩虹明樱蛤、珠带拟蟹守螺、泥蟹、泥螺和青弹涂鱼之间的生态位重叠值也较高。生态位宽度较小的物种和生态位较宽的生态位重叠值就相对较小。且有些物种的生态位重叠值为 0, 说明这些物种分布在不同的环境位点中。在本研究中的生态位重叠值只是物种水平分布上的一个测度, 虽然有些物种之间的生态位重叠值较大, 但是在食性、生活型等方面存在一定的差异^[17, 18], 在群落中有不同的生态功能和位置, 这样的物种也可以很好的共存。Tokeshi 等人的研究也认为生态位分离和重叠是进化和自然选择的结果^[20]。

物种聚类 and 排序的结果是物种分布、数量的反映。且聚类和排序的结果与生态位宽度和生态位重叠值有关, 如聚类和排序得到的第 1 类(Group 1)物种, 生态位均较宽, 且物种之间的生态位重叠也较大; 第 2 类(Group 2)中的物种, 生态位相对要小一些, 但是其中一些物种的生态位重叠值还是比较大; 第 3 类(Group 3)中的物种, 由于生态位宽度均比较小, 其分布的环境位点有可能完全不同, 又有可能完全重叠, 所以导致这些物种的生态位重叠值变化很大。这与刘建军等人的聚类和排序方法不同, 他们的方法是以生态位重叠值矩阵为基础进行的物种聚类和排序, 最后相似生态位的物种集合在一起^[6], 本研究是通过物种的分布和数量来进行的排序和聚类, 反映物种的是物种分布和数量状况。

通过本研究表明, 物种的聚类和排序研究可以反映群落中物种生态位宽度, 但是生态位重叠值的研究, 要针对不同物种来分析。物种的聚类和排序、生态位宽度与重叠值均与物种的分布和数量密切相关, 即与物种利用环境资源的能力有关。

References

- [1] Potts M D, Davies S J, Bossert W H, et al. Habitat heterogeneity and niche structure of trees in two tropical rain forests. *Oecologia*, 2004, **139**: 446~ 453
- [2] Ma Z R, Yang C S, Chang X Q, et al. Temporal niche and dynamics of main weed species in turf-weed community in golf courses. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, **24**(10): 2230~ 2237.
- [3] Guo S L, Li Y H. Significance and method of studies on weed niche in crop fields. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, **18**(5): 496~ 503
- [4] Yan T F, Cong P T. Effect analysis of environmental factors on plant niche breadth. *Journal of Northeast Forestry University*, 1999, **27**(1): 35~ 38

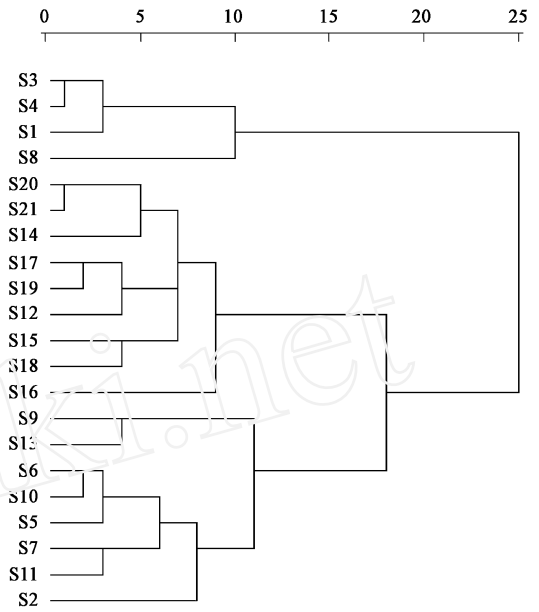


图 1 以种间欧氏距离为基础的物种系统聚类图

Fig. 1 The hierarchical cluster dendrogram of macrobenthic species base on the Euclidean distance

