

山东南部小场沙滩潮间带生态学研究*

杨宗岱 林光宇 任先秋 李凤兰

(中国科学院海洋研究所)

世界各海沿岸的潮间带大部分区域是沙滩,这主要是由于波浪的强烈冲击所致。与碎石、石砾滩一样,沙滩对底栖生物的生存显然不利,因而其栖息生物种类比较贫乏,数量也少,完全缺乏大型植物,除了某些特定的沙栖种外,主要是一些小型无脊椎动物和植物。河口附近和内湾水下平台则例外,丰富的有机物质使之成为完全不同的生境。

虽然潮间带生态研究已有一百多年的历史,但有关沙滩生境的研究较少,对沙滩生物的生态特点缺乏系统的探讨。有的学者直接采用岩岸潮间带生态研究方法,这不仅与客观实际不符,而且造成术语上的混乱。另外,在群落结构的研究中也存在不少问题,例如往往没有按生态特点区别底内生物和底表生物,造成对区系性质的错误判断。为此,我们想通过对小场沙滩生境的调查研究,对沙滩潮间带研究中的一些问题进行初步探讨。

一、自然环境

小场位于山东省胶南县的西南部,海滩的砂粒粒径 0.063—1 mm,滩面广阔,坡度较小,生物组成贫乏,大体上可以代表黄海、渤海开阔的沙质海滩潮间带概况。

根据青岛观象台 40 年观测资料,山东半岛沿岸冬季寒冷干燥,夏季炎热多雨,年平均

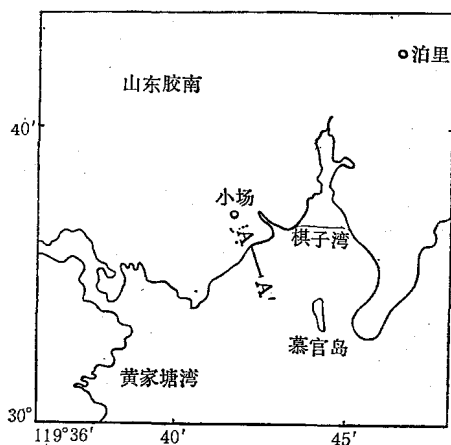


图 1 断面位置

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1430 号。

本文承刘瑞玉、齐钟彦教授审阅,特此志谢。

收稿日期: 1987 年 4 月 2 日。

气温为 12.1℃, 1 月份平均 -1.2℃, 8 月份平均 25.2℃, 年温差较大。1 月为一年中最冷季节, 部分地区时有岸冰覆盖, 退潮裸露出的地带亦有薄冰覆盖。冬季水温比气温高 3—4℃, 而夏季水温则低于气温。水温受潮汐等影响, 日变化一般在 2—4℃ 以上。

潮汐为不正规的半日潮, 有明显的日潮不等现象。

二、潮带划分与研究方法

1. 潮带划分 Mortensen (1921) 划分沙质海滩为滨前带 (Foreshore zone) 和潮汐带。生活在滨前带的生物适应干燥的陆地环境, 能经受海浪的冲击。分布在潮汐带的生物是真正的海洋生物, 能忍受退潮后的干燥。在此以前, Davenport (1903) 划分沙滩为三区: (1) 水下滩区 (Submerged beach), 低潮线以下; (2) 低潮区 (Lower beach); (3) 高滩区 (潮上带) (Upper beach)。在不同区域内占优势的生物不同。后来, Suchlz (1937) 则划分为 4 个区, 其中包括“高潮线以上, 在昆虫与端足类 (Amphipoda) 分布界限之间, 相对无生物的一个空白区”。Dahl (1953) 参照 Stephenson 划分岩岸潮间带的方案, 以大型甲壳动物为标志, 划分了三个带: (1) 亚陆边缘带 (Subterrestrial fringe); (2) 潮中带 (Midlittoral zone); (3) 潮下边缘带 (Sublittoral fringe)。令人遗憾的是, 按潮汐分区方案至今仍在沙滩潮间带研究中被广泛采用。沙滩和岩岸是两种不同的生境。岩岸生物多为底表生物, 干湿条件是影响分布的重要因子; 沙滩生物多为底内生物, 缺乏极端干燥情况, 影响生物的因子是底质成分的变化。我们在小场的调查发现, 潮间带优势种指海豆芽 (*Lingula unguis*) 见于调查断面第 2, 3, 4, 5, 6 站, 在 7 和 9 站消失, 但在基准面附近的第 10 站突然又大量出现, 其原因就在于第 10 站底质的颗粒组成与 2, 3, 4, 5, 6 站相同, 而与 7, 8, 9 站相异; 另一常见种圆球鼓窗蟹 (*Scopimera globosa*) 亦出现类似情况。因此, 我们认为沙滩潮间带区的划分, 除了考虑潮汐作用外, 更要考虑底质颗粒组成对栖息生物的影响。

