

# 大亚湾潮间带软体动物的物种多样性初步研究

林 炜 赖丽萍 唐以杰

(广东教育学院生物系, 广州 510303)

**摘要:** 1999年7月在大亚湾潮间带4种不同生境(岩石岸、砾石滩、泥沙滩、沙滩)10个样方采集软体动物38种,隶属于23个科。采用丰富度指数和多样性指数对不同生境软体动物的多样性进行研究。研究结果表明,大亚湾软体动物物种丰富度指数砾石滩、岩石岸( $D = 4.328 \sim 9.378$ ) > 泥沙滩 ( $D = 4.328 \sim 6.493$ ) > 沙滩 ( $D = 2.886$ )。多样性指数也显示砾石滩、岩石岸( $H = 0.429 \sim 0.842$ ) > 泥沙滩 ( $H = 0.315 \sim 0.450$ ) > 沙滩 ( $H = 0.182$ )。对上述样方聚类结果表明,软体动物种类分布及数量受底质、浪击和污染的影响。

**关键词:** 大亚湾,潮间带,软体动物,物种多样性

中图分类号:Q178.53, Q958

文献标识码:A

文章编号:1005-0094(2001)03-0247-07

## Species diversity of mollusc in intertidal zone, Daya Bay

LIN Wei, LAI Lirping, TANG Yi-Jie

Department of Biology, Guangdong College of Education, Guangzhou 510303

**Abstract:** This paper reports on the results of investigations on molluscs in four kinds of habitats. 38 species of molluscs, belonging to 23 families, are recognized. The results show that values of species richness indices at rocky shores ( $D = 4.33$  to  $9.38$ ) are larger than those of muddy and sandy beaches ( $D = 4.33$  to  $6.49$ ), and those of muddy and sandy beaches are larger than those of sandy beaches ( $D = 2.89$ ). The studies of species diversity also show that values of species diversity indices at rocky shores ( $H = 0.429$  to  $0.842$ ) are larger than those of muddy and sandy beaches ( $H = 0.315$  to  $0.450$ ), and those of sandy beaches ( $H = 0.182$ ). The results of systematic clustering based on similarity coefficients show that the distribution and quantity of molluscs is affected by sediments, tide and pollution.

**Key words:** Daya Bay, intertidal zone, mollusc, species diversity

### 1 前言

近年来我国沿海一带的经济建设和滩涂开发强度加大,海洋污染加剧,海洋生态环境破坏日益严重,海洋生物的生存条件急剧恶化,因而海洋生物多样性也备受关注(陈清潮,1997;权洁霞等,1999;于登攀,邹仁林,1999),其中底栖生物生态学研究及生物多样性研究方面也有不少报道(李荣冠等,1993,1995,1997,1999;高六礼,田家怡,1999),而对潮间带软体动物生态和生物多样性研究的报道尚不多见(范振刚,1981;李荣冠等,1993,1996;丛建国,1998)。潮间带作为海陆两大生态系统的生态交错带,同时受到海洋、陆地各种环境因子变化的影响(王庆锁等,1997),软体动物是潮间带底栖生物的主

要类群,种类多,数量常常很大。对其物种多样性进行研究,具有特别的意义。

大亚湾位置为  $22^{\circ}30' \sim 22^{\circ}50' N$ ,  $114^{\circ}30' \sim 114^{\circ}55' E$  之间,为一个半封闭溺谷型热带海湾,面积约  $600 \text{ km}^2$ ,湾内有 50 多个大小岛屿,较大的有大星山岛、小星山岛、三门列岛、中央列岛等。大亚湾年平均气温约  $22^{\circ}$  左右,1 月份温度最低,约  $15^{\circ}$ ,7 月份最高,约  $28^{\circ}$  左右。年平均降雨量  $1500 \sim 2000 \text{ mm}$ ,雨季(5~9 月)的月平均雨量可达  $200 \sim 400 \text{ mm}$ ,且常出现暴雨。潮汐属不正规半日混合潮,平均潮差为  $1 \text{ m}$ 。自 20 世纪 80 年代以来由于深圳、惠州经济发展及核电站的投入使用,大亚湾的生态环境变化备受关注(王伟强等,1996;丘耀文,王肇鼎,1997),其中对软体动物分类分布也有不少报道

