

# 苏北浅滩邻近海域秋季大型底栖动物生态特征<sup>\*</sup>

范士亮<sup>1,2</sup>, 王宗兴<sup>1,2</sup>, 徐勤增<sup>1,2</sup>, 姜美洁<sup>1,2</sup>, 王宗灵<sup>1,2</sup>, 李瑞香<sup>1,2</sup>

(1. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061;

2. 海洋生态环境科学与工程国家海洋局重点实验室, 山东 青岛 266061)

**摘要:** 2007 年 10 月苏北浅滩邻近海域的调查中共鉴定出大型底栖动物 120 种, 种数和丰度的优势生物为多毛类动物, 而棘皮动物的生物量占明显优势。群落中优势种以滩栖阳遂足(*Amphiura vadicola*)和不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)贡献率最高。大型底栖动物平均丰度为 273.57 个/m<sup>2</sup>, 平均生物量为 44.50 g/m<sup>2</sup>。自苏北浅滩向外海, 大型底栖动物丰度和生物量呈增加的趋势。根据 Bray-Curtis 相似性系数聚类分析, 大型底栖生物可划分为 3 个群落: 1) 滩栖阳遂足群落; 2) 不倒翁虫-梳鳃虫群落; 3) 稚齿虫-背刚虫-樱蛤-织纹螺群落。大型底栖生物群落分布与沉积物类型具有较大的相关性。生存环境的剧烈变化是导致苏北浅滩站位种群贫乏的重要原因之一。悬浮物颗粒的短期快速沉降现象可能也是导致种群贫乏的另一重要原因。

**关键词:** 大型底栖动物; 苏北浅滩; 群落; 聚类分析

**中图分类号:** Q178.53

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-6647(2010)04-0489-09

作为水生生态系统的重要组成部分与饵料生物, 大型底栖动物种类繁多、食性复杂。它们通过参与碳、氮、硫等元素的生物地化循环, 以及影响污染物的迁移转化与沉积物的稳定性, 共同维持着生态系统的结构和功能<sup>[1,2]</sup>。由此, 有关大型底栖动物的生态特征研究受到国内外学术界的广泛关注<sup>[3-7]</sup>。

南黄海西部海底埋藏沙丘群, 位于江苏省连云港以东的海域, 其形态似三角洲状, 称为“苏北浅滩”。沉积物主要为细砂与粉砂质砂, 中值粒径为 3~6  $\phi$ <sup>[8]</sup>。该区水体较浅, 有多条河流径流注入, 同时南北两大潮波系统在此汇合, 为海洋生物的繁殖和生长提供了充足的饵料, 是多种鱼类产卵、索饵的场所<sup>[9]</sup>。近十几年来受到外界的影响愈来愈严重, 系统的功能和系统的平衡受到严重影响<sup>[10]</sup>。至目前关于苏北浅滩邻近海域的大型底栖生物群落研究鲜有报道。我们根据 2007 年 10 月的调查资料, 对苏北浅滩邻近海域大型底栖生物生物量、丰度及群落结构进行分析, 了解该海域底栖动物的概貌, 以期为该海域生物资源的开发利用以及水域生态系统的健康评价提供基本数据支持, 并为生态环境保护决策提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 取样站位和样品采集

于 2007 年 10 月对苏北浅滩邻近海域大型底栖动物进行了定量采样, 共设调查站位 24 个(图 1), 每站用取样面积 0.25 m<sup>2</sup> 的蚌式采泥器采集沉积物样品, 泥样用底层筛孔径为 0.5 mm 的套筛冲洗, 获得样品用体积分数 10% 甲醛溶液固定, 样品带回实验室后进行种类鉴定、个体计数和称重, 样品的处理、保存、计数和称重等均按《海洋调查规范》<sup>[11]</sup> 进行。丰度单位为个/m<sup>2</sup>, 生物量单位按湿重计(g/m<sup>2</sup>)。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-08-26

**资助项目:** 我国近海海洋综合调查与评价专项课题——ST03 区块水体环境调查与研究(908-1-ST03); 国家海洋局第一海洋研究所基本科研业务费专项资金项目——浒苔下沉对底栖生态系统的环境效应(GY02-2008G43)和黄海冷水团变异及其对海洋生态系统的影响(GY02-2009T04)

**作者简介:** 范士亮(1982-), 男, 山东莱芜人, 硕士, 主要从事底栖生物分类与生态学方面研究。E-mail: fanshiliang@fio.org.cn

(高 峻 编辑)

## 1.2 数据处理

利用 PRIMER 5.0 软件计算对大型底栖动物群落优势种贡献率、Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数。群落划分采用 Bray-Curtis 相似性系数聚类分析。

Margalef 丰富度指数( $D$ ):

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (1)$$

式中, $N$  为丰度(单位: 个/ $m^2$ )。

Shannon-Wiener 多样性指数( $H'$ ):

$$H' = -\sum(P_i)(\ln P_i) \quad (2)$$

式中, $P_i$  为样品中  $i$  种的丰度比例, 如样品总丰度为  $N$ , 第  $i$  种的丰度为  $n_i$ , 则  $P_i = n_i / N$ 。

