

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

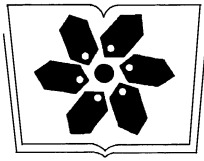
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第6期 Vol.31 No.6 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 6 期 2011 年 3 月 (半月刊)

目 次

臭氧胁迫对水稻生长以及 C、N、S 元素分配的影响	郑飞翔,王效科,侯培强,等 (1479)
高含氮稻田深层土壤的氨氧化古菌和厌氧氨氧化菌共存及对氮循环的影响	王 雨,祝贵兵,王朝旭,等 (1487)
气候年际变率对全球植被平均分布的影响	邵 璞,曾晓东 (1494)
模拟升温 and 放牧对高寒草甸土壤有机碳氮组分和微生物生物量的影响	王 蓓,孙 庚,罗 鹏,等 (1506)
广州城区生态安全岛典型植物群落结构及物种多样性	莫 丹,管东生,黄康有,等 (1515)
中亚热带湿地松人工林生长过程	马泽清,刘琪璟,王辉民,等 (1525)
潜流人工湿地中植物对氮磷净化的影响	刘树元,阎百兴,王莉霞 (1538)
模拟氮沉降对两种竹林不同凋落物组分分解过程养分释放的影响	涂利华,胡庭兴,张 健,等 (1547)
苔藓植物对贵州丹寨汞矿区汞污染的生态监测	刘荣相,王智慧,张朝晖 (1558)
三峡库区泥、沙沉降对低位狗牙根种群的影响	李 强,丁武泉,朱启红,等 (1567)
上海崇明东滩互花米草种子产量及其萌发对温度的响应	祝振昌,张利权,肖德荣 (1574)
栲-木荷林凋落叶混合分解对土壤有机碳的影响	张晓鹏,潘开文,王进闯,等 (1582)
荒漠化对毛乌素沙地土壤呼吸及生态系统碳固持的影响	丁金枝,来利明,赵学春,等 (1594)
黄土丘陵沟壑区小流域土壤有机碳空间分布及其影响因素	孙文义,郭胜利 (1604)
种间互作和施氮对蚕豆/玉米间作生态系统地上部和地下部生长的影响	李玉英,胡汉升,程 序,等 (1617)
测墒补灌对冬小麦氮素积累与转运及籽粒产量的影响	韩占江,于振文,王 东,等 (1631)
植被生化组分光谱模型抗土壤背景的能力	孙 林,程丽娟 (1641)
北方两省农牧交错带沙棘根围 AM 真菌与球囊霉素空间分布	贺学礼,陈 程,何 博 (1653)
基于水源涵养的流域适宜森林覆盖率研究——以平通河流域(平武段)为例	朱志芳,龚固堂,陈俊华,等 (1662)
黑龙江大兴安岭呼中林区火烧点格局分析及影响因素	刘志华,杨 健,贺红士,等 (1669)
大兴安岭小尺度草甸火燃烧效率	王明玉,舒立福,宋光辉,等 (1678)
长江口中华鲟自然保护区底层鱼类的群落结构特征	张 涛,庄 平,章龙珍,等 (1687)
骨顶鸡等游禽对不同的人为干扰的行为响应	张微微,马建章,李金波 (1695)
光周期对白头鹇体重、器官重量和能量代谢的影响	倪小英,林 琳,周菲菲,等 (1703)
应用稳定同位素技术分析华北部分地区第三代棉铃虫虫源性质	叶乐夫,付 雪,谢宝瑜,等 (1714)
西花蓟马对蔬菜寄主的选择性	袁成明,郅军锐,曹 宇,等 (1720)
基于 Cyt b 基因序列分析的松毛虫种群遗传结构研究	高宝嘉,张学卫,周国娜,等 (1727)
沼液的定价方法及其应用效果	张昌爱,刘 英,曹 曼,等 (1735)
垃圾堆肥基质对不同草坪植物生态及质量特征的影响	赵树兰,廉 菲,多立安 (1742)
五氯酚在稻田中的降解动态及生物有效性	王诗生,李德鹏 (1749)
专论与综述	
景观遗传学:概念与方法	薛亚东,李 丽,吴巩胜,等 (1756)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 284 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 31 * 2011-03	



封面图说:美丽优雅的新疆夏尔西里森林草地原始景观。夏尔西里国家级自然保护区建立在新疆博乐北部山区无人干扰的中哈边境上,图中雪地云杉为当地的优势树种。

彩图提供:国家林业局陈建伟教授 E-mail: cites.chenjw@163.com

长江口中华鲟自然保护区底层鱼类的群落结构特征

张涛¹, 庄平^{1,*}, 章龙珍¹, 侯俊利¹, 王云龙¹, 刘鉴毅¹, 冯广朋¹,
赵峰¹, 罗民波¹, 刘健²

(1. 农业部海洋与河口渔业资源及生态重点开放实验室, 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;

2. 上海市长江口中华鲟自然保护区管理处, 上海 200092)

摘要:根据2004年8月、11月和2005年2月(I年度)、2005年8月、11月和2006年2月、5月(II年度)、2007年8月、11月和2008年2月和5月(III年度)对长江口中华鲟自然保护区15个站点的底拖网调查数据,对该水域的底层鱼类群落结构特征及时间和空间变化规律进行了分析。结果表明,调查中捕获底层鱼类42种,隶属于13目24科39属。底层鱼类的种类组成和群落结构进行聚类分析,15个站点聚合成两大类群,类群A位于南支北港和北港北沙近东滩水域,共出现20种底层鱼类,主要以淡水性和河口性鱼类为主;类群B位于北支和北港北沙近外海水域,共出现鱼类39种,主要以河口性和海洋性鱼类为主。ANOSIM和SIMPER分析表明底层鱼类群落结构不同季节间差异显著,造成这种趋势的主要原因可能是与棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)和凤鲚(*Coilia mystus*)的繁殖和索饵洄游有关。