收稿日期:2000-10-17;修改稿收到日期:2001-05-31

作者简介:林炜,男,1961 年出生,讲师。主要研究方向:潮间带贝类生态学和贝类区系分类。E-mail 地址:lorxin@public.guangzhou.gd.cn

(袁秀珍, 1997, 1989; 李荣冠等, 1993; 郭金富等, 1990; 江锦祥等, 1990; 徐恭昭等, 1989; 广东省海岸带和海涂资源综合调查大队等, 1987)。

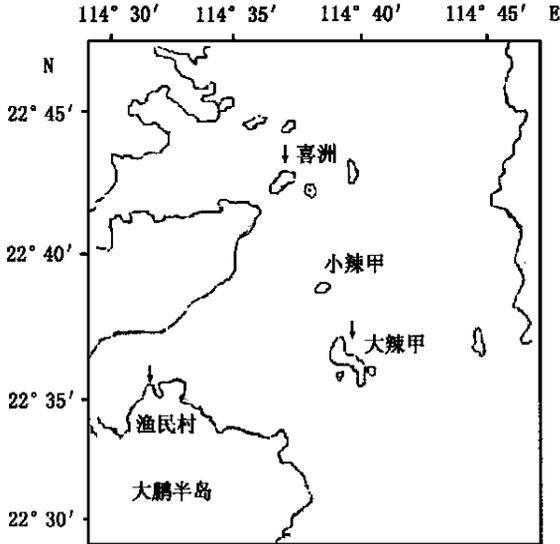


图 1 大亚湾地形图及采样位置  
Fig. 1 The map of Daya Bay and Sampling stations location

### 2 研究方法

1999 年 7 月 13 ~ 16 日在大亚湾潮间带 4 个不同地点、4 种不同生境进行样方调查。其中代表大陆居民区边缘的有渔民村, 代表湾口岛屿的有大辣甲, 代表湾内岛屿的有喜洲岛, 而喜洲岛又取面向外海一侧及面对湾内一侧 2 个地点。每一地点又取其有代表性的不同生境分别进行样方统计, 共计 4 种不同生境(岩石岸、砾石滩、沙滩、泥沙滩), 10 个样方。喜洲岛主要由沙质、粉沙质、岩石及砾石组成; 大辣甲岛底质主要由细粉沙、岩石和砾石组成; 渔民村样方靠近居民区, 有许多生活垃圾及各种废弃物, 近岸海水中有许多网箱养殖场, 有机物丰富, 同时有一小溪流入附近, 底质为细沙滩。

采样方法: 在上述各样地的潮间带高潮线和低潮线的中间位置选取有代表性的地段进行样方作业, 每个样方之间距离不少于 200 m, 以求客观全面反映该地段环境情况, 每个样方 2 m(长) × 2 m(宽) × 0.3 m(深), 其中沙滩、泥沙滩的底质全部用铁锹挖出, 在 1 mm 孔目的套筛中冲洗, 获取标本。在砾石滩翻动砾石采集所有软体动物, 对于岩礁岸拾取样方内所有软体动物。以上所有标本只采集活体, 而死亡个体不作记录。所有标本均带回住地分类整理及计数。

本研究根据各种生境内种类组成和数量, 从以下几个方面进行分析(刘灿然等, 1998; 赵志模, 郭依泉, 1990):

(1) 不同样方环境的物种丰富度。以 Gleason 指数  $D_{GL}$  来测度:

$$D_{GL} = S / \ln A$$

式中  $A$  为单位面积,  $S$  为群落中物种数目。

(2) 物种多样性分析。采用 Shannon-Wiener 多样性指数  $H$ :

