

长江口及邻近海域无脊椎动物群落结构及其生物多样性研究

吴 强,李显森,王 俊,朱建成,金显仕

(中国水产科学研究院黄海水产研究所,农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室,
农业部黄渤海渔业资源环境重点野外科学观测试验站,山东 青岛 266071)

摘要:根据2006年6月、8月和10月长江口及邻近海域无脊椎动物的底拖网定点捕捞调查资料,研究区域内无脊椎动物的群落结构及其生物多样性。调查共捕获无脊椎动物49种,共2 232.277kg、1 037 641尾。分析了调查区域内虾类、蟹类、头足类及口虾蛄4个类别的生物量及密度组成,虾类在密度组成中占主导地位,占总密度的90.1%,蟹类在生物量组成中占主导地位,占总生物量的58.2%。运用相对重要性指数(IRI)研究不同种类的生态优势度,细点圆趾蟹(1 822.64)为6月份的唯一优势种,双斑蟳(1 573.90)及中华管鞭虾(1 135.36)为8月份优势种,三疣梭子蟹(3 667.30)、鹰爪虾(1 568.35)及口虾蛄(1 248.70)为10月份优势种。使用多样性指数 D' 、 H' 、 J' 分析了该水域无脊椎动物群落的多样性,发现在3个航次调查中,10月份多样性指数最高;在不同调查区域,长江口中部多样性指数最高。采用Bray-Curtis指数 C_N 比较了长江口不同区域的无脊椎动物群落之间物种组成的相似性。结果表明,长江口中部及长江口南部种类组成相似性最高, $C_N=0.628$;长江口北部和长江口南部种类组成相似性最低, $C_N=0.166$ 。与历史资料对比,长江口及邻近海域无脊椎动物主要捕获种类变化不大,群落结构比较稳定。

关键词:长江口;无脊椎动物;群落结构;多样性

中图分类号:S931.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2009)02-0073-07

受台湾暖流、苏北沿岸流、黄海冷水团和长江径流等水系的影响,长江口近海有机质及营养盐丰富,饵料资源充裕,是多种鱼类及无脊椎动物的栖息、索饵及繁殖场所(郑元甲等,2003)。20世纪80年代曾对长江口及邻近海域渔业生物的群落结构进行系统研究(罗秉征和沈焕庭,1994),此后近30年,研究主要集中在鱼类的群落结构特征及变动(卢继武等,1992;罗秉征等,1992;陈源泉,1995;卢继武等,1996;李建生等,2004;李建生和程家骅,2005;李建生等,2006;李建生等,2007)和鱼卵、仔稚鱼的分布及数量变动(吴光宗,1989;杨东莱等,1990;徐兆礼等,1999;单秀娟等,2005;蒋玫等,2006;蒋玫等,2007;刘磊等,2008)等方面。而对无脊椎动物的研究仅见于渤海、莱州湾及黄海等海域(邓景耀等,1988;吴耀泉,1995;程济生,2005),但在长江口及邻近海域尚未见报道。本文利用2006年6月、8月及10月对长江口及其邻近海域的底拖

网调查资料,研究了无脊椎动物群落结构特征及其多样性,以期为合理开发和保护近海日趋衰退渔业资源及进行科学的渔业管理提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料

材料来自2006年在长江口及其邻近海域E122°~125°、N27.5°~34°范围内进行的3个航次的底拖网定点调查,调查时间分别为6月2~11日、8月20~30日和10月3~13日,调查站位见图1。

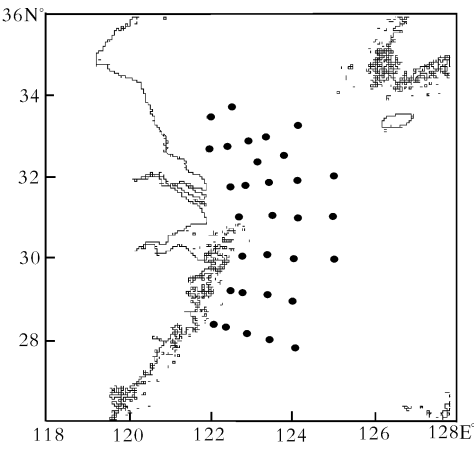


图1 长江口及邻近海域调查站位示意
Fig.1 Sampling stations in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

