

# 胶州湾沧口潮间带生态学研究\*

庄启谦 崔可铎

(中国科学院海洋研究所)

我国从 30 年代开始就对潮间带生态学进行过研究,动物学界前辈张玺教授领导考察团,对胶州湾进行多次考察<sup>[2,3]</sup>。50 年代又对我国沿海有代表性的潮间带进行调查<sup>[1]</sup>。在这个基础上,我们在 1963 年 8 月到 1964 年 12 月连续 17 个月,对胶州湾沧口泥沙滩进行了逐月的潮间带生态调查。主要目的是详细地了解我国北方海区潮间带泥沙底质生态类型的生物种类组成、垂直分布和数量变动,并对某些经济种类的生物学概况进行探讨。

将我们的调查材料与张玺早期的资料作一比较就可发现,虽然经过三十多年的时间,但胶州湾沧口泥沙滩潮间带的生物种类组成和分布基本上没有多大变化,它反映了污染前自然生态的面貌。本文详细阐明沧口泥沙滩潮间带的生态结构,表现沧口滩涂自然生态平衡的本底情况。

近十多年来,随着工业的发展,近岸工厂的污水及其他污染物排入海,沧口泥沙滩潮间带的生态结构发生了变化,某些种类的分布下移,数量减少,某些种类已绝迹。近几年来,全国开展的海岸带和海涂综合调查需要有过去的本底资料进行对比,以便对现有资源量和将来可能发生的资源变动进行估计。为此,我们把以前的调查结果整理发表,为水产养殖、环境保护和海洋生态学研究提供必要的资料。

## 一、自然环境简述

沧口位于胶州湾内东北隅,退潮时潮间带露出数公里,是典型的泥沙、沙泥滩,栖息的生物种类繁多,大体上可以反映出黄海、渤海泥沙底质潮间带的面貌。

根据青岛观象台四十年来定期观测的资料,山东半岛沿岸冬季寒冷而干燥,夏季炎热而多雨,年平均气温为 12.1℃。1 月份平均 -1.2℃,8 月份平均 25.2℃,年温度变化相当大。12 月和 1 月为一年中最冷季节,1 月份约有 30 厘米厚的岸冰覆盖在潮间带上部,落潮退出的其它部分也有薄冰覆盖。5 月末 6 月初温度升高很快,到 11 月开始下降。冬季水温比气温高 3—4℃,而夏季水温则低于气温。

胶州湾的潮汐是规则半日潮,由于浅海引起潮汐的变形,形成大潮或小潮有日潮不等现象,即退潮时间比涨潮时间长。1964 年最大潮高为 4.9 米。

沧口泥沙滩坡度很小,滩面广阔平坦,间而有小的隆起或凹陷,形成被潮水冲刷的小

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 734 号。本项调查研究是在齐钟彦教授指导下进行的,参加野外调查的还有杨宗岱、倪维章和马江虎同志。

本刊编辑部收稿日期: 1979 年 1 月 11 日。

丘或有积水的水洼。滩面底质分布不规则,高潮线附近是赭红色混有砾石的粗沙滩和细密的赭红色沙滩,往下是软泥滩,再往下有时是沙质泥,有时是泥质沙,形成底质分布的镶嵌现象。

## 二、调查方法

此次调查是以沧口植物油厂的墙基为起点(潮高为基准面上 3.8 米,为小潮平均高潮面),沿垂直方向设一断面,按底质的变化和数量大的指标生物的出现,共设 12 站,站距不等。每月调查一次,共取得各类生物定性标本 1842 号,定量标本 1378 号。定量样品在每一个站,用 50×50 厘米的取样框取两份,把所有生物全部采挖出来,过筛后带回实验室进行分类鉴定,并用 75% 酒精浸泡保存,三天后称重。称量前用吸水纸吸干表面水分,然后用感量 1/100 克的扭力天平称重,再换算为每平方米的生物量和栖息密度。定性样品在每个定量取样站的周围采集,作为生物种类的补充。

为了每月准确的定点按站取样和验潮,我们用木桩编号插在每个站上,调查期间曾两次观测每个站水位下降后露出水面和涨潮时被水淹没的时间,结合潮汐表算出每个站在基准面上的高度并确定所属潮带(图 1)。

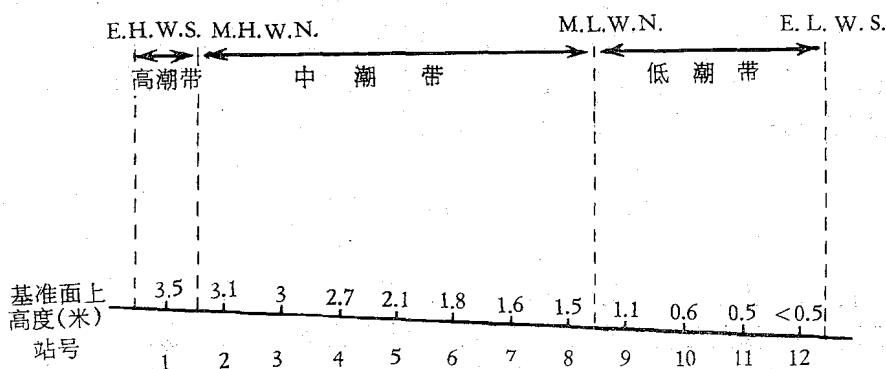


图 1 沧口各取样站的高度和所属潮带示意图

## 三、种类组成及其垂直分布

1957 年夏季古丽亚诺娃等在沧口采到 67 种无脊椎动物(多毛类 12 种,软体动物 18 种,甲壳动物 28 种,其他 9 种)。我们经过 17 个月的深入调查后共采到 143 种动植物(见附录种名及其垂直分布表),其中腔肠动物 3 种,占 2%;多毛类 30 种,占 21%;软体动物 48 种,占 34%;甲壳动物 39 种,占 27%;棘皮动物 3 种,占 2%;海藻 11 种,占 8%;其他类别 9 种,占 6%。

### (一) 各站种类组成(见附录种名及其垂直分布表)

**第1站** 基准面上3.5米,有20种动植物。其中多毛类3种,占15%;软体动物3种,占15%;甲壳动物11种,占55%;其他3种,占15%。优势种是中国绿螂,拟沼螺和圆球股窗蟹。这三个种除了1964年1月因岸冰太厚无法取样故缺资料外,每月都有大量出现。