2. 研究方法 我们在 1982 年 4 月和 1983 年 1 月进行了两次潮间带生物生态调查。调查从大潮高潮线起, 沿垂直方向分设两个断面, 根据底质颗粒组成结合滩面坡度和宽度, 各布设 10 个取样站。定性、定量取样相结合。定量样品主要计生物量, 辅以密度统计。

调查中我们采取了按比例分块抽样法, 即从任一块中取出的种数 (n_i) 与这一块内的总种数 (N_i) 成比例 (其比例系数为 n/N)。

三、生态分布与群落结构

1. 生态分布 基于上述理由和术语使用上的方便, 我们亦采用 Stephenson 方案。以端足类或沙蟹类 (Ocypode) 作为亚陆边缘带的指示生物, 以等足类 (Isopoda) 作为中潮带的指示生物。小场是受波浪冲刷的沙滩, 因而生物栖息范围有一定程度的扩大。亚陆边缘带的优势种是端足类, 常见种有日本浪漂水虱 (*Cirolana japonensis*)、痕掌沙蟹 (*Ocypode stimpsoni*) 等。生物种数及个体数量稀少是本带的特点。中潮带栖息的生物

种数明显增多,优势种为指海豆芽和绿螂 (*Glaucanome* sp.)、圆球鼓窗蟹;常见种有杜氏笋螺 (*Terebra dussumieri*)、斑玉螺 (*Natica tigrina*)、四角蛤蜊 (*Macrta quadrangularias*)、广大扁玉螺 (*Neverita ampla*)、日本镜蛤 (*Dosinia japonica*)、纵肋织纹螺 (*Nassarius variciferus*)、日本浪漂水虱 (*Cirolana japonensis*) 等。潮下边缘带栖息的生物种数和数量明显增加,这里的优势种为弯竹蛏 (*Solen arcuatus*)、古铜吻沙蚕 (*Glycera subaenea*); 常见种有四角蛤蜊、菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*)、彩虹明樱蛤 (*Morella iridescens*)、广口扁玉螺、斑玉螺、日本镜蛤、纵肋织纹螺、绿螂和指海豆芽等。

小场潮间带生物垂直分布的交替情况相对来说不太明显,中潮带的很多种可以延伸到潮下边缘带。底质颗粒组成是比潮汐更重要的环境因子。各潮带生物数量见表 1。

表 1 山东胶南县小场断面潮间带各类生物生物量及其栖息密度

类别	潮带 季节 项目		亚陆边缘带				中间带				潮下边缘带			
			春		冬		春		冬		春		冬	
			个/m ²	g/m ²	个/m ²	g/m ²	个/m ²	g/m ²	个/m ²	g/m ²	个/m ²	g/m ²	个/m ²	g/m ²
多毛类			—	—	20	3.28	20	6.48	220	7.04	248	33.72	52	3.04
软体动物			68	5.68	1656	94.6	76	67.76	288	68.92	320	38.68	666	70.12
甲壳类			4	0.04	4	0.12	52	6.8	124	3.44	20	27.16	44	2.32
其它			—	—	—	—	364	95.88	84	25.96	8	4.68	—	—
总计			72	5.72	1680	98	512	176.92	716	105.36	596	104.24	762	75.48