关键词:长江口;中华鲟自然保护区;底层鱼类;群落结构;聚类分析

Community structure of demersal fish in Nature Reserve of *Acipenser sinensis* in Yangtze River estuary

ZHANG Tao¹, ZHUANG Ping^{1,*}, ZHANG Longzhen¹, HOU Junli¹, WANG Yunlong¹, LIU Jianyi¹, FENG Guangpeng¹, ZHAO Feng¹, LUO Minbo¹, LIU Jian²

1 Key and Open Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries Resources and Ecology, Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China

2 Superintendency Department of Shanghai Yangtze Estuarine Nature Reserve for Chinese Sturgeon, Shanghai, 200092, China

Abstract: Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis*, listed among the first class of protected animal in China, is an anadromous fish, which as present understood, is distributed in the East China Sea, Yellow Sea and the main channel of the Yangtze River. In autumn, larvae, after hatching in the upper reach of the Yangtze River, begin to swim downstream along the main channel of Yangtze River. Juveniles gradually reach the Yangtze River estuary (hereafter abbreviated as YRE) from May to June of the next year, in where juveniles spend almost 3 months on foraging and other physiological adaptation for entering into the sea. The small-sized demersal fish in YRE are the main food resource for juveniles. So, it is very important to understand the community structure and its variation feature of demersal fish in YRE for protecting this endangered species effectively. We designed 15 sampling sites (Z1—Z15) in the Nature Reserve of *A. sinensis* in YRE. The sampling sites are located at 121°32.08'—122°11.65'E, 31°19.58'—31°38'N, where is the major foraging ground for juvenile Chinese sturgeon. All the sample sites were divided into 3 sections based on the location in YRE and water salinity, i. e. South Branch-North Channel (Z1—Z3) with average salinity of 0.40, North Branch (Z4—Z10) with average salinity of 20.00

基金项目:农业部“948”资助项目(2009-Z33);国家自然科学基金重大项目(NSFC30490230, WP4-003);国家公益性行业(农业)科研专项(200903048-07);上海市长江口中华鲟自然保护区专项资助项目;中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(2008M01; 2007M023);上海市科学技术委员会科研计划项目(08391910300)

收稿日期:2010-04-26; 修订日期:2011-01-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: pzhuang@online.sh.cn

and North Sha in the North Channel (Z11—Z15) with average salinity of 1.21. Demersal fish were collected for analysis from all the sampling sites by using bottom trawl every three month from August 2004 to May 2008. In this study, totally 42 fish species, belonging to 13 orders, 24 families and 39 genera were found in the survey area. The fish community includes 4 ecological types, *i. e.*, freshwater fishes (6 species), marine fishes (23 species), estuarine fishes (10 species) and migratory fishes (3 species). The species composition and community structure of demersal fish were approached by using the multivariate analysis software PRIMER, of which CLUSTER and MDS (Non-metric multidimensional scaling) were adopted. Fifteen sampling sites were separated into two groups (A and B). Group A was located in the South Branch-North Channel and inshore waters of North Sha in the North Channel, with 20 species which give priority to freshwater and estuarine fishes. Group B was located in the North Branch and offshore waters of North Sha in the North Channel with 39 species, mainly including estuarine and marine fishes. SIMPER (Similarity Percentages) test and further ANOSIM (Analysis of Similarities) test indicated significant seasonal changes in the community structure of demersal fish because of influence from breeding and feeding migration of *Collichthys lucidus* and *Coilia mystus*.

Key Words: Yangtze River estuary; Natural Reserve of *Acipenser sinensis*; demersal fish; community structure; cluster analysis

长江口中华鲟自然保护区所处的长江口水域,由于其独特的地理环境条件而成为多种鱼类繁殖、肥育及育幼的场所,同时也是江海洄游性鱼类的洄游通道和洄游过程中重要的生理适应性场所,是重要的渔业水域^[1-2]。近年来由于过度捕捞和环境污染等的影响,生态环境失衡,导致长江河口区生态系统全面衰退,表现出了生物多样性降低、渔获物个体减小、渔捞产量下降等资源衰退的特征^[3]。

中华鲟(*Acipenser sinensis*)是我国特有的大型江海洄游性珍稀鱼类,每年5—6月自然繁殖的中华鲟幼鱼降河洄游到达长江口,集中在中华鲟自然保护区水域索饵生长并逐渐适应海水环境,9月后入海肥育^[1-2, 4-5]。中华鲟幼鱼在长江口集中停留的期间,主要以小型底层鱼类,尤其是虾虎鱼类(*Gobiidea* spp.)为主要食物^[6],长江口渔业资源的退化对中华鲟幼鱼的饵料基础也造成了严重的影响。本文根据2004—2008年长江口中华鲟自然保护区的底拖网调查资料,对底层鱼类群落结构特征进行了研究,以期对中华鲟的保护和保护区的科学管理提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料来源及调查方法

2004年8月(夏季)、11月(秋季)和2005年2月(冬季)(I年度)、2005年8月、11月和2006年2月、5月(春季)(II年度)、2007年8月、11月和2008年2月和5月(III年度)在长江口沿岸水域进行了11个航次的鱼类底拖网调查。调查区域为121°32.08'—122°11.65'E, 31°19.58'—31°38'N(图1),共设置15个监测站位,根据站位所处的位置将其划分为3个区:南支北港(Z1—Z3)、北支(Z4—Z10)和北港北沙(Z11—Z15)。调查船为功率31.6 kW的木质渔船,船长16.4 m,总吨23 GT,调查网具为单船底拖网,网口宽6 m,网具总长10 m,网口高2 m,囊网网目20 mm。拖速3 n mail,每站拖曳30 min,每网实际扫海面积16668 m²。每站均用YSI 6600 EDS多参数水质分析仪现场测定盐度和温度。

