

61-67

1804
91

青岛多齿围沙蚕的生产量

吴宝铃 丘建文
(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

Q958.885

摘要

Q959.192.2

多齿围沙蚕 *Perinereis nuntia* (Savigny) 是一种以沉积有机物为食的底栖多毛类, 通常栖居于潮间带中或上区, 混有泥砂和石块的底质中。大潮时, 底质暴露在空气的时间约为 5—11h。作者通过对青岛鲁迅公园附近一个沙-砾石滩的多齿围沙蚕种群的周年调查, 推算了它的产量, 对该种群的年龄组成、数量变化规律、繁殖期等生态特点也有一定程度的了解。该种群繁殖期从 3 月延续到 8 月, 5 月、6 月、7 月为繁殖高峰。各月份密度的变化范围在 49—3870 条/m² 之间, 平均为 836 条/m²。月平均生物量 12.4mg/m² 至 18680.6mg/m² 之间, 平均值为 6832.0mg/m²。生产量推算时, 依虫体长度不同分为 20 组, 分别计算每组虫体在相邻取样间月的生长增量。1989 年 3 月到 1990 年 2 月的产量为 35.59g/m²·a。周转率 (P/B) 为 1.62。

关键词: 生产量, 多毛纲, 围沙蚕 *Perinereis nuntia* (Savigny), 周转率, 围沙蚕

多齿围沙蚕是热带-温带潮间带的广布种。在我国沿岸, 它的分布区北到辽东湾, 南至海南岛^[1]。它以有机沉积物为食, 是沿岸底栖群落的常见种。由于它是鱼虾喜食的饵料动物, 在食物网的物质传递和能量流动中起着非常重要的作用。许多学者对此也作过多方面的研究^[1-4], 我国海洋底栖生物的研究工作起步较晚, 有关种群年龄结构、数量变化规律和繁殖情况的报道很少, 本文通过对青岛-多齿围沙蚕种群的周年逐月定量调查, 着重推算了该种群的生产量, 希望对我国海洋底栖动物群落次级生产力研究起一定的推动作用。

一、材料与方方法

标本采于青岛鲁迅公园附近一沙滩。该处表面为一层约 10cm 厚的砂, 其中混有石块, 多齿围沙蚕多栖居于其中, 再往下是泥砂。为了确定多齿围沙蚕自然种群开始繁殖的月份, 本研究开始在 1989 年 1 月初进行定性采样, 直到 3 月底, 才发现少量刚从浮游期转变为底栖生活的幼体。为运算方便, 选择 1989 年 3 月至 1990 年 2 月进行周年定量调查。定量采集时, 随机在潮间带的低、中、高潮带布设各 8 个点, 使用直径 10cm 的柱状采样管, 采挖深度为 15cm。选用筛孔 1mm 和 300 μ m 的筛子作为套筛。样品不经固定直接过筛, 对不能通过筛孔 1mm 的虫子, 直接在肉眼观察下挑取; 留在两筛之间的虫子则在 10 倍解剖镜下挑取。虫子挑出后放于等渗的 MgCl₂ 溶液中麻醉过夜, 第二天测量其长度。

选取不同大小的成、幼体 80 条, 分别测量其长度, 于 60 $^{\circ}$ C 下烘干后称得干重, 然后放在马福炉中于 600 $^{\circ}$ C 下烧, 得到灰重。把干重减去灰重即为去灰干重 (AFDW), 也就是有机物量。找出体长和重量的关系式后, 其余虫子的重量就可从长度换算过来。

生产量换算时, 先把虫子依不同长度分成 20 组, 用 Cassie^[5] 的概率纸方法区分开每月样

此文在整理数据和写作过程中得到陈水明、何文、刘朋和刘兴安同志的帮助, 青岛海洋大学李永祺教授、中科院海洋研究所杨纪明研究员对初稿提出宝贵意见, 在此表示衷心感谢。