收稿日期:2009-02-26
基金项目:国家自然科学基金重大项目(30490233);国家973计划课题资助项目(2006CB400608);山东省泰山学者专项基金;中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金。
通讯作者:金显仕。E-mail: jin@ysfri.ac.cn
作者简介:吴强,1980年生,男,研究实习员,主要从事渔业资源及生态方面的研究。E-mail: wuqiang@ysfri.ac.cn

调查船为“北斗”号海洋综合调查船,底拖网网口 836 目×20 cm,囊网网目 24 mm,网口高度为 6.1~8.3 m,网口宽度为 24.5~25.9 m,拖速 3.0~3.2 n mile/h,每站拖网作业 1 h,在船上现场分析和记录每站渔获物的种类与数量(密度和生物量),根据渔获多少,或全部用作样品(≤20 kg),或进行随机抽样(≥20 kg)。

1.2 方法

无脊椎动物群落物种生态优势度的研究采用 Pinkas 等(1971)相对重要性指数(IRI):

$$IRI = (N + W) \cdot F$$

式中: N 为某一种类的密度占总密度的百分率; W 为某一种类的生物量占总生物量的百分率; F 为某一种类出现的站数占调查总站数的百分率。

无脊椎动物群落多样性的研究运用下面公式,利用软件 PRIMER5 获得:

Margalef 丰富度指数: $D = (S - 1) \ln N$

Shannon - Wiener 多样性指数:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Pielou 均匀性指数: $J' = H' / \ln S$

式中: S 为种类数; N 为总密度; $P_i = n_i / N$ 为第 i 种无脊椎动物占总个体数的比例。物种多样性指数 H' 的计算为使用生物量比例。

对区域之间群落物种组成相似性的研究使用 Bray - Curtis 指数 C_N :

$$C_N = 2N_j / (N_a + N_b)$$

式中: N_a 为样地 a 的个体数之和; N_b 为样地 b 的个体数之和; N_j 为样地 a 和样地 b 共有种个体数较小值之和。

为了对长江口及邻近海域无脊椎动物群落结构及生物多样性的空间差异进行研究,将其划分为长江口北部(32°N 以北水域)、长江口中部(30°~32°N)和长江口南部(30°N 以南水域)。

2 结果

2.1 群落结构特征

3 个航次共获得无脊椎动物 2 232. 277 kg、1 037 641 尾,平均相对生物量为 30. 166 kg/h,平均相对生物密度为 14 022 ind/h,个体平均生物量为 2. 15 g。在相对生物量中,蟹类居主导地位,占 58. 2%,虾类和头足类分别占 24. 6% 和 6. 3%,口虾蛄占 10. 9%;在相对生物密度中,虾类优势更加明显,占 90. 11%,蟹类和头足分别占 6. 39% 和 1. 20%,口虾蛄占 2. 30%。捕获种类共 49 种,隶属

2 纲、5 目、25 科、37 属;其中,虾类 19 种,占 38. 8%,蟹类 18 种,占 36. 7%,头足类 11 种,占 22. 4%,口足目仅口虾蛄 1 种,占 2. 0%。见表 1。

表 1 长江口及邻近海域不同航次无脊椎动物各类别的生物量与密度组成比例

Tab. 1 Composition of weight and individual of invertebrates of different surveys in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

采样时间	虾类		蟹类		头足类		口虾蛄	
	生物量/%	密度/%	生物量/%	密度/%	生物量/%	密度/%	生物量/%	密度/%
6 月	15. 7	98. 3	77. 3	1. 3	4. 2	0. 2	2. 8	0. 2
8 月	37. 9	87. 8	44. 4	9. 3	10. 6	2. 0	7. 0	0. 1
10 月	18. 4	66. 4	62. 1	18. 6	4. 1	3. 2	15. 3	11. 8
平均	24. 6	90. 1	58. 2	6. 4	6. 3	1. 2	10. 9	2. 3

表 2 为 3 个月份无脊椎动物群落结构的几项特征值。从表 2 可以看出,群落结构的变化明显。3 个月份中,平均相对生物量以 8 月份最高,6 月份最低(18. 91 kg/h),远远低于 8 月份(36. 61 kg/h)及 10 月份(31. 40 kg/h);平均相对生物密度以 6 月份最高,10 月份最低;平均个体生物量以 6 月份(仅为 0. 65g)最轻,远小于 10 月份(4. 59g)及 8 月份(3. 39g)。捕获种类以 10 月份最多,为 39 种,其中虾类 15 种,蟹类 13 种,头足 10 种,口足目仅口虾蛄 1 种;8 月份捕获种类最少,共 35 种,其中,虾类 14 种,蟹类 11 种,头足 9 种,口足目为口虾蛄 1 种。

