

文章编号: 1674 - 5566(2015)01 - 0121 - 09

汀江大刺鲃国家级水产种质资源保护区鱼类群落结构及其影响因子

何美峰, 袁定清, 崔利峰, 邹丽珍, 蒋奕雄

(福建省淡水水产研究所, 福建 福州 350002)

摘要: 根据 2012 年 6 月 - 2013 年 10 月对汀江大刺鲃国家级水产种质资源保护区 4 个采样江段的鱼类资源季节调查数据, 分析了该保护区的鱼类群落结构及影响因子。调查共采集鱼类 38 种, 隶属 4 目、12 科 30 属; 其中福建省保护动物大刺鲃 (*Mastacembelus armatus*) 1 种, 福建省特有种拟腹吸鲃 (*Pseudogastromyzon fasciatus*)、圆斑拟腹吸鲃 (*Pseudogastromyzon cheni*)、斑纹缨口鲃 (*Crossostoma stigmata*) 3 种。采用 Pinkas 的 IRI 指数进行分析, 保护区鱼类优势种有宽鳍鱲 (*Zacco platypus*)、黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)、鲃 (*Parasilurus asotus*)、侧条厚唇鱼 (*Acrossoch eilus parallens*)、泥鲃 (*Misgurnus anguillicaudatus*) 和大刺鲃等 6 种; 鱼类生态类型以杂食性、底栖和山溪定居性为主。保护区上游鱼类多样性指数和物种丰富度指数高于下游。用 Pearson 相关分析法, 鱼类多样性指数与浮游动物多样性指数、河道变化、人类活动影响相关性显著。典范对应分析发现 3 个环境指标主要影响平鳍鲃科鱼类。

研究亮点: 本文系统开展了汀江大刺鲃国家级种质资源保护区鱼类组成、生态类型、优势种、多样性及其环境影响因子等研究, 结果表明保护区分布有多种珍稀、特有保护鱼类, 生态环境指标保持良好, 这为汀江上游鱼类多样性保护、保护区科学管理提供理论依据。

关键词: 汀江保护区; 鱼类群落; 典范对应分析

中图分类号: S 932.4

文献标志码: A

水产种质资源保护区是指为保护和合理利用水产种质资源及其生存环境, 在保护对象的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等主要生长繁育区域依法划出一定面积的水域滩涂和必要的土地, 予以特殊保护和管理的区域。目前, 国内研究自然保护区鱼类群落多样性的较多, 如刘斌等对辽河干流自然保护区鱼类群落结构及其多样性变化进行调查研究^[1], 高天珩等也对长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区干流段鱼类组成及其多样性进行过报道^[2], 而针对群落结构及其多样性与栖息环境因子的影响报道较少。

汀江是福建省四大河流之一, 是闽西“客家”的母亲河, 下游流经广东称之为韩江。汀江大刺鲃国家级水产种质资源保护区(以下简称保护区)位于汀江源头长汀县境内, 有铁长河、郑坊河和七里河等主要支流汇入。保护区四周森林

资源丰富, 沿河两岸有成片的滩涂湿地, 无污染的工矿企业, 水生植被覆盖率高, 生物多样性丰富, 水生生物种类繁多, 生态环境良好, 维持了基本的原始生态面貌, 是汀江上游地区水质最好、生态系统没有发生明显的结构变化的区域。保护区境内水域生境类型多样, 分布有多种珍稀、特有鱼类。福建省内陆溪流鱼类资源调查的文章, 多见于闽江上游^[3-5]、闽东诸河^[6-7]等, 而有关汀江鱼类的报道仅在朱元鼎等主编的《福建鱼类志》^[8]和《福建省渔业资源》^[9]中有零星描述, 以及曾泽国等对福建圭龙山省级自然保护区夏季溪流鱼类调查初报中^[10]。本文开展了汀江大刺鲃国家级种质资源保护区鱼类组成、生态类型、优势种、多样性及其影响因子等研究, 旨在为汀江上游鱼类多样性保护、保护区科学管理提供理论依据。

收稿日期: 2014-06-12 修回日期: 2014-12-02

基金项目: 福建省科技厅公益类专项(2011R1002-2); 福建省海洋与渔业厅重点项目[(2007)02-2]

作者简介: 何美峰(1981—), 男, 助理研究员, 研究方向为淡水渔业生态。E-mail: hm917@163.com

通信作者: 袁定清, E-mail: 13906930301@163.com

1 材料与方 法

1.1 研究区域

本调查于 2012 年 6 月(夏)、2013 年 1 月(冬)、5 月(春)、7 月(夏)、10 月(秋)在保护区设 3 个江段(S1-S3),1 个对照江段(S4)进行鱼类资源及生态环境调查(图 1)。

1.2 鱼类采集及鉴定方法

调查方法参照《内陆水域渔业自然资源调查手册》进行^[11]。调查渔具主要为虾笼和刺网。在保护区各站点对渔获物进行采集,每个采样点选择 2 艘相同作业渔具、渔法的渔船固定连续取样,单船捕捞努力量(CPUE g/船)是以 2 种渔具的渔获物在每次采样中的平均值来标准化。根据现场判断在渔获物多于 5 kg 时,采用随机抽取样本的方法;渔获物数量少于 5 kg 时,全部统计分析,并在现场称重、测量体长。鱼类鉴定依据《福建鱼类志》^[8]、《中国鱼类系统检索》^[12]、《中国动物志》^[13-15]。

