

长江下游水生动物群落生物多样性变动趋势初探

施炜纲¹ 王 博¹ 王利民^{2,3}

(1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 无锡 214081; 2. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072;
3. 长江渔业资源管理委员会, 上海 200063)

摘要: 对 1990—1999 年间长江下游江段生物多样性的变动趋势进行了研究, 并就群落稳定性与多样性的关系进行了探讨。结果表明: 物种多样性指数量大值为 1.1112; 最小值为 0.0327。反映物种均匀度、丰盛度的指数都有不同程度的下降, 而反映优势度的指数却有一定程度的上升, 优势度指数最大值为 1; 最小值为 0.34046, 优势种前 6 位分别为杂虾、青虾、餐条、吻、蛇、黄颡。表明长江下游江段的生物多样性正在逐步丧失。经济鱼类数量趋减, 小型野杂鱼类数量趋增。

关键词: 长江; 水生动物; 生物多样性

中图分类号: S922.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2002)06-0654-08

长江流域水产资源丰富, 共有鱼类约 274 种, 长江下游共有鱼类约 142 种^[1], 约占全江鱼类总数的 52%。从 80 年代至今近 20 年来, 长江下游重要的经济鱼、蟹类天然捕捞量及资源量呈持续下落。经千百年自然淘汰、选择与平衡的长江水生动物资源, 在近 20 年中发生了巨大变化。竭泽而渔式的捕捞, 水域环境的持续恶化, 已使长江鱼类资源锐减, 长江水生动物群落在生物多样性面临的形势十分严峻。为掌握长江下游江段鱼类相对资源状况及生物多样性的变动趋势, 自 1990 年起, 开展了长江下游江段“定置张网渔获物”连续监测。本文根据近 10 年鱼类定置张网的监测数据, 运用 Shannorr Weiner、Mackintosh 等指数对长江下游生物(鱼、蟹、虾)多样性进行了初步研究分析^[2-4], 以期为渔业管理部门提供渔业资源开发利用的指导性建议。

1 材料和方法

1.1 采样点设置及样品采集

在长江干流江河叉口的浅滩处设立 6 个监测点, 分别为安庆(沙漠洲)、芜湖(杨毛埂)、南京(江心洲)、镇江(焦北滩)、江阴(大庆港)、南通(天生港), 在 6 个江段上以定置张网捕获过往水生动物, 张网面积 150m², 网宽 50m, 网高 3m, 网目 2cm。3—12 月每月的月初、月

收稿日期: 2001-09-12; 修订日期: 2002-06-21

基金项目: 国务院三峡办和长江三峡工程开发公司基金(SX97-01); 长江渔业资源管理委员会基金; 世界自然基金会基金资助

作者简介: 施炜纲(1953—), 男, 上海市人; 研究员; 从事大水面增养殖及资源方面的研究

通讯作者: 王利民

中进行两天监测,每天取一次总渔获进行测定,分品种检测渔获物尾数、重量,所有渔获鉴定到种,虾类个体小,且数量大,全部虾类渔获分检十分困难,因此,对于一些个体稍大的虾类,鉴定到种,其他的虾统称为杂虾,全部数据输入数据库。

1.2 数据库描述

数据记录库共有5个字段,分别为监测站名、日期、渔获物品种、渔获物尾(只)数、渔获物重量,截止1999年12月31日,数据库共收录3596条数据。

1.3 数据统计方法

数据统计库含全部统计结果,所有数据按年分站点汇总,统计各站年间渔获物中出现的品种总数(ts),分品种总渔获尾数(scn)、分品种渔获总重量(scw)、总渔获物尾数(所有品种总和, tcn)、总渔获物重量(所有品种总和, tcw)以及单品种总渔获尾数占总渔获物尾数的百分比(psn)、单品种渔获总重量占总渔获物重量的百分比(psw)。据此排序,得出各站点年间前6种优势品种的 psn 和 psw 。计算公式如下:假设某站某年张网共有渔获物 n 种, s_1, s_2, \dots, s_n ,则 $ts = s_1 + s_2 + \dots + s_n$, $tcn = s_1 cn + s_2 cn + \dots + s_n cn$, $tcw = s_1 cw + s_2 cw + \dots + s_n cw$, $psn = scn/tcn \times 100\%$, $psw = scw/tcw \times 100\%$ 。采用visul foxpro进行数据库管理和统计。

