连云港市泥砂质潮间带大型底栖动物群落调查

季相星[1],姜毅[1],王晨波[2],李军[1]
(1. 连云港市环境监测中心站,江苏　连云港　222001;2. 江苏省环境监测中心,江苏　南京　210036)

摘　要:于 2013 年 9 月对连云港市某泥砂质潮间带 3 个站位的大型底栖动物进行调查,结果表明,有大型底栖动物 57 种,其中多毛类 23 种,甲壳类 18 种,软体动物 10 种,其他类群 6 种。该潮间带大型底栖动物的总平均丰度为 2 119.1 m^{-2},总平均生物量为 66.34 g/m^2,其中光滑狭口螺(*Stenothyra glabar*)在高潮带的丰度高达 3 082.7 m^{-2},整个潮间带丰度呈现由高潮带向低潮带逐渐降低的趋势。潮间带 Shannon - Wiener 多样性指数平均值 3.26;整个调查潮间带的沉积物环境较清洁。

关键词:连云港;潮间带;大型底栖动物;群落结构
中图分类号:X835　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1674 - 6732(2014)06 - 0041 - 04

Primary Study on Community Structure of Macrobenthos in the Argillo-arenaceous Intertidal Zone in Lianyungang

JI Xiang-xing[1], JIANG Yi[1], WANG Chen-bo[2], LI Jun[1]
(1. *Lianyungang Environmental Monitoring Central Station*, *Lianyungang*, *Jiangsu* 222001, *China*; 2. *Jiangsu Environmental Monitoring Center*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*)

Abstract: Macrobenthos were investigated at 3 sites in the Argillo-arenaceous Intertidal Zone in Lianyungang in September 2013. In total, 57 species were found, including 23 species of Polychaeta, 18 species of Crustacea, 10 species of Mollusca, and 6 species of other taxonomies. The average abundance of macrobenthos was 2 119.1 m^{-2}, and the average biomass was 66.34g/m^2 in the sampling sites. The abundance of *Stenothyra glabar* in the high-tide zone was 3 082.7 m^{-2}. The abundance showed the trend of decreasing from the high-tide zone to the low-tide zone in the intertidal zone. The average of Shannon-Wiener index of macrobenthos was 3.26, and the sediment environment of this site was clean . Compared with the previous survey, this paper held that the community structure of macrobenthos have greatly changed.

Key words: Lianyungang; The Intertidal Zone; Macrobenthos; Community structure

潮间带生态环境复杂多变,生物资源丰富,是海岸带的重要组成部分。在底质相对疏松的泥砂质滩涂,常适合于较多经济物种的养殖,其产量在海产品中常占据相当大的份额。连云港市位于中国黄海中南部的海州湾,为典型的开敞式海湾,呈新月形,是砂质 - 岩石海岸和泥质海岸的交汇地带。

近年来,国内学者已对胶州湾、黄河口及长江口等典型的潮间带进行了较系统的研究[1-5],但对砂质、岩石和泥质交汇地带的海州湾潮间带研究却鲜见报道[6]。现于 2013 年 9 月对连云港砂质潮间带大型底栖动物的丰度、生物量及生物多样性进行了调查分析,以期为该海域潮间带生态系统的深入研究提供参考。

1　调查方法

1.1　站位设置

在连云港市某泥砂质潮间带分别按高潮带、中潮带和低潮带依次设置 3 个站位,见图 1。

1.2　分析方法

使用 GPS 定位,在潮位适合的时候采样。采用 25 cm × 25 cm^2 取样框随机取样,每次取 3 个平行样。取样后过 0.5 mm 网筛,将筛选后所留物装入塑料瓶中,加等体积 10% 甲醛溶液固定,置于常温保存。实验室内使用 0.5 mm 网筛进行样品分

收稿日期:2014 - 07 - 22;**修订日期**:2014 - 09 - 03
作者简介:季相星(1987—),男,助理工程师,硕士,从事生物监测工作。

选后，解剖镜下进行样品种类鉴定及计数。样品的采集、保存、计数和称量均按照文献[7－8]。

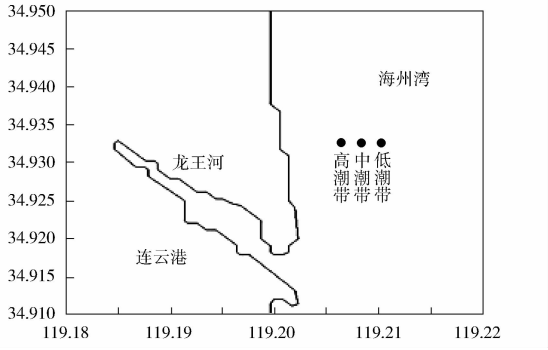

图 1　连云港潮间带大型底栖动物调查站位

1.3　数据处理

优势种采用相对重要性指数 IRI(Index of Relative Importance)[9] 进行确定。

$$IRI = (W + N) \times F$$

式中：W——每种生物量占总生物量百分比；

N——每种丰度占总丰度百分比；

F——该种出现的频率。

生物多样性采用 Shannon－Wiener 多样性指数(H')[10]、Margalef 丰富度指数(d)[11] 及 Pielou's 均匀度指数(J')[12] 进行分析。