1.2 数据处理

对渔获物进行鉴定,记录每一种类的数量和重量,换算成为单位面积的生物量(g/100 m²)和丰度(ind/100 m²)。将丰度数据进行平方根转换后,根据Bary-Curtis^[7]相似性指数,建立每个站位间(或每个季度间)的等级相似矩阵。

利用PRIMER 5.0大型多元统计软件包,采用等级聚类(非加权的组平均,即UPGAMA)的聚类分析方法(CLUSTER),和非度量多维标度排序方法(Non-metric multidimensional scaling, MDS)分析长江口中华鲟自然保护区底层鱼类群落的结构特征,在不同相似矩阵的基础上建立聚类分析图和MDS平面图。排序分析时,以

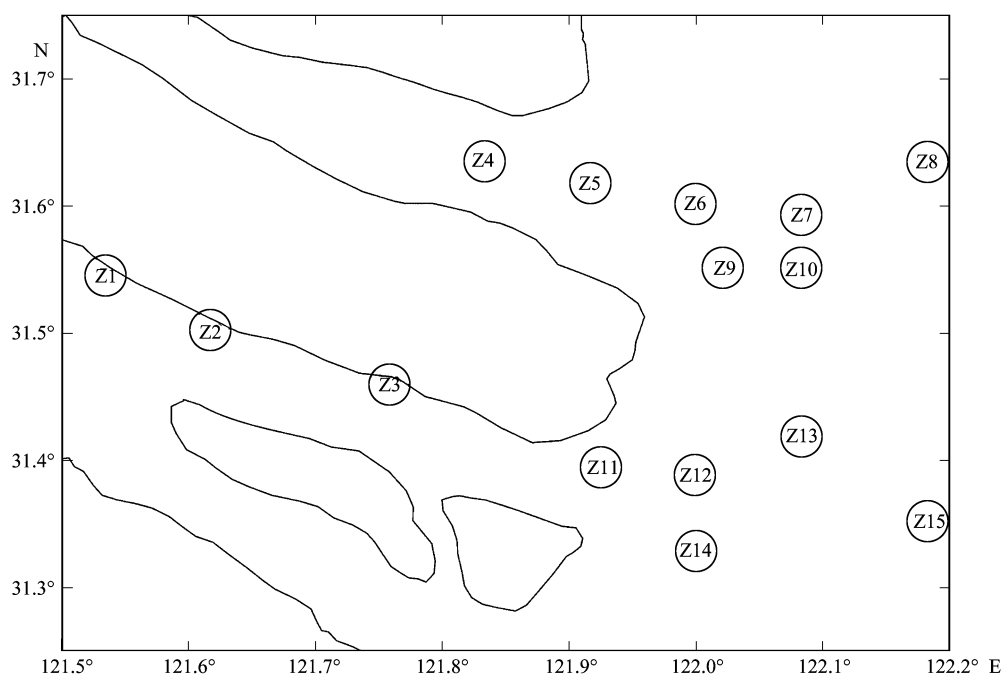


图1 调查站位

Fig.1 Sampling stations

站点(或航次)的鱼类种类为指标,任意两样本的距离代表其相似程度,距离越近则相似程度越高。MDS 分析结果的优劣根据胁强系数(stress)来衡量, $0 < \text{stress} < 0.01$,完全可信; $0.01 < \text{stress} < 0.05$,可信的; $0.05 < \text{stress} < 0.1$,基本可信; $0.1 < \text{stress} < 0.2$,仍有参考价值,具有一定意义,但某些细节不可信; $0.2 < \text{stress} < 0.3$,几乎是任意的,不可信^[8-9]。

用 Bray-Curtis 相似性指数计算不同季节间底层鱼类群落结构组成的差异。

$$B = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^S |x_{ij} - x_{im}|}{\sum_{i=1}^S |x_{ij} + x_{im}|} \right]$$

式中, B 为 Bary-Curtis 相似性指数, x_{ij} 和 x_{im} 分别为第 i 个种类在第 j 个和第 m 个月份的渔获量(经 2 次平方根转换), S 为种类数。

利用 PRIMER 软件包中的相似性百分比分析(Similarity Percentages, SIMPER)方法分析保护区底层鱼类群落的时空变化特征,找出造成不同季节差异的种类,用相似性分析检验(Analysis of Similarities, ANOSIM)进行不同站位和季节间差异显著性检验,来分析各站位和季节鱼类群落结构的变化,与了解造成差异的主要关键物种^[8-10],当计算出的 R 值等于 0 时,表示完全相同; $R < 0.5$ 表示差异不明显, $R > 0.5$ 表示虽有重叠但能清楚分开; $R > 0.75$ 表示有显著差异; $R = 1$ 表示完全不同。显著性水平小于 5% 才有显著性差异^[11]。

2 结果

2.1 温度和盐度变化

水温主要受太阳辐射、气候、径流、海流和水深等综合影响。调查水域地处温带,四季分明,因此水温的季节变化十分明显,春季、夏季、秋季和冬季平均水温分别为 21.88、27.47、14.97、6.58℃。同时调查水域水温平面分布格局明显受到长江径流与江苏沿岸流消长变化的影响,表现为南北、东西水温差异较大。

调查水域平均盐度自南向北升盐过程十分明显(图 2)。依据盐度梯度变化基本可以划分为咸水区和淡水区两个大的区域:咸水区位于北支水域(Z4—Z10 站),年盐度变动范围在 3.42—29.46,春季、夏季和秋季