**第2站** 基准面上3.1米,有19种动物。其中多毛类3种,占16%;软体动物5种,占26%;甲壳动物10种,占53%;其他1种,占5%。优势种是双齿围沙蚕。

**第3站** 基准面上3米,有41种动植物。其中多毛类9种,占22%;软体动物18种,占44%;甲壳动物9种,占22%;其它5种,占12%。优势种是光滑河篮蛤、笔帽虫和日本大眼蟹,这三种每月都有出现。

**第4站** 基准面上2.7米,有53种动植物。其中多毛类15种,占28%;软体动物19种,占36%;甲壳动物14种,占26%;其他5种,占10%。优势种是突壳肌蛤、砂海螂和习见织纹螺。

**第5站** 基准面上2.1米,有60种动植物。其中多毛类13种,占22%;软体动物25种,占41%;甲壳动物13种,占22%;其他9种,占15%。优势种是菲律宾蛤仔、泥螺和习见织纹螺。

**第6站** 基准面上1.8米,有62种动植物。其中多毛类14种,占22%;软体动物22种,占35%;甲壳动物17种,占27%,其他9种,占16%。优势种是渤海鸭嘴蛤和异白樱蛤。

**第7站** 基准面上1.6米,有67种动植物。其中多毛类13种,占20%;软体动物24种,占36%。优势种是笔帽虫、中锐吻沙蚕、菲律宾蛤仔和异白樱蛤。

**第8站** 基准面上1.5米,有80种动植物,为各站种数之冠。其中多毛类19种,占24%;软体动物29种,占36%,甲壳动物18种,占22%;其他14种,占18%。优势种是温哥华双旋虫和纺锤欧文虫。

**第9站** 基准面上1.1米,有71种动植物。其中多毛类15种,占21%;软体动物26种,占36%;甲壳动物16种,占23%;其他14种,占20%。优势种是海葵。这一站接近低潮带,一年中只有冬、春季露出水面。

**第10站** 基准面上0.6米,有58种动植物。其中多毛类14种,占22%;软体动物17种,占30%;甲壳动物15种,占26%;其他12种,占22%。优势种是滩栖蛇尾。这一站一年中只有6个月露出水面。

**第11站** 基准面上0.5米,有62种动植物。其中多毛类13种,占20%;软体动物23种,占38%;甲壳动物14种,占23%;其他12种,占19%。优势种是柄海鞘和细雕刻肋海胆。这一站在一年中仅在1—5月份露出水面。

**第12站** 这一站高度小于0.5米,有37种动植物。其中多毛类11种,占30%;软体动物13种,占35%;甲壳动物6种,占17%;其他7种,占18%。这一站一年中只有两个月露出水面。

从各站种类组成看来,第1,2站甲壳动物占优势,从第3站到第12站则软体动物占

绝对优势。从高潮带的第1站到低潮带的第12站,种类的出现是逐渐增加的,三个主要门类都颇为一致,第8站是种类出现的高峰,第9,10站稍下降,11站又略有升高,12站又下降。低潮带栖息的种类本来要多些,因冬季有大量群众采捕,加上潮汐的影响,一年中露出水面的时间较少,若干种类未能采到。

## (二) 垂直分布

沧口泥沙滩潮间带动植物的垂直分布,大致可分为三个类群:

**1. 高潮带种类** 分布在高潮带上部的有双齿围沙蚕、螺旋虫(石灰虫)、拟沼螺、中国绿螂、圆球股窗蟹、宽身闭口蟹、锯脚泥蟹、天津厚蟹、伍氏厚蟹、神妙相手蟹和昆虫纲双翅目幼虫。整个高潮带都有分布或偏重于高潮带下部的有日本沙蚕、加州齿吻沙蚕、叶梭虫、中间拟滨螺和隆线拟闭口蟹。

**2. 中潮带种类** 本潮带的种类最为繁茂,在垂直分布上大致有下列几种类型:

(1) 仅在中潮带生活的种类有张氏双须虫、日本角沙蚕、游沙蚕、不倒翁虫、珍珠织纹螺、四角蛤蜊、白脊藤壶、美人虾、克氏殖口螭和海仙人掌。

(2) 分布在高潮带下部和中潮带的种类有锐足沙蚕、习见织纹螺、泥螺、突壳肌蛤、青蛤、彩虹明樱蛤、异白樱蛤、砂海螂、渤海鸭嘴蛤、*Theora* sp.、日本大眼蟹、六齿猴面蟹、秉氏泥蟹和海豆芽。大部分的经济食用贝类都生活在这个潮带。

(3) 分布在中潮带和低潮带的种类有肾镰毛鳞虫、岩虫、躁索沙蚕、纺锤欧文虫、温哥华双旋虫、锥毛拟帚虫、扁平管帽螺、虎斑玉螺、经氏壳蛞蝓、中国不等蛤、褶牡蛎、猫爪牡蛎、糊斑藤壶、日本关公蟹、豆形短眼蟹、短吻螯虫、滩栖阳遂足(滩栖蛇尾)、细雕刻肋海胆和柄海鞘。

**3. 低潮带种类** 雾海鳞虫、虹霓欧努菲虫、白带三角口螺、泥蚶、毛蚶、太阳栉孔扇贝、德氏栉孔扇贝、滑顶薄壳乌蛤、中国蛤蜊、强壮紧握蟹、特异褶扇蟹、波氏仙菜和亮管藻。

还有一些种类广泛分布在三个潮带,但以中潮带偏多。这些种类有中锐吻沙蚕、巢沙蚕、须鳃虫、笔帽虫、微黄玉螺、马氏核螺、菲律宾蛤仔、寄居蟹、隆线拳蟹、豆形拳蟹、绒毛近方蟹和缘管浒苔。

纵观整个沧口潮间带,主要种类的垂直分布交替情况比较明显,高潮带是绿螂、围沙蚕滩;中潮带第1层的标志是光滑河篮蛤滩,第2层是海螂、织纹螺、泥螺滩,第3层是鸭嘴蛤滩;低潮带则是滩栖蛇尾滩。

这种垂直交替是符合潮间带的分带分层原则的。古丽亚诺娃等<sup>[1]</sup>指出:“种的垂直分布界限和潮间带各区、层界限非常符合,表明这些区层界限是潮间带动物的临界线”。她认为:“中潮区有许多种类往下可以分布到基准面,但往上分布不超过小潮低高潮的最低水位,也就是高潮带和中潮带分界的潮线,这条潮线也就是分布的临界线”,我们的调查和上述论点相符合。

另外,古氏等的有些数据是有局限性的。例如,在叙述某些种类有非常明显的上下临界线时,举出了软体动物的中国绿螂、光滑河篮蛤;蟹类的弧边招潮垂直方向延伸不超过0.5米;两种泥蟹、股窗蟹,还有海豆芽延伸不超过1米。这是因为古氏的调查只有夏季

材料的缘故。

根据我们在沧口持续一年以上的调查观察,除了中国绿螂、一种泥蟹(锯脚泥蟹)和股窗蟹垂直分布延伸不超过 0.5 米、局限在高潮带外,古氏等指出的其他种类的分布上界明显,但下界往往很不规则。例如,另一种泥蟹(秉氏泥蟹),它由高潮带往下分布可达中潮带的第 2 层,垂直分布高度达 1.7 米;海豆芽可由中潮带第 1 层往下分布到第 3 层,垂直分布高度达 1.9 米。1957 年夏季古氏等发现低潮带第 1 层的笔帽虫,我们经 1963—1964 年的多次重复调查,证明它从中潮带第 1 层往下去到低潮带第 2 层都有出现。再如光滑河篮蛤,它从小潮高潮线起(基准面上 3 米)往下可一直分布到中潮带的第 2 层(基准面上 1.6 米),垂直分布高度达 1.4 米。突壳肌蛤也有类似情况,它主要分布在中潮带第 1 层,但往下可一直延伸到低潮带第 1 层,垂直分布高度可达 2.5 米。要确立生物的临界分布最好要有全年的资料。在陡峭、潮汐涨落幅度较大的岩石海岸,临界分布较为明显;在坡度缓慢、潮汐幅度较小的泥沙滩,决定种类分布的更重要的条件是底质组成。在底质出现镶嵌式分布时,栖息其中的生物也往往出现镶嵌式分布。