本文于 1990 年 12 月 24 日收到。

品中多齿围沙蚕的年龄群，然后根据下面传统的次级生产力计算公式Crisp⁶⁾推算生产量：

$$P_s = \sum_{t=0}^{t=\infty} N \Delta \bar{W}$$

N 是在 t 时刻存活的个数， $\Delta \bar{W}$ 是重量的增量。

二、结 果

1. 繁殖期，年龄群的区分及种群数量变动

根据样品中多齿围沙蚕 $< 0.55\text{cm}$ 幼体出现的时间，我们推断它在青岛附近的繁殖期从

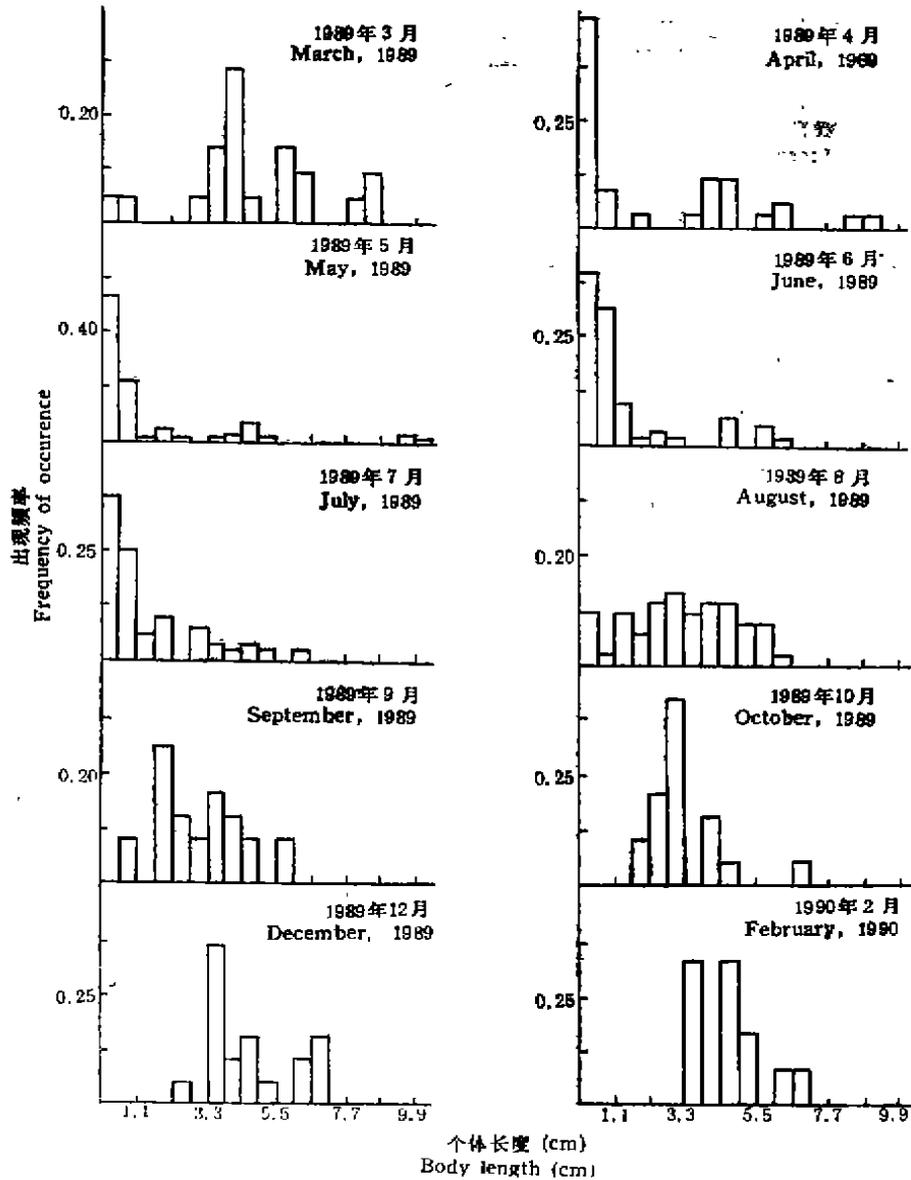


图1 多齿围沙蚕的长度-频率分布直方图

Fig. 1 Length-frequency histogram of *P. nuntia*

3月底开始,一直延续到8月底。条件适宜,水温23—28℃时,多齿围沙蚕从受精卵发育到5—10毛节的幼体,然后改变生活方式,从在水中浮游转入底栖生活约需7d^[4]。1989年1月26日及2月25日进行定量采集的样品中,也没发现刚从水中沉落到沙滩的(<0.55cm)幼体,而在3月29日所采的样品中则出现了少量的幼体。这表明该多齿围沙蚕种群1988的年繁殖期开始于3月22日前后。5月、6月、7月3个月,刚沉落幼体的密度最大,平均为1555条/m²,8月18日的样品中,<0.55cm幼体的密度显著减少,9月以后的样品中再也见不到这样的幼体。很明显,该种群的繁殖期在8月下旬结束(图1)。