Pielou 均匀度指数( $J$ ):

$$J = H' / \ln S \quad (3)$$

用 Surfer 8.0 软件分别做出丰度、生物量及 3 项多样性指数的空间分布等值线图。

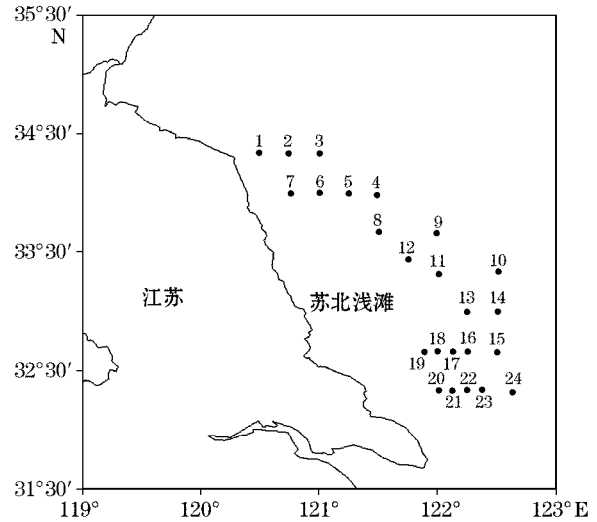


图 1 调查站位图

Fig. 1 Map of the sampling stations

## 2 结果

### 2.1 种类组成

在该海域共采到大型底栖动物 146 种, 鉴定到种的有 120 种(未知及未鉴定到种的有 26 种), 其中甲壳动物 30 种, 占总种数的 20.5%; 毛多类 68 种, 占 46.6%; 软体动物 31 种, 占 21.2%; 棘皮动物 8 种, 占 5.5%; 其它动物共 8 种, 占 5.5%。优势种名录见表 1, 以棘皮动物的滩栖阳遂足(*Amphiura vadicola*)和多毛类的不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)、梳鳃虫(*Terebellides stroemii*)贡献率最高, 累计贡献率为 39.23%。

多毛类在丰度上占绝对优势, 占总平均丰度的 42.8%; 依次为甲壳动物、软体动物、棘皮动物, 其他类动物仅占 2.0%。在生物量上, 棘皮动物占优势, 占总平均生物量的 43.8%; 其次为多毛类、软体动物、甲壳动物和其他类动物。在调查海区, 多毛类遍布所有调查站位, 软体动物、棘皮动物和甲壳类在整个海域 80% 以上的站位出现(表 2)。其他类除裸体方格星虫(*Sipunculus nudus*)在南面 2 个断面的大部分站位(15, 16, 17, 20, 21)出现外, 纽虫和海葵仅在北面的 1~2 个站位零星分布, 蠕虫仅在 10 号站出现。软体动物中, 纵肋织纹螺(*Nassarius variciferus*)的平均丰度最高, 为 8.87 个/ $m^2$ , 而生物量最高的是毛蚶(*Scapharca subcrenata*), 平均为 4.52 g/ $m^2$ 。多毛类中, 稚齿虫(*Prionospio* sp.)、背蚓虫(*Notomastus latericeus*)、梳鳃虫的丰度占前 3 位, 分别为 20.87, 13.74 和 7.3 个/ $m^2$ , 背蚓虫的生物量占第 1 位, 为 3.54 g/ $m^2$ , 其他的平均生物量均在 0.2 g/ $m^2$  以下。甲壳类中, 豆形短眼蟹(*Xenophthalmus pinnotheroides*)、仿盲蟹(*Typhlocarcinops* sp.)和塞切尔泥钩虾(*Eriopisella sechellensis*)的丰度占前 3 位, 分别为 23.30, 10.26 和 6.09 个/ $m^2$ , 豆形短眼蟹和仿盲蟹的生物量则占前 2 位, 分别为 2.31 和 1.2 g/ $m^2$ 。棘皮动物中, 滩栖阳遂足的丰度最高, 为 26.78 个/ $m^2$ , 其次为日本倍棘蛇尾(*Amphioplus japonicus*) (9.04 个/ $m^2$ )。生物量则以滩栖阳遂足占绝对优势, 为 11.83 g/ $m^2$ , 它甚至是整个研究海区生物量的最大贡献者; 紫纹芋参(*Molpadia roretzii*)的生物量位居第 2 位, 为 4.92 g/ $m^2$ 。其它动物的丰度和生物量均以裸体方格星虫占优势, 其值分别为 2.09 个/ $m^2$  和 0.25 g/ $m^2$ 。

表 1 大型底栖动物的优势种名录及贡献率

Table 1 Nomenclature of the dominant macrobenthic species and their contributions