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

式中  $P_i = N_i / N$ ,  $N_i$  为种  $i$  的个体数,  $N$  为本总个体数。

(3) 均匀度分析。用 Pielou 的均匀度指数  $J_{sw}$ :

$$J_{sw} = H / H_{max} \quad H_{max} = \log S$$

(4) 单纯度 ( $P$ ) 分析:

$$P = \sum_{i=1}^s N_i^2 / N^2$$

式中的  $P$  为单纯度,  $N_i$  为  $i$  种的个体数,  $N$  为群落的个体总数。

(5) 优势度分析。采用 Berger-Parter 优势度指数

$$I = N_{max} / N_T \cdot 100$$

式中  $N_{max}$  为样方中优势种的个体数量,  $N_T$  为样方中全部种的个体数量。

(6) 相似性分析。用群落系数  $C$ :

$$C = 2W / (A + B)$$

式中  $W$  为两种不同样方中所拥有的相同的物种的数量,  $A$ 、 $B$  分别表示各个样方中物种总数。

(7) 聚类分析。以相似性系数  $C$  作为聚类统计量, 用系统聚类法中非加权的算术平均聚类法(即组平均法)对不同样方进行聚类。通过上述各项内容的比较和分析, 探讨软体动物种类组成和数量变化与其栖息环境之间的相互关系及规律。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 各样方种类组成

本次调查对样方内贝类个体只计算活体, 所有空贝壳标本不作计算, 以便研究真正生活于潮间带的贝类种类, 所得结果列于表 1。统计结果显示共有 38 个种, 隶属于 23 个科, 其中种类最多的是帘蛤科(Veneridae) 共有 8 个种, 其余 2 个科有 3 个种, 4 个科有 2 个种, 16 个科有 1 个种。

表 1 大亚湾潮间带软体动物的种类组成和数量

Table 1 The species composition and numbers of mollusc in the intertidal zone of Daya Bay

种类 Species	样方 Plot no.										生境类型 Habitat type	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
隐板石鳖科 <i>Cryptopeacidae</i>												
红条毛肤石鳖 <i>Acanthochiton rubrolinea</i>	4											
帽贝科 <i>Patellidae</i>												
龟甲槭 <i>Cellana testudinaria</i>	1											
马蹄螺科 <i>Trochidae</i>												
塔形马蹄螺 <i>Trochus pyramis</i>	1			1								
黑凹螺 <i>Chlorostoma nigerrima</i>	1				7	19						
单齿螺 <i>Monodonta labio</i>		1	232	1	48	11						
蝶螺科 <i>Turbinidae</i>												
粒花冠小月螺 <i>Lunella coronata granulata</i>	13	11			1							
栉蝶螺 <i>Turbo articulatus</i>	1	3		2		6						
蜒螺科 <i>Neritidae</i>												
渔舟蜒螺 <i>Nerita albicilla</i>	4	2	4	1		5						
滨螺科 <i>Littorinidae</i>												
粒结节滨螺 <i>Nodilittorina granularis</i>				383								
平轴螺科 <i>Planaxidae</i>												
平轴螺 <i>Planaxis sulcatus</i>				52								
汇螺科 <i>Potamididae</i>												
纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>								102	105	176		
蟹守螺科 <i>Cerithiidae</i>												
双带 桑椹螺 <i>Clypeomorus bifasciatus</i>		9		242	12	91						
特氏 桑椹螺 <i>Clypeomorus trilli</i>				66		2						
中华蟹守螺 <i>Cerithium sinense</i>											11	
宝贝科 <i>Cypraeidae</i>												
拟枣贝 <i>Erronea erronea</i>						2						
阿纹绶贝 <i>Mauritia arabica</i>		1										
骨螺科 <i>Muricidae</i>												
黄口荔枝螺 <i>Thais luteostoma</i>				7	12	2						
蛾螺科 <i>Buccinidae</i>												
甲虫螺 <i>Cantharus cecillei</i>	24	14	10					1			11	
核螺科 <i>Pyrenidae</i>												
杂色牙螺 <i>Columbella versicolor</i>	3	8										
蚶科 <i>Arcidae</i>												
布纹蚶 <i>Barbatia decussata</i>	1											
贻贝科 <i>Mytilidae</i>												
隔贻贝 <i>Septifer bilocularis</i>	2											
牡蛎科 <i>Ostreidae</i>												
僧帽牡蛎 <i>Ostrea cucullata</i>				1		108						
心蛤科 <i>Carditidae</i>												
异纹心蛤 <i>Cardita variegata</i>		3										
猿头蛤科 <i>Chamidae</i>												
敦式猿头蛤 <i>Chama dunkeri</i>	6											
帘蛤科 <i>Veneridae</i>												
美女蛤 <i>Circe scripta</i>	1	1	5			3						
杂色蛤仔 <i>Ruditapes variegata</i>			37		1		1				4	
鳞杓拿蛤 <i>Chione squamosa</i>								10	38	256		
中国仙女蛤 <i>Callista chinensis</i>			4									
环沟格特蛤 <i>Katelysia rimularis</i>											11	
歧脊加夫蛤 <i>Gaf rarium divaricatum</i>									1	2		
梳纹加夫蛤 <i>Gaf rarium pectinatum</i>							2					