$$H' = \sum_{i=1}^{s} P_i \log_2 P_i$$

$$J' = H'/\log_2 S$$

$$d = (S - 1)/\log_2 N$$

式中：P_i——第 i 种个体数与总个体数的比值；

N——总个体数；

S——总种数。

2　结果分析

2.1　大型底栖动物种类组成

调查共发现大型底栖动物 57 种，分属于 8 个门类，各门类种数及所占比例见图 2。其中高潮带发现 37 种，中潮带发现 27 种，低潮带发现 21 种。根据 SIMPER 分析结果，对各潮带间相似度贡献较大的种为：长臂虾(*Palaemon sp.*)、中阿曼吉虫(*Armandia intermedia*)和膜质伪才女虫(*Pseudopolydora kempi*)，累计相似度贡献率为 51.87%。同时，各潮带间非相似度贡献较大的种及其累计值见表 1，相对重要性指数前 10 位的种见表 2。

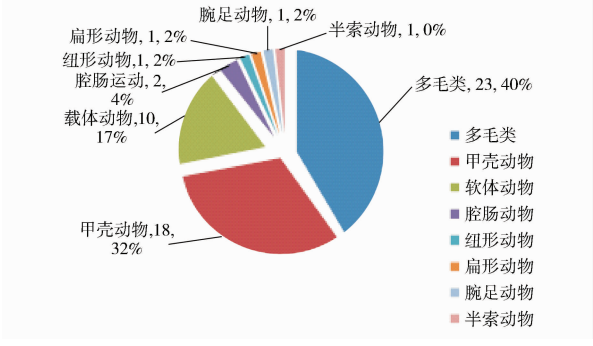

图 2　各门类种数及所占比例

表 1　潮带间主要的非相似度贡献种与累积非相似度贡献

潮带	种名	累计非相似度贡献/%
高潮带、中潮带	光滑狭口螺、雷伊著名团水虱、中国周眼钩虾	74.00
高潮带、低潮带	光滑狭口螺、雷伊著名团水虱、中国周眼钩虾	70.03
中潮带、低潮带	中阿曼吉虫、膜质伪才女虫、长臂虾	41.52

表 2　相对重要性指数前 10 位的种

种名	IRI
光滑狭口螺(*S. glabar*)	36.56
豆形拳蟹(*P. pisuma*)	29.89
短身大眼蟹(*M. abbreviatus*)	8.93
长臂虾(*Palaemon sp.*)	6.48
智利巢沙蚕(*D. chiliensis*)	4.80
长吻沙蚕(*G. chirori*)	4.68
中阿曼吉虫(*A. intermedia*)	3.81
蓝氏三强蟹(*T. rathbunae*)	3.48
长鳃树蛰虫(*P. branchia*)	3.29
膜质伪才女虫(*P. kempi*)	3.14

在 IRI 指数排名前 10 位的种中包括软体动物 1 种，甲壳类 4 种和多毛类 5 种，说明这 3 种生物类群在该潮间带的大型底栖动物群落中有着极其重要的作用。在高潮带发现了大量的光滑狭口螺(*S. glabar*)，其丰度高达 3 082.7 m^{-2}，生物量为 11.71 g/m^2，从而导致了其 IRI 值高达 36.56。豆形拳蟹(*Philyra pisuma*)、短身大眼蟹(*Macrophthalmus abbreviatus*)、长臂虾(*Palaemon sp.*)及蓝氏三强蟹(*Tritodynamia rathbunae*)都属于个体大、丰度低的种类，但由于其具有较高的生物量，因此，在

IRI 排名中比较靠前。多毛类中的长吻沙蚕(*Glycera chirori*)丰度较高且个体较大,而智利巢沙蚕(*Diopatra chiliensis*)及长鳃树蛰虫(*Pistabrevi branchia*)属于典型的个体大、丰度低的种类,中阿曼吉虫(*A. intermedia*)及膜质伪才女虫(*P. kempi*)则属于个体小、丰度高的种类。

2.2　大型底栖动物的丰度和生物量

2.2.1　丰度

各站位丰度及各类群丰度的组成比例见表 3。由表 3 可见,高潮带丰度远高于中潮带及低潮带。同时高潮带发现的其他物种的丰度也普遍高于中潮带及低潮带物种的丰度。根据现场观察,高潮带属泥砂质底质,有机质含量丰富,而中潮带及低潮带均属于砂质底质,有机质含量较高潮带要少,这可能是造成高潮带丰度远高于中潮带及低潮带的主要原因;但上述推论仅是建立在现场观察的基础上的,还有待进一步的调查验证。