种 类	拉丁文名	平均丰度	贡献率	累计贡献率
		/个·m <sup>-2</sup>	/%	/%
滩栖阳遂足	<i>Amphiura vadicola</i>	26.78	14.66	14.66
不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>	6.61	14.15	28.81
梳鳃虫	<i>Terebellides stroemii</i>	7.30	10.41	39.22
背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>	13.74	8.10	47.32
矮小稚齿虫	<i>Prionospio pygmaea</i>	8.87	4.90	52.22
昆士兰稚齿虫	<i>Prionospio queenslandica</i>	12.00	4.39	56.61
锥唇吻沙蚕	<i>Glycera onomichiensis</i>	3.48	4.11	60.72
日本倍棘蛇尾	<i>Amphiplus japonicus</i>	9.04	3.35	64.07
豆形短眼蟹	<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>	23.30	2.35	66.42
灰双齿蛤	<i>Felaniella usta</i>	3.30	2.02	68.44
双形拟单指虫	<i>Cossurella dimorpha</i>	1.91	1.90	70.34
纵肋织纹螺	<i>Nassarius variciferus</i>	8.87	1.84	72.18
纽虫	Nemertinea	0.52	1.74	73.92
伶鼬榧螺	<i>Oliva mustellina</i>	1.74	1.62	75.54
花索沙蚕	<i>Arabella iricolor</i>	1.39	1.54	77.08
短叶索沙蚕	<i>Lumbrineris latreilli</i>	2.43	1.53	78.61
裸体方格星虫	<i>Sipunculus nudus</i>	2.09	1.26	79.87
日本拟花尾水虱	<i>Paranthura japonica</i>	1.22	1.07	80.94
紫纹芋参	<i>Molpadia roretzii</i>	0.87	1.04	81.98
小亮樱蛤	<i>Nitidotellina minuta</i>	2.96	1.03	83.01
后指虫	<i>Laonice cirrata</i>	1.04	0.94	83.95
日本长手沙蚕	<i>Magelona japonica</i>	0.87	0.91	84.86
美原双眼钩虾	<i>Ampelisca miharaensis</i>	3.48	0.89	85.75
塞切尔泥钩虾	<i>Eriopisella sechellensis</i>	6.09	0.89	86.64
仿盲蟹	<i>Typhlocarcinops</i> sp.	10.2	60.81	87.45
博氏双眼钩虾	<i>Ampelisca bocki</i>	1.22	0.63	88.08
寡鳃吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>	1.74	0.59	88.67

## 2.2 丰度和生物量分布

大型底栖动物的总平均丰度和生物量分别为 273.57 个/m<sup>2</sup> 和 44.50 g/m<sup>2</sup>。自苏北浅滩向外海大型底栖动物丰度呈增加的趋势(图 2a)。1 个明显的高密度区分布在苏北浅滩南部外侧。高值中心位于 16 号站,最高丰度达 1 320 个/m<sup>2</sup>,该区域的 15 和 23 号站丰度分别达到 764 个/m<sup>2</sup> 和 744 个/m<sup>2</sup>。生物量的平面分布格局和丰度大体一致,苏北浅滩向外生物量逐渐升高(图 2b)。Pearson 相关分析结果显示,丰度和生物量分布显著相关( $P=0.033$ )。

也进一步证明,丰度和生物量的平面分布有着相同的变化趋势。不同的是,最明显的生物量高值中心位于苏北浅滩北面的 3 号站,生物量为 167.46 g/m<sup>2</sup>,该站主要分布棘皮动物滩栖阳遂足,个体都较大。与丰度相比,苏北浅滩南部外侧的生物量高值区不明显,最高生物量为 127.34 g/m<sup>2</sup>。

表 2 大型底栖动物各门类的丰度和生物量组成

Table 2 Composition of abundances and biomasses for various macrobenthic phylums

门 类	丰 度		生物量	
	数值	比例	数值	比例
	/个·m <sup>-2</sup>	/%	/g·m <sup>-2</sup>	/%
多毛类	117.22	42.8	8.83	19.8
棘皮动物	41.04	14.9	19.50	43.8
甲壳动物	68.35	25.1	4.37	9.8
软体动物	41.57	15.2	8.66	19.5
其他动物	5.39	2.0	3.15	7.1

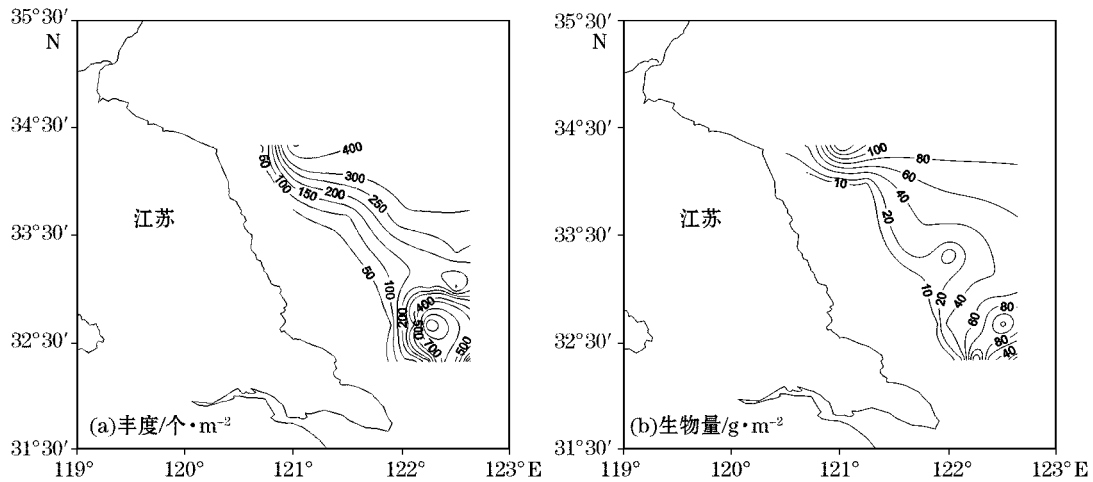


图 2 大型底栖动物丰度(a)和生物量(b)的空间分布

Fig. 2 The spatial distribution pattern of macrobenthic abundance(a) and biomass(b)

