

长江口海域夏季大型底栖动物群落结构分析

袁一鸣^{1,2*}, 秦玉涛^{1,2}, 刘材材^{1,2}, 季晓^{1,2}, 邓邦平^{1,2}, 刘守海^{1,2}

(1. 国家海洋局东海环境监测中心, 上海 201206;

2. 海洋赤潮灾害立体监测技术与应用国家海洋局重点实验室, 上海 200090)

摘要: 本研究基于 2011—2014 年夏季对长江口大型底栖动物的调查, 对其种类组成、丰度和生物量进行了年际变化分析。4 年间分别采集到大型底栖动物 60、58、78 和 83 种。平均丰度和平均生物量在 2011—2013 年间呈现出逐年递减趋势, 长江冲淡水区的平均丰度和平均生物量明显高于长江口内。2014 年平均丰度和平均生物量均显著回升。生物多样性指数 (H')、丰富度指数 (D) 和均匀度指数 (J') 基本稳定, 2012 年略低, 而之后呈现整体回升的趋势。优势种包括丝异须虫、双形拟单指虫和钩虾, 2013 年未出现优势种, 其余年份则以多毛类为主。年际间群落结构变化较大, 且群落组成呈逐年丰富的趋势。本研究为进一步研究长江口环境变化和该海域大型底栖动物群落演替提供了基础资料。

关键词: 大型底栖动物; 年际变化; 长江口

中图分类号: S 932.8

文献标志码: A

长江口位处我国东南沿海, 为典型的河口生态系统, 是长江冲淡水与台湾暖流分支及黄海沿岸流交汇处, 也是我国生物种类和生物资源最丰富的水域之一, 是一个复杂的自然综合体^[1]。大型底栖动物是海洋生态系统中重要的组成部分, 有生命周期长、相对位移变化小、易于分类和统计的特点, 比其他生物更适合作为环境指示生物^[2-3]。长江口底栖动物的报道最早见于 1985 年关于颤蚓类为指示生物分析长江口附近水体的环境污染状况^[4]。之后, 袁兴中等^[5-8]对长江口九段沙、南岸、岛屿湿地、潮滩湿地等地的底栖动物进行生态特征和资源的研究。近年, 相关学者对长江口及邻近水域的生物多样性变化趋势^[9]、群落特征^[10]、演变过程^[2]、环境因子^[11-12]等进行了相关分析。尽管有关长江口大型底栖动物研究已有相关报道, 但这些研究和调查的年际间站位大多不一致或采样季节不同, 至今还未有对长江口大型底栖动物固定站位固定季节的年际变化分析。由于没有较为一致的连续可比较的年际调查数据, 因此, 无法更为准确地掌握底栖动物群落演

替变化规律。

通过布设固定站位, 在同一季节、不同年份对大型底栖动物群落结构进行调查分析是了解与掌握该水域生态环境现状及其演变趋势的一个重要途径。本研究基于 2011—2014 年夏季长江口 20 个固定站位大型底栖动物的调查资料, 对大型底栖动物的种类组成、数量分布、群落结构及变化特点进行分析, 并结合历史资料研究其动态变化, 以为为进一步研究长江口环境变化对该海域生物群落的影响提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 站位布设及采样方法

在长江口 121°00'~123°10'E、30°30'~32°00'N 以内海域布设 20 个站位, 分别命名为 CJK01~CJK20 (图 1), 其中长江口内 4 个站位 (CJK01~CJK04), 长江冲淡水区 16 个站位 (CJK05~CJK20)。分别于 2011—2014 年的 8 月 (夏季) 开展 4 次调查。定量样品用 0.1 m² 采泥器采集底泥, 每站位 2 次, 筛选生物样, 上层用 2 mm 网目,

收稿日期: 2015-01-22 修回日期: 2015-04-30

资助项目: 海洋公益性行业科研专项 (20130527; 201505004-6)

通信作者: 袁一鸣, E-mail: annyym@139.com

中层用 1 mm 网目,下层用 0.5 mm 网目。定性样品用阿氏网(网口宽为 1.5 ~ 2.0 m)进行拖网,调查船航速在 2 kn 左右,航向稳定后投网,拖网绳长一般为水深的 3 倍,近岸浅水区为水深 3 倍以上,拖网时间为 15 min。生物样品用 4% 福尔马林固定后带回实验室,种类鉴定、个体计数、称重、生物量计算按照《海洋监测规范》(GB 17378.7 - 2007)^[13]进行。2012 年和 2013 年各有 2 个站位(2012 年为 CJK09、CJK13,2013 年为 CJK15、CJK16)未采集到样品;2011 年和 2012 年各有 2 个站位(2011 年为 CJK03、CJK04,2012 年为 CJK04、CJK15)、2014 年有 3 个站点(CJK03、CJK04、CJK20)的样品未检出大型底栖动物。

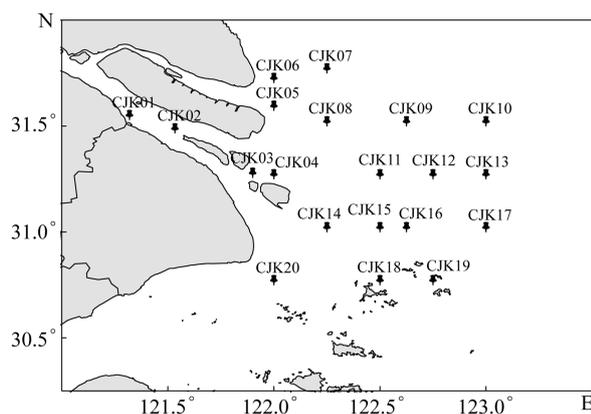


图 1 长江口海域夏季大型底栖动物采样站位示意图

Fig.1 Sampling station distribution of macrozoobenthos in summer from the Yangtze River estuary

1.2 群落多样性分析

采用下列指数分析大型底栖动物群落的多样性及优势种:

Shannon-Wiener 多样性指数(H')^[14]:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Margalef 物种丰富度指数(D)^[15]:

$$D = \frac{S - 1}{\log_2 N}$$

Pielou 物种均匀度指数(J)^[16]:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

采用物种优势度指数(Y)计算优势种:

$$Y = \frac{n_i}{N} \times f_i$$

式中, S 为采泥样品中的种类总数, P_i 为第 i 种的个体数与样品中的总个体数的比值(n_i/N), N 为

所有站位采集的大型底栖动物总个体数目, n_i 为第 i 种底栖动物的总个体数, f_i 为物种 i 在各站位出现的频率。当物种优势度 $Y > 0.02$ 时,该种即被认定为优势种^[17]。

1.3 群落结构分析

采用 Surfer 11 软件对长江口大型底栖动物密度、生物量的空间分布进行绘图。

用大型多元统计软件 PRIMER 6 进行群落结构分析^[18],根据各群落贡献率 $\geq 5\%$ 的种类作为该群落的特征种^[19-20],特征种数据经对数转化后计算 Bray - Curtis 相似性系数,构建相似性矩阵,采用组平均连接的等级聚合聚类(Cluster)对群落进行划分。

2 结果

2.1 种类组成

2011—2014 年长江口海域夏季调查共获得大型底栖动物 155 种(2011 年 60 种,2012 年 58 种,2013 年 78 种,2014 年 83 种),其中多毛类(Polychaeta)80 种(占 51.60%),甲壳动物(Crustacea)29 种(占 20.00%),软体动物(Mollusca)26 种(占 16.77%),脊索动物(Chordata)10 种(占 6.45%),棘皮动物(Echinodermata)5 种(占 3.23%),腔肠动物(Coelenterata)2 种(各占 1.29%),蠕虫动物(Echiura)、星虫动物(Sipuncula)和纽形动物(Nemertinea)各 1 种(各占 0.65%),种类数总体呈逐年升高的趋势。本次调查与往年种类组成比较,底栖动物种类总数与各类群种数在 20 世纪 80 年代较高,90 年代骤减,21 世纪后呈逐渐递增的趋势(表 1)。