## 四、生物量

### 1. 生物量的组成和月变化

沧口泥沙滩潮间带全年平均总生物量是每平方米 191.19 克。其中软体动物为 177.08 克,占 92.62%,居首位;多毛类为 6.83 克,占 3.57%;甲壳动物为 4.46 克,占 2.33%;其他生物(腔肠动物、拟软体动物和海藻等)为 1.94 克,占 1.02%。生物量最小的是棘皮动物,每平方米仅 0.87 克,占 0.46%,这和沧口潮间带棘皮动物少、分布带狭窄有关,我们总共采到 3 种,而且偏重在低潮带,只有冬季才出现。

一年中不同月份的平均总生物量也不同,但和水温变化一致:冬季生物量很低,春季逐渐增加,夏季达到高峰,8 月份的生物量最高,每平方米达 857.16 克,而 8 月份的平均水温也是全年最高者,为 25.2°C。由此看出,生物量的增加是由于生物随着温度的上升而繁殖、生长所致,8 月份各类生物不但数量增加,而且个体也长大。到秋季,水温开始下降,生物量也逐渐降低,特别是某些数量大的生物如光滑河篮蛤,到了秋季大量死亡。冬季生物量低的原因是温度大幅度下降,底埋生物潜埋更深以获生存,难以采到。(图 2)

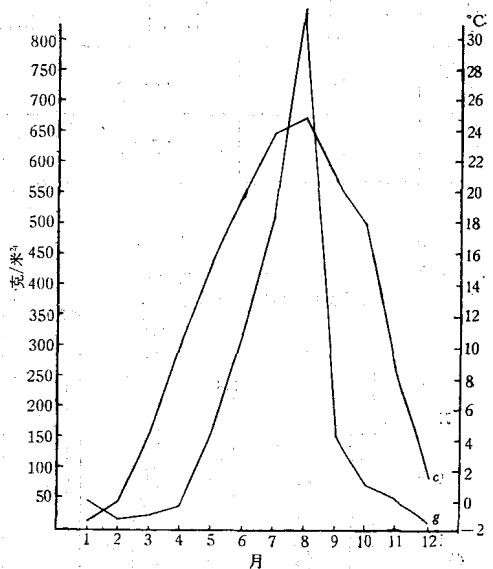


图 2 各月平均生物量与温度变化  
(克/米<sup>2</sup>, 生物量; °C, 温度)

各类生物在各月份的平均生物量也都不相同,但以软体动物生物量的月变化趋向和水温变化曲线最为吻合,这与软体动物种类出现的变化较少,分布较均匀有关。一年中软

体动物生物量的变化幅度很大,春季各月有较大幅度的增加,夏季8月份最高,达844.60克/米<sup>2</sup>,秋季则缓慢下降,在秋冬之交生物量下降很快,冬季最低。

多毛类动物的生物量是夏季高而冬季低,春季和秋季大体一致,但全年最高生物量出现在9月份,变化幅度也小。

甲壳动物的生物量是夏季高,春季低,冬季的生物量也很高,而秋季则降,这是因为豆形短眼蟹在冬季才出现而且数量大的缘故。(表1,图3)

表1 沧口潮间带平均生物量的变化(单位: 克/米<sup>2</sup>)

| 月     | 季 | 多 毛 类 |      | 软体动物   |        | 甲壳动物  |      | 棘皮动物 |      | 其    他 |      | 总量     |
|-------|---|-------|------|--------|--------|-------|------|------|------|--------|------|--------|
| 12    | 冬 | 4.75  | 4.45 | 14.34  | 17.13  | 3.06  | 5.59 | 0.64 | 1.32 | 2.54   | 2.41 | 25.34  |
| 1     |   | 3.47  |      | 29.75  |        | 9.51  |      | 3.01 |      | 1.71   |      | 47.45  |
| 2     |   | 5.12  |      | 7.30   |        | 4.19  |      | 0.31 |      | 2.99   |      | 19.90  |
| 3     | 春 | 7.43  | 7.03 | 9.54   | 69.26  | 2.48  | 1.81 | 3.16 | 1.61 | 2.52   | 2.40 | 25.12  |
| 4     |   | 8.85  |      | 27.73  |        | 1.63  |      | 1.47 |      | 2.88   |      | 42.57  |
| 5     |   | 4.80  |      | 170.52 |        | 1.31  |      | 0.20 |      | 1.70   |      | 178.54 |
| 6     | 夏 | 8.93  | 8.04 | 297.56 | 546.35 | 10.08 | 7.15 | 0.30 | 0.10 | 2.28   | 1.89 | 319.15 |
| 7     |   | 7.49  |      | 496.90 |        | 6.76  |      | —    |      | 3.14   |      | 514.28 |
| 8     |   | 7.69  |      | 844.60 |        | 4.61  |      | —    |      | 0.26   |      | 857.16 |
| 9     | 秋 | 13.84 | 7.80 | 96.89  | 75.60  | 6.10  | 3.30 | 1.32 | 0.50 | 1.24   | 1.09 | 119.39 |
| 10    |   | 4.88  |      | 74.97  |        | 1.45  |      | 0.09 |      | 1.00   |      | 82.38  |
| 11    |   | 4.68  |      | 54.94  |        | 2.33  |      | —    |      | 1.03   |      | 62.99  |
| 平均生物量 |   | 6.83  |      | 177.08 |        | 4.46  |      | 0.87 |      | 1.94   |      | 191.19 |
| %     |   | 3.57  |      | 92.62  |        | 2.33  |      | 0.46 |      | 1.02   |      |        |