1.3 生态环境参数的获取及评价方法

本次调查的 4 个站位生态环境指标分为水质理化指标和河流栖息地指标。理化指标中水温、pH、溶解氧采用手持式 Hach 分析仪(HQ30d)现场测定;水深用测深仪;底质目测;其他参数带回实验室测定。其中总氮、总磷参照国家地表水水质标准(GB3838—2002)、总大肠菌群参照渔业水质标准(GB11607—89)中相关方法测定;叶绿素 a 采用分光光度法(SL88—1994)测定;浮游生物定性和定量分析按照《水生生物监测技术规范》,多样性指数采用 Shannon-Wiener 方法。

河流栖息地指标及评价方法参见郑炳辉等^[16],根据保护区河流特点,选取了底质、堤岸稳定性、河道变化、水量变化状况及人类活动影响等 5 个指标。

1.4 数据分析处理

用 Margalef 的物种丰富度指数、Shannon-Wiener 的物种多样性指数、Pielou 的均匀度指数对保护区鱼类多样性进行分析。

多样性指数采用 Shannon-Wiener 公式为:

$$H = - \sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

丰富度指数采用 Margalef 公式为:

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (2)$$

均匀度指数采用 Pielou 公式为:

$$E = H / \ln S \quad (3)$$

优势种组成采用 Pinkas 的 IRI 指数^[17]。其公式为:

$$IRI = (N_i / N\% + W_i / W\%) \times f_i\% \quad (4)$$

式中: N 为样品总个体数, S 为种类数。 P_i 为群落中第 i 种的个体数占有物种总个体数的比例; N_i 为样品中第 i 种个体数; W_i 为第 i 种的重量, W 为所有渔获种类的总重量; f_i 为第 i 种出现的次数占总调查次数的百分比。

本文将 $IRI \geq 500$ 的物种定为优势种, $100 \leq IRI < 500$ 的物种定为常见种。鱼类丰度数据和环境因子数据均进行 $\log(X + 1)$ 对数转化,以降低极端数值带来的负面影响。对生态环境指标用非参数法 K-S 法进行正态分布检验,符合正态分布的指标采用 Pearson 相关分析法,对不符合的采用 Spearman 进行相关性分析,对相关性显著的指标和各站位鱼类群落进行典范对应分析(Canonical Correspondence Analysis, CCA),统计软件采用 SPSS 15.0 和 PC-ORD 6.0。

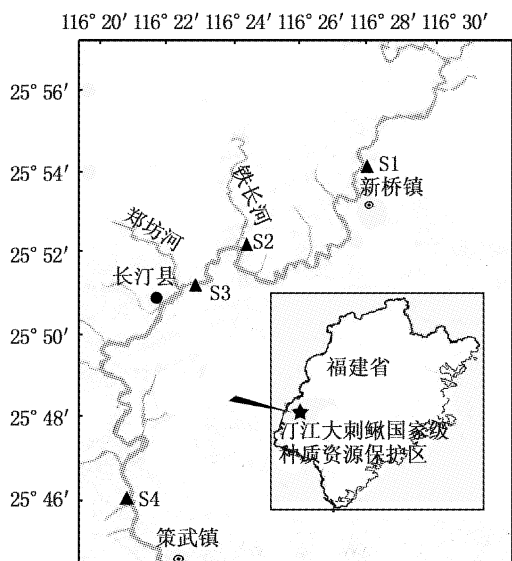


图 1 汀江大刺鲃保护区采样站位分布图

Fig. 1 Sampling stations in national fisheries resources protection zone of *Mastacembelus aculeatus* in Tingjiang River

2 结果与分析

2.1 生态环境指标

本次调查在保护区的 4 个江段共 5 次调查生态环境指标,其中理化指标 7 个,基础生物指标 3 个,栖息地物理指标 5 个(表 1)。经单因素方差

分析(One-Way ANOVA)站位间水温、pH、浮游植物多样性指数差异不显著($P > 0.05$),保护区溶解氧、浮游动物多样性指数上游高于下游,而水深、总氮、总磷、总大肠菌群含量下游高于上游,这表明保护区上游的水质较良好。根据郑炳辉等评

价栖息地标准,本调查中发现保护区上游底质多为巨大卵石,水流湍急,河道几乎保持原生态,人类活动影响较小,而下游受城市工农业影响,特别是S3 站位位于长汀县城关,人类活动影响及渠道化更为明显。

表 1 各站位水域环境指标(均值 ± 标准差)
Tab.1 Environmental parameters (Mean ± SD) of *Mastacembelus aculeatus* national aquatic reserve in Tingjiang River