2.2 丰度与生物量

2011—2014 年长江口海域夏季大型底栖动物的平均丰度分别为(109.25 ± 39.93)、(82.78 ± 40.73)、(59.17 ± 14.73)和(173.24 ± 51.61)个/m²。连续 4 年丰度最大的贡献类群是多毛类,所占群落比例分别为 72.54%、77.85%、58.22% 和 56.37%;甲壳动物丰度占群落比例分别为 10.76%、9.40%、24.41% 和 22.92%;软体动物丰度占群落比例分别为 7.78%、4.03%、9.86% 和 11.71%(图 2 - a)。2011、2012 和 2014 年丰度较高(≥ 200 个/m²)的站位主要集中在长江冲淡水区,2013 年没有出现丰度较高的站位,2014 年丰度有明显回升(图 3)。

表 1 本次调查与往年长江口海域大型底栖动物种类组成

Tab.1 Species composition of macrozoobenthos in this survey and previous years from the Yangtze River estuary

年份 year	种类总数 total number of species	类群 groups											
		多毛类 Polychaeta		甲壳动物 Crustacea		软体动物 Mollusca		棘皮动物 Echinodermata		脊索动物 Chordata		其他 other groups	
		S	S%	S	S%	S	S%	S	S%	S	S%	S	S%
1978—1979 ^[21]	153	52	34.0	41	26.8	35	22.9	0	0	25	16.3	0	0
1982—1983 ^[22]	153	51	33.3	37	24.2	33	21.6	3	2.0	27	17.6	2	1.3
1990—1991 ^[23]	35	6	17.1	9	25.7	5	14.3	1	2.9	10	28.6	4	11.4
2005 ^[24]	62	17	27.4	27	43.5	14	22.6	4	6.5	0	0	0	0
2005—2006 ^[25]	330	83	25.15	67	20.3	122	36.97	23	6.97	28	8.49	7	2.12
2007 ^[20]	50	26	52	8	16	9	18	4	8	0	0	3	6
2009 ^[2]	54	38	70.4	3	5.6	7	12.96	2	3.7	1	1.9	3	5.6
2010 ^[2]	30	21	70	3	10	4	13.3	2	6.7	0	0	2	6.7
2011(本调查)	60	34	56.66	9	15.00	10	16.67	2	3.33	2	3.33	3	5.01
2012(本调查)	58	32	55.18	9	15.52	7	12.07	3	5.17	3	5.17	4	6.89
2013(本调查)	78	38	48.72	15	19.23	13	16.67	4	5.13	7	8.97	1	1.28
2014(本调查)	83	50	60.26	13	15.66	13	15.66	4	4.82	0	0	3	3.6

注:S是种类数,S%是种类数占总数的百分比

Notes:S means the number of species,S% means the percentage of species in total

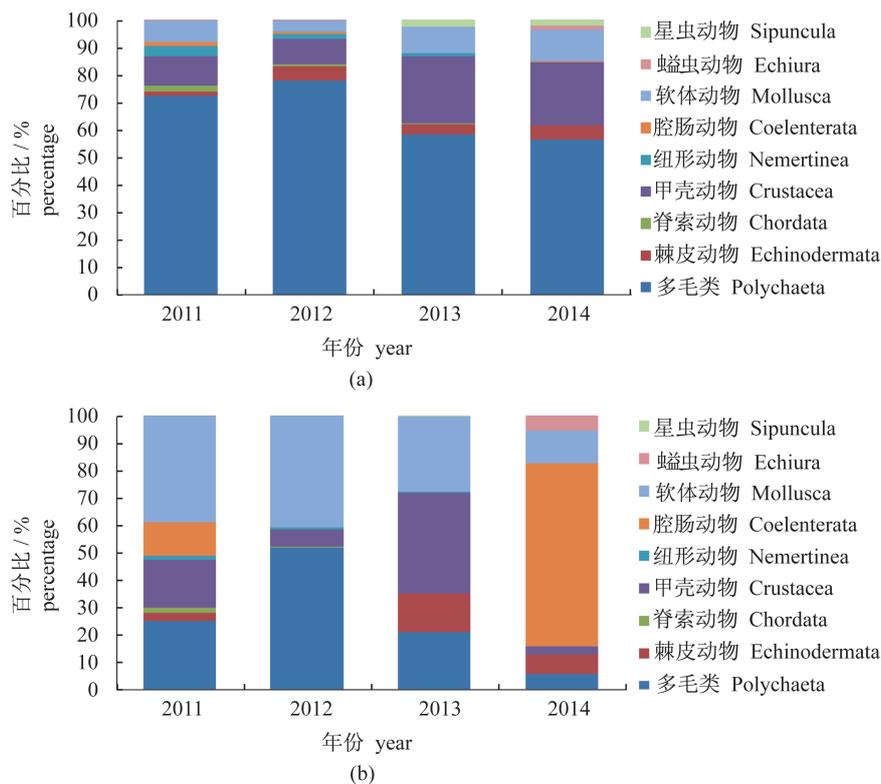


图 2 2011—2014 年长江口海域夏季大型底栖动物各类群丰度和生物量百分比

(a) 丰度;(b) 生物量

Fig.2 The percentage of abundance and biomass of macrozoobenthos groups in 2011—2014 summers from the Yangtze River estuary

(a) Abundance;(b) Biomass

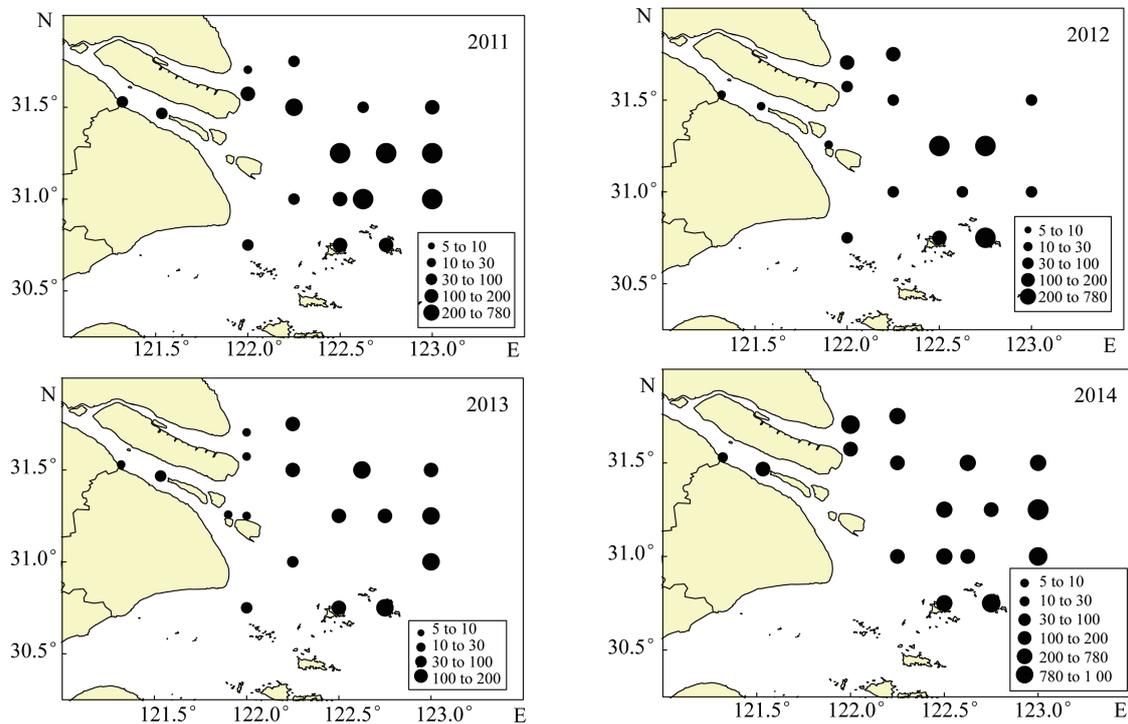


图3 2011—2014年长江口海域夏季大型底栖动物丰度的空间分布
Fig.3 Spatial distribution of macrozoobenthos abundance in 2011—2014 summers from the Yangtze River estuary

