

胶州湾红石崖潮间带大型底栖动物群落生态学研究

王洪法, 李宝泉, 张宝琳, 帅莲梅, 李新正

(中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 根据 2003 年 8 月至 2004 年 5 月(夏、秋、冬、春季)4 个季度月, 对位于胶州湾内红石崖潮间带的高潮带(H1 站)、中潮带(H2 站)、和低潮带(H3 站)所设的 3 个站进行了综合生态调查并分析所获的资料。结果表明, 红石崖潮间带大型底栖动物的总平均栖息密度、总平均生物量和总种数分别为 718.67 个/m²、123.21 g/m²和 62 种。平均密度、平均生物量和种数在高潮带分别是 1 765.5 个/m²、342.53 g/m²和 12 种; 中潮带分别是 248 个/m²、11.31 g/m²和 35 种; 低潮带分别是 142.5 个/m²、15.74 g/m²和 44 种。3 个潮带的平均密度(D): 大小顺序为 $D_{H1} > D_{H2} > D_{H3}$, 平均生物量(B): $B_{H1} > B_{H3} > B_{H2}$; 种数(S): $S_{H3} > S_{H2} > S_{H1}$ 。定性采集在 3 个潮区共采到大型底栖动物 44 种, 其中有 27 种在定量采集中没有采到, 3 个潮带共采到大型底栖动物 89 种。

关键词: 潮间带; 大型底栖动物; 生态学研究; 胶州湾

中图分类号: P714.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2006)09-0052-06

潮间带是指从最大高潮水面到最小低潮水面之间的范围, 生物资源非常丰富, 是海岸带的重要组成部分。中国对潮间带的生态调查研究开展比较早, 上世纪 30 年代张玺等曾对胶州湾进行过多次考察^[1], 50 年代对黄海潮间带也进行过调查^[2], 60 年代庄启谦等对胶州湾沧口潮间带进行过连续 17 个月的生态调查^[3], 80 年代曾进行过全国海岸带及潮间带普查, 但对胶州湾进行的潮间带调查无论调查规模还是调查次数都相对较少, 自 80 年代全国海岸带及潮间带调查后, 就没开展此项调查研究。同时即将兴建的胶州湾跨海大桥就在红石崖潮间带附近, 跨海大桥建成后对该潮间带环境质量及底栖动物的栖息环境是否有潜在性的影响, 将是个重大问题, 所以此次的潮间带大型底栖动物调查结果在建桥后的调查作比较, 提供了可靠数据。本次对胶州湾潮间带的生态调查, 作者根据不同的生态岸相分别在红石崖、女姑口和薛家岛的辛岛湾设立 3 个断面, 以便了解栖息在胶州湾潮间带不同底质(沙、泥沙、软泥)内的生物组成、分布和季节变化等状况, 为保护、开发和利用潮间带海洋生物资源提供科学依据。本研究为红石崖潮间带的调

查结果。

1 材料和方法

于 2003 年 8 月、11 月和 2004 年 2 月、5 月 4 个季度月(代表夏、秋、冬、春 4 季), 在胶州湾红石崖潮间带的高、中、低潮带各设一个站, 分别为 H1 站、H2 站、H3 站(其底质组成见图 1), 对大型底栖动物进行调查取样。取样时用 GPS 定位, 每个取样站分别进行定量、定性采集, 定量采集用取样面积为 0.25 m²的取样框重复取样 2 次, 取样方法为先拣取框内表面的大型生物, 然后再挖取样框内底泥至约 30 cm 深, 用孔径 1.0 mm 的筛子冲洗去泥; 定性采集是在定量

收稿日期: 2005-10-08; 修回日期: 2006-06-28

基金项目: 中国科学院知识创新项目(KZCX3-SW-214); 山东省科学技术发展计划项目(031070119)

作者简介: 王洪法(1955-), 男, 山东临沂人, 副研究员, 学士, 从事海洋底栖生物生态学研究, 电话:0532-82898775, E-mail: hf wang@ms.qdio.ac.cn; 李新正, 通讯作者, E-mail: lixzh@ms. qdio.ac.cn

采集站附近尽可能多地采集生物样品,以补充定量采集生物种类的不足。所获样品用75%的酒精固定后带回实验室,随后进行种类鉴定、个体计数、称质量、生物量计算,并对所获数据进行统计分析。