站位 stations	S1	S2	S3	S4
水温 temperature /℃	22.8 ± 0.2	23.4 ± 0.1	23.4 ± 0.5	23.5 ± 0.7
水深 deep/m	0.8 ± 0.5	1.2 ± 0.4	1.3 ± 0.7	1.5 ± 0.6
pH	6.63 ± 0.11	7.08 ± 0.14	6.42 ± 0.18	7.45 ± 0.22
溶解氧 DO/(mg/L)	8.82 ± 0.08	8.15 ± 0.17	6.83 ± 0.30	6.03 ± 0.33
总氮 TN/(mg/L)	0.67 ± 0.01	0.96 ± 0.12	1.69 ± 0.21	1.90 ± 0.20
总磷 TP/(mg/L)	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.17 ± 0.04	0.14 ± 0.08
总大肠菌群 TCG/(个/L)	920.00 ± 0.42	2 380.00 ± 156	4 450.00 ± 178	5 200.00 ± 154
叶绿素 a Chl. a/(μg/L)	0.95 ± 0.21	1.29 ± 0.12	1.68 ± 0.25	1.08 ± 0.24
浮游植物多样性指数 the diversity index of phytoplankton	2.74 ± 0.10	2.24 ± 1.25	2.26 ± 0.62	2.15 ± 1.10
浮游动物多样性指数 the diversity index of zooplankton	1.53 ± 0.15	1.94 ± 0.74	1.00 ± 0.55	1.23 ± 0.45
底质 substrate	18	13	11	13
堤岸稳定性 stability of embankment	18	19	14	16
河道变化 channel change	15	17	7	11
水量变化 water change	8	10	13	14
人类活动 effect of human activity	9	12	4	8

2.1 鱼类组成

保护区 4 个采样江段共统计渔获物 47.51 kg、3010 尾,调查鱼类有 38 种,隶属于 4 目 12 科 30 属(附表)。其中,福建省保护动物大刺鲃(*Mastacembelus armatus*) 1 种,福建省特有种有拟腹吸鲃(*Pseudogastromyzon fasciatus*)、圆斑拟腹吸鲃(*Pseudogastromyzon cheni*)、斑纹缨口鲃(*Crossostoma stigmata*) 3 种。鱼类区系特征从分类阶元目上看,以鲤形目最多,有 26 种,占鱼类总种数的 68.4%;其次是鲇形目 6 种、鲈形目 5 种、合鳃目 1 种,分别占总种数的 15.8%、13.2%、2.6%。在科水平上,以鲤科最多,为 20 种,占总种数的 52.6%;其次是平鳍鲃科 4 种、鮠科 3 种,分别占总种数的 10.5%、7.9%。这表明保护区鱼类组成以鲤科占显著优势,其次种类较多的依次是平鳍鲃科和鮠科。

根据 2013 年的渔获物调查数据来看(为便于比较 2012 年 6 月调查数据未利用),春季(20 种) > 冬季(18 种) > 夏季(17 种) > 秋季(15 种);单船捕捞努力量上看,春季丰度也最高,其

次为冬季、夏季,最低为秋季。从个体大小上看(附表),保护区鱼类体长范围在 29 ~ 298 mm 之间,平均体长为 89.7 mm;体重范围在 0.8 ~ 120 g 之间,平均体重为 12.2 g,各个江段相同鱼类个体大小差异性不大,鱼类组成以山区溪流小型鱼类为主。

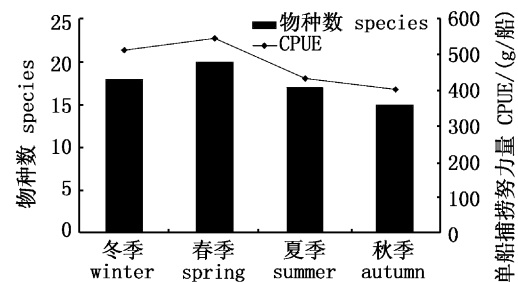


图 2 保护区鱼类物种数和单船捕捞努力量季节变化
Fig.2 Seasonal variations in number of species and catch per unit effort in *Mastacembelus aculeatus* National aquatic reserve

2.2 群落优势种、常见种

采用 Pinkas 的 IRI 指数对保护区鱼类组成进

行分析。统计结果显示(表 2):优势种主要有宽鳍鱮 (*Zacco platypus*)、黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)、鲇 (*Parasilurus asotus*)、侧条厚唇鱼 (*Acrossoch eilus parallens*)、泥鳅 (*Misgurnus anguillicaudatus*) 和大刺鳅等 6 种,常见种有马口鱼 (*Opsariichthys bidens*)、鲫 (*Carassius auratus*)、

黑鳍鲷 (*Sarcocheilichthys nigripinnis*)、斑鳢 (*Ophicephalus macu*)、黑脊倒刺鲃 *Barbodes caldwelli* 和戴氏吻鰕虎鱼 *Rhinogobius davidi* 等 6 种。宽鳍鱮、侧条厚唇鱼个体百分比比较高;宽鳍鱮、泥鳅重量百分比比较高;宽鳍鱮、黄颡鱼出现率较高,斑鳢、黑脊倒刺鲃出现率较低。

表 2 保护区鱼类优势种、常见种组成

Tab.2 Dominant species and normal species in *Mastacembelus aculeatus* national aquatic reserve in Tingjiang River

种类 species	$N_i/N/\%$	$W_i/W/\%$	$f_i/\%$	IRI
宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	44.96	22.38	91.67	6 173
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	7.92	7.96	83.33	1 323
鲇 <i>Parasilurus asotus</i>	5.64	11.16	58.33	980
侧条厚唇鱼 <i>Acrossoch eilus parallens</i>	10.67	3.78	66.67	963
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	3.57	16.87	41.67	852
大刺鳅 <i>Mastacembelus aculeatus</i>	2.29	10.26	50.00	628
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	4.70	3.09	41.67	324
鲫 <i>Carassius auratus</i>	1.45	2.03	75.00	261
黑鳍鲷 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	4.09	0.87	50.00	248
斑鳢 <i>Ophicephalus macu</i>	0.39	9.11	16.67	158
黑脊倒刺鲃 <i>Barbodes caldwelli</i>	1.29	2.62	33.33	129
戴氏吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius davidi</i>	1.41	0.33	58.33	102