表 1 (续) Table 1 (continued)

种类 Species	样方 Plot no.										生境类型 Habitat type
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
凸加夫蛤 <i>Grafrarium gibba</i>								2	1		
中带蛤科 Mesodesmatidae											
锈色朽叶蛤 <i>Caecella turgida</i>								2			
环纹坚石蛤 <i>Acteodea striata</i>							100				
樱蛤科 Tellinidae											
环肋樱蛤 <i>Cyclotellina remies</i>								5			
紫云蛤科 Pasmobiidae											
绿血蛤 <i>Sanguinolaria virescens</i>			30			1		150	1	1	
斧蛤科 Donacidae											
肉色斧蛤 <i>Donax incarnata</i>							1	8			
豆斧蛤 <i>Donax faba</i>							11	938	1		

注: 样地 1, 喜洲岛砾石滩; 2, 喜洲岛砾石滩; 3, 喜洲岛砾石滩; 4, 喜洲岛岩石岸; 5, 大辣甲岛砾石滩; 6, 大辣甲岛岩石岸; 7, 大辣甲岛沙滩; 8, 渔民村泥沙滩; 9, 渔民村泥沙滩; 10, 渔民村泥沙滩

Note: Plot no. 1, Xizhou Isle-gravel beach; 2, Xizhou Isle-gravel beach; 3, Xizhou Isle-gravel beach; 4, Xizhou Isle-rocky-shore; 5, Dalajia Isle-gravel beach; 6, Dalajia Isle-rocky-shore; 7, Dalajia Isle-sandy beach; 8, Fisherman village-muddy and sandy beach; 9, Fisherman village-muddy and sandy beach; 10, Fisherman village-muddy and sandy beach

示岩石岸 Rocky-shore; 示砾石滩 Gravel; 示沙滩 Sandy beach; 示泥沙滩 Muddy and sandy beach

表 2 大亚湾潮间带不同生境软体动物的物种多样性测定

Table 2 Measurement of species diversity of mollusc in different habitats in the intertidal zone of Daya Bay

测定项目 Measurement item	样方 Plot no.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
物种总数 <i>S</i>	13	10	7	10	6	13	4	9	6	8
丰富度指数 <i>D<sub>GL</sub></i>	9.378	7.213	5.049	7.213	4.328	9.378	2.886	6.493	4.328	5.771
多样性指数 <i>H</i>	0.648	0.842	0.429	0.521	0.519	0.633	0.182	0.387	0.315	0.450
均匀度指数 <i>J<sub>sw</sub></i>	0.582	0.842	0.508	0.521	0.667	0.568	0.302	0.406	0.405	0.498
单纯度指数 <i>P</i>	0.352	0.174	0.543	0.372	0.404	0.340	0.793	0.617	0.577	0.435

注: 表中样地序号同于表 1 Note: Plot numbers correspond to those in Table 1

同时,根据表 1 所提供的数据,分别计算 10 个样方的物种总数 *S*, 丰富度指数 *D*, 多样性指数 *H*, 均匀度指数 *J<sub>sw</sub>* 和单纯度指数 *P*, 其结果如表 2 所示。

从表 2 可看出,样方 1、样方 2、样方 4、样方 6 物种数最多,均在 10 种以上,其丰富度指数、多样性指数也很高,取值分别在 7.213~9.378 和 0.521~0.842 之间。样方 3、样方 10、样方 8 次之,物种数分别为 7~9,其丰富度指数取值于 5~7 之间,多样性指数取值于 0.3~0.5 之间。而样方 7、样方 5、样方 9 物种数最低,分别只有 4 种及 6 种,丰富度指数和多样性指数均较低,取值在 2~5 和 0.1~0.6 之间。但样方 7 单纯度指数却为各样方之冠,而样方 5 的均匀度指数也在各样方中仅次于样方 2,都显示出生物种类和数量组成的独特之处。

