

闽江下游水域游泳动物多样性、时空分布及花鲮资源现状

林建杰

(福州市海洋与渔业技术中心, 福建 福州 350026)

摘要: 为掌握闽江下游水域游泳动物多样性、时空分布及花鲮 (*Clupanodon thrissa*) 资源现状, 基于 2018 年 4—11 月对闽江下游水域 11 个站位的流刺网渔业资源调查, 共捕获游泳动物 51 种, 包括鱼类 41 种和甲壳类 10 种, 其中花鲮是绝对优势种, 主要分布在闽江北港至浦下河段水域, 繁殖季节为 5—7 月。

关键词: 闽江下游水域; 游泳动物; 多样性; 花鲮; 资源现状

中图分类号: S 931.1 **文献标志码:** A

闽江是福建省最大的河流, 位于福建省东北部, 径流大, 含沙量少。闽江流域向河口输送的大量营养物质, 台湾暖流和闽北沿岸流等洋流携带的营养物质在闽江口海域汇集, 该海域的生产力极高、饵料生物丰富, 属于福建省近海渔业资源的高产区, 潜在资源量达 32,000 吨以上; 同时也是多种鱼类、甲壳类和头足类等重要渔业生物的产卵场、索饵场和栖息场所^[1-2]。闽江下游水域是海水和河流淡水之间的缓冲区域, 同样是很多溯河或降海洄游性鱼类和甲壳类觅食、繁殖和育幼的重要场所, 在渔业资源养护中扮演着重要的作用^[1-2]。近年来, 闽江流域的游泳动物多样性、资源量评估和群落结构等研究^[2-5]已有较好的基础和数据积累, 但相关的研究区域主要集中在闽江出海口, 而闽江下游径流游泳动物的多样性和渔业资源时空分布均缺乏系统研究。

2016 年 9 月 9 日和 2017 年 9 月 30 日, 闽江下游内河的浦下河水域发生了花鲮幼鱼 (体长 7.0~10.0 cm) 大量死亡的事件^[6]。调查未发现花鲮死亡河段有明显病害、寄生虫感染和水质污染现象, 因此, 初步推断为非病害和水质污染引起的死亡, 由于死亡时间主要集中在气温较高的夏天, 再加上浦下河段有闸门, 猜测可能是由于花鲮长时间处于低盐的环境中而死亡。

花鲮 *Clupanodon thrissa* (Linnaeus, 1758) 隶属于鲱形目 (Clupeiformes) 鲱科 (Clupeidae) 鲮属 (*Clupanodon*), 最大体长可达到 26 cm, 常见体长为 15 cm 左右。作为一种洄游性群居鱼类, 主要栖息在河口、海湾或泻湖等水域的中上层区域, 主要以浮游硅藻类和小型甲壳类为食; 在 5-6 月繁殖季节会集群洄游至河口或内河进行交配产卵^[7]。花鲮作为闽江下游径流和出海口流刺网渔获物中的常见物

收稿日期: 2020-10-19 **录用日期:** 2021-01-07

基金项目: 福州市闽江口斑鲮洄游习性研究资助项目 (XDHT2018152A)

E-mail: wllw221@sina.com

种，其资源现状尚缺乏研究。因此，花鲮在闽江下游径流和出海口海域的基本生物学、时空分布研究将为浦下河河段的日常进放水管理提供科学的指导依据，以避免花鲮幼鱼大量死亡事件的发生。

本研究通过 2018 年 4-11 月对闽江出海口、下游径流和浦下河水域进行为期 8 个月共 10 个航次流刺网定时定点的游泳动物调查，对该水域的游泳动物种类组成、数量分布和多样性的季节变化进行初步分析，并对花鲮的资源现状及其时空分布进行分析，以了解该水域游泳动物资源的组成、分布和生活习性，旨在为该水域的生物资源可持续管理和开发提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 调查方法