从繁殖季节的初期(3月)起,在高、中、低潮带的24个站位进行定量采集,由于9、10月份以及以后的采样中,都没在低潮带的样品中发现多齿围沙蚕(图2)。又因为9月以前出现的这些幼体重量很小,在推算生产量时,忽略了低潮带8个站位这些幼体对种群年产量的贡献,而仅采用中、高潮带站位的数据,所得的结论也只适合于中、高潮带的情况。

从长度-频率分布图,大体可以看出虫体依长度在3月、4月、5月都分成3个不同的群,而6月至次年2月则只有两群。用概率纸方法^[6]对这些数据进行了处理,得到了各月样品中3群个体的数量。从图3可以看出,多齿围沙蚕的3个年龄群中,1989年3月至8月出生的0龄群在整个种群的总个体数中所占份量最大,平均密度达1519条/m²,尤其是在繁殖盛期5月、6月、7月,密度高达3110条/m²,繁殖期过后,个体数量迅速减少,11月后这种减少的趋势缓慢下来,曲线趋向平缓。1988年出生的1龄群的平均密度为417条/m²,除8月份有峰值外,整个密度曲线的趋向是逐渐减少的。1987年出生的2龄群的密度比0龄群、1龄群也小,平均密度只有165条/m²,5月份后,2龄的个体在样品中消失(图3、表1)。由于整个种群的繁殖期一直延续到8月底,而5月以后又没发现2龄个体,故5月以后繁殖的个体肯定为1龄。

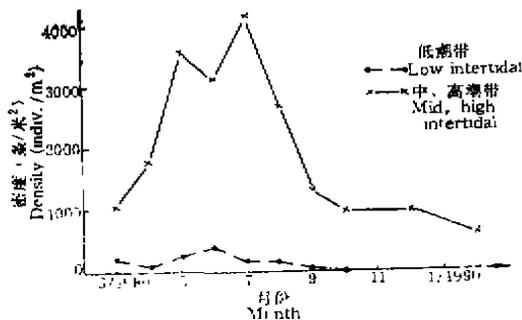


图2 低潮带和中、高潮带多齿围沙蚕密度的月变化情况
Fig. 2 Density of *P. nuntia* in low intertidal and mid, high intertidal

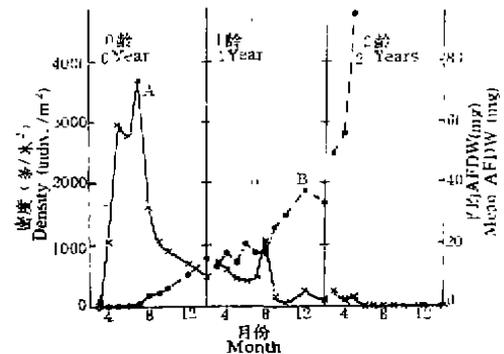


图3 多齿围沙蚕各龄群的个体密度及平均重量变动情况
A, 密度; B, 平均去灰干重
Fig. 3 Density and average AFDW in different age groups of *P. nuntia*.
A, density; B, average AFDW

由此可以推断,如果年与年之间的环境条件变化不大,青岛鲁迅公园附近的这一多齿围沙蚕种群将在3—8月繁殖,次年成熟并能产生后代,少数个体能活两年半。这种沙蚕的寿命不超过24—29个月。