### 2.3 多样性

各站大型底栖动物种类数  $S$  自苏北浅滩向外海呈增加趋势,种类最多的站位是 23 站,共 37 种。最低为 3 种,分别为 1, 7, 19 号站。Shannon-Winener 指数  $H$  在调查海域的中部最高,13 号站达 2.93,该区域  $H$  的平均值为 2.56。丰富度指数  $D$  从调查海域西北向东南,从苏北浅滩南部向外逐渐增加。均匀度指数  $J$  的变化趋势与  $H$  和  $D$  大体相反,从苏北浅滩向外海逐渐减少(图 3)。

### 2.4 群落结构

根据 Bray-Curtis 相似性系数聚类分析,苏北浅滩邻近海域的大型底栖生物大体可划分为 3 个群落(图 4):群落 I 为滩栖阳遂足群落,滩栖阳遂足的群落贡献率达 69.49%。群落 II 为不倒翁虫—梳鳃虫—樱蛤群落,3 个优势种的贡献率分别为 22.05%、17.94% 和 11.52%,平均丰度分别为 8、15.33 和 4.67 个/m<sup>2</sup>;群落 III 为稚齿虫—背蚓虫—樱蛤—织纹螺群落,主要优势种为稚齿虫(52 个/m<sup>2</sup>)、背蚓虫(29.78 个/m<sup>2</sup>)、樱蛤(18.67 个/m<sup>2</sup>)和纵肋织纹螺(25.33 个/m<sup>2</sup>),4 个优势种的贡献率总计为 67.26%,仅稚齿虫达 45.82%(表 3)。

表 3 3 个群落主要优势种的贡献率

Table 3 The contributions of the main dominant species respectively in the three communities

种 类	群落 I		群落 II		群落 III	
	平均丰度 /个·m <sup>-2</sup>	贡献率 /%	平均丰度 /个·m <sup>-2</sup>	贡献率 /%	平均丰度 /个·m <sup>-2</sup>	贡献率 /%
滩栖阳遂足 <i>Amphiura vadicola</i>	98.00	69.49				
不倒翁虫 <i>Sternaspis scutata</i>			8.00	22.05		
梳鳃虫 <i>Terebellides stroemii</i>			15.33	17.94		
樱蛤 <i>Tellinidae</i>			4.67	11.52	18.67	7.79
稚齿虫 <i>Prionospio spp.</i>					52.00	45.82
背蚓虫 <i>Notomastus latericeus</i>					29.78	8.49
织纹螺 <i>Nassarius spp.</i>					25.33	5.17

注:空白处表示该群落非优势种

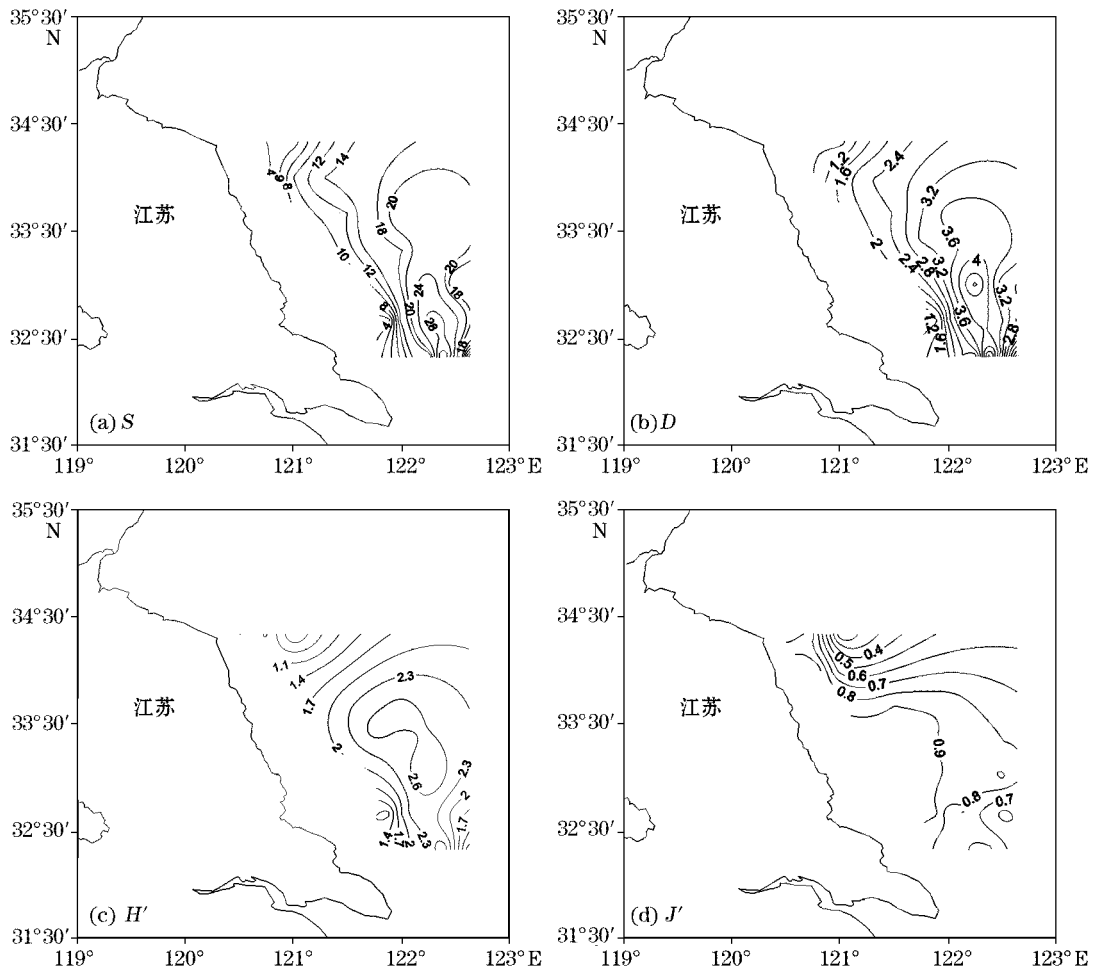


图 3 大型底栖动物多样性指数(S,D,H,J)空间分布

Fig. 3 The spatial distribution patterns of macrobenthic biodiversity indices (S,D,H and J)