在闽江下游水域的咸淡水交汇处出海口海域（S01、S02 和 S03）、闽江下游（S04、S05、S06、S07、S08 和 S09）、浦下内河闸门口内（S10 和 S11）共布设 11 个调查站位（图 1），2018 年 4-11 月连续 8 个月在大潮期间开展定时定点跟踪调查研究，其中在 8 月和 9 月花鲮可能死亡的高峰期，各进行 2 次调查（分别记作 8 月-1、8 月-2 和 9 月-1、9 月-2），共 10 个航次。

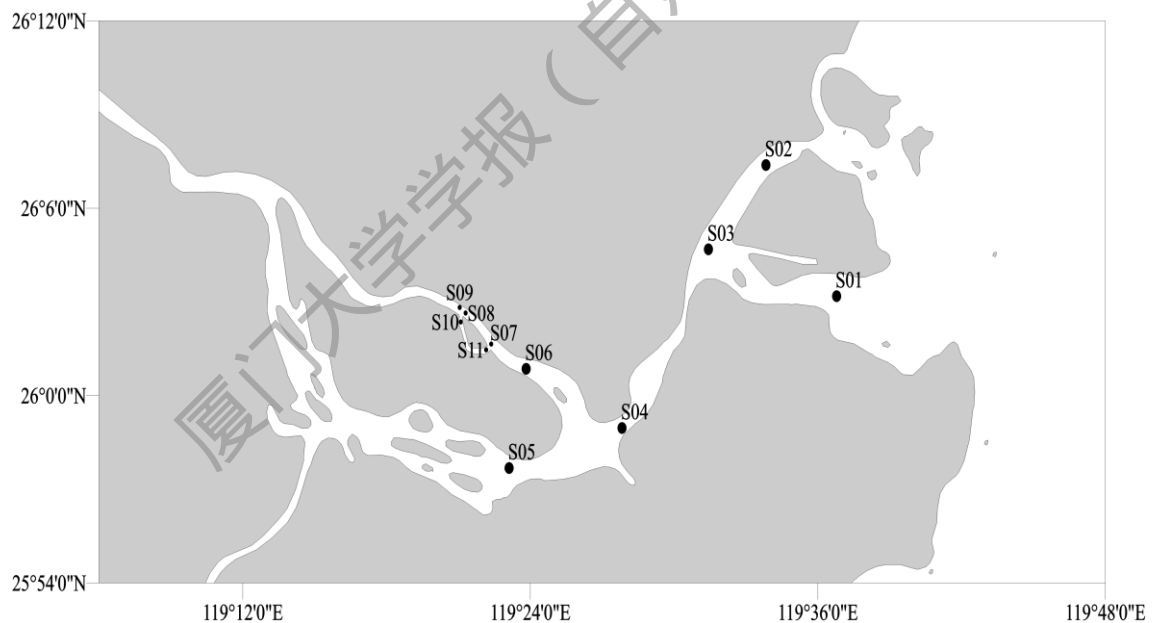


图 1 福建省闽江下游游泳物流刺网调查站位

Fig.1 Sampling sites of drift gill net survey on nekton in lower Min River area of Fujian Province

受闽江航道及地形地貌的影响，本次调查研究均采用流刺网捕捞的方式采集中上层游泳动物，流刺网高度为 1.2 m，网目大小为 1.5~4.5 cm，网衣层数为 3 层。闽江下游和出海口水域的 9 个站位（S01~S09）采用的流刺网长度为 150 m，浦下河内 2 个站位（S10 和 S11）采用的流刺网长度为 88 m。流刺

网作业时间为 20~33 min。依据类群分为鱼类和甲壳类（包括虾类、蟹类和虾蛄类），分别用采样袋封装并标记标签，冷藏储存带回实验室进行分析。根据《福建鱼类志》^[7]和《中国福建南部海洋鱼类图鉴》^[8]进行种类鉴定，依据《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查 GB/T 12763.6-2007》^[9]进行体长、体质量等生物学参数测量。对所采集到的花鲮进行性腺解剖并称量。