### 3.2 相似性比较和聚类分析

在多种相似性系数中,本文采用群落系数 *C* 作为不同样方之间相似性程度的度量标准,并采用非加权算术平均聚类法进行聚类(赵志模,郭依泉,1990),根据各样方物种组成,计算出它们之间的相

似程度(表 3),又根据表 3 相似性系数,用非加权算术平均法对 10 个不同样方进行聚类,结果如图 2 所示。

### 3.3 聚类分析结果讨论

从本调查的 10 个样方统计结果看,如从相似性系数 0.25 水平划一线,可将 10 个样方分为 3 组。在第 1 组中,有 4 个属于砾石滩和 2 个属于岩石岸的样方,其中样方 1、样方 2 和样方 3 同属喜洲岛砾石滩,它们之间的相似性极大,在软体动物种类上相同的种类有 3 种,分别占其所有种类的 23%、30% 和 43%,样方 1 和样方 2 相似性系数为 0.522,而样方 3 在相似性系数 0.386 处与它们汇合。样方 4 (岩石岸)虽与样方 1、2、3 同处湾内的喜洲岛,却与湾口的大辣甲岩石岸(样方 6)有更多的相似性,反映在两者软体动物物种数量(11 种和 13 种)及生态类型(底内生活的种类甚少)上也是如此。而与样方 6 同处大辣甲的样方 5(大辣甲砾石滩)与样方 6 相似性反而不及样方 4,说明底质(岩石与砾石)的不同对物种的分布影响超过地理位置。

表 3 大亚湾潮间带软体动物的种类相似性系数

Table 3 Similarity coefficients (c) of mollusc in the intertidal zone of Daya Bay

样方 Plot no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	—									
2	0.522	—								
3	0.300	0.471	—							
4	0.260	0.400	0.236	—						
5	0.211	0.375	0.308	0.375	—					
6	0.308	0.435	0.400	0.609	0.421	—				
7	0.000	0.000	0.182	0.000	0.200	0.000	—			
8	0.091	0.105	0.250	0.000	0.000	0.091	0.308	—		
9	0.000	0.000	0.154	0.000	0.000	0.105	0.200	0.667	—	
10	0.095	0.111	0.400	0.000	0.143	0.095	0.167	0.471	0.571	—

注:表中样地序号同于表 1 Note: Plot numbers correspond to those in Table 1

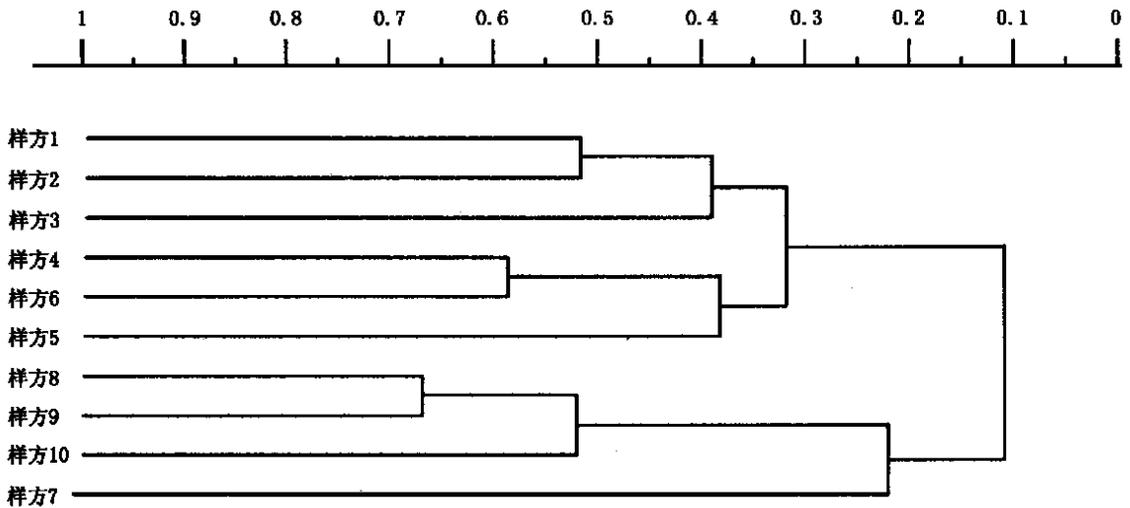


图 2 不同生境大亚湾潮间带软体动物聚类图

Fig. 2 Average clusters of benthic molluscs in different habitats in the intertidal zone of Daya Bay