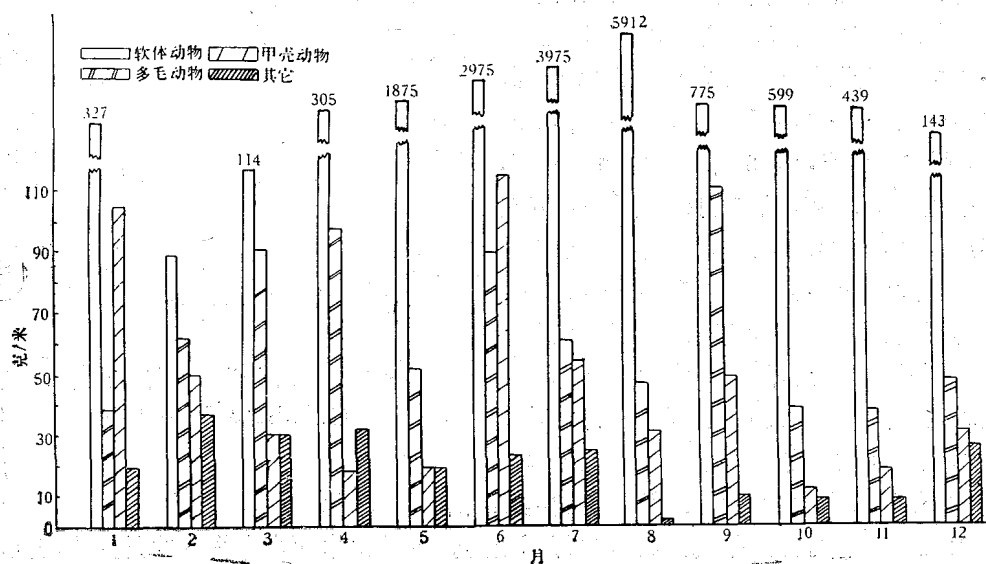


图3 沧口潮间带各类生物量的月变化

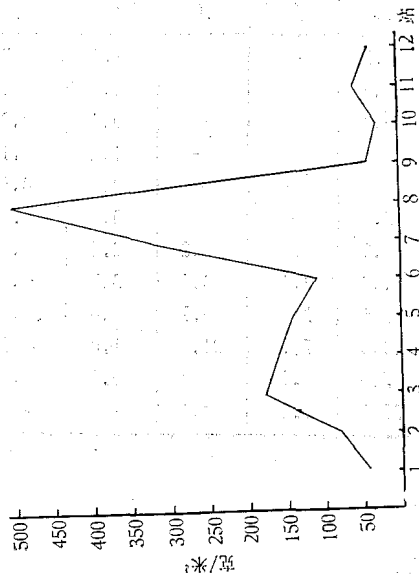


图 4 各站平均生物量

图例：多毛动物 [---] 软体动物 [////] 甲壳动物 [+++] 棘皮动物 [•••] 其它 [ ]

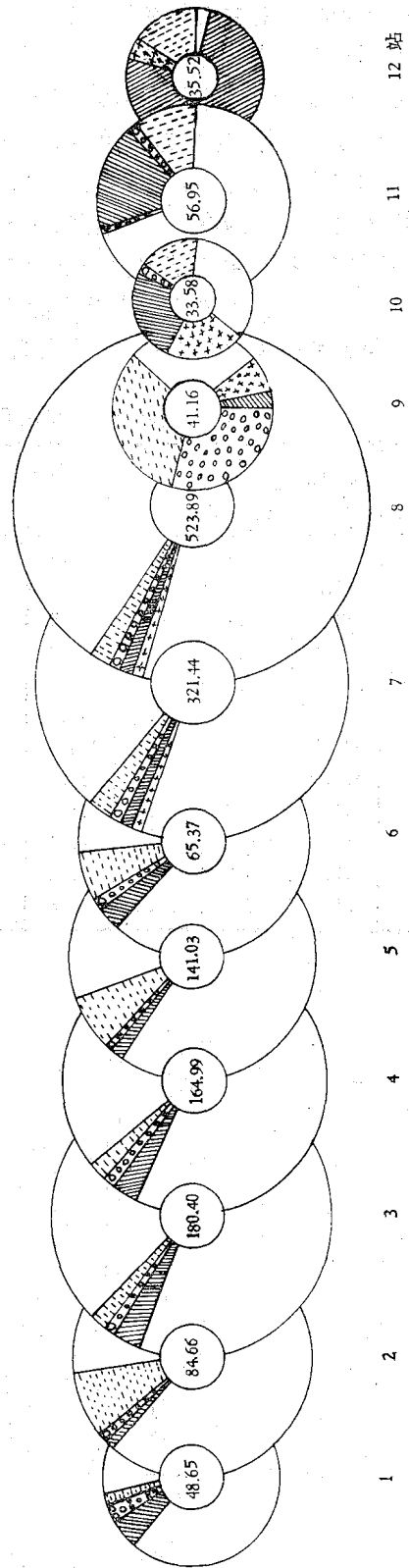


图 5 沧口潮间带各站生物量的百分组成

## 2. 生物量的分布及其变化

在不同潮带生物量也各不相同,即生物量也有垂直分布的变化。全年各站平均生物量以第3—5站较高,在每平方米100—200克之间,第2站也较高,每平方米有80克,7—8站的生物量最高,每平方米可达300—500克,这是因为对生物量有决定影响、经济价值较高的种类都分布在这几个站的缘故。(图4)

软体动物生物量在1—8站占90%以上,居绝对优势,而在12站却占很少比例。

多毛类动物在第2站主要是双齿围沙蚕,第5站主要是笔帽虫,第6站是中锐吻沙蚕、纺锤欧文虫,其生物量都占较大比例。特别是在10—12站,个体较大的岩虫、巢沙蚕、躁足沙蚕出现得多、生物量所占的比例也大。

表2 沧口潮间带各站生物量和百分组成

| 站  | 平均生物量 | 多毛类              |      | 软体动物             |      | 甲壳动物             |      | 棘皮动物             |      | 其他               |      |
|----|-------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
|    |       | 克/米 <sup>2</sup> | %    | 克/米 <sup>2</sup> | %    | 克/米 <sup>2</sup> | %    | 克/米 <sup>2</sup> | %    | 克/米 <sup>2</sup> | %    |
| 1  | 48.7  | 0.8              | 1.5  | 43.9             | 92.2 | 2.7              | 5.5  | —                | —    | 1.3              | 2.7  |
| 2  | 84.7  | 7.7              | 9.1  | 75.8             | 89.6 | 1.1              | 1.3  | —                | —    | 0.1              | 0.1  |
| 3  | 180.4 | 3.4              | 1.9  | 170.5            | 94.5 | 6.1              | 3.4  | —                | —    | 0.4              | 0.2  |
| 4  | 165.0 | 4.6              | 2.8  | 154.2            | 93.5 | 4.3              | 2.6  | —                | —    | 1.9              | 1.1  |
| 5  | 141.0 | 9.9              | 7.0  | 128.5            | 91.1 | 2.1              | 1.5  | —                | —    | 0.6              | 0.5  |
| 6  | 65.4  | 4.8              | 7.4  | 58.1             | 88.9 | 2.0              | 3.0  | —                | —    | 0.5              | 0.8  |
| 7  | 321.4 | 7.9              | 2.5  | 306.4            | 95.3 | 4.0              | 1.2  | 0.8              | 0.2  | 2.4              | 0.8  |
| 8  | 523.9 | 10.6             | 2.0  | 500.9            | 95.6 | 6.4              | 1.2  | 2.4              | 0.5  | 3.5              | 0.7  |
| 9  | 41.2  | 13.4             | 32.4 | 11.0             | 26.8 | 1.4              | 3.5  | 2.8              | 6.7  | 12.6             | 30.5 |
| 10 | 33.6  | 5.2              | 15.4 | 12.1             | 36.0 | 8.3              | 24.6 | 7.1              | 21.1 | 1.0              | 2.9  |
| 11 | 57.0  | 6.7              | 11.2 | 39.8             | 69.8 | 10.1             | 17.8 | 0.2              | 0.4  | 0.5              | 0.9  |
| 12 | 35.5  | 5.4              | 16.2 | 0.8              | 2.3  | 27.5             | 77.5 | 1.4              | 4.1  | —                | —    |