1.2 数据分析处理

根据闽江口水域生态特征及所获数据情况，采用 Shannon-Wiener 多样性指数 H' (Krebs,1989)^[10]、Pielou 均匀度指数 J' (Pielou, 1966)^[11]、Margalef 丰富度指数 D (Margalef, 1958)^[12]、相对重要性指数 IRI (Pinkas *et al.*,1971)^[13]对鱼类物种多样性进行分析，并用 Excel 2019 软件进行结果统计。

1.2.1 香农威纳 (Shannon-Wiener) 种类多样性指数 (H')

一般认为，正常环境，该指数值高；环境受污，该指数值降低。计算公式为：

$$H' = -\sum_i^S P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

式 (1) 中： H' 为物种多样性指数值， S 为样品中的总种数， P_i 为第 i 种的个体丰度 (n_i) 与总丰度 (N) 的比值 (n_i/N)。

1.2.2 Pielou 均匀度指数 (J')

J' 值范围为 0~1 之间， J' 值大时，体现种间个体分布较均匀，群落结构较稳定；反之， J' 值小反映种间个体分布欠均。计算公式为：

$$J' = H' / \log_2 S \quad (2)$$

式 (2) 中： J' 表示均匀度指数值， H' 表示物种多样性指数值， S 表示样品中总种数。

1.2.3 Margalef 种类丰富度指数 (D)

计算公式为：

$$D = (S-1) / \log_2 N \quad (3)$$

式 (3) 中： D 表示丰富度指数值， S 表示样品中的总种数， N 表示群落中所有物种的总丰度。

1.2.4 相对重要性指数 IRI

采用 IRI 来研究游泳动物的优势度，计算公式为：

$$IRI = (N\% + W\%) \times F\% \quad (4)$$

式 (4) 中： $N\%$ 表示某一物种尾数占总尾数的百分比， $W\%$ 表示该物种体质量占总体质量的百分比， $F\%$ 表示为某一物种出现的站数占调查总站数的百分比。

根据陈宝国等的分类标准^[14]，本文以总游泳动物的 IRI 指数 >500 定为优势种， IRI 值在 100~500 的为常见种， IRI 值在 100~10 的为一般种， IRI 值在 10~1 的为少见种， IRI 值小于 1 的为稀有种。

2 结果与分析

2.1 种类组成和空间分布

2.1.1 种类组成

共采集鱼类和甲壳类 51 种，分属于 10 目 25 科（图 2）。鱼类共 41 种，隶属于 1 纲（辐鳍鱼纲）9 目 18 科；其中，鲈形目的物种数量最多共 11 种（占鱼类总数的 26.83%），包括 3 种外来入侵物种齐氏口孵非鲫（*Coptodon guineensis*）、莫桑比克口孵非鲫（*Oreochromis mossambicus*）和尼罗口孵非鲫（*Oreochromis niloticus*）；其次是鲤形目共 10 种（占鱼类总数的 24.39%），其三是鲱形目共 6 种（占鱼类总数的 14.63%）。甲壳类共 10 种，隶属 1 纲（软甲纲）1 目 7 科，其中对虾科、长臂虾科和弓蟹科的种类均为 2 种（占甲壳类总数的 20.00%）。