由内向外、西向东盐度逐渐升高,冬季由内向外、西向东北逐渐升高,在 Z7 和 Z10 站明显观察到来自底层的一股入侵的高盐水,其伸展范围可到达 Z4 站附近;南支北港和北港北沙水域基本位于淡水区,主要受长江径流入海的影响,该水域基本为淡水所控制,年盐度变动范围在 0.03—13.89。

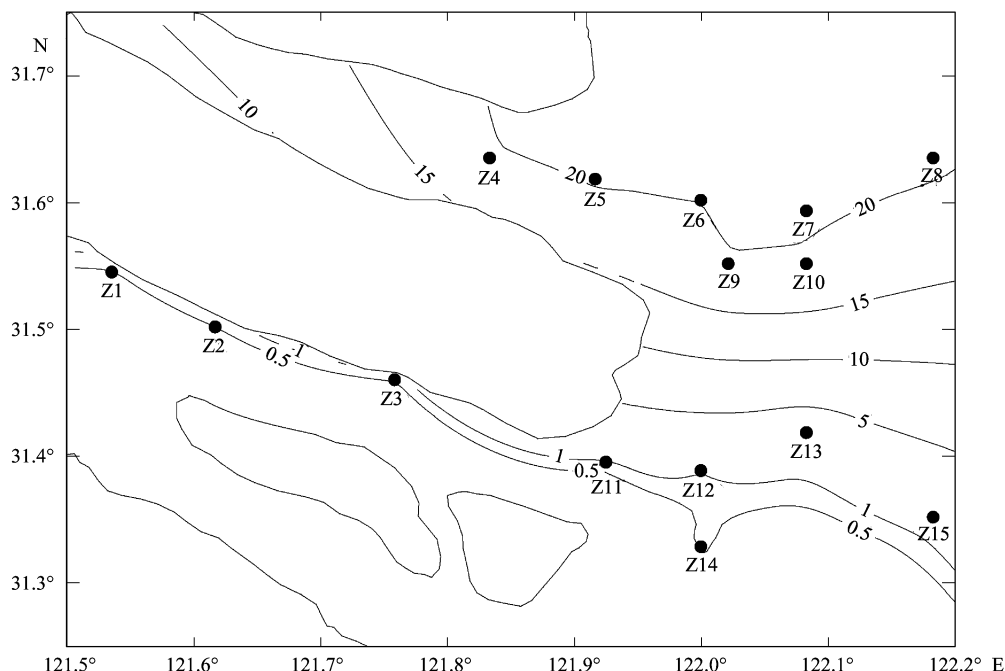


图2 长江口沿岸水域盐度空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of salinity in Nature Reserve of *Acipenser sinensis* in Yangtze River estuary

2.2 种类组成

3 年度 11 航次拖网调查共采集到底层鱼类样本 16549 ind, 隶属于 13 目 24 科 39 属 42 种, 其中以鲈形目最多, 含 9 科 18 属 18 种, 占总种数的 42.86%。淡水性鱼类 6 种, 海洋性鱼类 23 种, 河口性鱼类 10 种, 洄游性鱼类 3 种。调查水域底层鱼类种类数有着明显的季节变化, 夏季种类数最多 (31 种), 秋季次之 (27 种), 春季 2 个航次出现鱼类种类 17 种, 冬季种类最为贫乏, 仅 10 种。

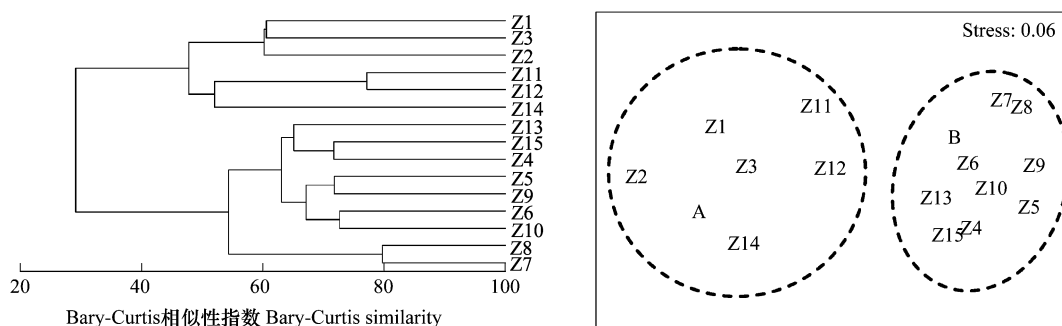


图3 长江口中华鲟自然保护区 15 个站位底层鱼类群落的等级聚类和 MDS 排序图

Fig. 3 Cluster dendrogram and MDS ordination of demersal fish community among 15 sampling stations in Nature Reserve of *Acipenser sinensis* in Yangtze River estuary

2.3 站位间分析

相似性指数的分析结果表明, Z7 和 Z8 间相似性最高, Z2 和 Z9 站间差异性最大。图 3 为 15 个调查站位

鱼类丰度的聚类分析图,从图中可以看出,15 个调查站位可分为两个类群,类群 A 有 6 个站位,包括南支北港的 Z1—Z3 站,以及北港北沙近东滩的 Z11、Z12 和 Z14 站,在类群 A 中,南支北港的 3 个站聚成一小类,而北港北沙的 3 个站另聚成一类;其余的 9 个站位属于类群 B,包括北支的 Z4—Z10,以及北港北沙靠外海的 Z13 和 Z15 站。以 Bary-Curtis 相似性指数为基础,对 15 个站位的底层鱼类群落进行了 MDS 二维分析,结果见图 3,其胁迫系数为 0.06 ($0.05 < \text{stress} < 0.1$),说明所得到的 MDS 图能较好地解释站位间的相似关系。从图 3 中可以看出,MDS 排序图支持聚类分析的结果,15 个站位可分为 2 个组,即组 A 和组 B,应用 ANOSIM 进行组间相似性分析, $R=0.964$, $P(\text{level}\%) = 0.1\%$,说明组 A 和组 B 间差异显著。