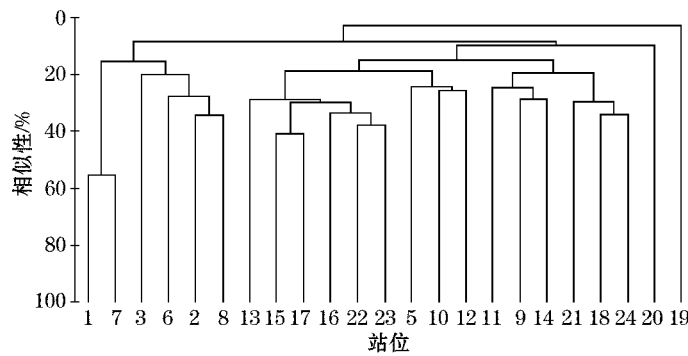


图 4 Bray-Curtis 相似性系数聚类分析图

Fig. 4 Bray-Curtis similarity dendrograms

3 个群落及主要种类的丰度分布格局见图 5。

滩栖阳遂足群落(群落 I):该群落位于苏北浅滩北面,底质为粉砂质粘土,水深约 17 m。滩栖阳遂足最高丰度为 496 个/m<sup>2</sup>,位于 3 号站,该群落滩栖阳遂足平均丰度为 98 个/m<sup>2</sup>,在该群落占绝对优势;双带光螺 (*Melanella martinii*)仅在 6 号站分布,丰度高达 124 个/m<sup>2</sup>。该区域底质较硬,种类较少,群落结构简单,另外仅发现纽虫、海葵和吻沙蚕(*Glycera* sp.)等 10 余种。

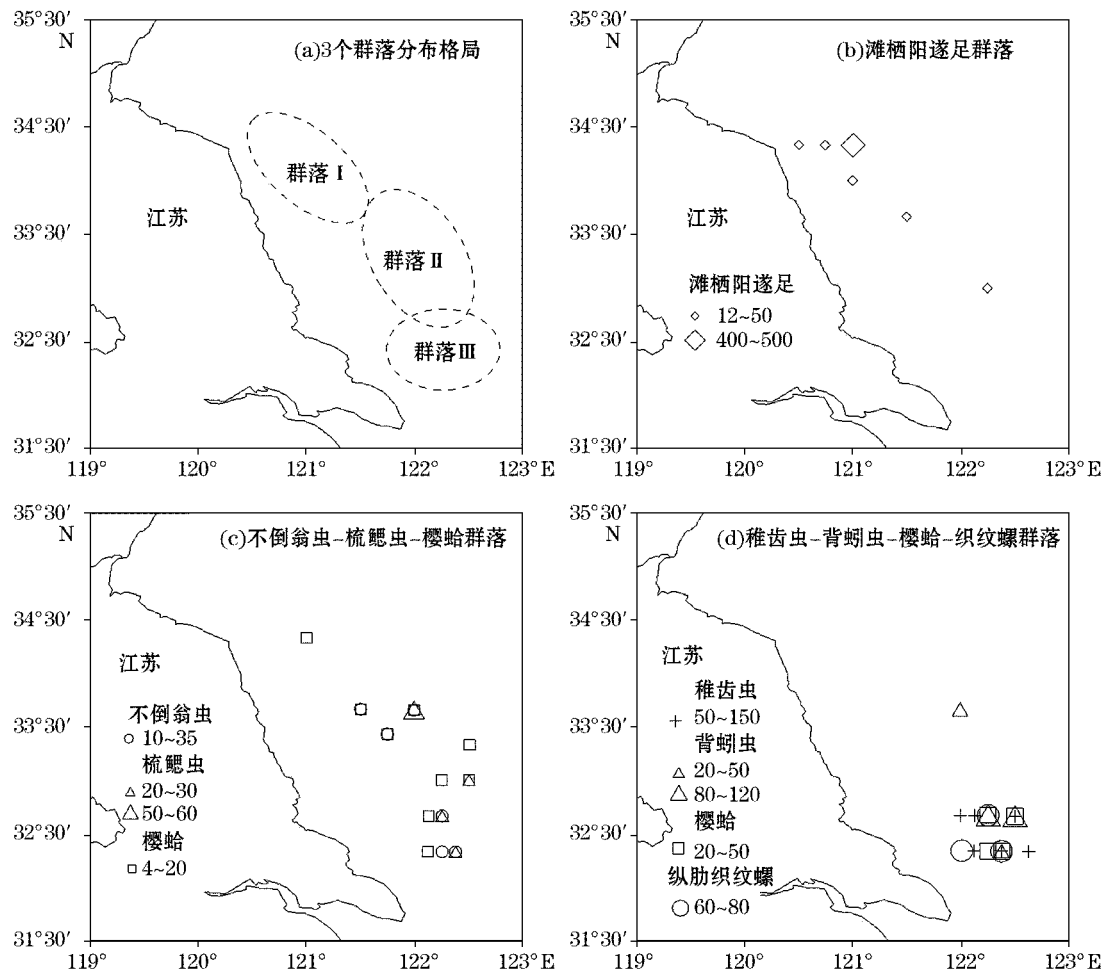


图 5 3 个群落及其主要种类的分布格局(单位:个·m<sup>-2</sup>)