2011—2014年大型底栖动物的平均生物量分别为 (5.92 ± 1.70) 、 (3.45 ± 1.20) 、 (1.60 ± 0.68) 和 (16.76 ± 11.12) g/m^2 。2011年以软体动物的贡献量最高,达到 $45.81 \text{ g}/\text{m}^2$;2012年以多毛类的贡献量最高,达到 $32.15 \text{ g}/\text{m}^2$;2013年以甲壳动物的贡献量最高,达到 $10.55 \text{ g}/\text{m}^2$;2014年以腔肠动物(海葵)的贡献量最高,达到 $190.91 \text{ g}/\text{m}^2$ (图2-b)。2011—2014年长江冲淡水区的生物量普遍高于长江口内,2013年没有生物量较高($\geq 12 \text{ g}/\text{m}^2$)的站位,2014年的生物量与前3年相比普遍升高(图4)。

2.3 生物多样性及优势种

2011—2014年的多样性指数(H')的均值分别为 (1.76 ± 0.31) 、 (1.33 ± 0.31) 、 (1.70 ± 0.37) 和 (2.92 ± 0.28) ;丰富度指数(D)的均值分别为 (0.85 ± 0.20) 、 (0.61 ± 0.18) 、 (0.82 ± 0.21) 和 (1.56 ± 0.23) ;均匀度指数(J')的均值分别为 (0.71 ± 0.09) 、 (0.60 ± 0.11) 、 (0.55 ± 0.11) 和 (0.84 ± 0.06) 。

2011年的优势种为丝异须虫(*Heteromastus filiformis*)、双形拟单指虫(*Cossurella dimorpha*)和

钩虾(*Gammarus* sp.), Y 值分别为0.079、0.040和0.020,平均丰度分别为17.25、29.00和5.50个/ m^2 。2012年的优势种为丝异须虫, Y 值为0.099,平均丰度为24.50个/ m^2 。2013年未出现优势种,优势度最高为奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*),平均丰度为3.33个/ m^2 ,2014年的优势种为丝异须虫, Y 值为0.046,平均丰度为13.53个/ m^2 (表2)。

2.4 群落结构分析

根据底栖动物丰度和站位间聚类结果,按照Bray-Curtis相似性系数为30%,对2011—2014年20个站位的长江口大型底栖动物群落结构进行分组和分析,年际间群落结构变化较大,且群落组成呈逐年丰富的趋势(图5)。

2011年可以分为4组:组I为CJK06、CJK09和CJK10,共有生物为钩虾;组II为CJK20、CJK02和CJK14,特征生物为纽虫(Nemertinea);组III为CJK18、CJK15、CJK19和CJK05,特征生物为丝异须虫;组IV为CJK13、CJK12、CJK17、CJK16和CJK11,构成特征生物为长吻沙蚕(*Glycera chirori*)—丝异须虫—钩虾的群落(图5)。

表 2 2011—2014 年长江口海域夏季大型底栖动物优势种名录

Tab. 2 The dominant species of macrozoobenthos in 2011—2014 summers from the Yangtze River estuary

年份 year	优势种 dominant species	丰度(个/m ²) abundance	优势度 degree of dominance
2011	双形拟单指虫 <i>Cossurella dimorpha</i>	29.000	0.040
	丝异须虫 <i>Heteromastus filiformis</i>	17.250	0.079
	钩虾 <i>Gammarus</i> sp.	5.500	0.020
2012	丝异须虫 <i>Heteromastus filiformis</i>	24.500	0.099
2013	无优势度最高为奇异稚齿虫 <i>Paraprionospio pinnata</i>	3.333	0.017
2014	丝异须虫 <i>Heteromastus filiformis</i>	13.53	0.046

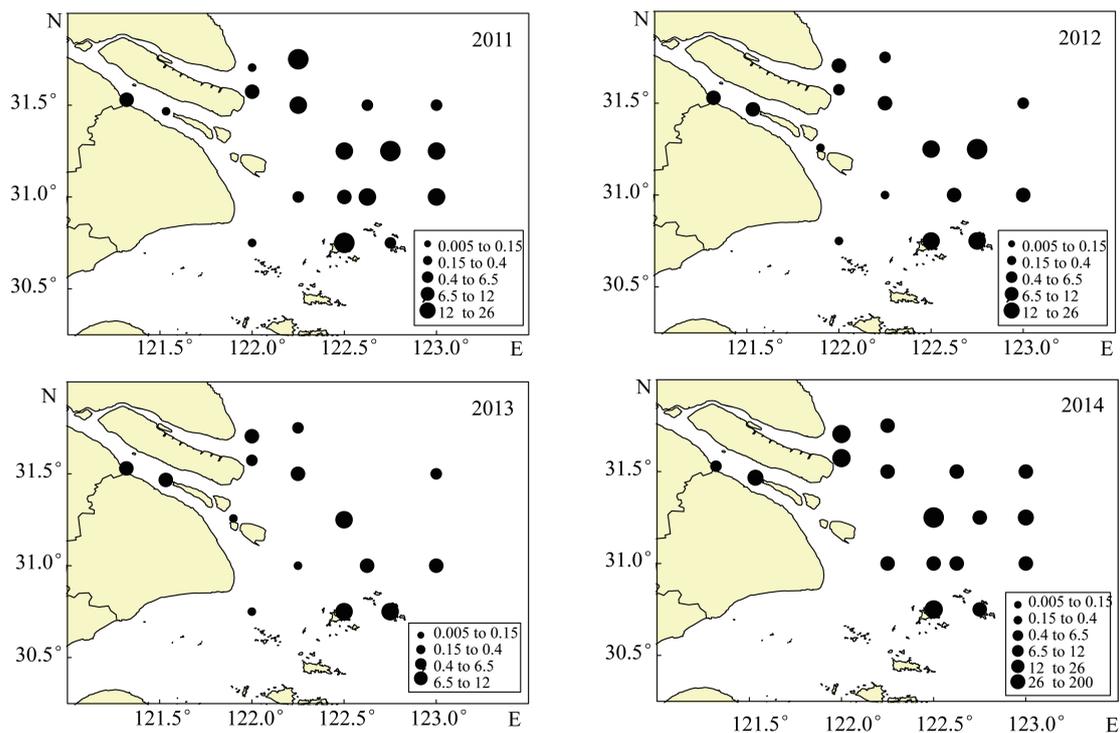


图 4 2011—2014 年长江口海域夏季大型底栖动物生物量的空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of macrozoobenthos biomass in 2011—2014 summers from the Yangtze River estuary

2012 年可以分为 2 组:组 I 为 CJK18、CJK07 和 CJK06,特征生物为丝异须虫;组 II 为 CJK11、CJK12 和 CJK19,构成特征生物为丝异须虫 - 纽虫 - 双形拟单指虫 - 双唇索沙蚕 (*Lumbrineris cruzensis*) - 长吻沙蚕的群落(图 5)。