1.4 水生动物群落生物多样性指数统计

生物多样性变动趋势的分析,采用下列几个物种多样性指数:

$$(A) \text{ Shannon-Wiener index of Diversity (信息指数)}, \text{亦称为 Shannon-Wiener index of Diversity}, H' = - \sum_{i=1}^s (P_i)(\ln P_i)$$

该指数(H')是物种及其个体数的信息函数,用于反映种群结构的复杂程度。其中:

S: 样品中物种的总数

P_i : 第*i*种物种的个体数与该样品中物种总个体数的比值; $P_i = S_i/S$

$$(B) \text{ Pielou index (均匀性指数)}, \text{亦称为 Evenness index}, J = H'/H_{max} = H'/\ln S$$

该指数(J)可用于表达样品中物种间个体均匀分布的程度,其阈为0—1,其中:

$$H' = \text{Shannon-Wiener index of Diversity (信息指数)}$$

物种最大多样性指数 $H_{max} = \ln S$

$$(C) \text{ Margalef's index of Diversity (丰盛度指数)}, D_1 = (S-1)/\log_2 N$$

该指数(D_1)可用于表达样品中物种的丰富程度。其中:

S: 样品中物种的总数

N: 样品中各物种的总个体数

$$(D) \text{ McNaughton index of Diversity 物种优势度指数}, D_2 = (N_1 + N_2)/N$$

该指数(D_2)可用于表示居第一、二位物种个体数之和与该样品总个体数的比值,其阈^[4]为0—1。其中:

N: 样品中各物种的总个体数

N_1, N_2 分别表示样品中居第一、二位物种的个体数

2 结果

长江下游江段张网渔获物监测开展十年来,总渔获量245962尾,总重2229.655kg。其中主要经济鱼类(青、草、鲢、鳙、鲤、鲫)所占比例为35.76%。定置张网中出现的水生动物共计有27科、70个种,鱼纲中出现21科,分别为鲤科、刺鳅科、胭脂鱼科、隐鳃鲵科、

脂科、舌鳎科、针鱼科、鲀科、胡子鲶科、合鳃科、鲻科、塘鳢科、鲟科、鳗鲡科、鲱科、鲳科、银鱼科、鳢科、鲶科、𫚥虎科、鮀科。其他 6 科为: 鳖科、龟科、长臂虾科、龙虾科、方蟹科、牡蛎科。渔获 psn、psw 排序结果(表 1)。杂虾实际上含有多个种, 由于量大, 且分检困难, 故统称为杂虾, 在进行多样性指数统计时, 杂虾仅作为一个种参与运算。

表 1 1990—1999 年长江下游张网渔获组成百分比排序

Tab. 1 Percentage ranking by number of different species in the catching in the lower reaches of the Yangtze River during 1990—1999

序号 Sequence number	渔获种类 Species	尾数(%)		重量(%)	
		Tails	Weight		
1	彩石鮈	0.0004	0.0001		
2	乌龟	0.0004	0.0135		
3	刺鳅	0.0004	0.0009		
4	胭脂鱼	0.0004	0.0007		
5	大鲵	0.0008	0.0785		
6	三角鲂	0.0008	0.0094		
7	鲈鱼	0.0008	0.1951		
8	鳡鱼	0.0008	0.0738		
9	鳖	0.0012	0.0392		
10	麦穗鱼	0.0012	0.0005		
11	似乔丹	0.0012	0.0038		
12	近江牡蛎	0.0016	0.0727		
13	三线舌鳎	0.0016	0.0150		
14	鱠鱼	0.0016	0.0004		
15	细鳞斜颌鲴	0.0020	0.0083		
16	弓斑东方鲀	0.0024	0.0165		
17	胡子鲶	0.0028	0.0626		
18	寡鳞飘鱼	0.0037	0.0157		
19	棒花鱼	0.0037	0.0033		
20	长吻𬶏	0.0037	0.4437		
21	银飘	0.0049	0.0225		
22	黄鳍	0.0065	0.1147		
23	翘嘴红鲌	0.0073	0.0936		
24	条纹东方鲀	0.0081	0.0427		
25	鳙鱼	0.0098	0.7631		
26	青梢红鲌	0.0102	0.0457		
27	赤眼鳟	0.0118	0.1787		
28	泥鳅	0.0134	0.0273		
29	鲻鱼	0.0142	0.5238		
30	蒙古红鲌	0.0150	0.0869		
31	高体鳑鲏	0.0175	0.0134		
32	窄体舌鳎	0.0203	0.0407		
33	短吻舌鳎	0.0240	0.0482		