2.4 季节间分析

以生物量和丰度计算的各个季节之间的鱼类种类组成的相似性变化(表 1)可见,以生物量和丰度计算的季节间的相似性趋势是一致的:在同一年度各季节之间,以相邻季节之间的相似性较高;不同年份的各季节之间,相同的季节之间的相似性较高。通过各季节之间的丰度聚类分析(图 4)也具有这种趋势:不同年份的同一季节之间的聚类值较小,相关性较好,3 年度共 11 个航次可明显分为两大类,其中 2006 年冬季和 2008 年冬季之间聚类值较小聚成类群 I,其余 9 个季节聚成类群 II。在以 Bary-Curtis 相似性指数为基础建立的 11 个航次底层鱼类群落 MDS 图(图 4)中,季节分析的胁迫系数为 0.12 ($0.1 < \text{stress} < 0.2$),说明所得到的 MDS 图对解释季节间的相似关系有一定的参考意义。从 MDS 排序图上至少可以划分为组 I 和组 II,应用 ANOSIM 进行组间相似性分析, $R=0.754$, $P=0.018$,说明组 I 和组 II 间差异显著。

表 1 长江口中华鲟自然保护区底层鱼类种类组成相似性指数

Table 1 Similarity index of demersal fish species composition between seasons in Nature Reserve of *Acipenser sinensis* in Yangtze River estuary

年度 Year	季节 Season	I 年度 Year I			II 年度 Year II				III 年度 Year III			
		夏季 Sum.	秋季 Aut.	冬季 Win.	春季 Spr.	夏季 Sum.	秋季 Aut.	冬季 Win.	春季 Spr.	夏季 Sum.	秋季 Aut.	冬季 Win.
I 年度 Year I	夏季		47.03	25.80	26.37	29.49	12.06	10.75	26.95	27.87	10.20	6.86
	秋季	50.53		53.69	37.55	41.03	23.51	17.71	31.64	25.25	26.78	10.25
	冬季	26.18	54.78		23.59	19.55	14.66	28.43	17.85	11.35	19.69	22.07
II 年度 Year II	春季	45.91	35.39	19.94		37.35	33.62	13.52	61.44	33.40	34.69	14.77
	夏季	35.85	38.05	14.66	34.08		35.49	15.48	38.18	54.22	32.77	9.66
	秋季	14.68	27.10	15.23	19.97	37.81		29.10	36.54	24.37	49.92	17.99
III 年度 Year III	冬季	12.13	15.90	31.13	12.09	17.20	34.61		20.30	6.63	15.58	44.40
	春季	37.97	23.60	10.70	78.95	32.25	25.29	16.99		44.17	32.75	18.99
	夏季	33.88	26.89	10.92	34.99	68.10	39.25	12.66	39.25		29.42	5.13
	秋季	15.90	36.67	19.40	22.19	33.70	53.08	16.37	21.00	40.20		8.07
	冬季	8.18	9.25	21.11	8.06	9.93	20.10	52.82	11.23	9.56	10.18	

对角线下方数字为以丰度计,上方数字为以生物量计

采用 PRIMER 软件包中的 SIMPER 和 ANOSIM 对 3 年各季节间底层鱼类群落结构的差异分析结果也表明,3 年度相同季节间相似性较高,以丰度计算的春季、夏季、秋季和冬季 Bary-Curtis 相似性指数分别为 83.73、37.70、36.83 和 18.16,不同季节间差异极显著 ($R=0.627$, $P=0.003$)。年度间差异不显著 ($R=0.06$, $P=0.323$),I 年度与 II 年度 ($R=0.204$, $P=0.200$) 以及 I 年度与 III 年度 ($R=0.296$, $P=0.171$) 调查底层鱼类群落结构间的差异,要高于 II 年度和 III 年度 ($R=-0.208$, $P=0.829$)。

3 讨论

3.1 底层鱼类群落结构的时空变化

调查水域处于长江口特殊地理位置,且受长江径流入海途径的影响,盐度梯度大是本水域的主要水文特征^[12]。根据鱼类对河口的利用及对盐度的适应性,调查水域底层鱼类大致可分为 4 种生态类型^[1]: (1) 淡水性鱼类:主要分布在盐度小于 5 的南支北港水域,主要代表种为光泽黄颡鱼 (*Pelteobagrus nitidus*); (2) 河口性

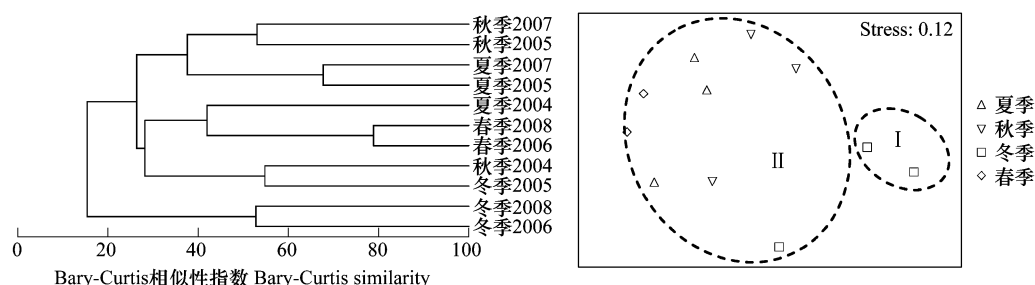


图4 长江口中华鲟自然保护区 11 个航次底层鱼类群落的等级聚类和 MDS 排序图

Fig. 4 Cluster dendrogram and MDS ordination of demersal fish community from 11 sampling seasons in Nature Reserve of *Acipenser sinensis* in Yangtze River estuary