2013 年可以分为 4 组:组 I 为 CJK17、CJK13 和 CJK19,构成特征生物为扇栉虫 (*Amphiteis gunneri*) - 细螯虾 (*Leptochela gracilis*) 的群落;组 II 为 CJK20、CJK03 和 CJK10,特征生物为钩虾;组 III 为 CJK11 和 CJK08,构成特征生物为奇异稚齿虫 (*Paraprionospio pinnata*) - 日本角吻沙蚕 (*Goniada japonica*) - 钩虾的群落;组 IV 为 CJK12

和 CJK09,构成特征生物为毛头梨体星虫 (*Apionsoma trichocephala*) - 纽虫 - 钩虾的群落。

2014 年可以分为 4 组:组 I 为 CJK17、CJK13 和 CJK11,构成特征生物为豆形短眼蟹 (*Xenophthalmus pimnothoroides*) - 独指虫 (*Aricidea fragilis*) - 奇异稚齿虫 - 强刺鳞虫 (*Sthenolepis japonica*) - 丝异须虫 - 细长涟虫 (*Iphinoe tenera*) - 钩虾的群落;组 II 为 CJK10、CJK09 和 CJK05,构成特征生物为纽虫 - 中华内卷齿蚕 (*Aglaophamus sinensis*) - 钩虾的群落;组 III 为 CJK18 和 CJK06,构成特征生物为短吻铲荚蠕 (*Listriolobus brevirostris*) - 尖叶长手沙蚕

(*Magelona cincta*) - 细螯虾 - 钩虾的群落; 组IV为 CJK16、CJK15 和 CJK19, 构成特征生物为不倒翁虫

(*Sternaspis sculata*) - 短叶索沙蚕 (*L. latreilli*) - 双形拟单指虫 - 细长涟虫的群落 (图 5)。

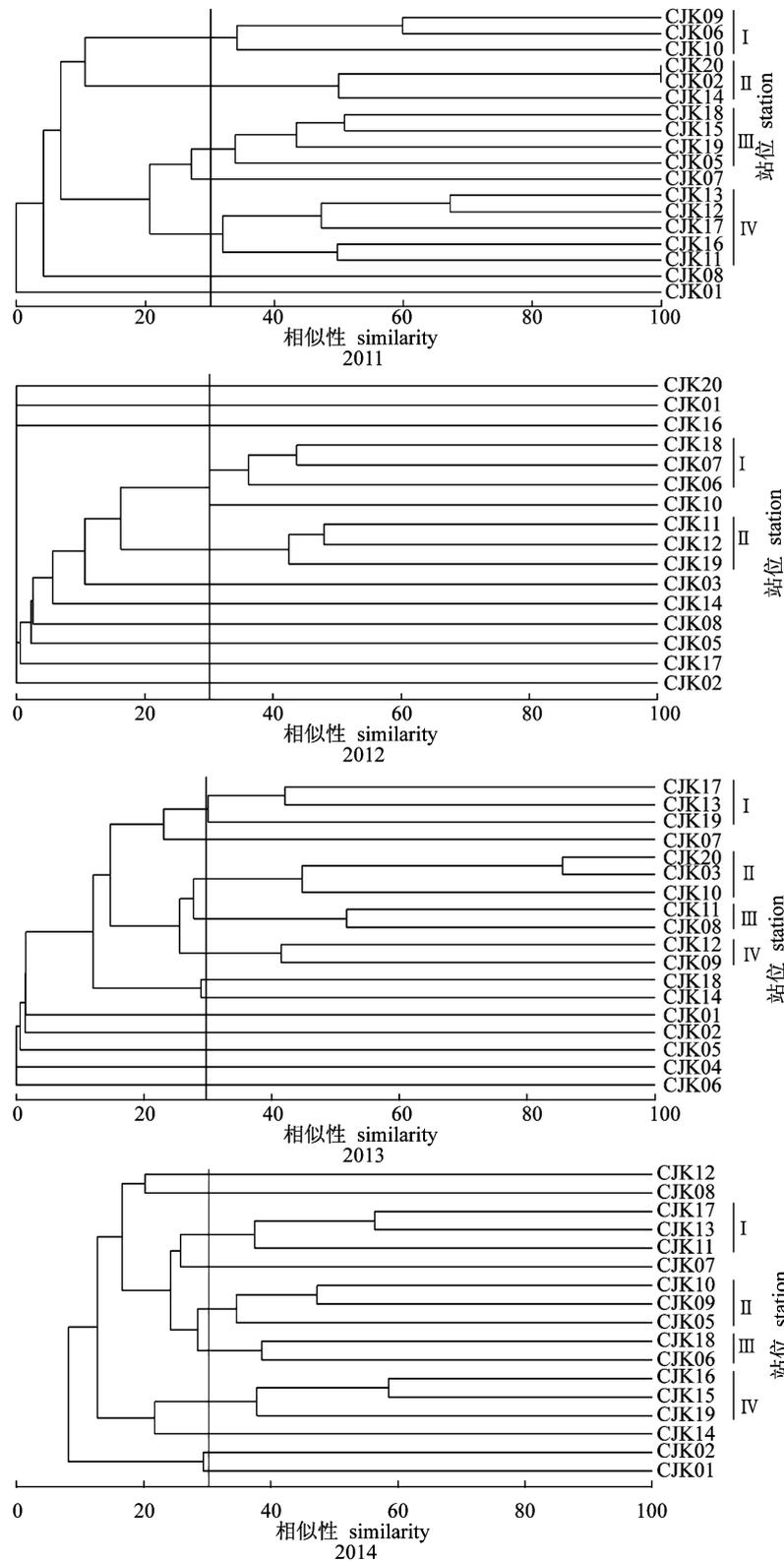


图 5 2011—2014 年长江口海域夏季大型底栖动物群落结构聚类分析

Fig. 5 Analysis of cluster on macrozoobenthos in 2011—2014 summers from the Yangtze River estuary

3 讨论

3.1 丰度和生物量的变化

2011—2013 年的平均丰度和平均生物量呈逐年递减的趋势,在 2014 年呈明显回升的状态,但底栖动物的个体总体趋于小型化。4 年间长江口大型底栖动物生物量最高的分别为软体动物(2011 年)、多毛类(2012 年)、甲壳动物(2013 年)、腔肠动物(2014 年),丰度最高为多毛类,其次为甲壳动物。关于长江口大型底栖动物年际间变化的研究并不多,近年的报道中有寿鹿^[11]对长江口夏季大型底栖生物的研究结果显示,2006 年和 2009 年生物量最高为软体动物,其次是多毛类;丰度最高为多毛类,其次是软体动物。2006 年的站位布设与本研究中的站位布设海域相近,均在靠近河口和河道区域,平均丰度和平均生物量也较相近;2009 年的站位只有小部分在 2006 年布设站位海域,大部分站位在 123°10'E 以东、32°00'N 以北,其生物量和丰度都比本次研究中的数据高。河道内和河口的位置沉积速率较高,底温和底盐不稳定,导致生物量和丰度偏低。刘录三等^[2]对 2009—2010 年长江口大型底栖动物的分析结果表明,生物量和丰度最高为多毛类,这与本研究^[11]的研究结果不同,可能由于调查年份和季节不同造成,也有可能是因为获得数据的海域范围、站位设定和站位数目不同造成的。刘录三等^[2]的结果显示长江口内站位的大型底栖动物丰度相对较低,区域整体水平分布为长江口外侧大于内侧,这与本研究结果吻合。