表 2 长江口及邻近海域不同航次无脊椎动物群落结构特征值

Tab. 2 Characteristic indices of invertebrate community of different surveys in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

采样时间	样方数/个	生物量/kg·h ⁻¹	生物密度/ind·h ⁻¹	平均个体重/g	种类/种
6 月	19	18. 91	28 967	0. 65	38
8 月	28	36. 61	10 799	3. 39	35
10 月	27	31. 40	6 848	4. 59	39

群落结构在区域之间也存在着差异。表 3 列出了各区域无脊椎动物资源的特征值。从表 3 可以看出,在 3 个区域中,平均相对生物量最高的是长江口中部区域,长江口南部区域相对生物量略有下降,长江口北部区域明显降低;平均相对生物密度仍以长江口中部最高(中国毛虾较多),长江口北部最低;个体的平均生物量,在长江口北部区域较大,长江口南部较小,长江口中部最小;捕获的种类数,在长江口中部较多,长江口南部及长江口北部较少。

从种类组成来看,各区域捕获的总种数在自北向南的 3 个区域中,虾类分别为 17、18、17 种,各区

蟹类分别为 14、17、14 种,头足类分别为 8、11、10 种。

表 3 长江口及邻近海域不同区域无脊椎群落结构特征值
Tab.3 Characteristic indices of invertebrate community of different survey areas in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

长江口 采样区域	样方 数/个	生物量/ kg·h ⁻¹	生物密度/ ind·h ⁻¹	平均个体 重/g	种类/ 种
北部	18	6.54	2 597	2.52	39
中部	31	22.76	37 730	0.60	46
南部	24	19.42	10 965	1.77	42

从相对生物量来看(表 4),虾类在长江口南部所占比例最高,为 44.27%;蟹类在长江口北部所占比例最高,为 43.56%;头足类在长江口南部所占比例最高,为 11.33%;口虾蛄在长江口北部所占比例最高,为 8.45%。从相对密度来看,虾类在 3 个区域中的比例普遍较高,从北向南分别为 73.74%、96.39% 和 85.39%;蟹类在各区域所占比例分别为 17.10%、2.28% 和 9.31%;头足类在长江口南部所占比例最高,为 3.14%,在长江口中部最低,仅为

0.26%;口虾蛄在长江口北部所占比例最高,为 8.45%,长江口中部最低,为 1.08%。

表 4 长江口及邻近海域不同区域不同类别无脊椎动物生物量与密度组成比例
Tab.4 Composition of weight and individual of invertebrates of different regions in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

长江口 采样 区域	虾类		蟹类		头足类		口虾蛄	
	生物 量/%	密度/ %	生物 量/%	密度/ %	生物 量/%	密度/ %	生物 量/%	密度/ %
北部	39.86	73.74	43.56	17.10	1.13	0.70	15.45	8.45
中部	41.93	96.39	40.85	2.28	6.28	0.26	10.94	1.08
南部	44.27	85.39	29.37	9.31	11.33	3.14	15.03	2.15

2.2 空间分布的航次变化

分析了 3 航次调查中各站位无脊椎动物的密度分布,以拖网每 1 h 捕获的尾数表示(图 2)。结果表明,6 月份无脊椎动物主要分布在调查区域的东北部;8 月份无脊椎动物在整个调查区域都有分布,尤其调查区域的西南部密度较大;10 月份无脊椎动物主要分布在调查区域的北部及西南部。