2. 群落结构 小场潮间带生物的种类组成在断面各取样站间虽有不同,但总的来看,软体动物始终占优势,其后依次为多毛类、甲壳类。夏季亚陆边缘带种数较少,中潮带种数逐渐增加,潮下边缘带达到高峰。而冬季种数高峰在中潮带,潮下边缘带出现种数减少的趋势;这可能是由于潮下边缘带附近经济双壳贝类较多,冬季农闲期间群众大量采捕,因而也危及其它生物,并且有些底内埋栖贝类潜入较深层,不易采到。

我们根据春季断面上 10 个站的定量样品,采用以下公式进行群落分析:

$$B(j, k) = \frac{\sum_{i=1}^p |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (X_{ij} + X_{ik})}$$

并参考春季的定性样品和冬季的定量、定性样品描述各群落特点。结果可以归纳出下列三个群落(图 2)。

1. 亚陆边缘带绿螂 (*Glaucomya* sp.)-托氏蛤螺 (*Umbonium ihomasi*) 群落: (春季第 2 站绿螂栖息密度为 40 个/m², 生物量为 4.32g/m²; 托氏蛤螺栖息密度 16 个/m², 生物量 0.68g/m²) 主要是第 1, 2 站;位于中潮带上区的第 3 站与本群落的关系比较密切,可以包括在本群落中。除上述两个主导种外,常见种有圆球鼓窗蟹 (*Scopimera globosa*)、

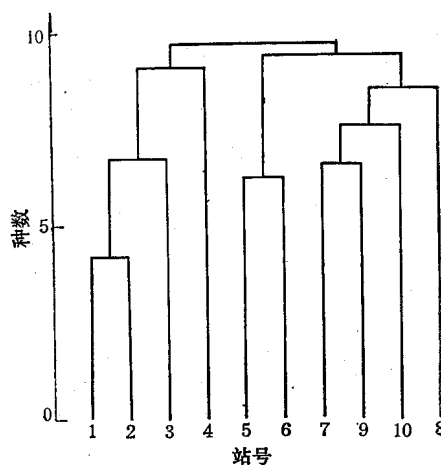


图2 群落树状图

古氏滩栖螺 (*Butillaria cumingi*) 等。春、冬两季的定量样品中, 共有 26 种动物: 软体动物最多, 有 14 种; 多毛类 7 种; 甲壳类 4 种; 腕足动物 1 种。这个群落在冬季调查时出现的种数较多, 仅见于冬季的就有 20 种, 起主导作用的两个优势种也都是在冬季的数量最大, 绿螂为 $1552 \text{ 个}/\text{m}^2$, 托氏蛭螺 $380 \text{ 个}/\text{m}^2$ 。在定性样品中常见种还有中国蛤蜊 (*Macra chinensis*)、四角蛤蜊 (*Macra quadrangularis*) 和指海豆芽 (*Lingula unguis*) 等。

II. 中潮带指海豆芽群落 (春季指海豆芽在第 5 站栖息密度为 $264 \text{ 个}/\text{m}^2$, 生物量 $70.2 \text{ g}/\text{m}^2$) 仅包括第 5, 6 两站。除海豆芽数量上占优势外, 常见种有习见织纹螺 (*Nassarius dealbatus*) 和绿螂。春、冬两季共有 17 种动物, 其中软体动物 7 种; 多毛类 5 种; 甲壳类 3 种; 腔肠动物和腕足动物各 1 种。本群落明显地与群落 I 不同。春季调查时出现的种数多, 共有 11 种, 起主导作用的优势种是指海豆芽。有意义的是, 冬季调查时群落主导种和其他 10 种均未出现, 却出现另 6 种春季未曾采到的种类。在定性样品中常见的有弯竹蛭 (*Solen arcuatus*)、毛蚶 (*Arca subcrenata*)、沙箸 (*Virgularia* sp.) 等。