续表

序号 Sequence number		渔获种类 Species	尾数(%) Tails	重量(%) Weight
34	沙鳢	<i>Odontobutis obscura</i> (Temminck et Schlegel)	0.0248	0.1047
35	青鱼	<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson)	0.0272	0.5874
36	中华鲟	<i>Acipenser sinensis</i> Gray	0.0285	0.0500
37	华鳈	<i>Sarcocheilichthys sinensis</i> Bleeker	0.0297	0.0659
38	暗色东方鲀	<i>Fugu obscurus</i> (Abe)	0.0378	0.1894
39	圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris</i> (Peters)	0.0386	0.2908
40	鳗鲡	<i>Anguilla japonica</i> Temm. et Schl.	0.0407	0.7573
41	兴凯刺鳑鲏	<i>Acanthorhodeus chankaensis</i> (Dybowsky)	0.0577	0.0436
42	红鳍鲌	<i>Culter erythropterus</i> Basilewsky	0.0590	0.4372
43	凤鲚	<i>Coilia mystus</i> (Linnaeus)	0.0833	0.0139
44	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> (Cuv. et Val.)	0.0988	4.2969
45	银鲳	<i>Stromateoides argenteus</i> (Euphrasen)	0.0992	0.1083
46	黄尾鲴	<i>Xenocypris davidi</i> Bleeker	0.1057	0.2055
47	大银鱼	<i>Protosalanx halocranius</i> (Abbott)	0.1106	0.0329
48	鳜鱼	<i>Siniperca chuatsi</i> (Basilewsky)	0.1147	0.8040
49	花鮰	<i>Hemibarbus maculatus</i> Bleeker	0.1285	0.3328
50	乌鳢	<i>Ophiocephalus argus</i> (Cantor)	0.1403	2.4441
51	鳊鱼	<i>Parabramis pekinensis</i> (Basilewsky)	0.1468	2.4499
52	鯷鱼	<i>Coreius heterodon</i> (Bleeker)	0.1769	1.3593
53	短颌鲚	<i>Coilia brachygynathus</i> Kreyenberg et Pappenheim	0.2033	0.6952
54	长颌鲚	<i>Coilia ectenes</i> Jordan et Seale	0.2911	1.5016
55	鲢鱼	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (C. et V.)	0.3590	15.6726
56	秀丽白虾	<i>Palaemon modestus</i> Heller	0.4639	0.0766
57	鲶鱼	<i>Parasilurus asotus</i> (Linnaeus)	0.6590	8.7547
58	中华绒螯蟹	<i>Eriocheir sinensis</i> Milne-Edwards	0.8465	2.4262
59	粘皮𫚥虎	<i>Rhinogobius myxodermus</i> (Herre)	0.9099	0.1343
60	银鲳	<i>Xenocypris argentea</i> Günther	0.9469	1.8694
61	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus	1.4750	8.4897
62	龙虾	Spiny lobster	1.7755	8.5806
63	克氏𫚥虎	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i> (Nichols)	1.9292	0.2492
64	鲫鱼	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus)	2.6236	7.3471
65	黄颡	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> (Richardson)	2.7264	6.0245
66	蛇𬶋	<i>Saurogobio dabryi</i> Bleeker	2.7716	1.3634
67	吻𬶋	<i>Rhinogobio typus</i> Bleeker	3.1789	2.5098
68	鳌条	<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky)	15.6809	6.5733
69	青虾	<i>Macrobrachium nipponensis</i> (de Haan)	23.3955	5.7968
70	杂虾		38.0205	4.3060