3.2 种类组成和多样性变化

2011—2014 年长江口海域夏季大型底栖动物种类总数呈升高趋势,与 20 世纪 80 年代的数据比较,耐污的、环境适应能力较强的多毛类在群落中所占比例明显增加^[26],说明环境受到影响和扰动。周晓蔚等^[27]对 2005 年长江口底栖动物进行调查并比较近 50 年来该水域的变化,发现因受生境影响,多毛类取代个体较大、生长周期较长的棘皮动物,成为长江口冲淡水区最重要的优势类群,与此次结果相符。与 2009—2010 年数据^[2]相比,多毛类在群落中所占比例略有下降,说明海域环境有所改善或底栖动物群落已经对长江口海域的环境有所适应。

4 年来长江口底栖动物的多样性指数维持较

稳定的波动,并从 2012 年后呈现回升的趋势,与丰度、生物量的变化趋势也吻合,这应该与近年来对长江口水域底栖动物的增殖放流^[28]、长江口滨海湿地生态修复^[29]等措施密切相关。不过河口生态环境复杂,一般能在河口持续生存的种类,对环境都具有较大的承受能力和可塑性,因此长江口生物种类的多样性指数通常都比较低^[30]。长江口属于高浊度河口环境,物理条件极不稳定^[31-32],作者认为这是造成长江口长期以来生物多样性不高的主要原因,另外长江口深水航道治理疏浚工程^[33]、上海国际航运中心洋山深水港区工程等大型工程的实施,也对长江口大型底栖动物的多样性造成一定的影响。

3.3 优势种和群落结构变化

本研究中长江口大型底栖动物的优势种以多毛类为主,多毛类对温、盐度变化的环境适应能力较强^[26]。2011—2012 年和 2014 年的优势种中均出现丝异须虫,属于小头虫科(Capitellidae),小头虫科普遍存在于受污染的环境中,尤其在有机污染较严重、很少有生物能生存的环境^[34],而且对生境扰动的反应迅速,是环境质量的指标之一^[35-36]。相关研究显示 2005—2006 年长江口大型底栖动物的优势种由不倒翁虫、丝异须虫、秀丽织纹螺(*Nassarius dealbatus*)、中蚓虫(*Mediomastus californiensis*)等逐渐向小头虫、双形拟单指虫等更小型的多毛类转化^[25],本研究结果证实了这一结论。与 2007 年春季(5 月)的相关数据^[22]比较,2007 年出现的优势种背蚓虫(*Notomastus latericeus*)、奇异稚齿虫、不倒翁虫、圆筒原盒螺(*Eocylichna cylindrella*)、短叶索沙蚕在 2011—2014 年的优势种中均没有出现,其中奇异稚齿虫在 2013 年优势度最高。2011 年出现的优势种双形拟单指虫被认为是矿山废水、陶瓷工业废水、填海、疏浚港湾等造成淤泥沉积无机污染的指标生物^[36-37],在之后几年均有出现但未成为优势种,可能是长江口海域环境较之前逐渐得到改善,也可能是底栖生物对于生境变化适应过程的表现。

根据聚类结果显示长江口底栖动物的群落结构组成极不稳定,每年的站位聚类结果变化较大,尤其长江口内水域的群落结构没有规律,站位之间相关性小。河口的生态环境本身就比较复杂,其次长江口近岸受到扰动的人为因素较多,包括大型水利工程、航道整治工程、滩涂围垦、废水排放、过度

捕捞、疏浚物倾倒和油污染事故等^[9,38],导致长江口底栖动物生境破坏,种类组成和多样性也在 90 年代急剧下降^[23,26]。2002 年长江口附近大型底栖生物的数据^[10]显示一些靠近长江口的站位受到一定程度的轻微污染和扰动。如长江口深水航道工程会使局部海洋水流发生明显变化,从而影响到工程海域底质沉积生境的属性及其空间异质性^[32]。而底质沉积生境与底栖生物具有密切联系,会对河口底栖动物群落结构与生物多样性造成显著影响^[6]。而且工程中产生的悬浮物对光的吸收和散射导致透明度下降,在限制浮游植物生长的同时影响到以浮游植物为食的底栖动物^[39]。

长江口附近海域环境复杂,形成不同的小生境,不同小生境栖息着不同结构的底栖动物群落^[2],虽然本研究显示特征生物群逐年丰富但相似性却很低。底栖生物不同种类对环境敏感程度不同,参照欧洲以此分类的 AZTI 的海洋生物指数 (AMBI)^[40],本研究得到的 2011—2014 年长江冲淡水区主要群落特征生物的 AMBI 指数类群等级为 I~IV。有研究表明,丰水期(8 月)底栖动物的 AMBI 指数与底内动物生物量、栖息密度、多样性指数 (H')、丰富度(种类数)有显著的负相关性^[41]。本研究结果根据 AMBI 指数得到的区域干扰分类等级为未干扰~中等干扰,生态状况等级为良-中,年际间的变化并不大,都出现不同类群等级生物共存的情况。

参考文献:

- [1] Chen J Y, Zhang C L. Natural environment of the Yangze Estuary and its adjacent sea [J]. Journal of East China Normal University: Natural Sciences, 1987, (2): 86-94. [陈吉余,张重乐. 长江河口及其邻近海域的自然环境. 华东师范大学学报:自然科学版, 1987, (2): 86-94.]
- [2] Liu L S, Zheng B H, Li B Q, *et al.* Long-term trends of macrobenthos in Changjiang Estuary China in relation to environmental changes [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2012, 34 (3): 134-154. [刘录三,郑丙辉,李宝泉,等. 长江口大型底栖动物群落的演变过程及原因探讨. 海洋学报, 2012, 34 (3): 134-154.]
- [3] Liu Y, Xian W W, Sun S C, *et al.* Primary studies on the biomass abundance and secondary production of macrobenthos in Changjiang Estuary [J]. Periodical of Ocean University of China: Natural Science, 2008, 38 (5): 749-756. [刘勇,线薇薇,孙世春,等. 长江口及其邻近海域大型底栖动物生物量、丰度和次级生产力的初步研究. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2008, 38 (5): 749-756.]
- [4] Dai G L. Preliminary report on three major sewage outfall of Yangze estuary [J]. Information of Environmental Science, 1985, (6): 6-9. [戴国梁. 长江口三个主要排污口底栖生物调查的初步报告. 环境科学情报, 1985, (6): 6-9.]
- [5] Yuan X Z, Lu J J. Ecological characteristics of benthos in Jiuduansha Shoal in Yangze River Estuary [C] // The collected papers on the 14th China Zoological Science Research-China Zoological Society and the 65th anniversary of China Zoological Society. 1999: 329-333. [袁兴中,陆健健. 长江口九段沙的底栖动物及其生态学特征 // 中国动物科学研究-中国动物学会第十四届会员代表大会及中国动物学会 65 周年年会论文集. 1999: 329-333.]
- [6] Yuan X Z, Lu J J. Influence of diking on the benthic macro-invertebrate community structure and diversity in the south bank of the Changjiang Estuary [J]. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21 (10): 1642-1647. [袁兴中,陆健健. 围垦对长江口南岸底栖动物群落结构及多样性的影响. 生态学报, 2001, 21 (10): 1642-1647.]
- [7] Yuan X Z, Lu J J. Studies on zoobenthos resources in the islands of the Changjiang Estuary [J]. Journal of Natural Resources, 2001, 16 (1): 37-41. [袁兴中,陆健健. 长江口岛屿湿地的底栖动物资源研究. 自然资源学报, 2001, 16 (1): 37-41.]
- [8] Yuan X Z, Lu J J. Ecological characteristics of macrozoobenthic community of tidal flat wetland in the Changjiang Estuary [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2002, 11 (5): 414-420. [袁兴中,陆健健. 长江口潮滩湿地大型底栖动物群落的生态学特征. 长江流域资源与环境, 2002, 11 (5): 414-420.]
- [9] Wang J H, Huang X Q, Liu A C, *et al.* Tendency of the biodiversity variation nearby Changjiang Estuary [J]. Marine Science Bulletin, 2004, 23 (1): 32-39. [王金辉,黄秀清,刘阿成,等. 长江口及邻近水域的生物多样性变化趋势分析. 海洋通报, 2004, 23 (1): 32-39.]
- [10] Li B Q, Li X Z, Wang H F, *et al.* Characters of a macrobenthic community off the Changjiang River Estuary [J]. Acta Zoologica Sinica, 2007, 53 (1): 76-82. [李宝泉,李新正,王洪法,等. 长江口附近海域大型底栖动物群落特征. 动物学报, 2007, 53 (1): 76-82.]