表 3　各站位大型底栖动物丰度及各类群丰度的组成比例　　m^{-2}

潮带	多毛类	软体动物	甲壳类	其他	总和
高潮带	725.3	3 429.3	1 072.0	37.3	5 264.0
中潮带	485.3	48.0	101.3	21.3	656.0
低潮带	117.3	0.0	309.3	10.7	437.3
平均	442.7	1 159.1	494.2	23.1	2 119.1
比例/%	20.9	54.7	23.3	1.1	100.0

2.2.2　生物量

各站位生物量及各类群生物量组成比例见表 4。由表 4 可见,中潮带生物量最高,其次为高潮带,而低潮带最低。甲壳类生物量最高,占总平均生物量 51.1%,其次为多毛类。中潮带甲壳类及多毛类生物量都较高,为发现了较大个体的种类造成,如智利巢沙蚕(*D. chiliensis*,11.30 g/m^2)、长鳃树蛰虫(*P. branchia*,19.12 g/m^2)、豆形拳蟹(*P. pisuma*,30.35 g/m^2)及短身大眼蟹(*M. abbreviatus*,11.02 g/m^2)。高潮带同样是甲壳类生物量最高,发现了较大个体的豆形拳蟹(*P. pisuma*)及短身大眼蟹(*M. abbreviatus*),其次为软体动物。

表 4　各站位大型底栖动物生物量及各类群生物量的组成比例　　g/m^2

潮带	多毛类	软体动物	甲壳类	其他	总和
高潮带	5.29	23.20	34.74	0.07	63.31
中潮带	31.23	13.15	47.67	6.90	98.95
低潮带	10.45	0.00	19.35	6.97	36.77
平均	15.66	12.12	33.92	4.65	66.34
比例/%	23.6	18.3	51.1	7.0	100.0

2.3　大型底栖动物的多样性

各站位大型底栖动物多样性指数见表 5。种数及丰富度指数从高潮带至低潮带依次降低,但高潮带的 Shannon - Wiener 指数及均匀度指数却是最低。

表 5　各站位大型底栖动物多样性指数

潮带	种数 S	Shannon - Wiener 指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d
高潮带	37	2.67	0.74	2.91
中潮带	27	3.62	1.00	2.78
低潮带	21	3.50	0.97	2.28
平均值	28	3.26	0.90	2.66

3　讨论

本次调查与文献[6](2002 年)结果对比见表 6。

表 6　本次调查与文献[6](2002 年)结果对比

断面	种数	丰度/m^{-2}			生物量/($g \cdot m^{-2}$)			H'	J'
		高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带		
TD	40	52	39	30	41.64	16.54	47.54	3.867 6	0.880 5
TE	45	1 339	1 014	5 248	236.97	118.22	167.42	1.242 6	0.267 4
本研究	57	5 264	656	437.3	63.31	98.95	36.77	3.36	0.90

由表 6 可见,本次调查发现种类比 2002 年多;丰度同 TE 断面相近,均远高于 TD 断面。生物量介于 TD 断面与 TE 断面之间,高于 TD 断面,但远低于 TE 断面。种类组成、丰度组成及生物量组成均与 2002 年调查差异较大。2002 年调查种类最多、丰度最高、生物量最大的均为软体动物,其次为甲壳类,多毛类更次之;而本次调查则是多毛类种类最多、丰度最高、生物量最大,其次为甲壳类,软体动物更次之。

平均丰度(2 119.1 m^{-2})同 TE 断面调查结果

(2 533.7m^{-2})相近,均达到了 2 000 以上,但从各潮带丰度的分布看,两条断面却相差较大。TE 断面是低潮带高达 5 000 多,高潮带及中潮带均 1 000 多;而本次调查则是高潮带达到了 5 000 多,而中潮带及低潮带均不足 1 000。这主要是由于高丰度物种的分布不同造成的。TE 断面低潮带发现了大量的脆壳理蛤(*Theora fragilis*),而本次调查则是在高潮带发现了大量的光滑狭口螺(*S. glabar*, 3 082.7 m^{-2})。同时,虽然 TE 断面与本次调查断面中潮带丰度相近,但中潮带的优势种却发生了较大的变化;TE 断面主要优势种为脆壳理蛤(*T. fragilis*)、红带织纹螺(*Nassarius succinctus*)和吻沙蚕(*Glycera sp.*),而本次调查中潮带主要优势种为中阿曼吉虫(*A. intermedia*)、膜质伪才女虫(*P. kempi*)和长吻沙蚕(*G. chirori*)。