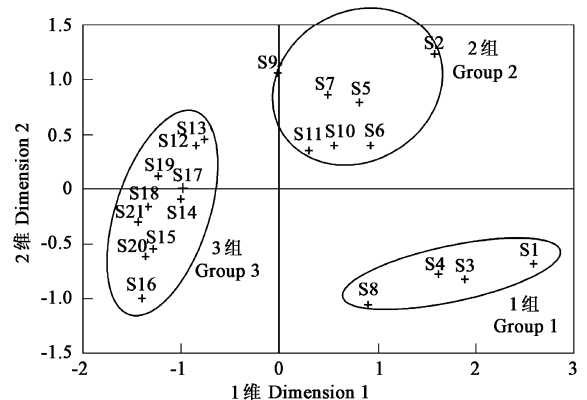


图 2 物种非度量多位标度排序 2 维分析图 Stress= 0.094 13

Fig. 2 The 2-dimensional MDS ordinal configuration of the macrobenthic species

- [5] Cody M L. Niche theory and plant growth form. *Vegetatio*, 1991, **97**: 39~ 55
- [6] Liu J J, Xu Y H. The niche analysis of benthic animal community in Shuimo River. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1997, **21**(2): 101~ 108
- [7] Zhu X, Zhang L X, Liang J, et al. Spatial niche and interspecific relationships of Ardeidae birds in Taigongshan Hill, Zhejiang. *Zoological Research*, 1998, **19**(1): 45~ 51
- [8] Liu X M, Chen H Y, Wu N, et al. Study on insect community niche under different desertification controlling approaches in Tengger Desert ecosystem. *Journal of Desert Research*, 2002, **22**(6): 566~ 570
- [9] Zhang Y P, Ying X P, Huang X D, et al. The species composition and quantity distribution of the Chitons in the rocky intertidal zone of the islands in the South Zhejiang. *Chinese Journal of Zoology*, 2001, **36**(3): 5~ 9
- [10] Li H M, Cai L Z, Lin L Z, et al. Using hierarchical clustering and nonmetric MDS to explore spatio-temporal variation of benthic community at intertidal in Shenzhen Bay. *Journal of Xiamen University (Natural Science)*, 2001, **40**(3): 735~ 740
- [11] Yuan X Z, Liu H, Lu J J. Community structure and biodiversity characteristics of macrobenthos in the new shoal of the Changjiang Estuary. *Acta Oceanologica Sinica*, 2002, **24**(2): 133~ 139
- [12] Li H M, Meng H T. Analysis of environmental factors impacting spatio-temporal variation of benthic community structure in Shenzhen Bay. *Marine Environmental Science*, 2004, **23**(1): 37~ 40
- [13] Yuan X Z, Lu J J. Preliminary Study on macrobenthic community of the creek in the tidal flat of the Changjiang Estuary. *Zoological Research*, 2001, **22**(3): 211~ 215
- [14] Compiling Group of Concise Regulation of National Coastal Zone and Coastal Resources Comprehensive Survey. *Concise Regulation of National Coastal Zone and Coastal Resources Comprehensive Survey*. Beijing: Ocean Press, 1986
- [15] Yuan X Z, Lu J J. Influence of diking on the benthic macro-invertebrate community structure and diversity in the south bank of the Changjiang Estuary. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(10): 1642~ 1647
- [16] Ge B M, Bao Y X, Zheng X. Structure of macrobenthic communities in different habitats at the diked tidal flat in winter. *Zoological Research*, 2005, **26**(1): 47~ 54
- [17] Ge B M, Bao Y X, Zheng X. Macrobenthic community ecology of atidal flat in different habitats and creeks dyked in different years. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, **25**(3): 446~ 453
- [18] Zhu X J, Lu J J. Functional groups of zoobenthos in the intertidal zone of Jiuduansha, the Yangtze River Estuary. *Zoological Research*, 2003, **24**(5): 355~ 361
- [19] Webster P J, Rowden A A, Attrill M J. Effect of shoot density on the in faunal macroinvertebrate community within a *Zostera Marina* sea-grass bed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1998, **47**: 351~ 357
- [20] Tokeshi M, Schmid P E. Niche division and abundance: an evolutionary perspective. *Population Ecology*, 2002, **44**: 189~ 200

参考文献:

- [2] 马宗仁, 阳承胜, 常向前, 等. 高尔夫球场草坪-杂草群落中主要杂草种类年消长动态及时间生态位. *生态学报*, 2004, **24**(10): 2230~ 2237
- [3] 郭水良, 李扬汉. 农田杂草生态位研究的意义及方法探讨. *生态学报*, 1998, **18**(5): 496~ 503
- [4] 颜廷芬, 丛沛桐. 环境因子对植物生态位宽度的影响程度分析. *东北林业大学学报*, 1999, **27**(1): 35~ 38
- [6] 刘建军, 徐艳华. 水磨河底栖动物群落结构的生态位分析. *水生生物学报*, 1997, **21**(2): 101~ 108
- [7] 朱曦, 章立新, 梁峻, 等. 鹭科鸟类群落的空间生态位河种间关系. *动物学研究*, 1998, **19**(1): 45~ 51
- [8] 刘新民, 陈海燕, 乌宁, 等. 腾格里沙漠生态系统不同固沙方式下昆虫群落的生态位分异研究. *中国沙漠*, 2002, **22**(6): 566~ 570
- [9] 张永普, 应雪萍, 黄象栋, 等. 浙南岛屿岩相潮间带石鳖的种类组成与数量分布. *动物学杂志*, 2001, **36**(3): 5~ 9
- [10] 厉红梅, 蔡立哲, 林丽珠, 等. 深圳湾潮间带底栖动物群落结构的等级聚类与非度量多维标度排序. *厦门大学学报(自然科学版)*, 2001, **40**(3): 735~ 740
- [11] 袁兴中, 刘红, 陆健健. 长江口新生沙洲底栖动物群落组成及多样性特征. *海洋学报*, 2002, **24**(2): 133~ 139
- [12] 厉红梅, 孟海涛. 深圳湾底栖动物群落结构时空变化环境影响因素分析. *海洋环境科学*, 2004, **23**(1): 37~ 40
- [13] 袁兴中, 陆健健. 长江口潮沟大型底栖动物群落的初步研究. *动物学研究*, 2001, **22**(3): 211~ 215
- [14] 全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程编写组. *全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程*. 北京: 海洋出版社, 1986
- [15] 袁兴中, 陆健健. 围垦对长江口南岸底栖动物群落结构及多样性的影响. *生态学报*, 2001, **21**(10): 1642~ 1647
- [16] 葛宝明, 鲍毅新, 郑祥. 围垦滩涂不同生境冬季大型底栖动物群落比较研究. *动物学研究*, 2005, **26**(1): 47~ 54
- [17] 葛宝明, 鲍毅新, 郑祥. 灵昆岛围垦滩涂潮沟大型底栖动物群落生态学研究. *生态学报*, 2005, **26**(3): 446~ 453
- [18] 朱晓君, 陆健健. 长江口九段沙潮间带底栖动物的功能群. *动物学研究*, 2003, **24**(5): 355~ 361