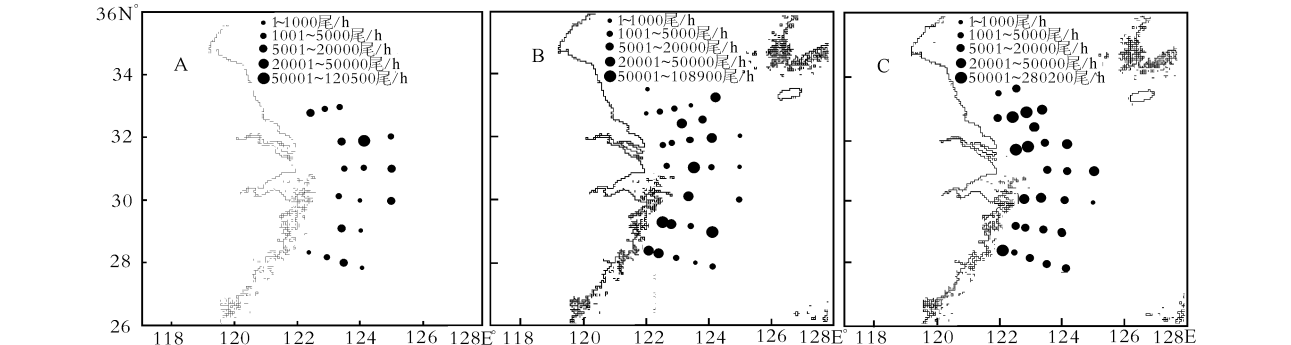


图 2 无脊椎动物密度的空间分布示意(A-6月;B-8月;C-10月)
Fig. 2 Distribution of the density of invertebrates in the Yangtze River estuary and its adjacent waters (A - June; B - August; C - October).

2.3 生态优势度

相对重要性指数(IRI)包含了生物的个体数、生物量和出现频率 3 个重要信息,常被用来研究鱼类群落各种类的生态优势度(朱鑫华等,1996;程济生,2000)。无脊椎动物的生态优势度的研究也是根据计算各种类的相对重要性指数的大小,作为其生态优势度的度量指标,并以此来确定它们在群落中的重要性。IRI 值 >1 000 定为优势种,IRI 在 100 ~1 000 的为重要种,IRI 值在 10 ~100 的为常见种,IRI 值 <10 的为少见种。

表 5 列出了 3 次调查中 IRI 值前 10 位种类的生态优势度特征值。由表 5 可以看出,3 次调查 IRI 值都为前 10 位的种类包括细点圆趾蟹、口虾蛄、中华管鞭虾和三疣梭子蟹。优势种及其优势度随调查

时间的不同也有所变化。如三疣梭子蟹在 6 月、8 月、10 月份的 IRI 值分别为 62.16(常见种)、610.26(重要种)和 3 667.30(优势种)。

3 次调查中,6 月份优势种仅细点圆趾蟹(1 822.64)1 种,重要种包括中国毛虾(617.91)、口虾蛄(155.89)和中华安乐虾(103.94);8 月份优势种包括双斑蟳(1 573.90)和中华管鞭虾(1 135.36),重要种包括鹰爪虾(798.45)、三疣梭子蟹(610.26)、中国毛虾(576.58)、东海红虾(543.83)、口虾蛄(471.20)、细点圆趾蟹(436.77)及剑尖枪乌贼(276.21);10 月份优势种为三疣梭子蟹(3 667.30)、鹰爪虾(1 568.35)和口虾蛄(1 248.70)。

2.4 多样性特征

2.4.1 不同航次(月份)的多样性 表 6 列出了不同航次(月份)调查各站位 3 种多样性指数的最大值、最小值、平均值、标准差和变异系数。从表 6 可以看出,3 航次调查中,指数 D 的平均值为 1.237,其中最大值为 2.366,出现在 6 月份;指数 H' 的平均值为 1.131,最大值为 2.101,出现在 10 月份;指数 J' 的平均值为 0.541,最大值为 0.853,出现在 10 月份。3 种多样性指数因不同月份存在差异,但 3 种

指数的平均值均以 10 月份最大,8 月份最小。

2.4.2 不同区域的多样性 表 7 列出了长江口及邻近海域不同区域各样方 3 种多样性指数的最小值、最大值、平均值、标准差及变异系数。从表 7 可以看出,在 3 个区域中,指数 D 的平均值以长江口中部和长江口北部较大,长江口南部较小;指数 H' 的平均值在 3 个区域差异较小;指数 J' 的平均值在长江口南部最大,长江口中部及北部较小。

表 5 长江口及邻近海域无脊椎优势种类特征值

Tab.3 Characteristic index of dominant invertebrates of different surveys in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