发生以上变化的原因,一是受近年来近岸海域污染的影响,水体及沉积物的理化因子均发生了变化,导致潮间带大型底栖动物群落结构发生了变化;二是受近海养殖,尤其是该区域四角蛤蜊(*Mactra veneriformis*)大量养殖的影响。

调查区域潮间带大型底栖动物群落结构发生了较大变化,潮间带大型底栖动物种类、丰度及生物量的最主要组成成分由软体动物变为多毛类,甲壳类依然处于第 2 的位置。同时,与 TE 断面相比,最大优势种由位于低潮带的脆壳理蛤(*T. fragilis*)变为位于高潮带的光滑狭口螺(*S. glabar*)。

[参考文献]

[1] 王洪法,李宝泉,张宝琳,等. 胶州湾红石崖潮间带大型底栖动物群落生态学研究[J]. 海洋科学,2006,30(9):52-57.

[2] 张宝琳,王洪法,李宝泉,等. 胶州湾辛岛潮间带大型底栖动物生态学调查[J]. 海洋科学,2007,31(1):60-64.

[3] 王志忠,段登选,张金路,等. 2008 年黄河入海口潮间带大型底栖动物生物量研究[J]. 广东海洋大学学报,2010,30(4):29-35.

[4] 冷宇,刘一霆,刘霜,等. 黄河三角洲南部潮间带大型底栖动物群落结构及多样性[J]. 生态学杂志,2013,32(11):3054-3062.

[5] 安传光,赵云龙,林凌,等. 长江口九段沙潮间带大型底栖动物季节分布特征的初步研究[J]. 水产学报,2007,31(增刊):52-58.

[6] 高爱根,杨俊毅,曾江宁,等. 海州湾潮间带大型底栖动物的分布特征[J]. 海洋学研究,2009,27(1):22-29.

[7] 国家质量监督局. GB 17378.7-2007　海洋调查规范:海洋生物调查[S]. 北京:中国标准出版社,2007:41-44.

[8] 国家质量监督局. GB 17378.7-2007　海洋监测规范:近海污染生态调查和生物监测[S]. 北京:中国标准出版社,2007:12-22.

[9] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in california waters[J]. California Department of Fish and Game Fish Bulletin, 1971 (152):1-105.

[10] SHANNON C E, WEAVER W. The mathematical theory of communication[J]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

[11] MARGALEF R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: Buzzati ~ Traverso A A. ed. Perspectives in marine biology[J]. University of California, press, 1958:323-349.

[12] PIELOU E C. Ecological diversity[M]. New York: John Wiley, 1975:16-51.

(上接第 40 页)

(3)O_3 污染主要在夏季,为降低 $\rho(O_3)$ 而实施的 VOCs 和 NOx 减排控制措施在夏季的实施效果最为明显,其次为春秋季节,冬季最差。

[参考文献]

[1] 谢绍东,张远航,唐孝炎. 我国城市地区机动车污染现状与趋势[J]. 环境科学研究,2000,13(4):22-25,38.

[2] 张远航,邵可声,唐孝炎,等. 中国城市光化学烟雾污染研究[J]. 北京大学学报:自然科学版,1998,34(2/3):392-400.

[3] 蒋维楣,蔡晨霞,李昕. 城市低层大气臭氧生成的模拟研究[J]. 气象科学,2001,21(2):154-161.

[4] 陈奎,郭胜华,董海燕,等. 天津市臭氧浓度时空分布与变化特征研究[J]. 环境与可持续发展,2010(1):17-19.

[5] SOLOMON P, COWLING E., HIDY G, et al. Comparison of scientific findings from major ozone field studies in north america and europe[J]. Atmospheric Environment, 2000, 34:1885-1920.

[6] HIDY G M. Ozone process insights from field experiments[J]. Atmospheric Environment, 2000(34):2001-2022.

[7] 朱琳,安俊岭,王自发,等. 光化学臭氧日变化特征与其前体物关系的讨论[J]. 南京气象学报,2006,29(6):744-749.

[8] GIPSON G L, FREAS W, KELLY R, et al. Guide line for use of city-specific EKMA in preparing ozone SIPs. EPA-4S0/4-80-027, US EPA, Research Triangle Park, Nc, 1981[S].

[9] DENNIS R L, BYUN D W, NOVAK J H, et al. The next generation of integrated air quality modeling: EPA's Models-3[J]. Atmos Environ, 1996, 30(12):1925-1938.

[10] 陈璐,周阳,王伟,等. 天津市 $PM_{2.5}$ 排放源构成分析及防治措施评估研究[J]. 城市环境与生态,2014,27(3):26-30.

[11] DUDHIA J, GILL D, MANNING K, et al. PSU/NCAR mesoscale modeling system tutorial class notes and user's guide: MM5 modeling system version 3[R], National Center for Atmospheric Research, 2004.