III. 潮下边缘带弯竹蛭-古铜吻沙蚕 (*Glycera subaenea*) 群落: (春季第 9 站弯竹蛭栖息密度为 $72 \text{ 个}/\text{m}^2$, 生物量 $7.80 \text{ g}/\text{m}^2$; 古铜吻沙蚕栖息密度 $24 \text{ 个}/\text{m}^2$, 生物量 $15.2 \text{ g}/\text{m}^2$) 以第 7, 9 站为主体, 而第 8, 10 站可以包括在本群落内。春、冬两季共有 32 种动物, 其中软体动物有 14 种; 多毛类 11 种; 甲壳类 5 种; 腔肠动物和腕足动物各 1 种。春、冬两季均出现的只有 3 种。有 13 种只出现于春季; 有 16 种只出现于冬季。在定性样品中常见种有小荚蛭 (*Siliqua minina*)、扁角蛤 (*Angula compressum*) 和豆形拳蟹等。指海豆芽在第 10 站也出现。

四、生物量

在沙滩生境栖息的生物不仅种类贫乏, 而且数量锐减, 较其它潮间带生境明显地低。小场沙滩潮间带总生物量为 $94.28 \text{ g}/\text{m}^2$, 其中软体动物为 $57.82 \text{ g}/\text{m}^2$, 占 61.33%, 居首位; 多毛类为 $8.96 \text{ g}/\text{m}^2$, 占 9.5%; 甲壳类为 $6.61 \text{ g}/\text{m}^2$, 占 7.07%; 其它为 $20.87 \text{ g}/\text{m}^2$, 占

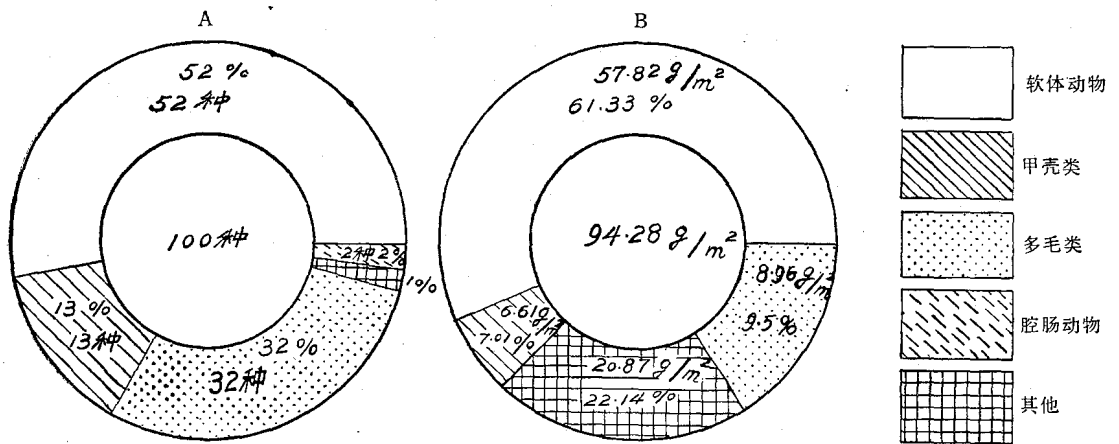


图3 小场断面生物种类组成(A)及其生物量(B)

22.14%。(见图1)

由于潮带和取样点位置不同,生物量出现一些变化,各类群生物量所占比例也有差异。就总生物量而论,亚陆边缘带较低,中潮带最高,潮下边缘带次之。软体动物大致符合这一变化趋势,而甲壳类和多毛类则不同,它们是亚陆边缘带最低,中潮带稍高,潮下边缘带最高。软体动物的生物量在亚陆边缘带占96.68%,居绝对优势(绿螂),在中潮带占48.42%,在潮下边缘带占62.16%。多毛类的生物量在亚陆边缘带占3.16%,在中潮带