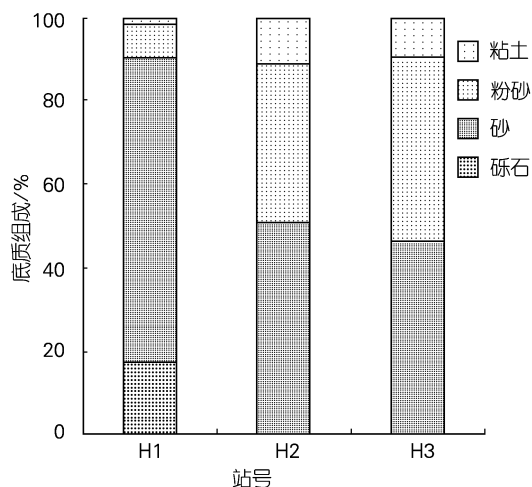


图1 胶州湾红石崖潮间带高、中、低潮带取样站底质组成
Fig. 1 The compositions of subtrium in high, middle and low intertidal zones of Hongshiya in Jiaozhou Bay

采用 Jaccard 的群落种类相似性系数公式 $J=c/(a+b-c)$, 对 3 个潮带的群落进行比较分析。其中 a, b 分别为两样地的种类数, c 为两样地的共有种数。

2 结果与讨论

2.1 生物种类组成、优势种及垂直分布

2.1.1 生物种类组成及优势种

如表 1 所示, 3 个站定量采集共采到大型底栖动物

物 62 种, 其中多毛类 25 种, 占 40.32%; 软体动物 19 种, 占 30.65%; 甲壳动物 12 种, 占 19.35%; 棘皮动物 2 种, 占 3.23%; 其他类群(腔肠、纽虫、鱼类等, 后同)4 种, 占 6.45%。如表 2 所示, 定性采集共采到大型底栖动物 44 种, 其中多毛类 4 种, 占 9.09%; 软体动物 15 种, 占 34.09%; 甲壳动物 14 种, 占 31.82%; 其他类群 11 种, 占 25%, 没有采到棘皮动物(表 2)。定性采集到的 44 种生物中, 有 27 种在定量采集中没有采到, 包括多毛类 2 种; 软体动物 8 种; 甲壳动物 9 种; 其他类群 8 种。综合定性和定量采集, 本次潮间带调查共采到大型底栖动物 89 种, 其中多毛类和软体动物都是 27 种, 各占 30.34%; 甲壳动物 21 种, 占 23.59%; 棘皮动物 2 种, 占 2.25%; 其他类群 12 种, 占 13.48%。优势种多毛类为: 寡鳃齿吻沙蚕(*Nephtys oligobranchia*)、丝异蚓虫(*Heteromastus filiformis*)、寡节甘吻沙蚕(*Glycinde gurjanovae*)、日本刺沙蚕(*Neanthes japonica*); 软体动物为: 秀丽织纹螺(*Nassarius festivus*)、薄壳绿螂(*Glauconome primeana*)、彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*); 甲壳动物为: 日本大眼蟹(*Macrophthalmus japonicus*)、秉氏泥蟹(*Ilyoplax pingi*)。

2.1.2 种类的垂直分布和群落相似性系数

高潮带种类: H1 站共采到大型底栖动物 12 种, 其中多毛类和软体动物都是 3 种, 各占 25%; 甲壳动物 5 种, 占 41.67%; 其他类群 1 种, 占 8.33%; 没有采到棘皮动物。优势种为日本刺沙蚕和薄壳绿螂。

中潮带种类: H2 站共采到大型底栖动物 35 种, 其中多毛类 12 种, 占 34.29%。软体动物 15 种, 占 42.86%; 甲壳动物 4 种, 占 11.43%; 其他类群 3 种, 占 8.57%; 该站无棘皮动物。优势种为丝异蚓虫、寡鳃齿吻沙蚕、秀丽织纹螺和日本大眼蟹。

表 1 胶州湾红石崖潮间带各站定量采集大型底栖动物种类组成

Tab.1 The species number of main macrobenthic groups from the sampling stations of Hongshiya, Jiaozhou Bay for quantitative analysis collection