2.3 群落生态类型

保护区鱼类的生态类型多样,以摄食类群、洄游性、栖息水层进行分类统计(附表)。在本次调查中(图 3),从摄食类群分析,保护区鱼类组成中从种类数、生物量、个体数上都以杂食性种类为主,杂食性鱼类优势物种有:宽鳍鱮、侧条厚唇鱼、泥鳅,其次为肉食性。从栖息水层分析,在个

体数上看,鱼类组成以宽鳍鱮(个体数占绝对优势)等中上层为主,其次为底栖类;在生物量和种类数上看,以底栖生活的鱼类为主,主要优势种如黄颡鱼、鲇、泥鳅、大刺鳅。从洄游类型上分析,保护区鱼类生态类型以山溪定居性鱼类占绝对优势。

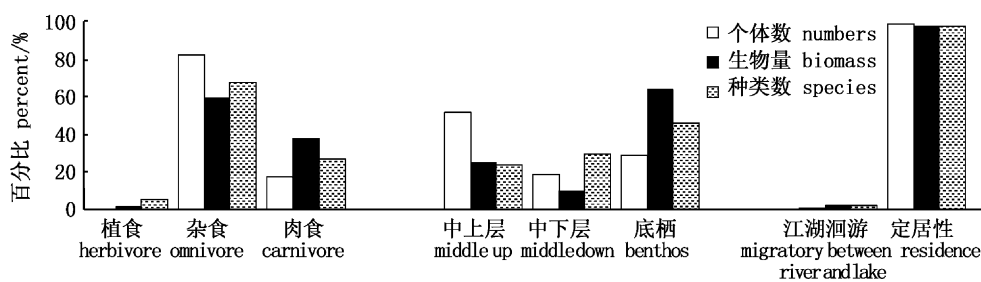


图 3 保护区鱼类生态类型

Fig. 3 Ecology type of fishes in *Mastacembelus aculeatus* national aquatic reserve in Tingjiang River

2.4 群落多样性

保护区采用 Shannon-Wiener 种类多样性指数(H)、Margalef 物种丰富度指数(D)、Pielou 均匀度指数(E)分析群落多样性(图 4)。Shannon-Wiener 多样性指数作为群落多样性指数的测度

具有明显的生态学意义:一方面对种类数一定的总体,各种间数量分布均匀度越高,多样性指数越高;另一方面对两个物种个体数分布均匀的,物种丰富度越高,多样性指数越高。从 4 个调查江段调查的渔获物多样性指数分析表明(图 4):

Margalef 物种丰富度指数 (D): $S1 > S4 > S2 > S3$;
Pielou 均匀度指数 (E): $S2 > S3 > S4 > S1$;
Shannon-Wiener 种类多样性指数 (H): $S2 > S1 > S4 > S3$ 。这些表明 $S2$ 、 $S1$ 站位群落结构较为稳定, $S3$ 、 $S4$ 站位较差。

非参数法 K-S 法表明,所有指标均满足正态分布,故采用 pearson 相关分析法。分析结果表明,鱼类多样性指数与浮游动物多样性指数相关性极显著,与河道变化、人类活动影响相关性显著(表 3)。这表明鱼类群落多样性差异并不是河流理化指标造成的,而主要是受到栖息地状况、浮游动物多样性的影响。

表 3 保护区鱼类多样性指数与河流理化指标、栖息地指标的相关性

Tab. 3 The relationship between fish diversity index and aquatic physical-chemical parameters and river habitat indicators

生态指标 ecological index	相关系数 correlation coefficient	生态指标 ecological index	相关系数 correlation coefficient
水温 temperature	-0.211	浮游植物多样性指数 the diversity index of phytoplankton	0.190
pH	0.287	浮游动物多样性指数 the diversity index of zooplankton	1.000 **
溶解氧 dissolved oxygen	0.680	底质 substrate	0.378
总氮 TN	-0.736	堤岸稳定性 stability of embankment	0.664
总磷 TP	-0.908	河道变化 channel change	0.965 *
总大肠菌群 TCG	-0.666	水量变化 water change	-0.675
叶绿素 a Chlorophyll a	-0.413	人类活动 human activity	0.960 *

注: ** 表示 $P < 0.01$ 相关性极显著, * 表示 $P < 0.05$ 相关性显著。Note: ** Highly significant, * Significant.