- 82.]
- [11] Shou L. The ecology research on macrobenthic community in Yangtze Estuary and adjacent sea [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2013. [寿鹿. 长江口及邻近海域大型底栖生物群落生态学研究. 南京: 南京师范大学, 2013.]
- [12] Zhao K B, Liu J, Wu H X, *et al.* Anniversary variation characteristics of benthic animal community in the north branch of the Yangtze River Estuary [J]. *Journal of Biology*, 2014, 31 (3) : 1 - 6. [赵开彬, 刘婧, 吴惠仙, 等. 长江口北支大型底栖动物群落周年变化特征. *生物学杂志*, 2014, 31 (3) : 1 - 6.]
- [13] General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB17378. 7 - 2007 The specification for marine monitoring - Part 7: Ecological survey for offshore pollution and biological monitoring [S]. Beijing: Standards Press of China, 2008, 12 - 17. [中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB17378. 7 - 2007 海洋监测规范 第 7 部分: 近海污染生态调查和生物监测. 北京: 中国标准出版社, 2008, 12 - 17.]
- [14] Shannon C E, Weaver W. The mathematical theory of communication [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1963.
- [15] Margalef D R. Information theory in ecology [J]. *Society for General Systems*, 1958, 3: 36 - 71.
- [16] Pielou E. Species - diversity and pattern - diversity in the study of ecological succession [J]. *Journal of Theoretical Biology* *Theory Biol*, 1966, 10: 370 - 383.
- [17] Chen Y Q, Xu Z L, Wang Y L, *et al.* An ecological study on zooplankton in plume front zone of Changjiang (Yangtze) River Estuary area I biomass distribution of dominant species [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 1995, 2 (1) : 49 - 63. [陈亚瞿, 徐兆礼, 王云龙, 等. 长江口锋区浮游动物生态研究 I. 生物量及优势种的平面分布. *中国水产科学*, 1995, 2 (1) : 49 - 63.]
- [18] Zhou H, Zhang Z N. Rationale of the multivariate statistical software PRIMER and its application in benthic community ecology [J]. *Journal of Ocean University of Qingdao: Natural Science*, 2003, 33 (1) : 58 - 64. [周红, 张志南. 大型多元统计软件 PRIMER 的方法原理及其在底栖群落生态学中的应用. *青岛海洋大学学报: 自然科学版*, 33 (1) : 058 - 064.]
- [19] Souissi S, Ibanez F, Hamadou R B, *et al.* A new multivariate mapping method for studying species assemblages and their habitats: Example using bottom trawl surveys in the Bay of Biscay (France) [J]. *Sarsia*, 2001, 86: 527 - 542.
- [20] Clarke K R, Warwick R M. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation [M]. 2nd Edition. Plymouth: PRIMER - E Ltd, 2001.
- [21] Chen J Y. The coastal zone and coastal resources comprehensive survey report in Shanghai City [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1988: 1 - 394. [陈吉余. 上海市海岸带和海涂资源综合调查报告. 上海: 上海科学技术出版社, 1988: 1 - 394.]
- [22] 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. *海洋通报*, 2007, 26 (2) : 66 - 70.]
- [23] Chen J Y. Shanghai city The island resources comprehensive survey report in Shanghai City. [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1996: 1 - 394. [陈吉余. 上海市海岛资源综合调查报告. 上海: 上海科学技术出版社, 1996: 1 - 394.]
- [24] Wang Y M, Fang T, Li D J, *et al.* Abundance and biomass of benthos in Changjiang Estuary and adjacent sea [J]. *Marine Environmental Science*, 2009, 28 (4) : 366 - 382. [王延明, 方涛, 李道季, 等. 长江口及毗邻海域底栖生物丰度和生物量研究. *海洋环境科学*, 2009, 28 (4) : 366 - 382.]
- [25] 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. *生态学报*, 2008, 28 (7) : 3027 - 3034.]
- [26] Xu Z L, Jiang M, Bai X M, *et al.* An ecological study on benthos in the Changjiang Estuary [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 1999, 6 (5) : 59 - 62. [徐兆礼, 蒋玫, 白雪梅, 等. 长江口底栖动物生态研究. *中国水产科学*, 1999, 6 (5) : 59 - 62.]
- [27] Zhou X W, Wang L P, Zheng B H, *et al.* Estuary health assessment using a benthic - index of biotic integrity in Yangtze Estuary and its adjacent waters [J]. *Environmental Science*, 2009, 30 (1) : 242 - 247. [周晓蔚, 王丽萍, 郑丙辉, 等. 基于底栖动物完整性指数的河口健康评价. *环境科学*, 2009, 30 (1) : 242