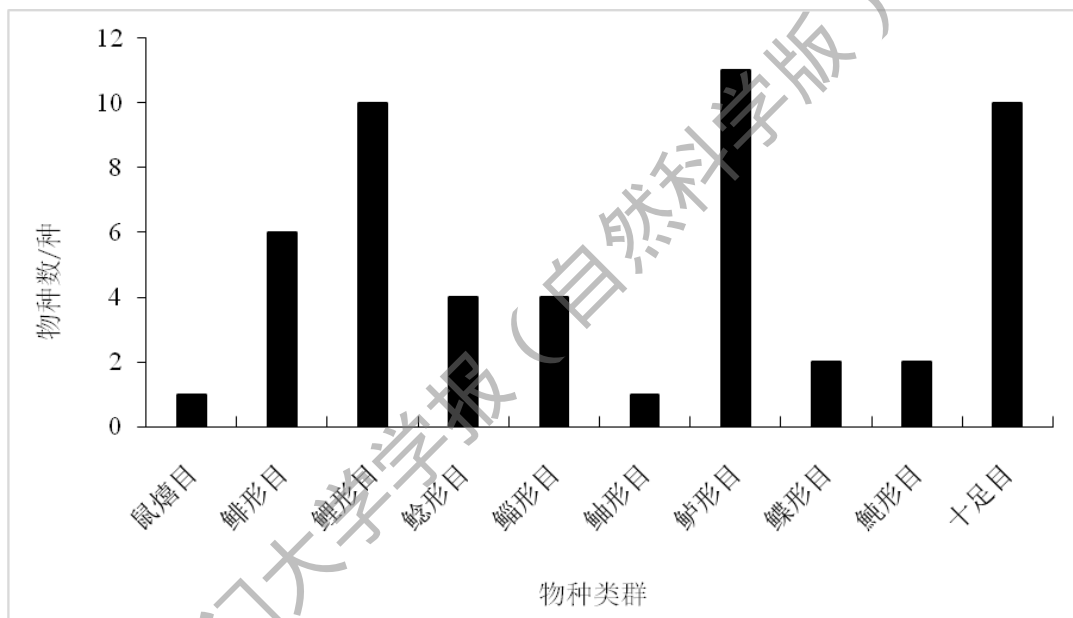


图2 闽江下游水域流刺网渔获鱼类种类数（ $N=41$ ）和甲壳类种类数（ $N=10$ ）

Fig.2 Species diversity of fin fishes and crustaceans in drift gill net in lower Min River area

2.1.2 种类组成空间分布

从 11 个调查站位隶属的水系来看，闽江出海口 3 个站位的种类数为 27 种、闽江下游径流 6 个站位的种类数为 36 种、浦下河内 2 个站位的种类数为 18 种。其中花鱮（*Clupanodon thrissa*）、鲮（*Mugil cephalus*）、长鳍凡鲮（*Osteomugil cunnesius*）和日本狼鲈（*Lateolabrax japonicus*）在三个水系中均有发现（图 3），表明这 4 种鱼类均能适应海水和淡水的河水。

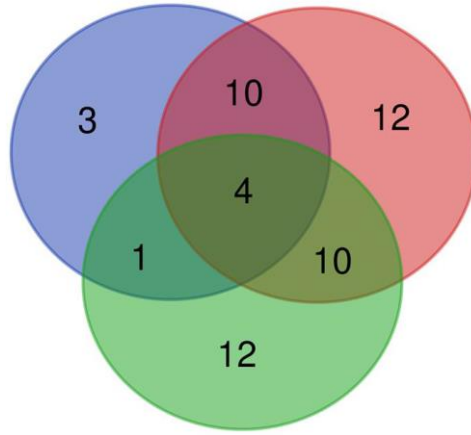


图3 福建省闽江咸淡水交汇处出海口（绿色圈， $N=27$ ）、闽江下游（红色圈， $N=36$ ）和浦下河内（蓝色圈， $N=18$ ）的种类数

Fig.3 The number of species in Min River estuary (green circle, $N=27$), lower Min River (red circle, $N=36$) and Puxia River (blue circle, $N=18$)

2.2 种类组成的月变化

本研究共采集闽江下游水域游泳动物样品 3589 尾，共 145.68 kg，每个航次平均采集 358.90 ± 298.72 尾游泳动物，每航次平均总体质量为 14.57 ± 11.37 kg；其中 9 月第一航次采集的样品的尾数和总体质量最多，分别为 986 尾和 42.53 kg，11 月采集的样品的尾数和总体质量最少，分别为 50 尾和 2.3 kg（表 1）。本研究共采集游泳动物 51 种，包括鱼类 41 种和甲壳类 10 种；其中 5 月的物种数最多，为 30 种，11 月的物种数最少，仅 10 种；10 个航次的研究中均出现的物种有 2 种鱼类，分别是花鲮和齐氏口孵非鲫。

表 1 游泳动物的数量、质量、物种数和各类群相对重要性指数 *IRI* 的月变化

Tab. 1 Monthly variation of nekton individuals, volume, species numbers and index of relative importance of taxon groups