2. 平均重量、生物量、生产量和周转率

从3—8月,0龄群新生的幼体密度虽然很大,但由于它们的平均重量小,在整个种群

表1 多齿围沙蚕产量推算步骤
Table 1 production estimation procedures in *P. nuntia*

日期 Date	条数 Number/ m ²	平均长度 (mm) Mean length	平均AFDW (mg) Mean AFDW	$\Delta\bar{W}$	Δt 内的平均 条数(N) Mean ⁿ number between monthes	$N \cdot \Delta\bar{W}$ (mgAFDW/m ²)	生物量 (mgAFDW/m ²) Biomass
0 龄群 (0) 0 year group							
3/29/89	99	8.25	0.1246	0.1246	50	6.1849	12.3648
4/22	1042	8.64	0.1914	0.0668	571	38.1318	199.5440
5/20	2929	10.62	0.3581	0.1667	1986	330.9849	1048.8467
6/19	2730	12.50	0.3533	-0.0048	2829	-13.5809	964.6610
7/19	3673	15.46	1.0060	0.6527	3202	2089.7117	3695.1073
8/18	1588	27.40	3.7402	2.7342	2631	7193.1427	5940.9845
9/15	1042	30.12	4.3025	0.5624	1315	739.7819	4485.0036
10/16	893	35.74	6.0145	1.7115	968	1658.0268	5373.6329
12/15	695	43.99	10.1817	4.1672	794	3309.6102	7075.6856
2/26/90	496	48.94	13.5969	3.4152	596	2034.2762	6749.1921
$P = \sum N \cdot \Delta\bar{W} = 17384.8701$				$B = 3554.6182$		$P/B = 4.8909$	
1 龄群 (844) 1 year group							
3/29/89	695	52.24	12.9784	-0.6205	769	-477.4064	9265.8633
4/22	596	59.87	17.3847	4.4083	646	2844.6381	10355.2343
5/20	447	49.49	14.0230	-3.3617	521	-1750.1246	8264.6229
6/19	397	49.50	20.0750	6.0520	422	2553.4677	7971.8307
7/19	447	53.18	17.3438	-2.7314	422	-1152.4180	7748.0833
8/18	1042	54.21	17.9029	0.5593	745	418.4383	18680.6351
9/15	149	62.33	25.5159	7.6130	596	4534.7109	3799.6594
10/16	49	66.00	29.7288	4.2129	99	418.2282	1475.6722
12/15	248	71.49	37.2486	7.5129	149	1118.7990	9244.6928
2/26/90	90	63.24	33.3836	-3.8650	174	-671.4753	3314.1720
$P = 7836.8579$				$B = 7612.0466$		$P/B = 1.0303$	
2 龄群 (298) 2 year group							
3/29/89	248	79.19	49.6439	16.2603	273	4439.1928	12321.0649
4/22	99	82.49	54.8708	5.2269	174	908.0838	5447.3316
5/20	149	100.82	95.3862	40.4944	124	5025.1323	14201.1611
6/19	0	—	—	—	—	—	—
$P = 10372.4090$				$B = 10656.5209$		$P/B = 0.9733$	

的生物量中仅占4%。9月、10月份以后，0龄群个体增长较快，虽然数量也比前个月明显少，但生物量却在增加。1龄群个体的平均去灰干重为22.57mg，为0龄群个体平均去灰干重(3.97mg)的5.68倍，2龄群个体的平均去灰干重达66.63mg为1龄个体的2.95倍。

0龄、1龄、2龄群个体的月平均生物量见表1，0龄群个体占总生物量的24.41%，1龄群占53.64%，2龄群占21.95%。

年生产量是0龄、1龄、2龄群个体生产量的总和，因为幼体在低潮带沉落后不久就消失，这些幼体的平均重量很少(表1)，它们对种群生物量的贡献很小，故产量推算只取中、高潮带的16个站，把各月采到的虫体分开，逐一测量它们的体长，通过下面的关系式把体长转化成去灰干重：

$$\log_{10} W = 2.747 \log_{10} L - 3.524 \quad (n=80, r=0.9700)$$

式中 W 为去灰干重(mg), L 为虫体长度(mm), n 为做长度-重量拟合时所用虫体的数目, r 为相关系数。

生产量推算的具体步骤列于表1, 0龄、1龄、2龄群的产量分别为 $17.385\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 、 $7.837\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 和 $10.372\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 。这3个龄群中, 0龄群的平均生物量和个体的平均重量最小, 可产量最大, 占年总产量($35.594\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{a}$)的48.84%, 1龄和2龄群的年产量分别占总产量的22.02%和29.14%。

各年龄的周转率(P/B)分别为4.89(0龄群)、1.00(1龄群)、0.97(2龄群)。整个种群的周转率的估算用Allen(1971)的办法, 把各龄群的周转率用其平均生物量加权。1989年3月至1990年2月的周转率为1.62。

三、讨 论

1. 生活史特点

从调查结果看, 幼体在繁殖期同时分布于低、中、高潮带, 但在9月、10月份以后的样品中, 分布在低潮带的幼体已消失。由此可以肯定, 在低潮带有某种不利于多齿围沙蚕生长的生态因子存在, Kemp^[8]在对 *Euzonus mucronata* 的研究中也发表了类似的现象, 但是, 他测定了低、中、高潮带若干物理和生物因子, 并未发现有什么差异。有一种推测是多齿围沙蚕每天需要有一定量的时间暴露在空气中, 而低潮带的暴露时间不够长。但Yoshida^[4]在室内培养多齿围沙蚕时, 虫体浸没水中, 并不需要模拟野外潮水变化。就否定了上述这种推测。我们初步认为造成这种分布模式的可能性有2种: 幼体被分布在低潮带的其它动物扑食或排斥; 由于底质不合适, 幼体死亡或逃离。