Fig. 5 The distribution patterns of the main species respectively in the three communities (Unit: ind·m<sup>-2</sup>)

不倒翁虫—梳鳃虫—樱蛤群落(群落 II):该群落位于苏北浅滩东侧,调查海域中部,底质为粘土质粉砂或砂,平均水深 21~31 m。不倒翁虫的平均丰度 8 个/m<sup>2</sup>,其丰度不高但是在该区域出现频率高,故贡献率最高,构成了第一优势种。梳鳃虫最高丰度为 9 号站的 56 个/m<sup>2</sup>,12 和 14 号站分别为 8 个/m<sup>2</sup>和 24 个/m<sup>2</sup>,另外梳鳃虫在 16 和 23 号站也有出现。樱蛤对群落的贡献率为 11.52%,在该区域的大部分站位都有出现,但是丰度较低,平均为 6.4 个/m<sup>2</sup>。日本倍棘蛇尾平均丰度较高,为 16 个/m<sup>2</sup>,但仅在 10 号站出现,达不到成为优势种的标准。

稚齿虫—背蚓虫—樱蛤—织纹螺群落(群落 III):该群落位于苏北浅滩南面,靠近长江口,底质以粘土质粉砂为主,水深 9~50 m。优势种有稚齿虫,在南部 66.6%的站位出现,丰度介于 50~150 个/m<sup>2</sup>。背蚓虫在该群落的出现频率为 77.7%,其中在 15 和 16 号站丰度最高,分别达到 88 和 116 个/m<sup>2</sup>;樱蛤主要在该区域中部出现,丰度为 30~50 个/m<sup>2</sup>。纵肋织纹螺在 16、20 和 23 站的丰度较高,为 64~72 个/m<sup>2</sup>。不倒翁虫在该群落也有分布,但比群落 II 的贡献率较低,仅为 4.14%,达不到优势种的标准。另外主要的种类还有奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*)、豆形短眼蟹、仿盲蟹、拟节虫(*Praxillella* sp.)和塞切尔泥钩虾。奇异稚齿虫仅在 16 号站有分布,丰度为 440 个/m<sup>2</sup>,豆形短眼蟹主要分布在 2 个站位,分别为 15 号站(424 个/m<sup>2</sup>)和 17 号站(76 个/m<sup>2</sup>)。

### 3 讨 论

孙道元等根据多毛类的种集合所划分的长江口外的 3 个区:高沉积速率的南区、生物扰动占优势的中区和典型的北部陆架区,大致上反映了河口沉积速率的梯度<sup>[12]</sup>。本次研究海域位于长江口以北,大部分站位接近北部的陆架改造沉积区。发现大型底栖生物 146 种,平均丰度为 273.57 个/m<sup>2</sup>,平均生物量 44.50 g/m<sup>2</sup>。长江口邻近海域发现大型底栖生物 50 种,平均丰度为 150 个/m<sup>2</sup>,平均生物量为 17.57 g/m<sup>2</sup>,均低于本研究。这很可能与长江口附近海域的高沉积速率有关<sup>[13]</sup>。研究海域的丰度低于黄河口及其邻近海域的(557 个/m<sup>2</sup>),生物量高于它的(35.28 g/m<sup>2</sup>)<sup>[14]</sup>,这与研究中采到个体较大的生物,如棘皮动物的滩栖阳遂足,对生物量贡献较大有一定关系。与江苏海岛海岸带调查结果相比,种类数较低,丰度和生物量较高<sup>[15]</sup>;种类数也低于刘录三在南黄海的调查结果,而丰度高于南黄海,生物量略低于南黄海。另外,在南黄海调查中发现江苏近岸站位(与本研究中的 10 号站接近)主要种类为日本倍棘蛇尾,与本次研究结果相一致<sup>[6]</sup>。

研究结果表明,从苏北浅滩向外海,丰度、生物量、种类数、Shannon-Wiener 指数和丰富度指数均呈现逐渐增高的分布规律。究其原因,1)苏北浅滩邻近水体较浅,水深均在 10 余 m,受波浪与潮流的影响较大,滩面也因此不断发生变动,易造成沉积环境的剧烈变化,使底栖生物居无定所,固定生活困难<sup>[8,10]</sup>。2)苏北浅滩邻近区域沉积物主要为细砂与粉砂质砂,沉积物的悬浮和沉降作用较强,海水含沙量较高。水体悬浮物测定结果表明,悬浮物含量高值主要出现在苏北浅滩外缘站位,如 7,18,19,20 站底层悬浮物含量介于 131.1~243 mg/L;离浅滩相对远的 4,9,10,13,14,15,16 站位悬浮物含量相对低,介于 14.6~33.2mg/L,平均为 23.5mg/L。高悬浮物量在平潮时颗粒较大的粉砂迅速下沉底部,造成短期的快速沉积现象,而这种快速沉积对底栖生物的正常生活极其不利<sup>[13]</sup>。这些均会导致苏北浅滩外缘站位(如 7 和 19 站)底栖生物的贫乏。随着水深增加,悬浮物含量降低,水流冲刷作用减弱以及沉积速率降低,为底栖生物创造相对稳定的生存环境,生物数量增加,各生态指标发生变化。如表 4, Pearson 相关分析表明,大型底栖动物的种类数和生物量与表、底层悬浮物均呈显著负相关( $P < 0.05$ ),此结果进一步证明了上述分析。