航次	总尾数/ind.	总体质量/kg	物种数	鱼类相对重要性指数 <i>IRI</i>	甲壳类相对重要性指数 <i>IRI</i>
4 月	707	16.73	23	19091.10	559.35
5 月	522	14.06	30	18436.90	1082.12
6 月	503	24.67	17	20000.00	0.00
7 月	346	18.00	17	19927.79	11.11
8 月-1	140	7.34	20	18151.76	77.45
8 月-2	74	6.31	12	18461.54	0.00
9 月-1	986	42.53	19	19865.41	31.06
9 月-2	158	7.88	17	18461.54	0.00
10 月	103	5.86	13	15384.62	0.00
11 月	50	2.30	10	13846.15	0.00

2.3 生物多样性

本研究通过闽江下游水域的流刺网调查发现，游泳动物的多样性指数 (H') 范围在 0.95-1.62，最高

值出现在5月，最低值出现在7月。丰富度指数 (D) 范围在 0.58-0.99，均低于 1.0，最高值出现在5月，最低值出现在9月第二航次。游泳动物体质量的均匀度指数 (J') 范围在 0.56-0.90，高于 0.5，最高值出现在10月，最低值出现在7月。

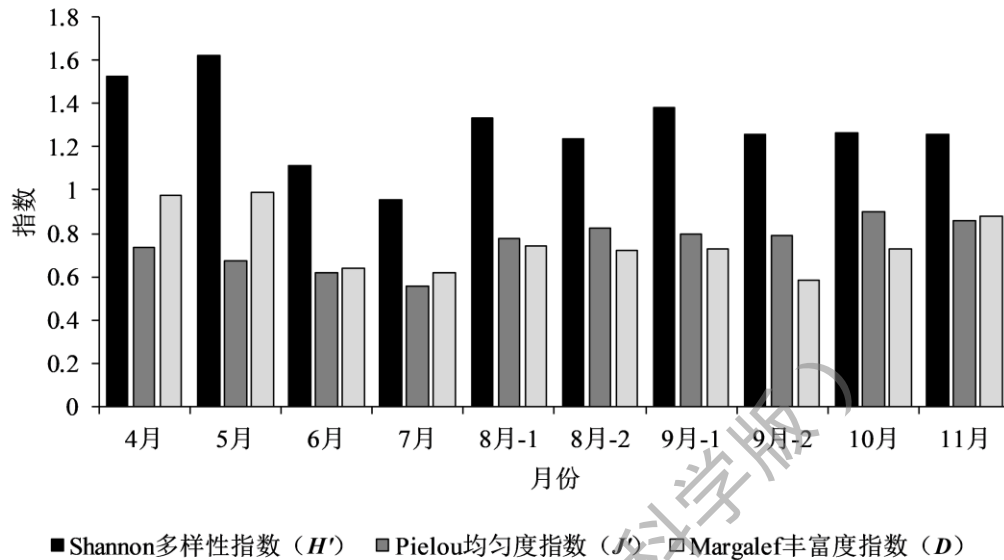


图4 游泳动物的生物多样性指数

Fig.4 Species diversity index of nekton

2.4 游泳动物优势种

研究发现闽江下游水域的鱼类是游泳动物中的绝对优势物种，鱼类的相对重要性指数 IRI 在各调查月份和航次中均显著高于甲壳类 ($p < 0.01$)，秋季 (10—11月) 的相对重要性指数 IRI 均明显低于春季和夏季 (4—9月) ($p < 0.01$) (表2)。