采样时间	种类 Species	W/%	N/%	F/%	IRI
6 月 June	细点圆趾蟹 (<i>Ovalipes punctatus</i>)	36.01	0.44	50.00	1 822.64
	中国毛虾 (<i>Acetes chinensis</i>)	14.56	96.66	5.56	617.91
	口虾蛄 (<i>Oratosquilla oratoria</i>)	1.56	0.78	66.67	155.89
	中华安乐虾 (<i>Eualus sinensis</i>)	3.11	0.01	33.33	103.94
	中华管鞭虾 (<i>Solenocera crassicornis</i>)	1.53	0.24	44.44	78.61
	三疣梭子蟹 (<i>Portunus trituberculatus</i>)	1.44	0.16	38.89	62.16
	日本蟳 (<i>Charybdis japonica</i>)	4.27	0.78	11.11	56.12
	脊腹褐虾 (<i>Crangon affinis</i>)	0.81	0.04	44.44	37.82
	日本枪乌贼 (<i>Loligo japonica</i>)	0.68	0.00	44.44	30.03
8 月 August	太平洋褶柔鱼 (<i>Todarodes pacificus</i>)	0.65	0.04	38.89	26.76
	双斑蟳 (<i>Charybdis bimaculata</i>)	20.49	7.06	57.14	1 573.90
	中华管鞭虾 (<i>Solenocera crassicornis</i>)	9.81	6.92	67.86	1 135.36
	鹰爪虾 (<i>Trachypenaeus curvirostris</i>)	13.56	5.08	42.86	798.45
	三疣梭子蟹 (<i>Portunus trituberculatus</i>)	10.62	0.77	53.57	610.26
	中国毛虾 (<i>Acetes chinensis</i>)	1.53	52.28	10.71	576.58
	东海红虾 (<i>Plesionika izumiae</i>)	5.72	13.32	28.57	543.83
	口虾蛄 (<i>Oratosquilla oratoria</i>)	6.96	0.80	60.71	471.20
	细点圆趾蟹 (<i>Ovalipes punctatus</i>)	8.11	2.08	42.86	436.77
10 月 October	剑尖枪乌贼 (<i>Loligo edulis</i>)	5.26	0.26	50.00	276.21
	脊腹褐虾 (<i>Crangon affinis</i>)	5.72	7.35	7.14	93.32
	三疣梭子蟹 (<i>Portunus trituberculatus</i>)	52.11	0.00	70.37	3 667.30
	鹰爪虾 (<i>Trachypenaeus curvirostris</i>)	2.39	25.84	55.56	1 568.35
	口虾蛄 (<i>Oratosquilla oratoria</i>)	15.32	0.01	81.48	1 248.70
	中华管鞭虾 (<i>Solenocera crassicornis</i>)	5.18	4.52	77.78	754.57
	双斑蟳 (<i>Charybdis bimaculata</i>)	4.49	2.58	81.48	575.96
	东海红虾 (<i>Plesionika izumiae</i>)	5.65	5.71	37.04	420.77
	哈氏仿对虾 (<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>)	1.90	7.12	44.44	401.05
	日本枪乌贼 (<i>Loligo japonica</i>)	1.50	2.69	48.15	201.55
	细点圆趾蟹 (<i>Ovalipes punctatus</i>)	2.00	0.83	66.67	188.66
	戴氏赤虾 (<i>Metapenaeopsis dalei</i>)	0.16	4.46	40.74	188.24

注:W - 占总生物量的百分比;N - 占总密度的百分比;F - 出现频率。
Note; W - Percentage in total weight; N - Percentage in total individual; F - Occurrence frequency.

2.4.3 Bray - Curtis 指数 C_N 指数 C_N 是衡量不同生物群落之间物种组成相似性的多样性指数,指数越大,相似性越高;反之,指数越小,相似性就越小。表 8 列出了长江口及邻近海域不同区域的无脊椎动

物群落之间的相似性指数 C_N 。从表 8 可以看出,长江口南部和长江口中部的群落相似性最高,长江口北部和长江口南部无脊椎群落之间的相似性最低。

表 6 长江口及邻近海域不同航次无脊椎多样性特征值

Tab.6 Diversity indices of invertebrates community of different surveys in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