2.5 鱼类群落与影响环境指标关联性分析

表 3 数据表明,浮游动物多样性指数、河道变化、人类活动影响与鱼类群落多样性具有相关性,故选取这 3 个指标作为第二矩阵(环境变量),以 4 个站位的鱼类丰度分布作为第一矩阵进行典范对应分析(CCA,图 5)。结果表明:浮游动物多样性指数、人类活动影响与第二轴呈正相关,表明沿第二轴从下往上逐渐增高,即浮游动物多样性指数逐渐增高,人类活动影响逐渐减小, $S2$ 、 $S3$ 点位大致分布该排序轴的正方向, $S4$ 站位分布在反方向。河道变化排序轴与第一轴呈正相关,表明沿第一轴从左向右,河道变化逐渐减少,越接近原生态, $S1$ 站位大致分布在该轴正方向上, $S4$ 、 $S3$ 站位距离较远。3 个环境指标主要影响的拟腹吸平鳍鳅科鱼类以及斑鳅(*Siniperca scherzeri*)、黑脊倒刺鲃、大刺鲃等,这些

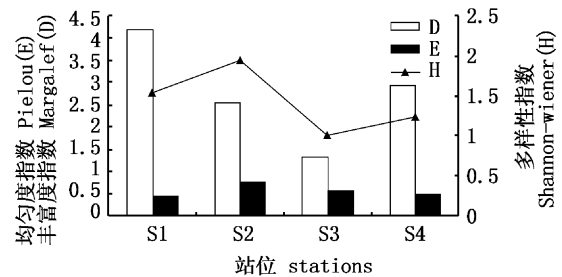


图 4 保护区鱼类多样性指数

Fig. 4 Diversity index of fish in sampling stations in *Mastacembelus aculeatus* national aquatic reserve in Tingjiang River

鱼类主要是底栖、肉食性鱼类为主,它们主要分布在上游 $S1$ 、 $S2$ 、 $S3$ 点位附近,而耐受性鱼类如鲇、泥鳅、鲫等主要分布在反方向的 $S4$ 站位附近。

3 分析与讨论

3.1 保护区鱼类组成

从季节分布来看,山区溪流鱼类组成春季种类数和捕捞量均最高,这与春季山区溪流鱼类大多数处于繁殖季节有关。总体上看,各季节种类和捕捞量变动不大,这可能与鱼类多为山区定居性鱼类,半洄游性鱼类较少有关。从鱼类生境和生态类型上看,保护区鱼类在对其栖息水域生境的长期适应和相互作用过程中,形成了各自独特的生态习性和生态类型。鱼类的生态类型与流域各种生态因子和特征所决定的生态多样性和

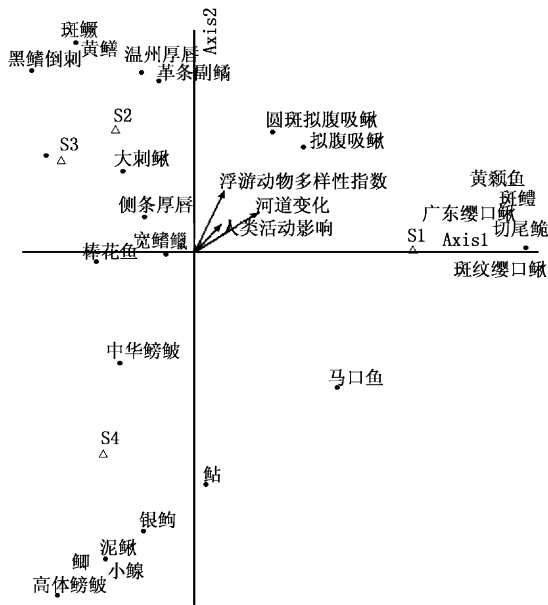


图5 鱼类群落与影响环境指标间 CCA 二维排序图
Fig. 5 Ordination diagrams based on the canonical correspondence analyses showing the relationship of fish community and environmental variables

生态位为其各种鱼类生态类型的形成和适应提供了基本条件和环境^[18]。保护区鱼类位于汀江源头,多为山涧溪流,自然生境保存较为完整,栖息环境底质多为砾石,浅滩。这种生境与拟腹吸鳅、圆斑拟腹吸鳅、斑纹缨口鳅、广东缨口鳅(*Crossostoma tinkhami*)等平鳍鳅科鱼类、侧条厚唇鱼、圆吻鲃(*Distoechodon tumirostris*)等主要摄食底栖生物、刮食水底砾石上着生藻类的底栖鱼类相适应。保护区大部分水域为山涧溪流,适应急流生活的鱼类在急流中抵抗水流往往要消耗更多的能量,同时急流水域的饵料生物也相对较为贫乏而不利于摄食,由此保护区鱼类多为山溪定居性的小型鱼类为主,如宽鳍鱮、马口鱼、戴氏吻鰕虎鱼、黑鳍鲷等。从分布水层来看,以鳅类等底栖鱼类居多,这与保护区特殊生境有关,保护区境内河床、河岸多砾石、暗礁、洞孔、缝隙,这为底层鱼类生活、避敌、繁殖等场所提供了有利条件。从生境和生态类型这方面看,这与闽江上游的崇阳溪、支流松溪生境较为一致,同时也表现为与以杂食性、底栖、定居性鱼类为主的生态类型相一致^[4-5]。