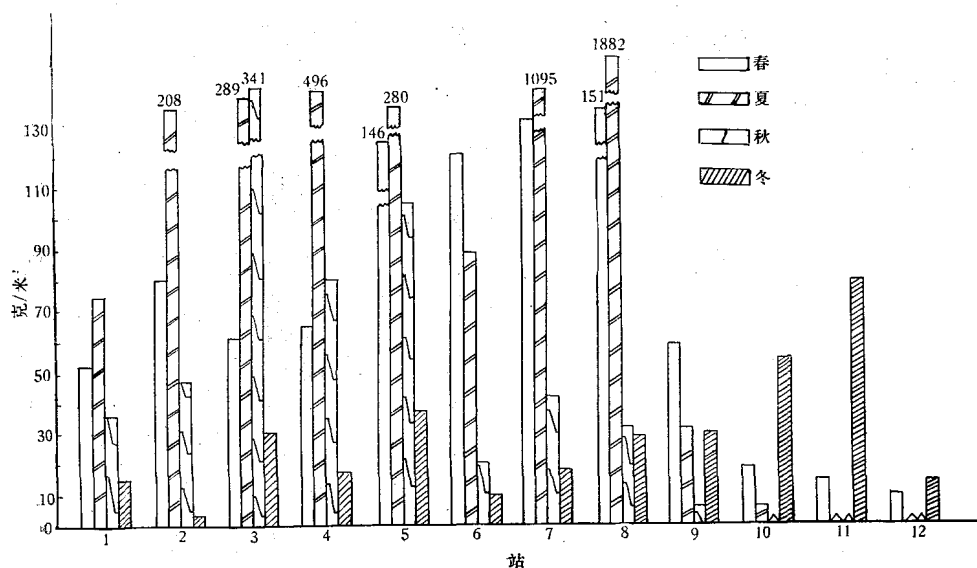


图6 沧口潮间带各站平均生物量的季节变化

甲壳动物生物量在 1—9 站中所占比例都比较小,在 10—12 站的比例较大;特别是在 12 站,由于豆形短眼蟹的大量出现,导致其生物量比例增大。

其他类群的生物量只在第 9 站占的比例较大,主要是海葵,在其余各站比例都很小。(表 2,图 5)

生物量的季节变化,大体上看来,1—8 站是夏季生物量最大,春季稍高于秋季,冬季最小。9—12 站生物量的季节变化没有规律性,特别是 11,12 站只有冬季和春季的部分时间才露出水面,其余时间均为海水所淹没,冬季的生物量大于春季,这与一些大型种类如毛蚶、菲律宾蛤仔等生活在这个潮带有关。(图 6)总之,沧口潮间带的不同潮带,适宜各种生物的栖息,各种生物繁殖、生长的季节不同,各潮带的生物量就出现了季节性差异。根据各站生物量的组成和季节变化来看,我们认为沧口潮间带是最有经济意义的软体动物滩。

## 五、主要种类概述

**多毛类动物** 从各月出现的种数看来,1963 年 9,10 月各为 11 种,从 11 月份起种数逐渐增加,2 月份共采到 20 种,3 月份略有减少,4 月份又有增加,以后各月均下降。

双齿围沙蚕 *Perinereis aibuhitensis* Grube: 除了在 1964 年 1 月因岸冰太厚没有采到外,其余各月都有出现。栖息密度在 2 月份最低,8 个/米<sup>2</sup>;5 月份最高,52 个/米<sup>2</sup>;9 月份,58 个/米<sup>2</sup>。

中锐吻沙蚕 *Glycera rouxii* Audouin et M. Edwards: 各月份都有出现,栖息密度冬、春季最低,4 个/米<sup>2</sup>;夏季最高,6 月份 15 个/米<sup>2</sup>,7 月份 20 个/米<sup>2</sup>。

纺锤欧文虫 *Owenia fusiformis* Delle Chiaje: 各月份都有出现,栖息密度在秋、冬季最低,8 个/米<sup>2</sup>;春末、夏初最高,4 月份 24 个/米<sup>2</sup>,5 月份 32 个/米<sup>2</sup>;6 月份最高,达 34 个/米<sup>2</sup>。

笔帽虫 *Pectinaria* sp.: 春、夏、秋三季分布偏于潮间带上部,到冬季则分布于潮间带下部。栖息密度 11 月份最低,8 个/米<sup>2</sup>;夏季最高,6 月份 1124 个/米<sup>2</sup>,7 月份 650 个/米<sup>2</sup>,8 月份 249 个/米<sup>2</sup>。

**软体动物** 在沧口软底质泥沙滩,软体动物无论种数以至生物量都占绝对优势,大部分经济价值较高的种类都生活在这里。1 月和 3 月份采到的种数最多,出现种数以春季最高,冬季次之,夏、秋季相等(图 7)。

习见织纹螺 *Nassarius dealbatus* (A. Adams): 1—3 月份没有采到,栖息密度在夏季最高,7 月份 58 个/米<sup>2</sup>,8 月份 88 个/米<sup>2</sup>;冬季最低,12 月份 8 个/米<sup>2</sup>。

泥螺 *Bullacta exarata* Philippi: 主要分布在中潮带上部和中部含泥量较大的滩面上,是食用贝类。冬季 12—2 月份没有采到,春季开始出现,夏季最盛。栖息密度在 3 月份为 4 个/米<sup>2</sup>,到 8 月份增加到 29 个/米<sup>2</sup>,秋季又逐渐下降。

彩虹明樱蛤 *Moerella iridescens* (Benson): 冬季较难采到,栖息密度在春季的 4 月份最低,4 个/米<sup>2</sup>;夏季最高,7 月份 76 个/米<sup>2</sup>。本种为长江以南常见食用贝类,俗称“海瓜子”,北方沿海尚未见利用。