- 247.]
- [28] Chen Y Q, Shi L Y, Quan W M. Enhancement and effect assessment of benthos community about ecological restoration project in the Yangtze River [J]. *Fishery Modernization*, 2007, 2: 35 - 39 [陈亚瞿, 施利燕, 全为民. 长江口生态修复工程底栖动物群落的增殖放流及效果评估. *渔业现代化*, 2007, 2: 35 - 39.]
- [29] Zhao P. The ecological research in the wetland restoration project in the eastern tidelands of Chongming island, Shanghai - A case of waterbirds, plant, ecological benefits [D]. Shanghai: East China Normal University, 2004. [赵平. 上海市崇明东滩湿地生态恢复和重建工程中的生态学研究——以鸟类、植被和生态效益调查为例. 上海: 华东师范大学, 2004.]
- [30] Whitfield A K. An estuary association classification for the fishes of southern Africa [J]. *South African Journal of Science*, 1994, 90(7): 411 - 417.
- [31] Luo B Z, Xue P, Lu J W, *et al.* Preliminary study on the effect of three gorges project on fisheries in the estuary and adjacent sea [J]. *The Bulletin of Marine Science*, 1992, 33: 341 - 352. [罗秉征, 薛频, 卢继武, 等. 三峡工程对河口及邻近海域渔业影响的初步探讨. *海洋科学集刊*, 1992, 33: 341 - 352.]
- [32] Xiang J H, Wu Y Q, Zhang B L. Invertebrate: The Three Gorges Project and the estuarine ecological environment [M]. Beijing: Science Press, 1994. [相建海, 吴耀泉, 张宝琳. 无脊椎动物: 三峡工程与河口生态环境. 北京: 科学出版社, 1994.]
- [33] Ye S F, Ji H H, Cao L, *et al.* Studies on the impacts of large - scale estuarine engineering on species composition and biomass of benthos in the Yangtze River Estuary [J]. *Marine Science Bulletin*, 2004, 23(4): 32 - 37. [叶属峰, 纪焕红, 曹恋, 等. 河口大型工程对长江河口底栖动物种类组成及生物量的影响研究. *海洋通报*, 2004, 23(4): 32 - 37.]
- [34] Jia H B, Cao L Y, Hu H Y. Canonical correspondence analysis of spring macrobenthos community and its environment in Changjiang estuary and adjacent sea [J]. *Environment Monitoring in China*, 2014, 30(1): 93 - 97. [贾海波, 曹柳燕, 胡颢琰. 长江口及其邻近海域春季大型底栖生物群落与环境因子的典范对应分析. *中国环境监测*, 2014, 30(1): 93 - 97.]
- [35] He M H. Monitoring and evaluation of marine environmental quality using the benthic [J]. *Marine Environmental Science*, 1989, 8(4): 59 - 64. [何明海. 利用底栖生物监测与评价海洋环境质量. *海洋环境科学*, 1989, 8(4): 59 - 64.]
- [36] Cai L Z. Macrozoobenthos pollution index (MPI) [J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2003, 23(5): 625 - 629. [蔡立哲. 大型底栖动物污染指数(MPI). *环境科学学报*, 2003, 23(5): 625 - 629.]
- [37] Special members of the ecological society of Japan environmental problems. The environmental and biological indicator (water volume) [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1987. [日本生态学会环境问题专门委员. 环境和指示生物(水域分册). 北京: 中国环境科学出版社, 1987.]
- [38] Huang X Q, Pan H H. Assessment of impact of dredged spoil on environment of dumping zone in Yangtze Estuary [J]. *Marine Science Bulletin*, 1993, 12(5): 62 - 68. [黄秀清, 潘海洪. 长江口疏浚泥对倾倒区环境质量的影响. *海洋通报*, 1993, 12(5): 62 - 68.]
- [39] Peng S Y, Lai Z N, Jiang W X, *et al.* Study on community structure of macrozoobenthos and impact factors in Pearl River Estuary [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2010, 34(6): 1179 - 1189. [彭松耀, 赖子尼, 蒋万祥, 等. 珠江口大型底栖动物的群落结构及影响因子研究. *水生生物学报*, 2010, 34(6): 1179 - 1189.]
- [40] Borja, A, Franco, J, Pérez, V. A Marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2000, 40: 1100 - 1114.
- [41] Luo M B. The communities response of macrobenthos to huge engineering and the ecological restoration in Yangtze Estuarine, China [D]. Shanghai: East China Normal University, 2008. [罗民波. 长江河口底栖动物群落对大型工程的响应与生态修复研究. 上海: 华东师范大学, 2008.]

Analysis of summer macrozoobenthos community structure in the Yangtze River estuary

YUAN Yiming^{1,2}, QIN Yutao^{1,2}, LIU Caicai^{1,2}, JI Xiao^{1,2}, DENG Bangping^{1,2}, LIU Shouhai^{1,2}

(1. East China Sea Environmental Monitoring Center of State Oceanic Administration,
Shanghai 201206, China;

2. Key Laboratory of Integrated Monitoring and Applied Technology for Marine Harmful
Algal Blooms, State Oceanic Administration, Shanghai 200090, China)

Abstract: Based on the survey of macrozoobenthos from the Yangtze River estuary in summer during 2011—2014, this paper analyzes inter-annual variation of species composition, abundance and biomass. The results showed that a total of 60 species were collected in 2011, 58 species in 2012, 78 species in 2013, and 83 species in 2014. During 2011—2013, the mean abundance and the mean biomass decreased year by year. Meanwhile, the mean abundance and the mean biomass in the diluted water region of the Yangtze River estuary were noticeably higher than those of the Yangtze River estuary. Both the mean abundance and the mean biomass, however, rose again significantly in 2014. The biodiversity index (H'), richness index (D) and evenness index (J') were basically stable, slightly lower in 2012 and exhibiting an overall recovery trend later. The dominant species were *Heteromastus filiformis*, *Cossurella dimorpha*, and *Gammarus* sp. Polychaetes were the dominant group every year except in 2013, in which no dominant species was detected. The inter-annual variation in community structure was relatively large and the community components showed a trend of increasing abundance year by year. The results of this paper provide a scientific basis for further study of environmental change and macrozoobenthos community succession in the Yangtze River estuary.

Key words: macrozoobenthos; inter-annual variation; Yangtze River estuary

Corresponding author: YUAN Yiming. E-mail: annyym@139.com

附表 2011—2014 年长江口海域夏季大型底栖动物种名录

App. 1 The species list of macrozoobenthos in 2011—2014 summer from the Yangtze River estuary

种名 species	拉丁名 latin name	2011	2012	2013	2014
腔肠动物	Coelenterata				
海葵	Actiniaria		+		+
海笔	<i>Virgularia gustaviana</i>	+	+		
蠕虫动物	Echiura				
短吻铲荚蠕	<i>Listriolobus brevirostris</i>	+	+		+
纽形动物	Nemertinea				
纽虫	Nemertinea	+	+	+	+
多毛类	Polychaeta				
双鳃内卷齿蚕	<i>Aglaophamus dibranchis</i>				+
中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>				+
似蛭虫	<i>Amaeana trilobata</i>			+	+
扇栉虫	<i>Amphicteis gunneri</i>	+	+	+	+
锥稚虫	<i>Aonides oxycephala</i>				+
独指虫	<i>Aricidea fragilis</i>	+	+	+	+
钩齿短脊虫	<i>Asychis cf. gangeticus</i>	+			
异齿短脊虫	<i>Asychis disparidentata</i>	+			
曲强真节虫	<i>Buclymene lombricoides</i>		+	+	+
小头虫	<i>Capitella capitata</i>				+
刚鳃虫	<i>Chaetozone setosa</i>				+
丝鳃虫	<i>Cirratulus cirratus</i>		+	+	+
细丝鳃虫	<i>Cirratulus filiformis</i>			+	+
丝鳃虫	<i>Cirratulus sp.</i>	+	+	+	+
双形拟单指虫	<i>Cossurella dimorpha</i>	+	+	+	+
圆锯齿吻沙蚕	<i>Dentinephtys glabra</i>		+		+
智利巢沙蚕	<i>Diopatra chilensis</i>	+			+
黄海埃刺梳鳞虫	<i>Ehlersileanira incisa</i>	+			
持真节虫	<i>Euclymene annandalei</i>	+		+	
矾沙蚕	<i>Eunice aphroditois</i>			+	
滑指矾沙蚕	<i>Eunice indica</i>		+		
渤海格鳞虫	<i>Gattyana pohaiensis</i>				+
格鳞虫	<i>Gattyana sp.</i>		+		
白色吻沙蚕	<i>Glycera alba</i>				+
长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>	+	+	+	+
寡节甘吻沙蚕	<i>Glycinde gurjanvae</i>		+		
日本角吻沙蚕	<i>Goniada japonica</i>	+	+	+	+
丝异须虫	<i>Heteromastus filiformis</i>	+	+	+	+
中华异稚虫	<i>Heterospio sinica</i>	+		+	+
无疣齿吻沙蚕	<i>Inermonephtys inermis</i>			+	
连膜帽虫	<i>Lagis bocki</i>	+	+	+	
后指虫	<i>Laonice cirrata</i>	+	+	+	+
背鳞虫	<i>Lepidonotus sp.</i>	+		+	
扁蛭虫	<i>Loimia medusa</i>				+
双唇索沙蚕	<i>Lumbrineris cruzensis</i>	+	+	+	+
异足索沙蚕	<i>Lumbrineris heteropoda</i>	+			+