站号	主要类群种数 (种)					合计	主要类群种数占各站总种数的比例 (%)				
	多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类群		多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类群
H1	3	3	5	0	1	12	25	25	41.67	0	8.33
H2	12	15	4	1	3	35	34.29	42.86	11.43	2.86	8.57
H3	19	12	9	1	3	44	43.18	27.27	20.45	2.27	6.82
总种数	25	19	12	2	4	62	40.32	30.65	19.35	3.23	6.45

表 2 胶州湾红石崖潮间带各站定性采集大型底栖动物种类组成

Tab.2 The species number of main macrobenthic groups from the sampling stations of Hongshiya, Jiaozhou Bay for qualitative analysis collection

站号	各类群生物种数 (种)					合计	各类群生物种数占各站总种数的比例 (%)				
	多毛类 动物	软体 动物	甲壳 动物	棘皮 动物	其他 类群		多毛类	软体	甲壳	棘皮	其他
H1	3	7	4	0	1	15	20	7	4	0	1
H2	1	7	2	0	3	13	7.69	7	2	0	3
H3	1	10	12	0	9	32	3.13	10	12	0	9
总种数	4	15	14	0	11	44	9.09	15	14	0	11

低潮带种类: H3 站共采到大型底栖动物 44 种, 其中多毛类 19 种, 占 43.18%; 软体动物 12 种, 占 27.27%; 甲壳动物 9 种, 占 20.45%; 棘皮动物 1 种, 占 2.27%; 其他类群 3 种, 占 6.82%。优势种为寡节甘吻沙蚕、秀丽织纹螺和日本大眼蟹。

种类组成是群落最基本的特征, 可以反映生物群落与环境的相互关系, 不同生境栖息的生物种类和组成各不相同^[4, 5]。红石崖潮间带高、中和低潮带大型底栖动物种类和动物数量组成以及优势种均差别较大, 两群落相似性系数也比较低(表 3)。低潮带栖息的动物群落在种数和物种丰富度都远远高于高潮带和中潮带, 这与低潮带的生境和地质类型密切相关, 与中潮带的群落相似性系数 J 为 0.423, 表示有些种类组成相同; 与高潮带的 J 为 0.13, 表示生境差异较大, 栖息的相同种类较少。

表 3 胶州湾红石崖潮间带各站大型底栖动物的群落相似性系数 (J)

Tab.3 The resemblance coefficient (J) of macrobenthic communities from the sampling stations of Hongshiya, Jiaozhou Bay

	H2	H3
H1	0.121 951	0.130 435
H2	-	0.423 077

2.2 栖息密度与垂直分布

2.2.1 密度组成

如表 4 所示, 红石崖潮间带的总平均密度为 718.67 个/m², 其中多毛类为 79 个/m², 占 10.99%; 软体动物 612.67 个/m², 占 85.25%; 甲壳动物 24.5 个/m², 占 3.41%; 棘皮动物 0.33 个/m², 占 0.05%; 其他类群 2.17 个/m² 种, 占 0.30%。

表 4 胶州湾红石崖潮间带各站定量采集主要类群平均密度

Tab.4 The mean densities of main macrobenthic groups from the sampling stations of Hongshiya, Jiaozhou Bay

站号	主要类群平均密度 (个/m ²)					总平均 密度	主要类群平均密度占各站总平均密度的比例 (%)				
	多毛类 动物	软体 动物	甲壳 动物	棘皮 动物	其他 类群		多毛类	软体	甲壳	棘皮	其他
H1	10	1 744.5	10	0	1	1 765.5	0.57	98.81	0.57	0	0.06
H2	134.5	75	35	0.5	3	248	54.23	30.24	14.11	0.2	1.21
H3	92.5	18.5	28.5	0.5	2.5	142.5	64.91	12.98	20	0.35	1.75
平均	79	612.67	24.5	0.33	2.17	718.67	10.99	85.25	3.41	0.05	0.30

2.2.2 密度的垂直分布

潮带的总平均密度为 1 765.5 个/m², 其中软体动物 1 744.5 个/m², 占 98.81% 居首位, 其次为多毛类动物和甲壳动物都是 10 个/m², 各占 0.57%, 其他类