异白樱蛤 *Macoma incongrua* (v. Martens): 仅在 1 月份没有采到。栖息密度在冬、

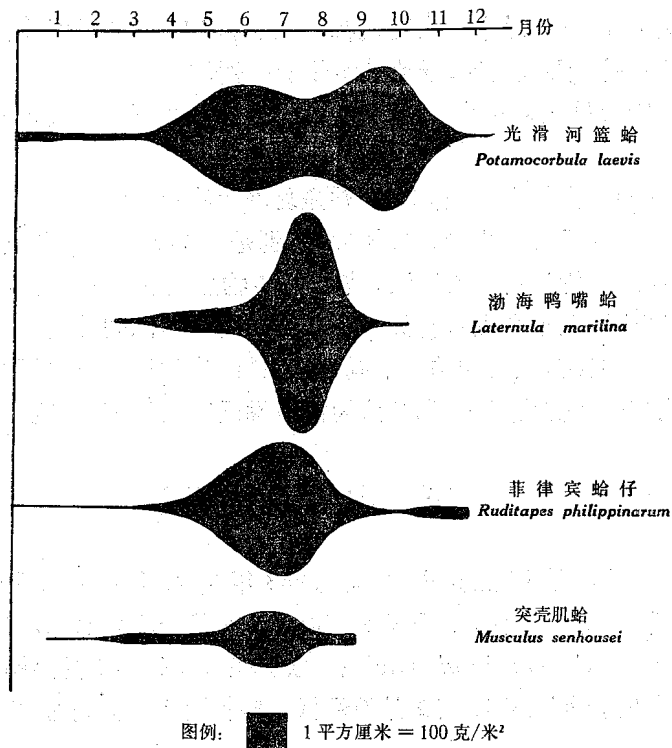


图7 沧口潮间带软体动物主要种类生物量的变化

春季都很低, 2、3 月份各为 4 个/米<sup>2</sup>; 夏季高, 6 月份 33 个/米<sup>2</sup>, 7 月份 24 个/米<sup>2</sup>, 8 月份 31 个/米<sup>2</sup>; 秋季又逐渐下降。本种为食用贝类之一, 分布在中潮带的 6—8 站。

中国绿螂 *Glaucomya chinensis* (Gray): 生活在高潮带的 1—2 站, 各月份都有出现。栖息密度在 1 月份最低, 4 个/米<sup>2</sup>; 较高的月份为 6 月, 1144 个/米<sup>2</sup>; 9 月最高, 为 2568 个/米<sup>2</sup>; 11 月 1863 个/米<sup>2</sup>。生物量最高达 1000 克/米<sup>2</sup>。本种个体虽小, 但贝壳很薄, 可作对虾饵料或肥料。

光滑河篮蛤 *Potamocorbula laevis* (Hinds): 各月份都有出现, 从 1963 年 9 月到 1964 年 3 月, 只在中潮带第 1 层出现, 5 月份出现大量的幼贝, 往下扩展到中潮带的第 2 层(基准面上 1.6 米的第 7 站), 之后, 随着幼贝的大量死亡, 其分布范围又局限在中潮带上部。栖息密度在冬季最低; 12 月份 28 个/米<sup>2</sup>, 从 5 月份开始增加到 30,096 个/米<sup>2</sup>; 6 月份最高, 达 37,044 个/米<sup>2</sup>; 7 月份 15,497 个/米<sup>2</sup>, 以后逐月下降。生物量最高达 460 克/米<sup>2</sup>。本种俗称“海砂子”, 在繁殖季节大量出现时, 农民常大量采作农肥或饲喂家禽, 它是对虾养殖的理想饵料, 是大有利用前途的低值贝类。

突壳肌蛤 *Musculus senhousei* (Benson): 主要分布在中潮带第 1 层。1964 年 5 月出现大量的幼贝, 往下遍布到低潮带第 1 层, 并且在数量上占绝对优势。幼贝出现的第 1 个高峰是 5 月份, 栖息密度达 2,771 个/米<sup>2</sup>, 随着幼贝的大量死亡和成活个体的生长, 栖息密度逐渐减少, 生物量逐渐增加; 到 10 月份又出现大量幼贝的第 2 个高峰, 在低潮带平均栖息密度达 18,567 个/米<sup>2</sup>, 11 月增加到 48,024 个/米<sup>2</sup>。很明显, 这一种一年中有两次繁殖周

期。本种在南方沿海为广泛食用的经济贝类，是重要的养殖对象；在北方尚未利用，可以管养作为食用或对虾养殖的饵料，是有发展前途的低值贝类。

砂海螂 *Mya arenaria* *ponica* Jay: 本种为食用贝类，分布在中潮带的第2层。在最冷的1, 2月份没有采到(砂海螂的水管很长、冬季潜埋很深)，其余月份都有出现，平均栖息密度冬季最低，夏季最高，8月份为31个/米<sup>2</sup>。

菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve): 本种为胶州湾最重要的食用贝类。冬季分布偏向中潮带下部，到繁殖期幼体大量出现，也在低潮带居多。幼贝出现的第1个高峰在5—6月份，5月份617个/米<sup>2</sup>，6月份753个/米<sup>2</sup>，生物量达41.8克/米<sup>2</sup>；第2个高峰在10—11月份，10月份125个/米<sup>2</sup>，11月份209个/米<sup>2</sup>。这一种一年四季都是群众大量采食的对象，在调查站外的密集区每平方米有几十个。

渤海鸭嘴蛤 *Laternula marilina* Reeve: 这一种分布在中潮带，冬季最冷的2月份没有采到，平均栖息密度以出现大量幼贝的5月份最高，为1,315个/米<sup>2</sup>。生物量最高达1,680克/米<sup>2</sup>。本种贝壳很薄，是对虾的理想饵料，也是有发展前途的低值贝类。

**甲壳动物** 一年中种数的变化不十分明显，以冬季的2月份最低，秋季的9月份最高，其变化顺序是秋>夏>春>冬。

日本大眼蟹 *Macrophthalmus japonica* de Haan: 各月份都有出现，平均栖息密度以夏初的6月份最高，55个/米<sup>2</sup>。

隆线拟闭口蟹 *Paracleistostoma cristatum* de Man: 只在高潮带出现，冬季因岸冰厚难于采到，平均栖息密度以夏季的8, 9月最高。

绒毛近方蟹 *Hemigrapsus penicillatus* (de Haan): 2—4月份没有采到，平均栖息密度以9月份最高。

## 六、结 论

1. 沧口泥沙滩潮间带的生态结构，大体上可作为我国北方海区泥沙质生态型的代表。通过17个月的连续调查，共采到各类动、植物143种，全年平均总生物量为191.19克/米<sup>2</sup>，不论种类或数量都非常丰富。其中软体动物有48种，居首位，生物量为177.08克/米<sup>2</sup>，占92.62%。所以，沧口潮间带是极有经济意义的软体动物滩，中潮带是绝大多数经济动物生活的最适潮带，是开发水产资源和养殖的重要区域。

2. 在沧口泥沙滩潮间带的生态研究中，我们发现，根据Vaillant的分区原则，生物的垂直分布与潮间带的分带分层基本符合。此外，在坡度和潮汐涨落幅度较小的泥沙滩，决定种类分布的主要是底质的组成，在底质出现镶嵌式分布时，其底内栖息的生物也往往出现镶嵌式分布。