有关多齿围沙蚕的繁殖期, 调查结果是3月底到8月底, 对应的水温分别为 7°C 和 24°C 。Yoshida^[4]报道的大坂湾多齿围沙蚕的繁殖季节为4—8月, 与结论较接近, 但对应的水温高些($18\text{—}28^\circ\text{C}$); 谷进进等^[8]报道浙江舟山的多齿围沙蚕繁殖季节是6—8月, 对应的水温比Yoshida的报道还高($20\text{—}29^\circ\text{C}$)。舟山在青岛的南面, 它的平均水温较高, 日照量也较多, 如果没有种内生理、生态特性分化的话, 多齿围沙蚕在舟山的繁殖期应开始得比青岛早, 而结束得晚些。谷进进等^[8]没有列出具体的观察手段和可供比较的虫体参数, 因此就只能作一推测。

多齿围沙蚕繁殖时, 雌雄个体浮起于海面, 排精放卵。条件合适时, 从受精卵发育到底栖幼虫约需1周时间, 在这段时间内, 这些幼虫营浮游生活, 它们的主动浮泳能力较弱, 可能随水漂流到数公里以外。青岛鲁迅公园这一多齿围沙蚕种群的幼体来源现在还不很清楚, 究竟有多少幼体是本种群成体的后代, 有多少来自别的种群, 如果是本种的其它种群向这一种群输送幼体的话, 这些种群在什么地方, 幼体到达该处后是被某种理化因子影响而沉落, 还是被动地降落到底质表面, 这些也将是很值得探讨的问题。

2. 产量和周转率

到目前为止, 各国学者用来估算包括浮游动物和底栖动物在内的次级生产力的方法, 主要有两大类: 第1类是所谓群体动态平衡法, 第2类是生理学方法。使用第2类方法时, 要考虑不同年龄动物代谢强度的不同, 又要注意同龄动物代谢强度的季节性变化, 在实验室内得到的数据往往不符合野外的情况, 本文采用第1类方法。

表2 底栖多毛类的周转率
Table 2 Turnover rate in benthic polychaetes

种 名 Species	周转率值 Turnover rate
<i>Ampharete acutifrons</i>	5.6
<i>A. acutifrons</i>	4.6
<i>Pectinaria hyperborea</i>	4.3
<i>P. californiensis</i>	4.3
<i>P. koreni</i>	3.1
<i>Harmothoe imbricata</i>	2.6
<i>Nereis diversicolor</i>	2.5
<i>Paraprionospio pinnata*</i>	2.4
<i>Terebellides stroemi</i>	2.3
<i>Nephtys incisa</i>	2.2
<i>Nereis diversicolor**</i>	2.2
<i>Ammotrypane aulogaster</i>	2.1
<i>Cistenoides gouldii</i>	1.9
<i>Nephtys hombergi</i>	1.9
<i>Hereis diversicolor</i>	1.8
<i>N. hombergi</i>	1.7
<i>Euzonus mucronata**</i>	1.7
<i>Neanthes virens</i>	1.6
<i>Perinereis nuntia****</i>	1.6
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	1.4
<i>Lumbrinereis fragilis</i>	1.3
<i>Chaetozone setosa</i>	1.3
<i>Heteromastus filiformis</i>	1.0
<i>Arenicola marina</i>	1.0
<i>Glycera rouxi</i>	0.4
<i>Nephtys australiensis</i>	0.4

注: * Vazquez & Rojas^[13]; ** Kemp^[8]; *** Gillet^[14]; **** 本研究, 其它数据源自 Gray^[12]。

g/m²·a。

进行周转率的计算, 可以使同一物种的不同种群间能够在同一基础上比较其产量的大小, 表2列举了各种底栖多毛类已发表的周转率值资料。不同种群所得的周转率比较接近。有一些则差别较大, 这种差异很可能是由于采样方法不同造成的, 较小的值可能是低估了年幼个体对总标量的贡献^[12]。

由于周转率有相对的稳定性, 可通过周转率估算生产量。但由于低温、缓慢的生长率和变化着的捕食率都可使周转率下降。做这种换算时还需考虑到环境条件的变化情况。

参 考 文 献

- [1] 吴宝铃等, 1981, 《中国近海沙蚕科研究》, 海洋出版社。
- [2] Inamori, Y., Furuya, N. and Kurihara, Y., 1979, Studies on the effects of some environmental factors on survival and growth of the polychaete *Perinereis nuntia* var. *vallata*, *Bull. Mar. Biol. ST. Asamushi Tohoku Univ.* 16(3):133-141.
- [3] 谷进进、范广钻、郑佩玉、范贻敏、丁忠明, 1981, 多齿围沙蚕 *Perinereis nuntia* (Savigny) 人工繁殖研究, *浙江水产学院水产科技* (1):1-13.
- [4] Yoshida, S., 1985, Studies on the aquaculture and its commercialization of a polychaete worm, *Nereis nuntia*, *Japanese Polychaete Club Newsletter* 3:1-4.