续附表

种名 species	拉丁名 latin name	2011	2012	2013	2014
短叶索沙蚕	<i>Lumbrineris latreilli</i>		+	+	+
长叶索沙蚕	<i>Lumbrineris longifolia</i>				+
索沙蚕	<i>Lumbrineris</i> sp.	+	+		
舌片似帚毛虫	<i>Lygdamis porrectus</i>				+
似帚毛虫	<i>Lygdamis</i> sp.			+	
尖叶长手沙蚕	<i>Magelona cincta</i>		+	+	+
长手沙蚕	<i>Magelona</i> sp.	+			
米列虫	<i>Melinna</i> sp.			+	
日本刺沙蚕	<i>Neanthes japonica</i>	+		+	+
刺沙蚕	<i>Neanthes</i> sp.		+		
全刺沙蚕	<i>Nectoneanthes oxypoda</i>	+			
多鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys polybranchia</i>	+	+	+	+
新多鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys neopolybranchia</i>		+		
寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>	+			
齿吻沙蚕	<i>Nephtys</i> sp.			+	
背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>		+	+	+
欧努菲虫	<i>Onuphis eremita</i>	+			
角海蛭	<i>Ophelina acuminata</i>				+
狭细蛇潜虫	<i>Ophiodromus angustifrons</i>			+	
暗蛇潜虫	<i>Ophiodromus</i> cf. <i>obscura</i>				+
欧文虫	<i>Owenia fusiformis</i>				+
拟特须虫	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	+	+	+	+
奇异稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>			+	+
围沙蚕	<i>Perinereis</i> sp.			+	
双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>			+	
孟加拉海扇虫	<i>Pherusa</i> cf. <i>bengalensis</i>	+			+
中华半突虫	<i>Phyllodoce (Anaitides) chinensis</i>				+
树蛭虫	<i>Pisra cristata</i>				+
长鳃树蛭虫	<i>Pista brevibranchia</i>	+	+	+	
太平洋树蛭虫	<i>Pista pacifica</i>	+			
树蛭虫	<i>Pista</i> sp.				+
蛇杂毛虫	<i>Poecilochaetus serpens</i>		+		+
肾刺缨虫	<i>Potamilla reniformis</i>				+
太平洋拟节虫	<i>Praxillella pacifica</i>		+		
矮小稚齿虫	<i>Prionospio pygmaea</i>				+
昆士兰稚齿虫	<i>Prionospio queenlandica</i>			+	+
稚齿虫	<i>Prionospio</i> sp.	+	+		
缨鳃虫科	Sabellidae		+		
鳞腹沟虫	<i>Scolecopsis squamata</i>			+	+
尖锥虫	<i>Scoloplos</i> sp.	+			
花冈钩毛虫	<i>Sigambra hanaokai</i>	+	+	+	+
不倒翁虫	<i>Sternaspis sculata</i>	+	+	+	+
强刺鳞虫	<i>Sthenolepis japonica</i>		+	+	+
独毛虫	<i>Tharyx</i> sp.	+			
星虫动物	Sipuncula				
毛头梨体星虫	<i>Apionsoma trichocephala</i>			+	+

续附表

种名 species	拉丁名 latin name	2011	2012	2013	2014
软体动物	Mollusca				
栉江珧	<i>Atrina pectinata</i>		+	+	
黄海蛾螺	<i>Buccinum yokomaruae</i>		+		
河蚬	<i>Corbicula flaminca</i>	+	+		
小刀蛭	<i>Cultellus attenuatus</i>				+
日本镜蛤	<i>Dosinia japonica</i>			+	+
镜蛤	<i>Dosinia</i> sp.	+			
圆筒原盒螺	<i>Eocylichna cylindrella</i>	+	+	+	+
异白樱蛤	<i>Macoma incongrua</i>				+
彩虹明樱蛤	<i>Moerella iridescens</i>	+	+	+	+
凸壳肌蛤	<i>Musculus senhousia</i>			+	+
西格织纹螺	<i>Nassarius siquinjorensis</i>			+	
红带织纹螺	<i>Nassarius succinctus</i>		+		
纵肋织纹螺	<i>Nassarius variciferus</i>		+	+	
扁玉螺	<i>Neverita didyma</i>	+		+	+
长圆拟斧蛤	<i>Nipponomysella oblongata</i>				+
小胡桃蛤	<i>Nucula paulula</i>			+	+
日本胡桃蛤	<i>Nuculoma niponica</i>	+			
海牛	<i>Nudibnanchia</i>				+
焦河篮蛤	<i>Potamocorbucata ustulata</i>	+		+	
光滑河篮蛤	<i>Potamocorbula laevis</i>	+			
秀丽波纹蛤	<i>Raetellops pulchella</i>			+	+
小囊螺	<i>Retysa minima</i>				+
毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	+			
小菱蛭	<i>Siliqua minima</i>				+
樱蛤科	Tellinidae	+			
脆壳理蛤	<i>Theora fragilis</i>			+	
甲壳动物	Crustacea				
中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>	+	+		
日本毛虾	<i>Acetes japonicus</i>			+	
日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>				+
泥脚隆背蟹	<i>Carcinoplax vestita</i>	+			
双斑蛄	<i>Charybdis bimaculata</i>			+	
蛄	<i>Charybdis</i> sp.			+	
直额蛄	<i>Charybdis truncata</i>				+
三叶针尾涟虫	<i>Diastylis tricincta</i>			+	
宽甲古涟虫	<i>Eocuma lata</i>	+			+
隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>	+			
安氏白虾	<i>Exopalaemon annandalei</i>		+	+	
秀丽白虾	<i>Exopalaemon mosestus</i>			+	
钩虾 sp.	<i>Gammarus</i> sp.	+	+	+	+
细长涟虫	<i>Iphinoe tenera</i>	+		+	+
水母虾	<i>Latreutes mucronatus</i>				+
疣背宽额虾	<i>Latreutes planirostris</i>	+			+
葛氏长臂虾	<i>Leander gravieri</i>		+	+	
细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>		+	+	+

续附表

种名 species	拉丁名 latin name	2011	2012	2013	2014
细螯虾属	<i>Leptocheila</i> sp.	+			
黑斑口虾蛄	<i>Oratosquilla kempii</i>		+		
口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>			+	+
寄居蟹	<i>Paguroidea</i> sp.		+		+
日本拟背尾水虱	<i>Paranthura japonica</i>	+			+
远海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>			+	
三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>		+		
光背节鞭水虱	<i>Synidotea laevidorsalis</i>				+
长枪船形虾	<i>Tozeuma lanceolatum</i>			+	
中型三强蟹	<i>Tritodynamia intermedia</i>			+	
豆形短眼蟹	<i>Xenophthalmus pimnothoroides</i>		+	+	+
棘皮动物	Echinodermata				
薄倍棘蛇尾	<i>Amphioplus praestans</i>		+	+	+
倍棘蛇尾	<i>Amphioplus</i> sp.	+	+	+	
滩栖阳遂足	<i>Amphiura vadicola</i>			+	+
近辐蛇尾	<i>Ophiactis affinis</i>				+
棘刺锚参	<i>Protankyra bidentata</i>	+	+	+	+
脊索动物	Chordata				
焦氏舌鳎	<i>Arelicus joyneri</i>			+	
犀鳕	<i>Bregmaceros</i> sp.			+	
凤鲚	<i>Coilia mystus</i>		+		
棘头梅童鱼	<i>Couchthys lucidus</i>			+	
虾虎鱼科	Gobiidae	+		+	
龙头鱼	<i>Harpodon nehereus</i>		+	+	
红狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopus rubicundus</i>			+	
鲉科	Scorpaenidae			+	
小公鱼	<i>Stolephorus</i> sp.	+			
孔虾虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>		+		