群 1 个/m², 占 0.06%, 该潮带没采到棘皮动物。

中潮带的总平均密度为 248 个/m², 其中多毛类动物 134.5 个/m², 占 54.23%; 软体动物 75 个/m², 占 30.24%; 甲壳动物 35 个/m², 占 14.11%; 棘皮动

物 0.5 个/m², 占 0.2%; 其他类群动物 3 个/m², 占 1.21%。

低潮带的总平均密度为 142.5 个/m², 其中多毛类动物 92.5 个/m², 占 64.91%; 软体动物 18.5 个/m², 占 12.98%; 甲壳动物 28.5 个/m², 占 20%; 棘皮动物 0.5 个/m², 占 0.35%, 其他类群动物 2.5 个/m², 占 1.75。

密度(D)的垂直分布大小顺序为: $D_{高潮带} > D_{中潮带} > D_{低潮带}$ 。

2.3 生物量与分布

2.3.1 生物量

如表 5 所示, 红石崖潮间带的总平均生物量为 123.19 g/m², 其中多毛类动物为 1.29 g/m², 占 1.05%; 软体动物 116.33 g/m², 占 94.43%; 甲壳动物 4.55 g/m², 占 3.70%; 棘皮动物 0.06 g/m², 占 0.05%; 其他类群 0.96 g/m²种, 占 0.78%。

2.3.2 生物量的垂直分布

高潮带的总平均生物量为 342.53 g/m², 其中软体动物 339.3 g/m², 占 99.06%居首位, 其次为多毛类动物 1.98 g/m², 占 0.58%; 甲壳动物 1.13 g/m², 占 0.33%; 其他类群 0.12 g/m², 占 0.04%;

中潮带的总平均生物量为 11.31g/m², 其中多毛类动物 1.23 g/m², 占 10.88%; 软体动物 4.54 g/m², 占 40.14%; 甲壳动物 4.5 g/m², 占 39.79%; 棘皮动物 0.09 g/m², 占 0.80%; 其他类群动物 0.95 g/m², 占 8.40%。

低潮带的总平均生物量为 15.74 g/m², 其中多毛类动物 0.67 g/m², 占 4.26%; 软体动物 5.15 g/m², 占 32.72%; 甲壳动物 8.04 g/m², 占 51.08%; 棘皮动物 0.08 g/m², 占 0.51%, 其他类群动物 1.8 g/m², 占 11.44%。

生物量(B)的垂直分布是: $B_{高潮带} > B_{低潮带} > B_{中潮带}$ 。

表 5 胶州湾红石崖潮间带各站定量采集各主要类群平均生物量

Tab. 5 The mean biomasses of main macrobenthic groups from the sampling stations of Hongshiya, Jiaozhou Bay

站号	主要类群平均生物量 (g/m ²)					总平均生物量	主要类群平均生物量占各站总平均生物量的比例 (%)				
	多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类群		多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类群
H1	1.98	339.30	1.13	0	0.12	342.53	0.58	99.06	0.33	0	0.04
H2	1.23	4.54	4.50	0.09	0.95	11.31	10.88	40.14	39.79	0.80	8.40
H3	0.67	5.15	8.04	0.08	1.80	15.74	4.26	32.72	51.08	0.51	11.44
平均	1.29	116.33	4.55	0.06	0.96	123.19	1.05	94.43	3.70	0.05	0.78

2.4 季节变化

2.4.1 种数的季节变化

由表 6 看出, 红石崖潮间带共采到大型底栖动物 61 种, 出现种数最多的季节是春季, 为 35 种, 其次是夏季、秋季和冬季, 分别为 25 种, 24 种和 24 种。

种数(S)的季节变化: $S_{春季} > S_{夏季} > S_{秋季}, S_{冬季}$ 。

从各站种数的季节变化来看, H3 站出现的种数最多, 其季节变化也是春季>夏季>秋季>冬季, 因此种数的季节变化 H3 站起着决定性作用。

2.4.2 密度的季节变化

由表 6、7 看出, 红石崖潮间带大型底栖动物的总平均密度为 718.67 个/m², 冬季密度最高, 为 994.00 个/m², 其次是春季、秋季和夏季, 分别为 771.33、618.67 和 490.67 个/m²。