采样时间	丰富度指数 D					多样性指数 H'					均匀性指数 J'				
	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 CV/%	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 CV/%	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 CV/%
6 月	0.144	2.366	1.288	0.607	47.1	0	1.860	1.043	0.656	62.9	0.056	0.853	0.545	0.235	43.1
8 月	0	1.908	0.891	0.417	46.8	0	1.926	0.891	0.552	62.0	0.090	0.793	0.481	0.202	42.0
10 月	0.617	2.263	1.533	0.374	24.4	0.689	2.101	1.459	0.387	26.5	0.287	0.853	0.596	0.136	22.8
平均	0	2.366	1.237	0.466	37.7	0	2.101	1.131	0.531	46.9	0.056	0.853	0.541	0.191	35.3

表 7 长江口及邻近海域不同区域无脊椎动物多样性

Tab.7 Diversity index of invertebrates community of different survey areas in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

长江口 采样地点	丰富度指数 D					多样性指数 H'					均匀性指数 J'				
	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 CV/%	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 CV/%	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 CV/%
北部	0	2.144	1.204	0.583	48.4	0	1.942	1.075	0.551	51.3	0.164	0.757	0.500	0.159	31.8
中部	0.144	2.263	1.322	0.514	38.9	0.135	2.011	1.196	0.553	46.2	0.056	0.853	0.532	0.210	39.6
南部	0	1.852	0.963	0.436	45.3	0	1.874	1.018	0.654	64.2	0.115	0.853	0.559	0.200	35.8

表 8 长江口各区域无脊椎群落之间物种组成的相似性指数 (C_N)

Tab.8 Similarity index(C_N) of species composition of invertebrates communities between different regions in the Yangtze River estuary and its adjacent waters

采样地点	长江口北部	长江口中部
长江口中部	0.288	
长江口南部	0.166	0.628

3 讨论

3.1 中国毛虾在资源结构中的地位

中国毛虾个体较小,具有集群洄游的特点,在长江口及邻近海域,中国毛虾的出现频率不高,即使在出现频率较高的 6 月和 8 月,也仅分别为 5.56% 和 10.71%,但集群性使中国毛虾的捕获数量极大,从而使虾类在无脊椎动物密度组成中占绝对优势。在 3 航次调查中,虾类的密度组成平均占到了 90.1%,尤其在 6 月份,虾类的密度比例高达所有无脊椎动物总密度的 98.3%,其中中国毛虾的种密度占了无脊椎动物总密度的 96.66%,在 3 个调查区域,长江口中部虾类的密度比例最高,为 96.39%,中国毛虾在其中的贡献巨大。虽然中国毛虾数量巨大,但由于其个体较小,故其在生物量组成中所占的比例并不太高,在 6 月和 8 月份,其生物量比例分别为 14.56% 和 1.53%,10 月份所占比例更低。综合个体数、生物量和出现频率 3 个信息,中国毛虾在 6 月和 8 月的航次调查中均为重要种,IRI 值分别为 617.91 和 578.58,10 月份则为少见种。

3.2 优势种的航次(月份)及年代变化

优势种是具有控制群落和反映群落特征的种,因此优势种是数量或生物量所占比例最高的种(沈国英和施并章,2002)。本文根据相对重要性指数(IRI),综合了个体数、生物量和出现频率 3 个信息,得出了长江口及邻近海域无脊椎动物群落的优势种。根据 20 世纪 80 年代的调查结果,常年栖居在长江口及邻近海域的无脊椎动物中,蟹类有三疣梭子蟹、细点圆趾蟹、双斑蟳、狭额绒螯蟹和日本蟳;虾类有安氏白虾、脊尾白虾、葛氏长臂虾、周氏新对虾、哈氏仿对虾、刀额仿对虾、细巧仿对虾、中华管鞭虾和鹰爪虾;口足类为口虾蛄;头足类中有枪乌贼和曼氏无针乌贼等(罗秉征和沈焕庭,1994)。本次调查结果表明,三疣梭子蟹、细点圆趾蟹、双斑蟳和日本蟳仍为本区域蟹类主要捕捞对象,中华管鞭虾、鹰爪虾和哈氏仿对虾等仍为虾类主要捕获种类。根据表 5 可知,在 6 月份,细点圆趾蟹为唯一优势种,中国毛虾、中华安乐虾和口虾蛄为重要种,三疣梭子蟹、日本蟳、中华管鞭虾和脊腹褐虾为常见种,头足类中的日本枪乌贼和太平褶柔鱼为常见种;在 8 月份,双斑蟳和中华管鞭虾为优势种,三疣梭子蟹和细点圆趾蟹为重要种,鹰爪虾、中国毛虾、东海红虾以及口虾蛄为重要种;在 10 月份,三疣梭子蟹、鹰爪虾和口虾蛄为优势种,细点圆趾蟹、双斑蟳、中华管鞭虾、哈氏仿对虾和东海红虾为重要种。综合本次调查结果,与历史资料比较发现,长江口及邻近海域无脊椎动物主要捕获种类变化不大,群落结构比较稳定;中国毛虾、东海红虾的地位上升,刀额仿对虾和周氏新对虾捕捞量下降。狭额绒螯蟹、安氏白虾