如表2所示：仅花鲮在8个月的10个航次中均为优势物种 ($IRI > 500$)， IRI 值为 673~10586，平均为 3980。其次是齐氏口孵非鲫，在7个航次中是优势种，其余3个航次是常见种 (IRI 值 100~500)， IRI 值为 315~1877，平均为 970。其他种类如七丝鲚 (*Coilia grayii*)、凤鲚 (*Coilia mystus*)、银飘鱼 (*Pseudolaubuca sinensis*)、鲮 (*Hemiculter leucisculus*)、江黄颡鱼 (*Pseudobagrus vachelli*)、莫桑比克口孵非鲫 (*Tilapia Mossambica*) 和日本狼鲈，分别在不同月份或是优势种或是常见种。还有一些种类如贝氏鲮 (*Hemiculter bleekeri*)、似鳊 (*Pseudobrama simoni*)、鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳊 (*Hypophthalmichthys nobilis*)、黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)、黄鳍多纪鲃 (*Takifugu xanthopterus*)、尼罗口孵非鲫 (*Oreochromis niloticus*)、鲮 (*Mugil cephalus*) 和长鳍凡鲮 (*Osteomugil cunnesius*)，均为不同月份的常见种。

甲壳类的脊尾白虾 (*Palaemon carinicauda*) 和中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 为常见种。

表 2 各调查航次的常见种与优势物种 IRI

Tab. 2 IRI of common and dominant species in different months

鱼类	4月	5月	6月	7月	8月-1	8月-2	9月-1	9月-2	10月	11月
花鲮	2536	2642	10586	10176	2677	985	5523	2016	673	1984
七丝鲚	2299	1095	-	107	340	763	234	-	-	171
凤鲚	306	561	-	-	-	-	-	-	-	-
齐氏口孵非鲫	315	573	956	726	1604	463	420	1877	1783	980
银飘鱼	524	492	-	-	-	1028	191	541	1362	555
鰲	526	-	264	-	-	-	-	-	-	113
江黄颡鱼	464	825	-	-	-	-	-	-	-	-
莫桑比克口孵非鲫	-	-	-	-	-	-	-	579	342	131
日本狼鲈	-	-	-	-	-	533	-	-	-	-
甲壳类	4月	5月	6月	7月	8月-1	8月-2	9月-1	9月-2	10月	11月
脊尾白虾	-	162	-	-	-	-	-	-	-	-
中华绒螯蟹	470	158	-	-	-	-	-	-	-	-

注：加粗表示物种在相应航次的 IRI > 500，即为优势物种，“-”表示 IRI < 100，未呈现。

2.5 花鲮资源现状和生物学特征

2.5.1 花鲮资源现状

2018年11个站位10个航次的流刺网调查共捕获花鲮1727尾。

如表3所示：10个航次的调查中均能捕获花鲮，特别是在闽江和乌龙江汇合处的S04站位每次调查均能捕获花鲮，S06、S07和S08站位均只有一个月份没有捕获到花鲮，说明花鲮偏好洄游至闽江下游，盐度接近0的水域。从捕获量上看，站位S06和S07的花鲮捕捞量较大(>100 ind./网)，其中9月第一个航次在S06站位捕获到652 ind./网，说明花鲮具有集群的习性，且趋向于栖息在闽江北港下游一带淡水水域。

表 3 各站位花鲮的捕获尾数

Tab. 3 Catch individuals in all sampling sites

站位	4月	5月	6月	7月	8月-1	8月-2	9月-1	9月-2	10月	11月	总计
S01	0	4	2	9	3	0	0	0	0	1	19
S02	0	0	41	1	0	0	0	0	0	0	42
S03	0	35	8	5	9	1	1	0	0	0	75
S04	1	2	52	2	2	2	2	23	3	1	86

S05	0	0	30	54	8	1	0	0	0	0	93
S06	1	1	38	45	4	0	652*	8	1	0	750
S07	108*	1	123*	67	9	6	4	0	0	1	319
S08	67	5	21	31	1	0	85	18	5	0	231
S09	0	0	3	28	0	0	0	0	0	0	31
S10	0	2	0	3	0	2	0	0	0	16	23
S11	9	4	3	0	0	0	40	0	2	0	58
总计	186	54	321	245	36	12	784	59	11	19	1727

注：*代表花鲮该站位超过 100 ind./网。

如表 4 所示：每个航次的游泳动物中，花鲮的体质量占总游泳动物体质量的比例为 9.35%~64.31%，除 8 月第二航次外体质量占比均在 10% 以上，平均体质量占比为 35.38%；花鲮的尾数占总游泳动物尾数的比例为 10.34%~79.51%，尾数占比均在 10% 以上，平均尾数占比为 37.87%。6 月、7 月和 9 月第一航次的花鲮体质量和尾数的占比均为总游泳动物体质量和尾数的 50% 以上。