3. 通过17个月的连续调查，对某些重要种类的若干生物学概况进行了初步了解与探讨。从调查中我们发现栖息密度的高低与动物幼体数量的大小密切相关，从幼体大量出现的月份即可推知该种的繁殖期与繁殖水温，可为水产养殖提供依据。在黄海、渤海潮间带，一些广分布的亚热带种，通常在最热的月份(8月份，平均温度在25℃以上)进行繁殖；一些暖温带种，通常在春末夏初(5—6月份，水温15—20℃)进行繁殖。



## 附录 (续)

| 种 名                                                       | 潮 带           |     | 中 潮 带 |     |       |       |       |       |       | 低 潮 带 |     |       |  | 站号 |
|-----------------------------------------------------------|---------------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|--|----|
|                                                           | 基准面上高度<br>(米) |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
|                                                           | 3.5           | 3.1 | 3     | 2.7 | 2.1   | 1.8   | 1.6   | 1.5   | 1.1   | 0.6   | 0.5 | 5.0 V |  |    |
|                                                           | 1             | 2   | 3     | 4   | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11  | 12    |  |    |
| 中间拟滨螺 <i>Littorinopsis intermedia</i> (Philippi)          |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 扁平管帽螺 <i>Syphopatella walshi</i> (Reeve)                  |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 虎斑玉螺 <i>Natica tigrina</i> (Röding)                       |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 微黄玉螺 <i>Lanatia gilva</i> (Philippi)                      |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 红螺 <i>Rapana venosa</i> Valenciennes                      |               |     |       |     |       |       |       |       | ..... | ..... |     |       |  |    |
| 丽核螺 <i>Pyrene bella</i> (Reeve)                           |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 纵肋织纹螺 <i>Nassarius variciferus</i> (A. Adams)             |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 珍珠织纹螺 <i>Nassarius margaritiferus</i> (Dunker)            |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 习见织纹螺 <i>Nassarius dealbatus</i> (A. Adams)               |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 白带三角口螺 <i>Trigonaphera bocageanum</i> (Crosse et Debeaux) |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 金刚螺 <i>Sydaphera spengleriana</i> (Deshayes)              |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 拟沼螺 <i>Assiminea</i> sp.                                  |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| <i>Onoba elegantula</i> A. Adams                          |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 光滑狭口螺 <i>Stenothyra glabra</i> A. Adams                   |               |     |       |     | ..... | ..... | ..... |       |       |       |     |       |  |    |
| 泥螺 <i>Bullacta exarata</i> (Philippi)                     |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 经氏壳蛞蝓 <i>Philine kinglipini</i> Tchang                    |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| <i>Harvia</i> sp.                                         |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| <i>Tornatina</i> sp.                                      |               |     |       |     |       |       | ..... |       |       |       |     |       |  |    |
| 毛蚶 <i>Scapharca subcrenata</i> (Lischke)                  |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 泥蚶 <i>Tegillarca granosa</i> (Linnaeus)                   |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 平行蚶 <i>Arca</i> sp.                                       |               |     |       |     |       |       |       |       | ..... | ..... |     |       |  |    |
| 黑蛤 <i>Vignadula atrata</i> (Lischke)                      |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 凸壳肌蛤 <i>Musculus senhousei</i> (Benson)                   |               |     |       |     |       |       |       |       |       | ..... |     |       |  |    |
| 太阳栉孔扇贝 <i>Chlamys solaris</i> (Born)                      |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 德氏栉孔扇贝 <i>Chlamys teilhardi</i> (Grabau et King)          |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 中国不等蛤 <i>Anomia chinensis</i> Philippi                    |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 褶牡蛎 <i>Ostrea plicatula</i> Gmelin                        |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 猫爪牡蛎 <i>Ostrea pestigris</i> Hanley                       |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 纹斑梭蛤 <i>Trapezium liratum</i> (Reeve)                     |               |     |       |     |       |       |       |       | ..... |       |     |       |  |    |
| 双齿蛤 <i>Diplodonta</i> sp.                                 |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 滑顶薄壳鸟蛤 <i>Fulvia mutica</i> (Reeve)                       |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 青蛤 <i>Cyclina sinensis</i> (Gmelin)                       |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams et Reeve)     |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 四角蛤蜊 <i>Mactra veneriformis</i> Reeve                     |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 中国蛤蜊 <i>Mactra chinensis</i> Philippi                     |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 中日立蛤 <i>Meropesta sinojaponica</i> Zhuang                 |               |     |       |     |       | ..... |       | ..... |       |       |     |       |  |    |
| 透明脆蛤 <i>Raeta pellicula</i> (Reeve)                       |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 彩虹明樱蛤 <i>Moerella iridescent</i> (Benson)                 |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| 异白樱蛤 <i>Macoma incongrua</i> (Martens)                    |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |
| <i>Theora</i> sp.                                         |               |     |       |     |       |       |       |       |       |       |     |       |  |    |

附录 (续)

[illegible]

| 种 名                                                       | 潮 带           |     | 中 潮 带 |     |     |     |     |     |     |     | 低 潮 带 |     |
|-----------------------------------------------------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
|                                                           | 高潮带           |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
|                                                           | 基准面上高度<br>(米) |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 站 号                                                       | 3.5           | 3.1 | 3     | 2.7 | 2.1 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.1 | 0.6 | 0.5   | 0.5 |
|                                                           | 1             | 2   | 3     | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11    | 12  |
| 圆球股窗蟹 <i>Scopimera globosa</i> de Haan                    |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 绒毛近方蟹 <i>Hemigrapsus penicillatus</i> (de Haan)           |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 肉球近方蟹 <i>Hemigrapsus sanguineus</i> (de Haan)             |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 三齿厚蟹 <i>Helice tridens</i> de Haan                        |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 天津厚蟹 <i>Helice tientsinensis</i> Rathbun                  |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 伍氏厚蟹 <i>Helice wuana</i> Rathbun                          |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 红螯相手蟹 <i>Sesarma (Holometopus) haematocheir</i> (de Haan) |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 神妙相手蟹 <i>Seasarma (Parasesarma) pictum</i> (de Haan)      |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 腔肠动物 COELENTERATA                                         |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 克氏殖口螅 <i>Gonothyrea clarki</i> (Marktanner-Turneretscher) |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 海仙人掌 <i>Cavernularia</i> sp.                              |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 海葵 <i>Actinaria</i>                                       |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 扁形动物 PLATYHELMINTHES                                      |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 涡虫 <i>Turbellaria</i>                                     |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 纽虫 <i>Nemertinea</i>                                      |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 苔藓动物 BRYOZOA                                              |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 总合草苔虫 <i>Bugula neritina</i> Linnacus                     |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 腕足动物 BRACHIOPODA                                          |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 小海豆芽 <i>Lingula anatina</i> Bruguière                     |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 海豆芽 <i>Lingula</i> sp.                                    |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 螯虫 Echiurida                                              |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 短吻螯虫 <i>Listrioglobus brevirostris</i> Chen et Yeh        |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 昆虫蛹 Insect pupa                                           |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 棘皮动物 ECHINODERMATA                                        |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 滩栖蛇尾 <i>Amphiura vadicola</i> Matsumato                   |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 细雕刺肋海胆 <i>Temnopleurus toreumaticus</i> (Leske)           |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 棘刺锚参 <i>Protankyra bidentata</i> (Woodward et Barrett)    |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 海鞘目 ASCIDIACEA                                            |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 柄海鞘 <i>Styela clava</i> Herdman                           |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 复海鞘 <i>Synascida</i>                                      |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 海藻 ALGAE                                                  |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 幅叶藻 <i>Petalonia debilis</i>                              |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 聚果藻 <i>Sorocarpus micromora</i> (Borg.) Silva             |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 异枝浒苔 <i>Enteromorpha prolifera</i> (Müll.) J. Ag.         |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 缘管浒苔 <i>Enteromorpha linza</i> (L.) J. Ag.                |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 浒苔 <i>Enteromorpha</i> sp.                                |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 异管藻 <i>Heterosiphonia japonica</i> Yendo                  |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 波氏仙菜 <i>Ceramium bogdenii</i> Geep                        |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 萱藻 <i>Scytosiphonia lomentarius</i> (Lyngb.) J. Ag.       |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 点叶藻 <i>Punctaria latifolia</i>                            |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 褐茸藻 <i>Giffodia indicus</i> (Sender) Tseng et C. F. Chang |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |
| 亮管藻 <i>Hyalosiphonia caespitosa</i> Okamura               |               |     |       |     |     |     |     |     |     |     |       |     |