历史记录上^[9],汀江流域共记录 73 种鱼类,本次调查到其中的 38 种鱼类,未采集的鱼类有日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)、异鱮(*Parazacco*

spilurus)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)、条纹二须鲃(*Capoeta semifasciolata*)、台湾铲颌鱼(*Varicorhinus barbatulus*)等 35 种。由于汀江上游未有系统详细的鱼类资源调查,不宜与历史记录鱼类组成进行比较,但从群体起源来看,福建省淡水鱼类由江河平原鱼类区系复合体、南方热带平原鱼类区系复合体、中印山区鱼类区系复合体、上第三纪鱼类区系复合体、北方平原鱼类区系复合体、北方山区鱼类区系复合体等 6 个区系组成^[1]。本次采集的 38 种纯淡水鱼类中由其中 4 个复合体组成,分别为:(1)江河平原鱼类区系复合体鱼类,如宽鳍鱮、马口鱼、(*Hemiculter leucisculus*)、大眼华鲮(*Sinibrama macrops*)、圆吻鲃、鲮鱼、鲮鱼亚科 5 种、银鲃和斑鳅等共 12 种,占 38 种总种类的 31.6%。(2)南方热带平原鱼类区系复合体,如黑脊倒刺鲃、侧条厚唇鱼、温州厚唇鱼(*Acrossocheilus wenchowensis*)、半刺厚唇鱼(*Acrossocheilus hemispinus*)、黑鳍鲷、小鲷(*Sarcocheilichthys parvus*)、棒花鱼(*Abbottina rivularis*)、胡子鲇(*Clarias fuscus*)、黄颡鱼、切尾鲃(*Leiocassis truncatus*)、长尾鲃(*Leiocassis tenuis*)、斑鲃(*Channa maculata*)、子陵吻鰕虎鱼、戴氏吻鰕虎鱼和大刺鲃等共 16 种,占总种类数的 42.1%。(3)中印山区鱼类区系复合体:包括平鳍鳅科 4 种、鳅科须鳅属 1 种、鲃科 1 种、鲃科 1 种等共 7 种,占总种类数的 18.4%。(4)上第三纪鱼类区系复合体,如鲫、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、泥鳅共 3 种,占总种类数的 7.9%。由此可见,汀江上游保护区鱼类是以热带平原鱼类区系复合体鱼类为主,其次为江河平原鱼类区系复合体,而福建省淡水鱼类区系特点是以江河平原鱼类区系复合体为主,其次为热带平原鱼类区系复合体鱼类,这可能和汀江位于福建省西南部,更接近于热带有关。另外,这和汀江下游的韩江鱼类种类组成特点带有明显的暖水性特征,缺少了北方的冷水性鱼类类群和分布于高寒环境的高原鱼类^[19]较为一致。

3.2 保护区鱼类群落多样性与栖息地环境的关系

Margalef 丰富度指数越高、Pielou 均匀度指数

(E)越高,Shannon-Wiener 种类多样性指数(H)就越高,表明该群落结构越稳定。S1 站位种类丰富度指数(D)最高,但均匀度指数(E)最低,这表明该江段种类分布不太均匀,优势种种类突出,如宽鳍鱮个体数为总个体数的46%,几乎为该站位总个体数的一半;S3 站位多样性指数(H)、丰富度指数(D)均最低,表明该江段种群结构较为单一,群落结构较不稳定。4 个站位多样性指数(H)中 S1、S2 站位均较高,是应该重点关注的江段。这可能与保护区栖息环境密切相关:S1、S2 站位与福建省圭龙山省级自然保护区接壤,多处为长汀县水源地,底质多为卵石滩、河道曲折,多急流,生境复杂多样,保持近乎原生态。S3、S4 站位位于县城下游,第一污水处理厂、龙赣铁路复线建设、厦蓉高速都位于其附近,这些都会造成鱼类多样性下降。

参考文献:

- [1] 刘斌,张远,渠晓东,等. 辽河干流自然保护区鱼类群落结构及其多样性变化[J]. 淡水渔业,2013,43(3):49-55.
LIU B, ZHANG Y, QU X D, et al. Community structure and diversity of fishes in the Liao River Nature Reserve [J]. Freshwater Fisheries, 2013, 43(3): 49-55.
- [2] 高天珩,田辉伍,叶超,等. 长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区干流段鱼类组成及其多样性[J]. 淡水渔业,2013,43(2):36-42.
GAO T H, TIAN H W, YE C, et al. Diversity and composition of fish in the mainstream of national nature reserve of rare and endemic fish in the upper Yangtze River [J]. Freshwater Fisheries, 2013, 43(2): 36-42.
- [3] 何美峰,袁定清,陈启春,等. 福建省沙溪鱼类群落结构研究[J]. 福建水产,2010(1):75-80.
HE M F, YUAN D Q, CHEN Q C, et al. Study on fish community structure in Shaxi River in Fujian Province [J]. Journal of Fujian Fisheries, 2010(1):75-80.
- [4] 何美峰,袁定清,陈启春. 福建松溪鱼类群落多样性特征[J]. 水生态学杂志,2011, 32(2):121-126.
HE M F, YUAN D Q, CHEN Q C. Study on character of bio-diversity in fish community structure in Songxi River of Fujian Province [J]. Journal of Hydroecology, 2011, 32(2):121-126.
- [5] 何美峰,袁定清,陈启春,等. 闽江崇阳溪鱼类组成及多样性研究[J]. 上海海洋大学学报,2012, 21(6):1017-1024.
HE M F, YUAN D Q, CHEN Q C, et al. Study on fish composition and diversity in Chongyang River in Fujian Province [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2012, 21(6):1017-1024.
- [6] 何伏顺. 闽东霍童溪淡水鱼类资源调查初报[J]. 宁德师专学报:自然科学版,2007,19(2):127-130.
HE F S. An initial investigation report on the freshwater fish resource in the Huotong River in East Fujian [J]. Journal of Ningde Teachers College: Natural Science, 2007, 19(2): 127-130.
- [7] 袁乐洋,周卓诚,周佳俊,等. 福建桐山溪鱼类资源调查初报[J]. 四川动物,2012,31(6):961-964.
YUAN L Y, ZHOU Z C, ZHOU J J, et al. Preliminary Investigation of Fish Resources in th Tongshan River [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2012,31(6):961-964.
- [8] 朱元鼎. 福建鱼类志[M]. 福州:福建科学技术出版社,1985.
ZHU Y D. THE FISHES OF FUJIAN PROVINCE [M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 1985.
- [9] 福建省渔业资源编写委员会. 福建省渔业资源[M]. 福州:福建科学技术出版社,1988.
Editorial Committee of Fishery Resources, Fujian Province. Fishery Resources of Fujian Province [M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 1988.
- [10] 曾泽国,曾泰,陈家宽,等. 福建圭龙山省级自然保护区夏季溪流鱼类调查初报[J]. 福建水产,2013, 35(3):167-173.
ZENG Z G, ZENG T, CHEN J K, et al. Preliminary investigation of fish resources of the Guilong Mountain Provincial Nature Reserve in Fujian Province in summer [J]. Journal of Fujian Fisheries,2013, 35(3):167-173.
- [11] 张觉民,何志辉. 内陆水域渔业资源调查手册[M]. 北京:农业出版社,1991.
ZHANG J M, HE Z H. Fishery Resources Investigation Handbook of Inland Waters [M]. Beijing: Agriculture Press, 1991.
- [12] 成庆泰,郑葆珊. 中国鱼类系统检索[M]. 北京:科学出版社,1987.
CHEN Q T, ZHENG B S. Systematic synopsis of Chinese fishes [M]. Beijing: Science Press, 1987.
- [13] 褚新洛,郑葆珊,戴定远. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲇形目[M]. 北京:科学出版社,1991.
CHU X L, ZHENG B S, DAI D Y. Fauna sinica osteichthyes siluriformes [M]. Beijing: Science Press, 1991.
- [14] 乐佩琦. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(下卷)[M]. 北京:科学出版社,2000.
YUE P Q. Fauna sinica osteichthyes cypriniformes III [M]. Beijing: Science Press, 2000.
- [15] 陈宜瑜. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(中卷)[M]. 北京:科学出版社,1991.
CHEN Y Y. Fauna sinica osteichthyes cypriniformes II [M]. Beijing: Science Press, 1991.
- [16] 郑丙辉,张远,李英博,等. 辽河流域河流栖息地评价指标与评价方法研究[J]. 环境科学学报,2007, 27(6):928-936.

- ZHENG B H, ZHANG Y, LI Y B, et al. Study of indicators and methods for river habitat assessment of Liao River Basin [J]. *Acta Scientiae Circum Stantiae*, 2007, 27(6):928 - 936.
- [17] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tunu, and bonitoin California waters[J]. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*, 1971, 152:1 - 105.
- [18] TURNER A M, MITTELBAACH G C. Predator avoidance and community structure: nteractions among piscivores, planktivores and plankton [J]. *Ecology*, 1990, 71:2241 - 2254.
- [19] 李金平, 郑慈英. 韩江淡水鱼类区系[J]. 暨南大学学报:自然科学版, 1998, 19(3):100 - 104.
- LI J P, ZHENG C Y. Ielthyofauna of the Hanjiang River for Freshwater Fishes [J]. *Journal of Jinan University: Natural Science*, 1998, 19(3):100 - 104.

Study on fish community and impact factors in *Mastacembelus aculedtus* National Aquatic Reserve in Tingjiang River

HE Meifeng, YUAN Dingqing, CUI Lifeng, ZOU Lizhen, JIANG Yixiong

(*Freshwater Fisheries Research Institute of Fujian Province, Fuzhou 350002, Fujian, China*)

Abstract: According to the fisheries resource data collected from June 2012 to October 2013, the status of fish community structure and environmental indicators in 4 sampling stations in national fisheries resources protection zone in Tingjiang River were analyzed. The results showed that the captured 38 fish species belong to 4 orders, 12 families and 30 genera. *Mastacembelus armatus* is protected fish of Fujian Province and *Pseudogastromyzon fasciatus*, *Pseudogastromyzon cheni*, *Crossostoma stigmata* are endemic species in Fujian Province. Fish community through IRI indexes were analyzed, *Zacco platypus*, *Pelteobagrus fulvidraco*, *Parasilurus asotus*, *Acrossoch eilus parallens*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *Mastacembelus aculedtus* were the dominant species. The ecological types of the fish consisted of benthic type, omnivorous type and adapting to stream settled. Three diversity indexes which are Shannon-Wiener diversity index (H), Margalef diversity index (D), Evenness index (E) are used to analyze the characteristics of species diversity. Shannon-Wiener diversity and Margalef diversity index in the upper river were higher than those in the lower river. Pearson correspondence analysis showed that the Shannon-Wiener diversity index of zooplankton, channel-change and human activity had the significant correlation with fish diversity index. Canonical correspondence analysis found that three main environmental indicators mainly influence *Pseudogastromyzon fasciatus*, *Pseudogastromyzon cheni* and *Crossostoma tinkhami*.