2.1 物种多样性年间变化趋势

从各江段十年来物种多样性指数的计算来看, 各项指数值显得有些零乱, Shannon-

Wiener 物种多样性指数、Pielou 物种均匀性指数、Margalef 物种丰盛度指数 3 项指数呈下降趋势, 而 McNaughton 物种优势度指数有一定程度上升。通过数据平滑线及多项式趋势线分析来看, 这些趋势特征就显现得较为清楚(图 1、2)。

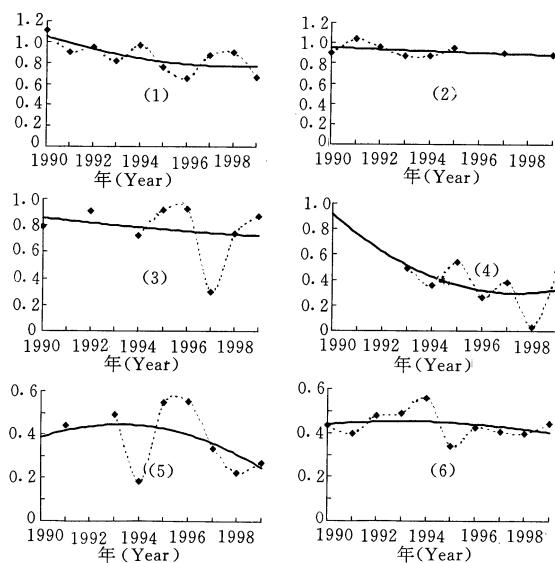


图 1 Shannon Wiener 物种多样性指数(H')年间变化

Fig. 1 Annual change of Shannon Wiener species diversity index

1 安庆 Anqing; 2 芜湖 Wuhu; 3 南京 Nanjing; 4 镇江 Zhengjiang; 5 江阴 Jiangyin; 6 南通 Nantong

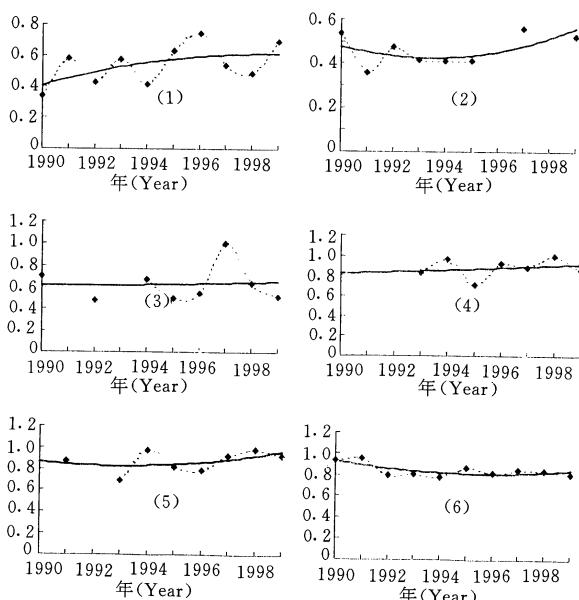


图 2 McNaughton 物种优势度指数(D_2)年间变化

Fig. 2 Annual change of McNaughton species dominance index

1 安庆 Anqing; 2 芜湖 Wuhu; 3 南京 Nanjing; 4 镇江 Zhengjiang; 5 江阴 Jiangyin; 6 南通 Nantong

2.2 主要经济鱼类与甲壳类在渔获物总重量中所占比例及年间变化

统计结果表明: 这两类渔获物占到渔获物总重的 56. 95%, 其中甲壳类在上江段所占比例较低, 而在下江段所占比例较高。研究结果表明, 在长江下游江段, 主要经济鱼类在渔获物中已不占绝对优势, 仅占了 35. 76% (表 2), 渔获重量的 64. 24% 由小型野杂鱼类及甲壳类组成。

表 2 经济鱼类与甲壳类占渔获物总重百分比

Tab. 2 The percentage of fish of high economic value and shellfish in the total catching

江段 A reas	主要经济鱼类百分比		甲壳类百分比 The percentage of shellfish
	The percentage of fish of high economic value		
安庆 Anqing	46. 79%		0. 57%
芜湖 Wuhu	32. 42%		0. 67%
南京 Nanjing	66. 55%		3. 35%
镇江 Zhengjiang	17. 49%		65. 44%
江阴 Jiangyin	28. 44%		29. 61%
南通 Nantong	40. 32%		13. 39%
平均 Average	35. 76%		21. 19%