第 2 组(样方 8、9、10)中,3 个样方均位于渔民村地段,均为渔民村泥沙滩,它们之间的相似性系数极高,平均值为 0.570,为本次调查中同一地点、同一底质的样方组中之最高,显示它们相互之间在物种组成上有较大的相似程度。样方 9 由于受污染程度较大,平均生物栖息密度与样方 8 差异极大,分别为 36.25 个/m<sup>2</sup>和 304.25 个/m<sup>2</sup>。但由于两者种类有较多相似,在以物种数为计算单位计算相似性系数的情况下,表现出极大的相似性。

第 3 组中仅有样方 7(大辣甲岛沙滩),从表 3 可见,样方 7 与其他 9 个样方相似性系数皆极低,与样方 8(渔民村泥沙滩)的相似性系数最高也仅为 0.308。相对而言,它在 0.225 处与第 2 组汇合,说明样方 7 与泥沙滩在软体动物种类组成上比与砾石滩、岩石岸有更多的相似性。

### 3.4 种类组成与分布、数量同环境因素的关系

为了说明底质、浪击、污染等各种环境因素对软体动物的种类分布和数量的影响。同时为了减少样方选取对分析结果的影响,本文将所有软体动物种类按其生态类型划分为 4 类,即:悬浮食性、植食性、肉食性、腐食性。同时按砾石滩、岩石岸、沙滩、泥沙滩 4 种不同底质总体计算分布在不同底质上不同生态类型的软体动物的优势度,见表 4。

从表 4 可见,砾石滩中优势度指数最高的是植食性种类(79.92),其次为底内生活型悬浮食性种类(15.83)。在岩石岸中优势度指数最高的种类仍是植食性种类(78.39),但悬浮食性种类中固着生活型优势度指数大于底内生活型,而在砾石滩则由于其底质间夹有沙或泥沙,底内生活种类优势度指数大于固着生活种类。这反映出底质对不同生态类

表 4 大亚湾 4 种不同生境各个生态类型优势度指数比较

Table 4 The comparison of dominance degree of each ecological type in four kinds of habitats in Daya Bay

生态类型 Ecological type		生境 Habitats							
		砾石滩 Gravel beach		岩石岸 Rocky shore		泥沙滩 Muddy and sandy beach		沙滩 Sandy beach	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
悬浮食性种类 Filter feeder	固着型 Sessile	1.74	14.29	18.70	7.69				
	底内型 Burying	15.83	23.81	1.03	23.08	78.01	76.92	100	100
植食性种类 Herbivores	匍匐型 Crawl	79.92	52.32	78.39	53.85	0.65	7.69		
	腐食性种类 Saprophage		9.09			21.45		15.38	
肉食性种类 Carnivores	匍匐型 Crawl	2.51	0.52	1.89	15.38				

注 Note: (1) 以个体数量计算 Counted by individual numbers; (2) 以物种种数计算 Counted by species numbers

表 5 大亚湾 4 种不同生境各指数平均值比较

Table 5 Comparison of evenness values from four kinds of habitats in Daya Bay

测定项目 Measurement item	生境 Habitat			
	砾石滩 Gravel beach	岩石岸 Rocky shore	沙滩 Sandy beach	泥沙滩 Muddy and sandy beach
平均物种丰富度指数 $D_{GL}$	6.492 (4.328 ~ 9.378)	8.296 (7.213 ~ 9.378)	2.886	5.531 (4.328 ~ 6.493)
平均多样性指数 $H$	0.610 (0.429 ~ 0.482)	0.577 (0.521 ~ 0.633)	0.182	0.384 (0.315 ~ 0.450)
平均均匀度指数 $J_{SW}$	0.650 (0.508 ~ 0.667)	0.545 (0.521 ~ 0.566)	0.302	0.436 (0.405 ~ 0.498)
平均单纯度指数 $P$	0.368 (0.174 ~ 0.543)	0.356 (0.340 ~ 0.372)	0.793	0.543 (0.435 ~ 0.617)
平均栖息密度 (Ind./m <sup>2</sup> )	32.375	72.875	28.250	153.083