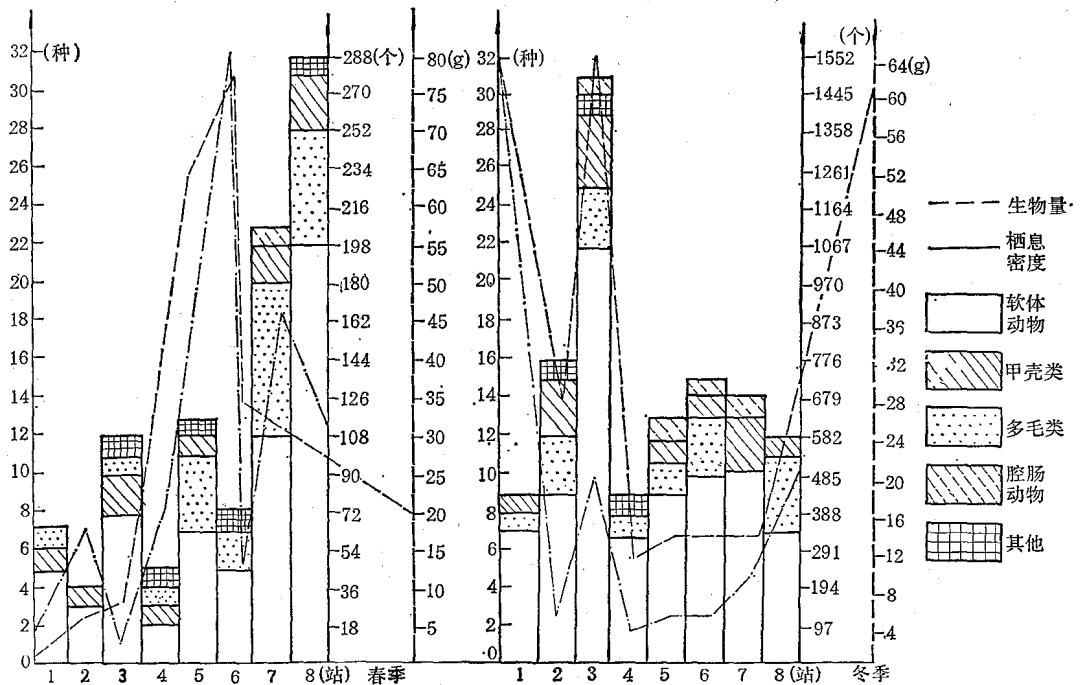


图4 小场断面各站生物种类、生物量和栖息密度

占 4.77%, 在潮下边缘带占 21%。甲壳类的生物量在亚陆边缘带无足轻重, 只占 0.15%, 在中潮带占 3.63%, 在潮下边缘带占 16.84%。其它生物主要是指海豆芽, 其生物量在中潮带占 43.16%, 达到几乎与软体动物相当的地位。从各站生物量组成及其季节变化情况来看, 软体动物是小场沙滩的主要生物类群。

表 2 山东胶南县小场断面潮间带生物量百分组成

类 别	项目	亚陆边缘带		中潮带		潮下边缘带	
		g/m ²	%	g/m ²	%	g/m ²	%
多毛类		1.64	3.16	6.76	4.79	18.38	21.00
软体动物		50.14	96.68	68.34	48.42	54.4	62.16
甲壳类		0.08	0.15	5.12	3.63	14.74	16.84
其它		—	—	60.92	43.16	—	—
总 计		51.86	—	141.14	—	87.52	—

五、讨 论

沙滩营养物质的贫乏和底质颗粒大小的经常变动致使沙滩生物种类稀少, 生物量偏低。大型底栖植物的缺乏反映了初级生产力的低下, 导致食物链缺乏活力, 在生态系统的稳定与发展过程中出现营养物质严重不足的问题。海草具有发达的根茎, 能在沙滩生长繁殖, 其腐烂后形成的有机物质能改变其生境。因此, 可以通过海草移植, 使某些适于在这种生境生活的生物栖息、生长、繁殖, 在一定程度上改变沙滩不毛之地的面貌。