估算底栖动物的生产量, 首先要区分出年龄群。如果不把年龄群分开, 当种群得到幼体补充量与死亡量相等时, 整个种群的数目、平均重量都看不出变化, 生产量就易被误认为等于零。对于身体上带有生长轮或生长纹的动物如双壳类, 可以通过直接观察壳上的生长轮纹得知它们的年龄、生长情况。1970年Kirkegaard^[9]首先发现多毛类齿吻沙蚕的角质片上也带有生长轮纹, 通过观察这些生长轮纹可确定年龄, 计算产量^[10]。当年龄群不能通过生长纹分开时, 推算产量就相当困难, 在这种情况下就需要知道每一个大小级的密度、平均重量和特有的生长率, Heip和Herman^[11] (1979)给出了使用这种方法的一个例子, 但由于这种方法涉及到互相关函数, 计算的中间过程看起来不直接, 以后使用这种方法的人不多。通过对野外多齿围沙蚕的周年采样观察, 掌握了幼体出现的时间, 结合Crisp^[6]的方法, 首先把3个龄群分开, 然后分别计算了这3个龄群的产量。0龄、1龄、2龄群的产量分别为17.385g/m²·a、7.837g/m²·a和10.372g/m²·a。该种群向群落输入的总产量为35.6

- [5] Cassie, R.M., 1954, Some uses of probability in the analysis of sizefrequency distributions, *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 5:513—522.
- [6] Crisp, D.J., 1971, Energy flow measurements. In: *Methods for the Study of Marine Benthos*, Holme, N.A. & McIntyre, A.D., eds, Blackwell, Oxford. p197—279.
- [7] Allen, K.R., 1971, Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Canada* 28:1573—1581.
- [8] Kemp, P.F., 1988, Production and life history of a deposit-feeding polychaete in an atypical environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 26:437—446.
- [9] Kirkegaard, J.B., 1970, Age determination of *Nephtys* (Polychaeta: Nephtyidae). *Ophelia* 7:277—281.
- [10] Kirkegaard, J.B., 1978, Production by polychaetes on the Dogger Bank in the North Sea. *Meddelelser fra Danmarks Fiskeri-og Havundersøgelser* 7:497—509.
- [11] Heip, C. and Herman, R., 1979, Production of *Nereis diversicolor* O.F.Müller (Polychaeta) in a shallow brackish-water pond. *Estur. Coast. Mar. Sci.* 8:297—305.
- [12] Gray, J., 1981, *The Ecology of Marine sediments—An introduction to the structure and function of the benthic communities*. Cambridge Press.
- [13] Vazquez, F.C. and Rojas, D.A., 1980, Estimación de la producción secundaria de *Paraprionospio pinnata* (Spionidae, Polychaeta) frente a bahía de Concepcion, Chile. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo* 29(2):79—82.
- [14] Gillet, G., 1990, Biomasse, production et dynamique des populations de *Nereis diversicolor* (annelide polychète) de l'estuaire de la Loire (France). *Oceanologica Acta* 13(3):361—371.

PRODUCTION OF *PERINEREIS NUNTIA* (SAVIGNY) AT A QINGDAO BEACH

Wu Bao-Ling Qiu Jian-Wen
(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao)

A *Perinereis nuntia* (Polychaeta: Nereidae) population inhabiting a cobble-sand beach in Qingdao has been studied over one year to estimate its production. This population reproduces from March to August with a peak in May, June and July. Total numbers vary between 49 and 3670 individuals/m². Total standing stock (Ash-free dry weight) lies between 12.4 to 18680.6mg/m², with a mean of 6632.0mg/m².

Production was calculated by determining the weight-specific growth-rate of the 20 size-classes in each of the 3 year groups. Production (AFDW) in the year Mar., 1989—Feb., 1990 was equal to 35.59 g/m². *P:B* ratio was equal to 1.62.

Key words: production, polychaeta, *Perinereis*, *P:B* ratio.