平均密度(D)的季节变化: $D_{冬季} > D_{春季} > D_{秋季} > D_{夏季}$ 。

从各站密度的季节变化来看, H1 站的平均密度为

(1 765.5 个/m²), 是总平均密度(718.67 个/m²)的 2 倍多, 其季节变化为冬季>秋季>春季>夏季; 从各类群的季节变化来看, 又是软体动物的平均密度(612.67 个/m²)占了总平均密度的绝对优势, 其季节变化为冬季>春季>秋季>夏季, 而 H1 站的优势种为软体动物的薄壳绿螂, 因此, 平均密度的季节变化 H1 站的薄壳绿螂起着决定性作用。

2.4.3 生物量的季节变化

由表 8 看出, 红石崖潮间带大型底栖动物的总平均生物量为 123.19 g/m², 和其密度相同, 也是冬季生物量最高, 为 211.98 g/m², 高出其总平均生物量近 1 倍。其次是秋季、夏季和春季, 分别为 108.10 g/m², 88.25 g/m²和 84.44 g/m²。

平均生物量(B)的季节变化: $B_{冬季} > B_{秋季} > B_{夏季} > B_{春季}$ 。生物量的季节变化也和其密度的季节变化相一致,

表 6 胶州湾红石崖潮间带各站各季节的种数、平均密度、平均生物量

Tab. 6 The seasonal species number, mean densities and biomasses of main macrobenthic groups from the sampling stations of Hongshiya, Jiaozhou Bay

时间 (年-月)	平均密度(个/m ²)				平均生物量(g/m ²)				出现种数(种)			
	H1	H2	H3	平均	H1	H2	H3	平均	H1	H2	H3	出现种数
2003-08	1330	28	114	490.67	240.14	7.64	16.96	88.25	6	7	17	25
2003-11	1554	226	76	618.67	301.16	5.82	17.32	108.10	5	16	14	24
2004-02	2818	106	58	994.00	613.32	3.86	18.76	211.98	6	14	14	24
2004-05	1360	632	322	771.33	215.50	27.90	9.92	84.44	4	21	24	35
总种数									12	35	44	61
平均	1765.5	248	142.5	718.67	342.53	11.31	15.74	123.19				

表 7 胶州湾红石崖潮间带各主要类群平均密度的季节变化

Tab. 7 The seasonal mean densities of main macrobenthic groups from the intertidal zones of Hongshiya, Jiaozhou Bay

时间 (年-月)	主要类群平均密度(个/m ²)					
	多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类群	总平均密度
2003-08	27.33	438.67	22.67	0.67	1.33	490.67
2003-11	80.00	518.67	17.33	0.00	2.67	618.67
2004-02	43.33	936.00	12.67	0.00	2.00	994.00
2004-05	165.33	557.33	45.33	0.67	2.67	771.33
平均密度	79.00	612.67	24.50	0.33	2.17	718.67

表 8 胶州湾红石崖潮间带各主要类群平均生物量的季节变化

Tab. 8 The seasonal mean biomasses of main macrobenthic groups from the intertidal zones of Hongshiya, Jiaozhou Bay

时间 (年-月)	各类群生物平均生物量(g/m ²)					
	多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类群	总平均生物量
2003-08	0.49	80.61	6.93	0.10	0.12	88.25
2003-11	1.06	100.89	5.43	0.00	0.73	108.10
2004-02	1.53	206.49	1.26	0.00	2.70	211.98
2004-05	2.09	77.35	4.61	0.11	0.28	84.44
平均生物量	1.29	116.33	4.55	0.06	0.96	123.19

起决定性作用的仍为 H1 站和软体动物的薄壳绿螂, H1 站的平均生物量(612.67 g/m²)是总平均生物量(123.19 g/m²)的 4 倍还多, 其季节变化为冬季>秋季>夏季>春季; 各类群的平均生物量季节变化又是软体动物的平均生物量(116.33 g/m²)占了总平均生物量的绝对优势, 其季节变化为冬季>秋季>夏季>春季。

3 小结

本次红石崖潮间带大型底栖动物调查结果

平均生物量、总平均密度和总种数分别为 123.21 g/m², 718.67 个/m², 62 种, 与已往的海岸带调查资料中大陆沿岸砂泥滩的生物量和密度分别为 124.12 g/m² 和 753.5 个/m² 相差不大。说明红石崖潮间带生物量和栖息密度属于典型的沿岸泥沙滩类型。