鱼类:终生生活在河口半咸水水域中,可在较大盐度范围内生活,主要分布在盐度 5—20 的水体中,在本调查水域中分布较广,代表种有窄体舌鳎(*Cynoglossus gracilis*)和矛尾虾虎鱼(*Chaeturichthys stigmatias*)等;(3)海洋性鱼类:大多分布于近岸盐度 30 左右的浅海,在本调查水域中主要分布在长江口北支近外海水域,如赤鲷(*Dasyatis akajei*)、小黄鱼(*Labrachthys polyactis*)等,在调查水域出现频率较低,但某些种类,如棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)、龙头鱼(*Harpodon nehereus*)等对盐度适应范围较广,常年栖息于长江口及其附近海域进行繁殖、索饵和育幼。(4)洄游性鱼类:指在生活史中要经历淡水和海水两种完全不同的生境,调查水域是它们重要的洄游通道和理想的过渡地带,代表种为刀鲚(*Coilia ectenes*)和风鲚(*Coilia mystus*)。

长江口沿岸水域底层鱼类的分布和群落结构一方面受盐度的影响,另一方面也受该水域其它环境条件,尤其是底质类型,以及饵料生物,如底栖动物分布的影响^[13-15]。本调查水域中北支水域盐度相对较高,底质以泥质为主,底栖动物种类的生物量和丰度较高,鱼类种类以河口性和海洋性鱼类为主;北港北沙水域由于接近崇明东滩,水深较浅,盐度的随潮汐的改变而变化范围较宽,出现的品种以河口性和淡水性鱼类为主,如香斜棘鲷(*Repomucenus olidus*)、矛尾虾虎鱼、狼牙鰻虾虎鱼(*Taenioides rubicundus*)、窄体舌鳎等为主;南支北港由于水深较深,底栖动物种类较少,渔获物种类也最少,以淡水性鱼类为主,如光泽黄颡鱼和贝氏鲶(*Hemiculter bleekeri*),洄游性鱼类如刀鲚等在此水域也有分布。

3.2 底层鱼类群落结构的季节变化

盐度和温度是造成鱼类群落结构季节变化的重要因素^[16],长江径流量对盐度的季节变化影响明显,进入丰水期后盐度开始下降,进入枯水期后盐度又有上升,盐度的季节变化表现为:冬季>秋季>春季>夏季^[12]。在鱼类群落内,由于物种分布季节动态多呈现为洄游性,如生殖洄游、索饵洄游的更替节律,导致鱼类群落结构的时序相对不稳定^[1-2]。长江口沿岸水域是重要的鱼类产卵场^[16-17];同时,巨大的长江径流向长江口输送了大量的营养物质,为生物资源提供了丰富的生源要素,为鱼类提供了丰富的饵料资源^[14-15, 18],许多鱼类在该水域索饵,是重要的鱼类索饵场和育幼场^[1, 16-17]。长江口沿岸水域是风鲚重要的产卵场和索饵场,风鲚卵和仔鱼在调查水域内分布最广,数量也最多^[17],其繁殖盛期在 5—7 月,在夏秋季节,风鲚稚鱼和幼鱼集中在调查水域进行索饵肥育^[1],优势度较高。另外,调查水域所处的崇明东滩潮间带滩涂和浅滩,是棘头梅童鱼重要的产卵场,其繁殖期一般在春季 4—6 月^[1-2],在调查中春季的捕获量较大,且捕获的多为当年繁殖的棘头梅童鱼稚鱼,主要分布在长江口北支口门附近的 Z4、Z5、Z6 和 Z9 站,表明该水域为棘头梅童鱼的主要产卵场及稚鱼的索饵场,夏季所捕获的多为棘头梅童鱼的幼鱼,体重已增长至 9 g 左右;秋季和冬季多数棘头梅童鱼离开长江口沿岸进入近海深水水域,捕获量明显下降。

对长江口沿岸水域底层鱼类群落组成季节性多样性变化分析表明,群落的丰度、多样性以及均匀度均以夏秋季较高,春冬季较低,对鱼类组成的相似性分析以及季节性聚类分析也表明,夏秋季之间、春冬季之间的相似性指数较高,夏季和秋季也是首先聚类在一起。不同季节间鱼类群落结构差异性较大,但造成不同季节

间差异的种类有所不同。SIMPER 分析的结果表明,棘头梅童鱼和凤鲚是造成季节间差异的最重要的种类,如春季和夏季的 Bary-Curtis 相异性系数为 80.55,造成差异的主要种为棘头梅童鱼和凤鲚,贡献率分别为 66.55% 和 13.22%;春季和秋季的相异性系数为 95.82,棘头梅童鱼贡献率为 90.37%;春季和冬季的相异性系数为 99.00,棘头梅童鱼贡献率为 95.04%;夏季和秋季的相异性系数为 82.62,凤鲚和棘头梅童鱼的贡献率分别为 29.11% 和 22.93%;夏季和冬季的相异性系数为 97.54,凤鲚和棘头梅童鱼贡献率分别为 33.00% 和 23.30%;秋季和冬季的相异性系数为 87.77,凤鲚的贡献率为 47.31%。因此,造成长江口中华鲟自然保护区底层鱼类群落结构不同季节间差异的主要原因,可能是与棘头梅童鱼和凤鲚的繁殖和索饵洄游有关。

References:

- [1] Zhuang P, Wang Y H, Li S F, Deng S M, Li C S, Ni Y. Fishes in the Yangtze Estuary. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2006.
- [2] East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai Fisheries Research Institute. The Fishes of Shanghai. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1990.
- [3] Jin X S, Shan X J, Guo X W, Li X S. Community structure of fishery biology in the Yangtze River estuary and its adjacent waters. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(9): 4761-4772.
- [4] The Changjiang Aquatic Resources Survey Group of Sichuan Province. The Biology of Sturgeon in Changjiang and Their Artificial Production. Chengdu: Sichuan Scientific and Technical Publishing House, 1988.
- [5] Wei Q W. Reproductive Behavioral Ecology of Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*) with its Stock Assessment. Wuhan: Institute of hydrobiology Chinese Academy of Sciences, 2003
- [6] Luo G, Zhuang P, Zhang L Z, Zhang T, Liu J. Diet composition and feeding habits of juvenile *Acipenser sinensis* in Yangtze River estuary. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(1): 144-150.
- [7] Bray T R, Curtis J T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 1957, 27(4): 325-349.
- [8] Clarke K R, Warwick R M. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd edition. Plymouth, UK: Primer-E, 2001.
- [9] Zhou H, Zhang Z N. Rationale of the multivariate statistical software PRIMER and its application in benthic community ecology. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 2003, 33(1): 58-64.
- [10] Deng J Y, Jin X S. Study on fishery biodiversity and its conservation in Laizhou Bay and Yellow River estuary. *Zoological Research*, 2000, 21(1): 76-82.
- [11] Chen C H, Kuo S R. Feeding ecology of the exotic glass fish (*Parambassis siamensis*) in Sun Moon Lake. *Endemic Species Research*, 2009, 11(2): 31-46.
- [12] Kong Y Z, He S L, Ding X P, Hu K L. Characteristics of temporal and spatial variation of salinity and their indicating significance in the Changjiang Estuary. *Acta Oceanologica Sinica*, 2004, 26(4): 9-18.
- [13] Fang T, Li D J, Li M T, Deng S. Distribution and seasonal changes of benthos in different sediment types in Chongming tidal flat. *Marine Environmental Science*, 2006, 25(1): 24-26, 48.
- [14] Luo M B, Zhuang P, Shen X Q, Zhang T, Chao M, Zhu J X, Wang Y L. Macrobenthos in waters around Nature Reserve of juvenile Chinese sturgeon *Acipenser sinensis* and adjacent waters in Yangtze estuary. *Marine Environmental Science*, 2008, 27(6): 618-623.
- [15] Zhang F Y, Zhuang P, Xu Z L, Wang Y L, Zhu J X. Benthos in the Nature Reserve of *Acipenser scensis* in Changjiang River estuary. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(8): 1244-1249.
- [16] Jiang R J, Zhong J S, Li L, Liu L, Lin N. The community structure of fish larvae and juveniles in the surf zone of the Yangtze River estuary. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2009, 18(1): 42-46.
- [17] Jiang M, Wang Y L, Shen X Q, Zhuang P. Distribution characteristics of fish eggs and larvae in *Acipenser sinensis* Natural Reserve at Changjiang River estuary. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(2): 288-292.
- [18] Wang Y L, Yuan Q, Zhuang P, Shen X Q, Zhang T, Zhu J X, Li B J. Distribution of phytoplankton around Yangtze estuarine nature reserve for *Chinese sturgeon*. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2008, 17(Z1): 72-77.

参考文献:

- [1] 庄平,王幼槐,李圣法,邓思明,李长松,倪勇. 长江口鱼类. 上海:上海科学技术出版社,2006.

- [2] 中国水产科学研究院东海水产研究所,上海市水产研究所. 上海鱼类志. 上海:上海科学技术出版社,1990.
- [3] 金显仕,单秀娟,郭学武,李显森. 长江口及其邻近海域渔业生物的群落结构特征. 生态学报,2009,29(9):4761-4772.
- [4] 四川省长江水产资源调查组. 长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究. 成都:四川科学技术出版社,1988.
- [5] 危起伟. 中华鲟繁殖行为生态学与资源评估. 武汉:中国科学院水生生物研究所,2003.
- [6] 罗刚,庄平,章龙珍,张涛,刘健. 长江口中华鲟幼鱼的食物组成及摄食习性. 应用生态学报,2008,19(1):144-150.
- [9] 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),2003,33(1):58-64.
- [10] 邓景耀,金显仕. 莱州湾及黄河口水域渔业生物多样性及其保护研究. 动物学研究,2000,21(1):76-82.
- [11] 陳智宏,郭世榮. 日月潭水庫外來入侵種暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)攝食生態之研究. 特有生物研究,2009,11(2):31-46.
- [12] 孔亚珍,贺松林,丁兴平,胡克林. 长江口盐度的时空变化特征及其指示意义. 海洋学报,2004,26(4):9-18.
- [13] 方涛,李道季,李茂田,邓爽. 长江口崇明东滩底栖动物在不同类型沉积物的分布及季节性变化. 海洋环境学报,2006,25(1):24-26,48.
- [14] 罗民波,庄平,沈新强,张涛,晁敏,朱江兴,王云龙. 长江口中华鲟保护区及临近水域大型底栖动物研究. 海洋环境科学,2008,27(6):618-623.
- [15] 张凤英,庄平,徐兆礼,王云龙,朱江兴. 长江口中华鲟自然保护区底栖动物. 生态学杂志,2007,26(8):1244-1249.
- [16] 蒋日进,钟俊生,李黎,刘磊,林楠. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼类的群落结构特征. 上海海洋大学学报,2009,18(1):42-46.
- [17] 蒋玫,王云龙,沈新强,庄平. 长江口中华鲟自然保护区鱼卵和仔鱼的分布特征. 生态学杂志,2009,28(2):288-292.
- [18] 王云龙,袁骥,庄平,沈新强,张涛,朱江兴,李备军. 长江口中华鲟自然保护区附近水域浮游植物分布. 长江流域资源与环境,2008,17(Z1):72-77.