和脊尾白虾为河口淡盐水种类,由于本次调查未在河口近岸设站,故未能捕获。

3.3 生物多样性的时空变化

长江口无脊椎动物群落多样性的时空变化主要受各物种对各环境因子变化响应的影响,特别是盐度及水温的影响。长江口无脊椎动物群落以暖水种和暖温种为主(刘效舜,1990),具有一定的游泳能力,当环境因子发生显著变化时,可以通过游泳移动获得最佳的环境条件。从3个航次来看,种类丰富度指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')和种类均匀度指数(J')都呈现10月份最大、6月份次之、8月份最小的趋势,这与整个渔业生物群落3种多样性指数从6~10月逐渐升高的趋势略有不同,其原因可能是在6月份捕获到中国毛虾的数量巨大,从而使多样性指数高于8月份。虽然10月份捕捞的中国毛虾的数量最小,致使10月份捕捞的相对生物密度(6 848 ind/h)比6月份(28 967 ind/h)及8月份(10 799 ind/h)要小,但10月份捕获的种类数及其分布均匀度要高于6月和8月。

从不同区域来看,长江口中部的种类丰富度指数(D)及Shannon-Wiener 多样性指数(H')最高,但种类均匀度指数(J')稍低于长江口南部。从捕捞的相对生物密度来看,由于中国毛虾在长江口的捕获率较高,并且其它种类的捕捞密度也较高,长江口中部的生物密度(37 730 ind/h)要远高长江口南部(10 965 ind/h)及长江口北部(2 597 ind/h),这些可能是由于长江口中部受长江口冲淡水影响较大的缘故。

志谢:程济生研究员在论文的撰写过程中给予了热情的指导,单秀娟博士在论文的修改完善中给予了极大帮助。

参考文献:

陈源泉. 1995. 长江河口锋区及邻近水域渔业[J]. 中国水产科学, 2(1): 91-103.

程济生. 2000. 东、黄海冬季底层鱼类群落结构及其多样性[J]. 海洋水产研究, 21(3): 1-8.

程济生. 2005. 黄海无脊椎动物资源结构及多样性[J]. 中国水产科学, 12(1): 68-75.

单秀娟, 钱薇薇, 武云飞. 2005. 三峡工程蓄水前后秋季长江口鱼类浮游生物群落结构的动态变化初探[J]. 中国海洋大学学报, 35(6): 936-940.

邓景耀, 朱金生, 程济生, 等. 1988. 渤海主要无脊椎动物及其

渔业生物学[J]. 海洋水产研究, (9): 91-120.

蒋玫, 沈新强, 王云龙, 等. 2006. 长江口及其邻近水域鱼卵、仔鱼的种项组成与分布特征[J]. 海洋学报, 28(2): 171-174.

蒋玫, 王云龙, 袁骐, 等. 2007. 东海中尺度夏季鱼卵仔鱼种类组成特征[J]. 生态学报, 27(1): 152-158.

李建生, 程家骅. 2005. 长江口渔场渔业生物资源动态分析[J]. 海洋渔业, 27(1): 33-37.

李建生, 李圣法, 程家骅. 2006. 长江口渔场鱼类组成和多样性[J]. 海洋渔业, 28(1): 37-41.

李建生, 李圣法, 丁峰元, 等. 2007. 长江口近海渔业生物多样性的年际变化[J]. 中国水产科学, 14(4): 637-643.

李建生, 李圣法, 任一平, 等. 2004. 长江口渔场渔业生物群落结构的季节变化[J]. 中国水产科学, 11(5): 432-439.