注: ——有分布; ———数量较多; ----未采到,但可能有分布

## 参 考 文 献

- [1] 古丽亚诺娃等, 1958. 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—21页。
- [2] 张 玺, 1935. 胶州湾海产动物采集团第一期采集报告。北研动物所丛刊第 11号, 1—95页。
- [3] ——, 1951. 胶州湾潮间动物的初步调查。海洋与湖沼 1(1): 25—42。
- [4] Audouin, J. V. et H. Milne-Edwards, 1832. Recherches pour servir à l'histoire naturelle du littoral de la France I. Paris, 362 pp.
- [5] de Beauchamp, P., 1914. Aperçu sur la répartition des êtres dans la zone des marées à Roscoff. *Bull. Soc. Zool. Fr.* 39: 29.
- [6] Chapman, V. J. & C. B. Trevarthen, 1953. General scheme of Classification in relation to marine coastal zonation. *J. Ecol.* 41: 198.
- [7] Colman, J., 1933. The nature of the Intertidal zonation of Plants and Animals. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 18: 435.
- [8] Doty, M. S., 1946. Critical tide factors that are correlated with the vertical distribution of marine algae and other organisms along the Pacific coast. *Ecol.* 27: 315—328.
- [9] Evans, R. G., 1957. The Intertidal Ecology of some localities on the Atlantic coast of France. *Jour. Ecol.* 45: 245—271.
- [10] Feldman J., 1955. La zonation des algues sur la côte Atlantique du Maroc. *Bull. Soc. Sci. nat. Maroc.* 35: 9.
- [11] Fischer, P. H., 1974. Terminologies relatives au domaine littoral et à ses seuplements. *Jour. Conchyliol.* CXI. no. 3—4: 94—140.
- [12] Forbes, E., 1846. On the connexion between the distribution of the existing fauna and flora of the British Isles, and the geological changes which have affected their area, especially during the epoch of the northern drift. *Mem. Geol. Sur. Sur. U. K.* I: 336.
- [13] Guiler, E. R., 1953. Intertidal coassification in Tasmania. *J. Ecol.* 41: 381.
- [14] Lawson, G. W., 1955. Rocky shore zonation in the British Cameroons. *J. W. Afr. Sci. Ass.* 1: 78.
- [15] Lewis, J. R., 1955. The mode of occurrence of the universal intertidal zones in Great Britian (with a comment by T. A. & Anne Stephenson). *Jour. Ecol.* 43: 270—290.
- [16] Mokyevsky, O. B., 1960. Geographical zonation of marine littoral types *Limno. Oceano.* 5(4): 389—496.
- [17] Pruvot, G., 1897. Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale comparés à ceux du Golfe du Lion, *Arch. Zool. Exp. Gée.*, ser. 3, 5: 511.
- [18] Stephenson, T. A. and Anne., 1949. The universal features of zonation between tide marks on rocky coasts. *J. Ecol.* 37: 289—305.
- [19] Vaillant, L., 1873. Remarques sur les zones littorales, *C. R. Soc. Biol.* Paris. 23: 165.
- [20] ———, 1891. Nouvelle etudes sur les zones littorales. *Ann. Sci. nat. (Zool.)* ser. 7, 12: 39.
- [21] Womersley, H. B. S. & S. J. Edmonds, 1952. Marine coastal zonation in southern Australia in relation to a general scheme of classification. *J. Ecol.* 40: 84.

## STUDIES ON INTERTIDAL ECOLOGY OF CANGKOU, JIAOZHOU BAY (HUANGHAI SEA)\*

Zhuang Qiqian and Cui Keduo

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

### ABSTRACT

Dated from the August, 1963 to December, 1964, seventeen monthly continuous ecological investigations were made by the Institute of Oceanology, Academia Sinica in the intertidal zone of Cangkou, Jiaozhou Bay (Huanghai Sea), with an aim to understand in detail the species composition, vertical distribution, biomass and its seasonal variation, and to discuss the biological character of several important economical species in the soft substratum beach.

1. Early in the Thirties, a pioneer investigation group, led by the late Professor Tchang Si, had made a survey in Jiaozhou Bay. Although thirty years have passed, their data agree fairly well with that of ours, that is, there has been no obvious change in the ecological constituents of the Cangkou muddy-sand beach. But ten years later, in the early Seventies, the factories nearby drained waste water to the beach, its ecological constituents have since been obviously changed.

2. The ecological constituents of Cangkou muddy-sand beach may serve as a model for the same environment in the northern part of our coasts. Through the seventeen monthly investigations, we found the population of individual species are often immense, we examined every group of animals and plants totaling 144 species, their biomass averaged 191.19 gram per square meter. Among these, 48 mollusca species, about 92.62%, came to occupy the first place, their biomass averaged 177.08 gram per square meter. Therefore, the Cangkou intertidal zone is mainly a molluscan beach. The mid-littoral being a suitable habitat for the most economical species, it may also be an important cultivation area.

3. The biological distribution is in full agreement with the rules of zonation and stratification of the intertidal as proposed by Vaillant. From the slowly inclined muddy-sand beach, it is obvious that, the main factor in biological distribution is the composition of substratum, that is, if the substratum appears to be mosaic, infauna will follow the same pattern.

4. The present paper deals with the biological character of some important economic species. In the beach of Bohai Sea and Huanghai Sea, the reproduction period of the subtropic species is in the hottest season in general (August mean temperature  $> 25^{\circ}\text{C}$ ), on the contrary, the reproduction period of the warm temperate species is in the late Spring and Autumn in general (May to June, temperature  $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ ).

---

\* Contribution No. 734 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.