各江段分年度的前六位优势种大多为小型野杂鱼类, 如杂虾、青虾、条、吻、蛇、黄颡鱼, 这充分说明长江下游江段鱼类小型化、低年化现象严重。表明长江下游江段水生动物群落生物多样性在物种层次上呈现出小幅下降趋势, 群落中物种多样性有一定程度的丧失, 且物种间的均匀性也在逐步变化, 丰盛度降低, 而优势种所占份额逐步增大, 优势地位更趋明显。但考虑到占据优势种前 6 位的大都是小型低年野杂鱼类, 因而这一物种优势度指数的上升对渔业生产将产生不利影响。

3 讨论

3.1 鱼类结构及资源 据历史资料记载, 长江下游江段主要有鲤、鲫、鳊、青、草、鲢、鳙、鮰、长吻、翘嘴红鮊等 70 多种淡水经济鱼类。现在, 除河口区凤鲚资源相对较稳定外, 鲈鱼、银鱼、鲻鱼及一些贝类生物都已大幅度减产^[5], 而中华绒螯蟹、长颌鲚(刀鲚)资源明显下降。其原因除了人类的掠夺式捕捞外, 环境保护与资源利用不相协调, 环境污染引发的生态灾难, 亦是造成水生动物资源剧减的重要原因。龙虾在张网渔获中已排列在第 9 位, 这一耐污生物种的增多表明长江的水质量也不容乐观。从 1990—1999 年张网渔获分析来看, 小型鱼、虾、蟹类占了渔获物总重的 56. 95%, 这也从一个侧面反映了江面上的捕捞强度过大。由于经济鱼类利用过度, 且资源修复又较小型鱼类要慢, 因此形成了较明显的鱼类结构小型化特征。但张网是一种被动的定置性网具, 且一般只布设在沿岸浅水处, 这也决定了张网的渔获主要以小型鱼类为, 而一些掠食性大中型鱼类被张网捕获的机会很少, 因此, 实际上长江下游干流中小型鱼类所占渔获总重的比例应低于 56. 95%, 同时由于张网设置在江河叉口, 该水域的污染也要比主干流严重得多。

3.2 多样性逐步丧失 由于缺乏和 1990 年前长江下游生物多样性的同类比较, 本文无法

得出与历史的比较结果,但纵观1990—1999年的多样性指数,如Shannon Wiener index of Diversity的分析表明:多样性指数年间变化正呈现出逐年减小的趋势,这表明物种多样性正逐步丧失。各江段物种多样性的下降并非表现为直线下降,而是波动下降,这与May等提出的随着自然系统的发展,多样性不是呈直线上升,经常表现波动或呈一条拱形曲线的论述有相似之处^[6]。许多学者认为群落的结构越复杂,多样性越高,群落也越为稳定,并且把群落多样性作为其稳定性的一个重要尺度^[6]。从该角度来看,长江下游江段水生动物群落结构正逐步趋于简单,多样性也在逐步降低。因此群落的稳定也受到影响,最终对渔业生产和自然资源保护产生不利影响。从McNaughton物种优势度指数来看,各江段均有上升趋势,而遗憾的是不管是渔获尾数还是渔获量,长江下游目前处于前6位均是小型鱼、虾类,因此这种优势度的升高并不是有益的。因为随一些物种优势度的提高,某些物种的优势度就会下降,小型鱼、虾类优势度的提高并不是进化的标志。生物多样性其内在价值在于保持有机体的多样性、生态的复杂性和物种的不断进化,而种群和物种在不恰当的时间灭绝是可悲的。由此对照,当前长江生物多样性正在背其道而行之。

当然,群落多样性的高低还受到一系列因素的影响,例如群落经历的进化时间和生态时间,群落所处环境的异质性和气候条件,群落内种间竞争和捕食现象以及群落的生产力等。当前可造成长江下游生物多样性下降的一些主要因素,诸如捕捞强度、水质污染以及水工建筑堵塞洄游通道等问题应引起各有关部门重视。