刘磊, 林楠, 钟俊生, 等. 2008. 长江口沿岸碎波带三种暖水性鱼类仔鱼的出现[J]. 海洋渔业, 31(1): 62-66.

刘效舜. 1990. 中国海洋渔业区划之二[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 215-234.

卢继武, 罗秉征, 兰永伦, 等. 1996. 中国近海渔业资源结构特点及演替的研究[J]. 海洋科学集刊, 36: 198-211.

卢继武, 罗秉征, 薛频. 1992. 长江口区鱼类群聚结构、丰盛度及其季节变化的研究[J]. 海洋科学集刊, 33: 303-340.

罗秉征, 沈焕庭. 1994. 三峡工程与河口生态环境[M]. 北京: 科学出版社, 253-343.

罗秉征, 薛频, 卢继武. 1992. 三峡工程对河口及邻近海域渔业影响的初步探讨[J]. 海洋科学集刊, 33: 341-352.

沈国英, 施并章. 2002. 海洋生态学[M]. 北京: 科学出版社, 158-167.

吴光宗. 1989. 长江口海区鲢鱼和康氏小公鱼鱼卵和仔、稚鱼分布的生态特征[J]. 海洋与湖沼, 20(3): 217-229.

吴耀泉. 1995. 莱州湾主要无脊椎动物资源及其群聚多样性特征[J]. 海洋与湖沼, 26(6): 606-609.

徐兆礼, 袁骐, 蒋玫, 等. 1999. 长江口鱼卵和仔、稚鱼的初步调查[J]. 中国水产科学, 6(5): 63-64.

杨东莱, 吴光宗, 孙继仁. 1990. 长江口及其临近海区浮性鱼卵和仔稚鱼的生态研究[J]. 海洋与湖沼, 21(4): 346-355.

郑元甲, 陈学忠, 程家骅, 等. 2003. 东海大陆架生物资源与环境[M]. 上海: 上海科学技术出版社.

朱鑫华, 杨纪明, 唐启升. 1996. 渤海鱼类群落结构特征的研究[J]. 海洋与湖沼, 27(1): 6-13.

Pinkas L, M S Oliphant, I L K Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters[J]. Calif Dep Fish Game Fish Bull, 152: 1-105.

(责任编辑 万月华)

Community Structure and Biodiversity of Invertebrate Resources in the Yangtze River Estuary and its Adjacent Waters

WU Qiang, LI Xian-sen, WANG Jun, ZHU Jian-cheng, JIN Xian-shi

(Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource,
Ministry of Agriculture Key Field Station of Observation and Research for Fishery Resource and
Environment in Yellow – Bohai Sea, Yellow Sea Fisheries Research Institute,
Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao Shandong 266071, China)

Abstract: Based on the data from bottom trawl surveys in June, August and October 2006, the community structure and biodiversity of invertebrate resources in the Yangtze River estuary and its adjacent waters were analyzed. Forty – nine species of invertebrate, with a total catch of 2 232.277kg, 1 037 641 individuals, were caught. According to the analysis of the relative biomass and the relative density of shrimps, crabs, squids and squillas, shrimps accounted for 90.1% by the number of individuals, however, crabs accounted for 58.2% by weight. The ecological dominance of species in community was determined by the index of relative importance, the results indicated that *Ovalipes punctatus* (1 822.64) was the only dominant species in June, *Charybdis bimaculata* (1 573.90) and *Solenocera crassicornis* (1 135.36) were the dominant species in August, *Portunus trituberculatus* (3 667.30), *Trachypenaeus curvirostris* (1 568.35) and *Oratosquilla oratoria* (1 248.70) were the dominant species in October. Three diversity indexes, including species abundance index (D), Shannon – Wiener diversity index (H') and species evenness index (J'), were calculated to analyze the characteristics of diversity of invertebrate communities. The results showed that the diversity indexes in October were larger than that in June and August, and the diversity indexes were higher in the center of the survey area than that in the other survey area. Similarity index (C_N) was higher between the center and the southern part of the survey (0.628), but lower between the northern part and southern part of the survey area (0.166). From above – mentioned, combined with data in 1980's, variations in invertebrate species in the Yangtze River estuary was not significant, and community structure was relatively stable.

Key words: the Yangtze River estuary; invertebrate; structure of resources; diversity