型的软体动物的分布和数量影响巨大。植食性种类以各种海藻为食,而海藻的生长又明显受底质影响,据郭金富等(1990)调查,在远河口区海岛硬相礁石滩中藻类占总生物量的 62.82%,而在软相滩涂中仅占 2.85%,故可见砾石滩岩石岸中植食性种类的高优势度仍与底质有明显相关关系。

肉食性种类在砾石滩的优势度指数为 2.51,在岩石岸中为 1.89,虽然均不算大,但却作为群落消费者种类的出现,显示了肉食性种类生物群落功能和结构比沙滩和泥沙滩生物群落完善和稳定。

在本次调查中,砾石滩优势度指数最高为单齿螺(*Monodonta labio*)为 54.25,其次甲虫螺(*Cantharus cecillei*)为 9.27 和杂色蛤仔(*Ruditapes variegata*)为 7.34。粒花冠小月螺(*Lunella coronata granulata*)和双带桑椹螺(*Clypeomorus bifasciatus*)也有一定优势度,分别为 4.83 和 4.05。在岩石岸双带桑椹螺优势度指数最高,达 57.12;其次为

悬浮食性种类中营固着型生活的僧帽牡蛎(*Ostrea cucullata*),为 18.70;特氏桑椹螺(*Clypeomorus trailli*)也有较高的优势度(11.66)。其中喜洲岛岩石岸样方地浪击程度较高,而浪击作用有助于增加滨螺的分布(Stephenson & Stephenson, 1949)。从本文的调查结果来看也是如此其优势种为粒结节滨螺(*Nodilittorina granularis*),占有个体数的 50.66%,栖息密度为 95.75 个/m<sup>2</sup>。

本次调查泥沙滩 3 个样方均位于渔民村附近,有机质较为丰富,其中样方 9 位于网箱养殖区附近,有机质污染较大,底质泥沙中可见黑色还原层。从表 4 可见,优势度指数最高为底内生活型悬浮食性种类,达 78.01,腐食性种类也有 21.45。与底内生活型悬浮食性种类相比,匍匐生活型腐食性种类在 3 个样方中的栖息密度差异极小(分别为 25.5 Ind./m<sup>2</sup>、26.25 Ind./m<sup>2</sup>和 44 Ind./m<sup>2</sup>),显示出泥沙滩中匍匐生活型比底内生活型分布更均匀。植食

性种类在泥沙滩中优势度指数极低,仅 0.65,肉食性种类则为零。从物种来看,豆斧蛤(*Donax faba*)优势度指数最高为 51.16;纵带滩栖螺(*Batillaria zonalis*)其次,为 20.85;鳞杓拿蛤(*Chione squamosa*)为 16.55。

沙滩样方仅为 1 个,即大辣甲岛沙滩(样方 7)。从表 4 可见,样方 7 生态类型全部为底内生活型悬浮食性种类,物种丰富度指数也为多个样方中最低,只有 2.886,反映出粗沙型沙滩贝类种类的贫乏。但对于悬浮食性种类则十分有利(李荣冠等,1993),其中环纹坚石蛤(*Acteodea striata*)占绝对优势,优势度指数达 88.50,栖息密度为 25 Ind./m<sup>2</sup>,且在所有样方中其单纯度指数 *P* 最高(0.793)。

另外,为比较不同生境软体动物的各种物种多样性指数,将各不同生境样方的物种多样性指数平均值列入表 5,以便对比。

从表 5 看出,大亚湾潮间带软体动物多样性指数(*H*)砾石滩和岩石岸之间差异不大,但比泥沙滩、沙滩则差异甚大,呈砾石滩、岩石岸 > 泥沙滩 > 沙滩顺序。物种丰富度指数也是如此。单纯度指数则相反,呈沙滩 > 泥沙滩 > 砾石滩、岩石岸。这与烟台(丛建国,1998)、厦门(李荣冠等,1996)的情形是一致的。

综上所述,可以看出,底质对软体动物的影响是十分大的。首先决定其着生方式,故悬浮食性底内生活种类和固着生活种类在沙滩、泥沙滩和岩石岸、砾石滩有着不同的优势度;其次通过影响藻类生长决定了植食性种类软体动物在有利于藻类生长的岩石岸和砾石滩成为优势种群(郭金富等,1990),而不同底质水动力(潮流浪击程度)强度的高低决定腐植质的沉降而影响了腐食性种类在不同底质中的分布。不同底质生境由于其空间环境异质性不同还会影响到软体动物群落的物种丰富度和多样性。

致谢 本文撰写过程承蒙邹仁林先生帮助提出修改意见,特此鸣谢!