CONTENTS

Influences of elevated ozone on growth and C, N, S allocations of rice	ZHENG Feixiang, WANG Xiaoke, HOU Peiqiang, et al (1479)
Coexistence, biodiversity and roles of ammonia-oxidizing archaea and anaerobic ammonium-oxidizing bacteria in deep soil layer of high nitrogen loaded paddy field	WANG Yu, ZHU Guibing, WANG Chaoyu, et al (1487)
The impact of interannual climate variability on the mean global vegetation distribution	SHAO Pu, ZENG Xiaodong (1494)
Labile and recalcitrant carbon and nitrogen pools of an alpine meadow soil from the eastern Qinghai-Tibetan Plateau subjected to experimental warming and grazing	WANG Bei, SUN Geng, LUO Peng, et al (1506)
The structure and species diversity of plant communities in ecological safety islands of urban Guangzhou	MO Dan, GUAN Dongsheng, HUANG Kangyou, et al (1515)
The growth pattern of <i>Pinus elliottii</i> Plantation in central subtropical China	MA Zeqing, LIU Qijing, WANG Huimin, et al (1525)
The effect of two wetland plants on nitrogen and phosphorus removal from the simulated paddy field runoff in two small-scale Subsurface Flow Constructed Wetlands	LIU Shuyuan, YAN Baixing, WANG Lixia (1538)
Effect of simulated nitrogen deposition on nutrient release in decomposition of several litter fractions of two bamboo species	TU Lihua, HU Tingxing, ZHANG Jian, et al (1547)
Ecological monitoring of bryophytes for mercury pollution in Danzhai Mercury Mine Area, Guizhou Province, China	LIU Rongxiang, WANG Zhihui, ZHANG Zhaohui (1558)
Influence of silt deposition and sand deposition on <i>Cynodon dactylon</i> population in low-water-level-fluctuating zone of the Three Gorges Reservoir	LI Qiang, DING Wuquan, ZHU Qihong, et al (1567)
Seed production of <i>Spartina alterniflora</i> and its response of germination to temperature at Chongming Dongtan, Shanghai	ZHU Zhenchang, ZHANG Liquan, XIAO Derong (1574)
Effects of decomposition of mixed leaf litters of the <i>Castanopsis platyacantha</i> - <i>Schima sinensis</i> forest on soil organic carbon	ZHANG Xiaopeng, PAN Kaiwen, WANG Jinchuang, et al (1582)
Effects of desertification on soil respiration and ecosystem carbon fixation in Mu Us sandy land	DING Jinzhi, LAI Liming, ZHAO Xuechun, et al (1594)
The spatial distribution of soil organic carbon and its influencing factors in hilly region of the Loess Plateau	SUN Wenyi, GUO Shengli (1604)
Effects of interspecific interactions and nitrogen fertilization rates on above- and below- growth in faba bean/mazie intercropping system	LI Yuying, HU Hansheng, CHENG Xu, et al (1617)
Effects of supplemental irrigation based on measured soil moisture on nitrogen accumulation, distribution and grain yield in winter wheat	HAN Zhanjiang, YU Zhenwen, WANG Dong, et al (1631)
Anti-soil background capacity with vegetation biochemical component spectral model	SUN Lin, CHENG Lijuan (1641)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin of <i>Hippophae rhamnoides</i> L in farming-pastoral zone from the two northern provinces of China	HE Xueli, CHEN Cheng, HE Bo (1653)
Study on optimum forest coverage for water conservation: a case study in Pingtonghe watershed (Pingwu section)	ZHU Zhifang, GONG Gutang, CHEN Junhua, et al (1662)
Spatial point analysis of fire occurrence and its influence factor in Huzhong forest area of the Great Xing'an Mountains in Heilongjiang Province, China	LIU Zhihua, YANG Jian, HE Hongshi, et al (1669)
Combustion efficiency of small-scale meadow fire in Daxinganling Mountains	WANG Mingyu, SHU Lifu, SONG Guanghui, et al (1678)
Community structure of demersal fish in Nature Reserve of <i>Acipenser sinensis</i> in Yangtze River estuary	ZHANG Tao, ZHUANG Ping, ZHANG Longzhen, et al (1687)
Behavioral responses of the Common Coots (<i>Fulica atra</i>) and other swimming birds to human disturbances	ZHANG Weiwei, MA Jianzhang, LI Jinbo (1695)
Effects of photoperiod on body mass, organ masses and energy metabolism in Chinese bulbul (<i>Pycnonotus sinensis</i>)	NI Xiaoying, LIN Lin, ZHOU Feifei, et al (1703)
Larval host types for the 3 rd <i>Helicoverpa armigera</i> in Bt cotton field from North China determined by $\delta^{13}\text{C}$	YE Lefu, FU Xue, XIE Baoyu, et al (1714)
Selectivity of <i>Frankliniella occidentalis</i> to vegetable hosts	YUAN Chengming, ZHI Junrui, CAO Yu, et al (1720)
Genetic structure of <i>Pine caterpillars</i> (<i>Dendrolimus</i>) populations based on the analysis of Cyt b gene sequences	GAO Baojia, ZHANG Xuwei, ZHOU Guona, et al (1727)
Pricing method and application effects of biogas slurry	ZHANG Changai, LIU Ying, CAO Man, WANG Yanqin, et al (1735)
Effects of compost from municipal solid waste on ecological characteristics and the quality of different turfgrass cultivars	ZHAO Shulan, LIAN Fei, DUO Li'an (1742)
Degradation kinetics and bioavailability of pentachlorophenol in paddy soil-rice plant ecosystem	WANG Shisheng, LI Depeng (1749)
Review and Monograph	
Concepts and techniques of landscape genetics	XUE Yadong, LI Li, WU Gongsheng, ZHOU Yue (1756)

2009 年度生物学科总被引频次和影响力因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响力因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响力因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生态学报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 6 期 (2011 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 6 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许可证	京海工商广字第 8013 号		