Key words: Tingjiang River Reserve; fish community; canonical correspondence analysis

附表 汀江大刺鲃国家级水产种质资源保护区鱼类名录
Appendix Fish species of *Mastacembelus aculeatus* national aquatic reserve in Tingjiang River

种类 species	相对多度 /% relative density	平均体长/mm average length (平均体重/g average weight)	站位 stations				生态类型 ecology type
			S1	S2	S3	S4	
鲤形目							
鲤科							
宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	44.0	75(6.1)	√	√	√	√	O;SE;MU
马口鱼 <i>Opsarichthys bidens</i>	4.70	90(12.5)	√		√	√	C;SE;MU
半刺厚唇鱼 <i>Acrossocheilus hemispinus</i>	0.19	72(19.8)	√			√	O;SE;MD
温州厚唇鱼 <i>Acrossocheilus wenchowensis</i>	0.29	81(20.2)	√	√	√	√	O;SE;MD
	10.67	73(20.6)	√	√	√	√	
侧条厚唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i>	7						O;SE;MD
黑脊倒刺鲃 <i>Barbodes caldwelli</i>	1.29	108(75)	√	√	√		O;RL;MD
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	0.68	78(8.4)	√			√	O;SE;MU
大眼华鳊 <i>Sinibrama macrops</i>	0.19	98(31.1)				√	H;SE;MD
圆吻鲴 <i>Distoichodon tumirostris</i>	0.19	72(18.7)				√	H;SE;MD
中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	0.29	44(2.2)	√				O;SE;MU
高体鲮 <i>Rhodeus ocellatus</i>	0.19	40(2.0)		√		√	O;SE;MU
斑条刺鲮 <i>Acanthorhodeus taenianalis</i>	0.19	63(6.0)	√				O;SE;MU
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	0.29	40(1.4)	√				O;SE;MD
彩石鲃 <i>Pseudoperilampus lighti</i>	<0.1	38(0.5)	√				O;SE;MU
革条副鲃 <i>Paracheilognathus himantegus</i>	0.39	45(1.5)	√	√			O;SE;MU
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	0.19	38(1.8)			√	√	O;SE;MD
小鲮 <i>Sarcocheilichthys parvus</i>	0.19	35(1.8)				√	O;SE;MD
黑鳍鲮 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	4.09	58(3.9)	√	√		√	O;SE;MD
银鲃 <i>Squalidus argentatus</i>	1.29	82(9.0)	√		√	√	O;SE;MU
鲃 <i>Carassius auratus</i>	1.45	62(12.8)	√	√	√	√	O;SE;MD
鲃科							
泥鲃 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	3.57	124(21.0)	√	√	√		O;SE;BE
横带须鲃 <i>Barbatula fasciolata</i>	<0.1	86(1.9)				√	O;SE;BE
平鳍鲃科							
拟腹吸鲃 <i>Pseudogastromyzon fasciatus</i> ※	1.45	28(1.1)	√				O;SE;BE
圆斑拟腹吸鲃 <i>Pseudogastromyzon cheni</i> ※	0.58	32(1.0)		√			O;SE;BE
斑纹缨口鲃 <i>Crossostoma stigmata</i> ※	1.25	29(1.0)				√	O;SE;BE
广东缨口鲃 <i>Crossostoma tinkhami</i>	1.35	32(0.8)	√				O;SE;BE
鲃形目							
鲃科							
鲃 <i>Parasilurus asotus</i>	5.64	169(53.8)	√	√	√	√	C;SE;BE
胡子鲃科							
胡子鲃 <i>Clarias fuscus</i>	0.19	162(70)	√		√	√	C;SE;BE
鲃科							
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	7.92	91(23.3)	√	√	√	√	C;SE;BE
切尾鲃 <i>Leiocassis truncatus</i>	0.77	112(26.1)	√				C;SE;BE
长尾鲃 <i>Leilcassis tenuis</i>	0.39	122(22.5)	√				C;SE;BE
鲃科							
福建纹胸鲃 <i>Glyptothorax fukiensis</i>	1.16	90(2.8)	√				O;SE;BE
鲃形目							
鲃科							
斑鲃 <i>Siniperca scherzeri</i>	0.19	72(21.8)	√				C;SE;BE
鲃科							
斑鲃 <i>Channa maculata</i>	0.39	193(78.8)	√				C;SE;BE
鲃科							
子陵吻鲃 <i>Rhinogobius giurinus</i>	1.00	38(0.9)	√	√	√	√	C;SE;BE
戴氏吻鲃 <i>Rhinogobius davidi</i>	1.41	37(1.0)	√	√		√	C;SE;BE
刺鲃科							
大刺鲃 <i>Mastacembelus armatus</i> ☆	2.29	121(35.8)	√	√		√	C;SE;BE
合鳃目							
合鳃科							
黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	<0.1	298(120)		√			C;SE;BE

注: O. 杂食性; C. 肉食性; H. 植食性; MU. 中上层; MD. 中下层; BE. 底栖; RL. 江湖洄游性; SE. 定居性; “※” 福建省特有种; “☆” 福建省重点保护动物。
Note: O. Omnivore; C. Carnivore; H. Herbivore; MU. Middle up; MD. Middle down; BE. Benthos. RL. Migration between River and Lake; SE. Sedentary;
“※” Endemic species in Fujian Province; “☆” The key protect animals in Fujian Province.