在软相潮间带生态的研究中, 绝不能将底表生物和底内生物混淆, 两者的生态习性截然不同。在潮间带, 底表生物裸露在空气中, 受环境因子的影响比较直接, 但底内生物栖息在环境因子较为稳定的基质下面, 所以在潮间带生物取样时, 应首先采集底表附生物, 然后再挖掘底埋生物, 并分装不同的容器中, 以防混淆。在这里要指出的是, 过去有人在讨论胶州湾生物的区系性质时, 把其温度性质定为温带-热带过渡带(北温带北太平洋区和印度西太平洋区的中间过渡带); 显然, 这是由于混淆底内与底表生物以及对种类性质认识有误所致。所以在讨论潮间带生物区系的冷暖性质时, 应主要分析底表生物种类的性质。

从小场沙滩潮间带生物的分布特点可以看出, 影响软相潮间带生物垂直分布的因子除了潮汐外, 底质的变化也是重要的因子, 如指海豆芽在其垂直分布范围内底质的变化就是主要因子。因此, 作者建议潮间带区的划分除了考虑潮汐的作用外, 也应该考虑底质对生物分布的作用。

参 考 文 献

- 古丽亚诺娃等, 1953。黄海潮间带生态学研究。中国科学院海洋研究所丛刊 1(2): 1—43。
 庄启谦、崔可铎, 1984。胶州湾沧口潮间带生态学研究。海洋科学集刊 22: 79—95。
 杨宗岱, 1978。海南岛潮间带底栖海藻群落生态的初步研究。海洋科学集刊 14: 129—140。

- 杨宗岱, 1984. 胶州湾底栖海藻生态学的初步研究. 海洋科学集刊 **22**: 94—144.
- Chapman, V. J., 1960. Salt Marshes and Salt Deserts of the World. Leonard Hill (Books) Limited (London), pp. 1—392.
- Doty, M. S., 1957. Rocky intertidal surfaces. *Mem. Geol. Soc. Am.* **67**(1): 535—585.
- Hedgpeth, S. W., 1957. Sandy beaches. *Mem. Geol. Soc. Am.* **67**(1): 587—608.
- Southward, A. J., 1958. The zonation of plants and animals on rocky sea-shores. *Biol. Rev.* **33**: 137—177.
- Stephenson, T. A. and A. Stephenson, 1949. The universal features of zonation between tidemarks on rocky coast. *J. Ecol.* **52**: 595—616.

STUDIES ON INTERTIDAL ECOLOGY OF A SANDY BEACH ON SOUTHERN COAST OF SHANDONG PENINSULA*

Yang Zongdai, Lin Guangyu, Ren Xianqiu and Li Fenglan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

Published papers on ecology of intertidal zone were mainly on rocky shores but very few on soft substratum, particularly on sandy beach. The present paper deals with intertidal communities of sandy beaches of Xiaochang, on southern coast of Shandong Peninsula, based on materials obtained survey works carried out during Apr. 1982 and Jan. 1983.

In this paper, community structure, density and biomass distribution of soft substratum benthic fauna are described and discussed.

The community structure has been analyzed using the following formula:

$$B(j, k) = \frac{\sum_{i=1}^p |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (X_{ij} + X_{ik})}$$

The following 3 benthic communities could be distinguished:

- I. The *Glaucomya* sp.-*Umboniscum thomas* community;
- II. The *lingula unguis* community; and
- III. The *Solen arcuatus*-*Glycera subaenea* community.

The results obtained from the present study reveals that in the soft substratum of intertidal zone, the important factors governing vertical distribution within high and low tidal mark include not only tidal fluctuation, but also the particle size of sediments.

* Contribution No. 1430 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.