3.3 群落稳定性与多样性的关系 群落对于环境变化或扰动的反应,是通过组成群落的生物种群而实现的。因此群落的稳定性起源于种群和种群中的个体对于环境变化或扰动的反应能力。就有机体个体来说,其保持稳定状态的成败,可以反映在他们能否存活和产生后代的数量与质量上,即反映在产生后代的能力上。而对种群来说,保持稳定状态的成败,则反映在种群的出生率、死亡率和迁移率上,它是种群中个体稳态能力的综合表现。一方面,当一个群落包含了更多的生物物种,而且每个种的个体数比较均匀地分布时,它们之间就容易形成一个较为复杂的相互关系。这样,群落对于环境的变化、干扰或来自群落内某些种群的波动,由于有一个较强大的反馈系统,而使群落变动得到较大的缓冲^[7-9]。另一方面,从群落能量学的观点来看,多样性高的群落,食物链和食物网更趋复杂,群落中的各成员既可以接受多个输入,同时又对其他成员形成多个输出,这就是说群落内部的能量途径更多。如果其中的某一条途径受到干扰或被阻塞不通,群落的后备能力就可以提供其他的线路予以补偿。以水生态系统为例,该系统群落生物量一般缺乏长期储存的营养物质和能量,所以它对环境干扰的抵抗力是低下的。污染物质进入水生态系统,使其结构和功能发生巨大变化,如果这种系统的恢复能力很强,只要控制向水体排放的污染物质的数量,利用水生态系统基本结构的四个基本因素,即生产者(藻类、水草等)、消费者(动物)、分解者(细菌等)和非生物因素(太阳能、水及其它成分)相互协调的关系,调动水体的自净能力,一个结构和功能已遭破坏的水生态系统仍能很快得到恢复。

参考文献:

- [1] 湖北省水生生物研究所第一室. 长江鱼类[M]. 北京: 科学出版社. 1975
- [2] 夏铭. 生物多样性研究进展[J]. 东北农业大学学报, 1999, 30(1): 94—100

- [3] 张金屯. 论生物多样性保护与持续发展[J]. 经济地理, 1999, 19(2): 70—75
- [4] 凌去非, 李思发. 长江天鹅洲故道鱼类群落种类多样性[J]. 中国水产科学, 1998, 5(2): 1—5
- [5] 袁传 . 江苏淡水鱼类[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1987
- [6] 赵志模. 群落生态学原理和方法[M]. 重庆: 科学技术文献出版社, 1989. 147—172
- [7] 王献薄, 刘玉凯. 生物多样性的理论与实践[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994
- [8] Hopkinson P, Travis J M J, Prendergast J R, et al. A preliminary assessment of the contribution of nature reserves to biodiversity conservation in Great Britain[J]. *Animal Conservation*, 2000, 4: 311—320
- [9] Moreno J C, Castro I, Humphries C J, et al. The conservation of biodiversity in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands [J]. *Quercus*, 1998, 144: 19—22

PRELIMINARY STUDIES ON THE TREND OF CHANGE IN BIODIVERSITY OF AQUATIC ANIMAL COMMUNITY IN THE LOWER REACHES OF THE CHANGJIANG RIVER

SHI Weigang¹, WANG Bo¹ and WANG Limin^{2,3}

(1. Freshwater Fisheries Research Center of Chinese Academy of Fishery Sciences Wuxi 214081;

2. Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072;

3. Yangtze River Fisheries Management Committee, Shanghai 200063)

Abstract: The annual variations of bio-diversity in the lower reaches of the Yangtze River during 1990—1999 were being studied, and the relationship between the bio-diversity and the community stability was also being discussed by the authors. The results indicated that the maximum Shannorr Wiener Diversity was 1.1112 and the minimum index was 0.0327. The species abundance and indices and evenness were declining to different degrees, while the McNaughton index heightened. The maximum McNaughton was 1 and the minimum index was 0.340457. The advantage species were shrimp, *Macrobrachium nipponense*, *Hemiculter leucisculus*, *Rhinogobio typus*, *Saurogobio dabryi* and *Pseudobagrus fulvidraco* from first to sixth. It showed that bio-diversity in the lower reaches of the Yangtze River was declining gradually, and the quantity of fish with high economic value was declining and the quantity of small low-valued fish was increasing.

Key words: The lower reaches of the Yangtze River; Aquatic animals; Bio diversity