#### 参考文献

陈清潮,1997. 中国海洋生物多样性的现状和展望. 生物多样性,5(2):142~146  
丛建国,1998. 烟台潮间带底栖无脊椎动物群落和多样性研究. 生态学报,18(1):56~62  
范振刚,1981. 胶州湾潮间带生态学的研究. 生态学报,1(2):117~124  
高六礼,田家怡,1999. 黄河三角洲附近海域底栖动物多样

性及保护措施. 海洋环境科学,18(2):1~7  
广东省海岸带和海涂资源综合调查大队,广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室,1987. 广东省海岸带和海涂资源综合调查报告. 北京:海洋出版社  
郭金富,李茂照,余勉余,1990. 广东海岛海域海洋生物和渔业资源. 广州:广东科学技术出版社  
江锦祥,蔡尔西,吴启泉,1990. 大亚湾底栖生物的种类组成和数量分布. 见:广东省海岸带和海涂资源综合调查大队,广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室(编):大亚湾海洋生态文集( ). 北京:海洋出版社,237~247  
李荣冠,江锦祥,蔡尔西,徐惠洲,1995. 福清湾大型底栖生物生态研究. 海洋学报,17(1):90~96  
李荣冠,江锦祥,蔡尔西,徐惠洲,吴启泉,林双淡,1997. 广东海门湾大型底栖生物生态研究. 台湾海峡,16(2):217~222  
李荣冠,江锦祥,蔡尔西,徐惠洲,吴启泉,林双淡,1999. 兴化湾大型底栖生物生态研究. 海洋学报,21(5):101~109  
李荣冠,江锦祥,鲁琳,郑凤武,吴启泉,李传燕,1993. 大亚湾潮间带底栖生物种类组成与分布. 海洋与湖沼,24(5):527~534  
李荣冠,江锦祥,鲁琳,郑凤武,徐惠洲,黄心光,1996. 鼓浪屿软相潮间带生态研究. 海洋学报,18(2):123~129  
刘灿然,马克平,吕延华,康永亮,1998. 生物群落多样性的测度方法 VI:与多样性测度有关的问题. 生物多样性,6(3):229~239  
马克平,1994. 生物群落多样性的测度方法. 见:钱迎倩,马克平(主编),生物多样性研究的原理与方法. 北京:中国科学技术出版社,141~165  
丘耀文,王肇鼎,1997. 大亚湾海域重金属潜在生态危害评价. 热带海洋,16(4):49~52  
权洁霞,戴继勋,尚迅,1999. 海洋生物遗传多样性研究现状. 青岛海洋大学学报,29(2):283~288  
王庆锁,王襄平,罗菊春,冯宗炜,李经天,马玉华,苏玉华,1997. 生态交错带与生物多样性. 生物多样性,5(2):126~131  
王伟强,卢靖鸾,黄尚高,1996. 大亚湾海水总产氧率与生物及环境因素和相关分析研究. 海洋学报,18(2):57~64  
徐恭昭等著,1989. 大亚湾环境与资源. 合肥:安徽科学技术出版社  
于登攀,邹仁林,1999. 三亚鹿回头岸礁造礁石珊瑚群落结构的现状和动态. 见:马克平(主编),中国重点地区与类型生态系统多样性. 浙江:浙江科学技术出版社,225~286  
袁秀珍,1997. 大鹏澳潮间带软体动物名录及其数量分布. 动物学杂志,32(1):9~12  
袁秀珍,余超波,段海生,1989. 大亚湾贝类调查. 武汉教育学院学报,(1):67~69  
赵志模,郭依泉,1990. 群落生态学的原理和方法. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,173~203  
Stephenson T A and Stephenson A, 1949. The universal features of zonation between tidemarks on rocky coasts. *Journal of Ecology*, 37(2):289~305