表 4 大型底栖动物与水体悬浮物的相关分析

Table 4 Analysis of correlation between macrofauna and suspended load content

悬浮物含量/mg · L <sup>-1</sup>	种类数	丰度	生物量
表层	-0.475*	-0.395	-0.651*
底层	-0.566*	-0.367	-0.474*

注: \* 表示显著相关

底质往往是大型底栖动物群落结构的重要控制因子<sup>[16-19]</sup>。底质对多毛类动物分布有决定性影响<sup>[17,18]</sup>。黄、东海底栖动物群落与沉积物类型有着密切关系<sup>[19]</sup>。在本研究调查海域范围内,苏北浅滩北面沉积物类型为粉砂质粘土,主要栖息有食底泥碎屑和微小生物的滩栖阳遂足,还有少数泥营或深潜洞穴的种类,如海葵和纽虫等<sup>[20]</sup>。中部以砂和粘土质粉砂为主,最南面 2 个断面主要为粘土质粉砂底质,除了位于浅滩边缘的 19 和 20 号站和最外侧的 24 号站接近砂质<sup>[19,21]</sup>,群落主要是营底内滤取底栖硅藻或吞食有机碎屑为饵料的软体动物和多毛类占优势<sup>[20]</sup>。3 个群落类型: I 滩栖阳遂足群落, II 不倒翁虫—梳鳃虫—樱蛤群落, III 稚齿虫—背蚓虫—樱蛤—织纹螺群落和底质情况基本适应。

致谢: 水体悬浮物资料由国家海洋局第一海洋研究所臧家业、韦钦胜提供,王洪平等在采集样品工作中提供帮助。

## 参考文献(References):

- [1] BELAN T A. Benthos abundance pattern and species composition in conditions of pollution in Amursky Bay(the Peter the Great Bay, the Sea of Japan)[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2003, 46: 1111-1119.
- [2] LIU L S, MENG W, TIAN Z Q, et al. Distribution and variation of macrobenthos from the Changjiang Estuary and its adjacent waters [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(7): 3027-3034. 刘录三, 孟伟, 田自强, 等. 长江口及毗邻海域大型底栖动物的空间分布与历史演变 [J]. *生态学报*, 2008, 28(7): 3027-3034.
- [3] ZHANG Z N, TU L H, YU Z S. Preliminary study on the macrofauna in the Huanghe River estuary and its adjacent waters(II) in relation to the sedimentary environment[J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 1990, 20(2): 45-52. 张志南, 图立红, 于子山. 黄河口及其邻近海域大型底栖动物的初步研究(二)生物与沉积环境的关系[J]. *青岛海洋大学学报*, 1990, 20(2): 45-52.
- [4] HAN J, ZHANG Z N, YU Z S. Macrobenthic community structure in the southern and central Bohai Sea, China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(3): 531-537. 韩洁, 张志南, 于子山. 渤海中、南部大型底栖动物的群落结构[J]. *生态学报*, 2004, 24(3): 531-537.
- [5] YUAN W, ZHANG Z N, YU Z S, et al. A study of macrofauna in the northwest of Jiaozhou Bay[J]. *Journal of Ocean University of China*, 2006, 36(Sup.): 91-97. 袁伟, 张志南, 于子山, 等. 胶州湾西北部海域大型底栖动物群落研究[J]. *中国海洋大学学报*, 2006, 36(Sup.): 91-97.
- [6] LIU L S, LI X Z. Distribution of macrobenthos in spring and autumn in the southern Yellow Sea[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2003, 34(1): 26-30. 刘录三, 李新正. 南黄海春秋大型底栖动物分布现状[J]. *海洋与湖沼*, 2003, 34(1): 26-30.
- [7] CURRIE D R, SMALL K J. Macrobenthic community responses to long-term environmental change in an east Australian sub-tropical estuary[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2005, 63: 315-331.
- [8] TANG B G. Preliminary study on the modern sedimentary environment and sedimentary characteristics in the western part of the East China Sea[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1992, 12(4): 29-40. 唐保根. 东海西部海域现代沉积环境分区及沉积特征的初步研究[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1992, 12(4): 29-40.
- [9] XIONG Y, ZHONG J S, TANG J H, et al. The species composition and quantity distribution of fish eggs in the shoal-water area along the northern coast of Jiangsu Province[J]. *Marine Fisheries*, 2007, 29(3): 200-206. 熊瑛, 钟俊生, 汤建华, 等. 苏北浅滩生态监控区鱼卵的种类组成和数量分布[J]. *海洋渔业*, 2007, 29(3): 200-206.
- [10] YI J T, LIU W. Analysis on ecology in the north Jiangsu shoal[J]. *Ocean Development and Management*, 2007, 24(2): 85-87. 易俊陶, 刘炜. 苏北浅滩生态状况及分析[J]. *Ocean Development and Management*, 2007, 24(2): 85-87.
- [11] GB/T 12763. 6-2007 Specifications of oceanographic survey(part 6): Marine Biological Survey[S]. Beijing, China standard press, 2007. GB/T 12763. 6-2007 海洋调查规范 第6部分 海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [12] SUN D Y, DONG Y T. Ecological control of polychaete distribution in the Changjiang estuary and adjacent waters[J]. *Continental Shelf Research*, 1985, 4: 215-225.
- [13] SUN Y W, CAO L, QIN Y T, et al. Analysis of macrobenthos community structure in the adjacent sea area of Changjiang River Estuary[J]. *Marine Science Bulletin*, 2007, 26(2): 66-70. 孙亚伟, 曹恋, 秦玉涛, 等. 长江口邻近海域大型底栖生物群落结构分析[J]. *海洋通报*, 2007, 26(2): 66-70.
- [14] ZHANG Z N, TU L H, YU Z S. Preliminary study on the macrofauna in the Huanghe River Estuary and its adjacent waters: I the biomass [J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 1990, 20(1): 37-45. 张志南, 图立红, 于子山. 黄河口及其邻近海域大型底栖动物的初步研究- I 生物量[J]. *青岛海洋大学学报*, 1990, 20(1): 37-45.
- [15] GAO A G, YANG J Y. Distribution characteristics on macrobenthos in the area near Dashan, Pingdao and Cheninshan Islands[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2003, 25(6): 135-141. 高爱根, 杨俊毅. 达山岛、平岛、车牛岛邻近海域大型底栖生物分布特征[J]. *海洋学报*, 2003, 25(6): 135-141.
- [16] WU Q Q, WU B L, CHEN M, et al. Community analysis of shallow sea benthos in the Great Wall Bay, Antarctica[J]. *Antarctica Research*, 1992, 4(4): 62-67. 吴启泉, 吴宝铃, 陈木, 等. 南极长城湾浅海底栖生物群落分析[J]. *南极研究*, 1992, 4(4): 62-67.
- [17] BI H S, SUN D Y. The ecological characteristics of polychaete in Jiaozhou Bay[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, 18(1): 63-68. 毕洪生, 孙道元. 胶州湾多毛类的生态特点[J]. *生态学报*, 1998, 18(1): 63-68.
- [18] WANG J B, LI X Z, WANG H F. Ecological characteristics of dominant polychaete species from the Jiaozhou Bay[J]. *Acta Zoologica Sinica*, 2006, 52(1): 63-69. 王金宝, 李新正, 王洪法. 胶州湾多毛类环节动物优势种的生态特点[J]. *动物学报*, 2006, 52(1): 63-69.
- [19] LIU R Y, CUI Y H, XU F S, et al. Ecological characteristics of macrobenthos of the Yellow Sea and the East China Sea[J]. *Studia Marine Sinica*, 1986, 27: 154-173. 刘瑞玉, 崔玉珩, 徐凤山, 等. 黄海、东海底栖生物的生态特点[J]. *海洋科学集刊*. 1986, 27: 154-173.