大型底栖动物的种数、生物量和栖息密度, 在不同潮区以及不同季节差别较大, 主要由生境的差异引起。具体为: 种数在各站的大小顺序: $S_{H3} > S_{H2} > S_{H1}$; 平均密度在各站的大小顺序: $D_{H1} > D_{H2} > D_{H3}$; 平均生

物量在各站的大小顺序: $B_{H1} > B_{H3} > B_{H2}$; 种数的季节变化: $S_{春季} > S_{夏季} > S_{秋季}$, $S_{冬季}$; 平均密度的季节变化: $D_{冬季} > D_{春季} > D_{秋季} > D_{夏季}$; 平均生物量的季节变化: $B_{冬季} > B_{秋季} > B_{夏季} > B_{春季}$ 。

这些变化特征与其他海域潮间带的特征大体相同, 但又有些差异^[6, 7, 8]。原因可能是该潮间带特殊的小生境和底质特征以及群落种类的组成不同造成的。

致谢: 本研究受到项目组首席科学家孙松研究员、中国科学院胶州湾生态站和项目其他课题组的大力支持和协助, 标本由孙道元、任先秋、廖玉麟研究员做种类鉴定, 任先秋、于海燕、王金宝、王永强、李士玲、徐琰、张昭、安建梅、蒋维等参加了部分取样考察, 在此一并致谢。

参考文献:

[1] 张玺. 胶州湾海产动物采集集团第一期采集报告[J]. 北研动物所丛刊, 1935, 11: 1-95.
[2] 古丽亚诺娃, 刘瑞玉. 黄海潮间带生态学研究[J]. 中国科学院海洋研究所丛刊, 1958, 1(2): 1-43.

[3] 庄启谦, 崔可铎. 胶州湾沧口潮间带生态学研究[A]. 中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊(22) [C]. 北京: 科学出版社, 1984. 79-95.
[4] Stephenson T A, Stephenson A. Life between tide marks on rocky shores [M]. San Francisco: Freeman W H Co, 1972. 425.
[5] Morton B, Morton J. The Sea Shores Ecology of Hong Kong [M]. Hong Kong: Hong Kong University Press, 1983. 342.
[6] 劭晓阳, 尤仲杰, 蔡如星, 等. 浙江省海岛潮间带生态学研究 II. 数量组成与分布[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2001, 20(4): 279-286.
[7] 庄树宏, 陈礼学. 烟台月亮湾岩岸潮间带底栖海藻群落结构的季节变化[J]. 青岛海洋大学学报, 2003, 33(5): 719-726.
[8] 张永普, 应雪萍, 吴海龙, 等. 北麂列岛岩相潮间带底栖生物群落的组成特征[J]. 海洋湖沼通报, 2000, 4: 26-33.

The ecological research of the macrobenthic community in intertidal zone of Hongshiya, Jiaozhou Bay

WANG Hong-fa, LI Bao-quan, ZHANG Bao-lin, SHUAI Lian-mei, LI Xin-zheng

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

Received: Oct., 8, 2005

Key words: intertidal zone; macrobenthos; ecology; the Jiaozhou Bay

Abstract: Three sampling stations within intertidal zone of Hongshiya, Jiaozhou Bay, were set up to explore the community of macrobenthos in Jiaozhou Bay during August 2003 to May 2004 in four seasons. The results show that the total mean density, biomass and species number of macrobenthos in this intertidal zone are 718.67 ind./m², 123.21 g/m² and 62 species respectively; those from the high tidal zone (station H1) are 1765.5 ind./m², 342.53 g/m², 12 species, those in the middle tidal zone (station H2) are 248 ind./m², 11.31 g/m², 35 species, and those in the low tidal zone (station H3) are 142.5 ind./m², 15.74 g/m² and 44 species, respectively. The mean densities, biomasses and species numbers of the macrobenthos in three tidal zones are distinct different, of which the mean densities are H1 > H2 > H3, mean biomasses are H1 > H3 > H2, species numbers are H3 > H2 > H1. While the quantitative collection, qualitative collection was also carried out and 44 species were obtained, of which 27 species were not collected during the quantitative collection. There are 89 species in total were collected from Hongshiya intertidal zone.

(本文编辑: 刘珊珊)