- [20] WU B L, CHEN M, WU Q Q, et al. A study on the quantity of shallow sea benthos in the Great Wall Bay, Antarctica[J]. *Antarctica Research*, 1992,4(4):55-61. 吴宝铃,陈木,吴启泉,等. 南极长城湾浅海底栖生物数量的研究[J]. *南极研究*,1992,4(4):55-61.
- [21] QIN Y S. Preliminary study on the terrain and sedimentary type of continental shelf in China[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1963,5(1):71-85. 秦蕴珊. 中国陆棚海的地形及沉积类型的初步研究[J]. *海洋与湖沼*, 1963,5(1):71-85.

## Ecological Characteristics of Macrobenthic Fauna in the Sea Adjacent to Subei Shoal in Autumn

FAN Shi-liang<sup>1,2</sup>, WANG Zong-xing<sup>1,2</sup>, XU Qin-zeng<sup>1,2</sup>, JIANG Mei-jie<sup>1,2</sup>,  
WANG Zong-ling<sup>1,2</sup>, LI Rui-xiang<sup>1,2</sup>

(1. *First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China;*

2. *Key Lab of Science and Engineering for Marine Ecological Environment, SOA, Qingdao 266061, China)*

**Abstract:** 120 species of macrobenthic fauna were identified during the investigation in the sea adjacent to the Subei shoal in October 2007. It is determined from their abundance and species numbers that polychaete are dominate. However, *Echvinatermata* is dominant if biomass is taken as a determinant factor. The dominant species are *Amphiura vadicola* and *Sternaspis scutata* in the macrobenthic fauna. The average abundance of the fauna is 273.57 ind./m<sup>2</sup>, and the average biomass is 44.50 g/m<sup>2</sup>. Either the abundance or the biomass becomes increased in the waters further seaward from the Subei shoal. Based on the Bray-Curtis similarity cluster analysis, the macrobenthic fauna can be divided into 3 communities, 1) *Amphiura vadicola* community, 2) *Sternaspis scutata*-*Terebellides stroemii*, 3) *Prionospio* sp.-*Notomastus latericeus*-*Tellinidae*-*Nassariidae*. The macrobenthic community distribution is closely relative to the bottom sedimentary types. The strong variability of the environments where the macrobenthic fauna live is the main cause for the species indigence at the stations in the studied area, and the another causative factor is the rapid subsidence of the suspended particles in a short time.

**Key words:** macrobenthic fauna; Subei shoal; community; cluster analysis

**Received:** August 26, 2009