表 4 花鲮体质量和尾数在总游泳动物中的占比

Tab. 4 The proportion of weight and number of *Clupanodon thrissa* in all nekton

航次	花鲮体质量/kg	总体质量/kg	花鲮体质量占比/%	花鲮尾数/ind.	总尾数/ind.	花鲮尾数占比/%
4 月	6.63	16.73	39.63	186	707	26.31
5 月	3.91	14.06	27.81	54	522	10.34
6 月	15.12	24.67	61.29*	321	503	63.82*
7 月	11.07	18.00	61.50*	245	346	70.81*
8 月-1	1.76	7.34	23.98	36	140	25.71
8 月-2	0.59	6.31	9.35	12	74	16.22
9 月-1	27.35	42.53	64.31*	784	986	79.51*
9 月-2	2.22	7.88	28.17	59	158	37.34
10 月	0.66	5.86	11.26	11	103	10.68
11 月	0.61	2.30	26.52	19	50	38.00*
平均	6.99	14.57	35.38	172.70	358.90	37.87

注：*代表花鲮占比超过 50%。

2.5.2 花鲮生长特征

本研究共测量了 768 尾花鲮的体长 (SL) 和体质量 (BW)，体长范围为 70~235 mm，体质量范围为 5.5~225.0 g。优势体长组为 120~160 mm，主要捕获季节在 6-7 月；体长在 60~80 mm 的花鲮，主要在 8 月份捕获；而体长在 80~100 mm 的花鲮，主要在 9 月上旬捕获 (图 5)。花鲮体长与体质量的关系为： $BW = 0.0002 \times SL^{2.4767}$ ($R^2 = 0.8619, N=768$) (图 6)。

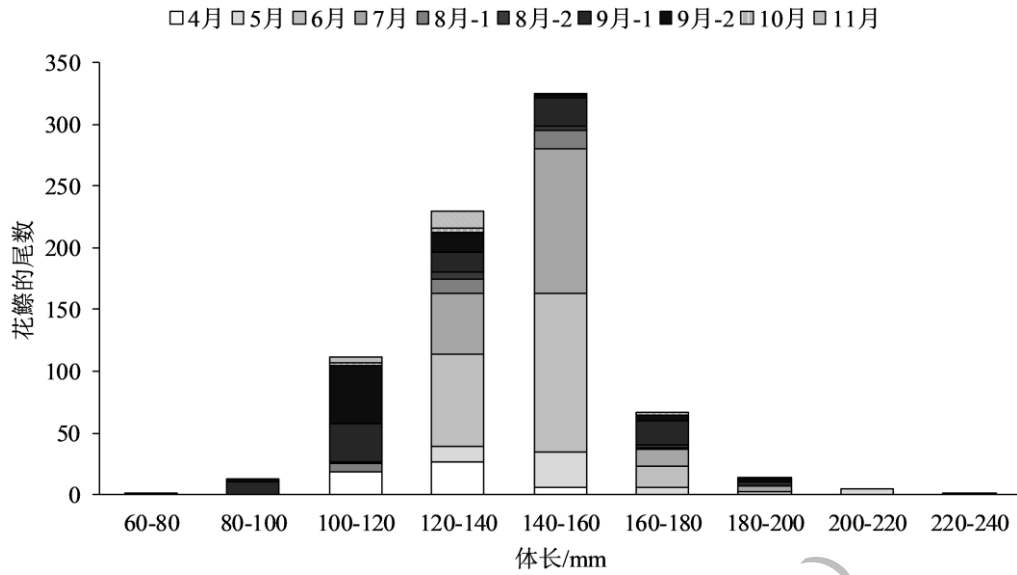


图 5 捕获花鲮的体长 (mm) 分布 (N=768)

Fig. 5 The size distribution of *Clupanodon thrissa* (N=768)

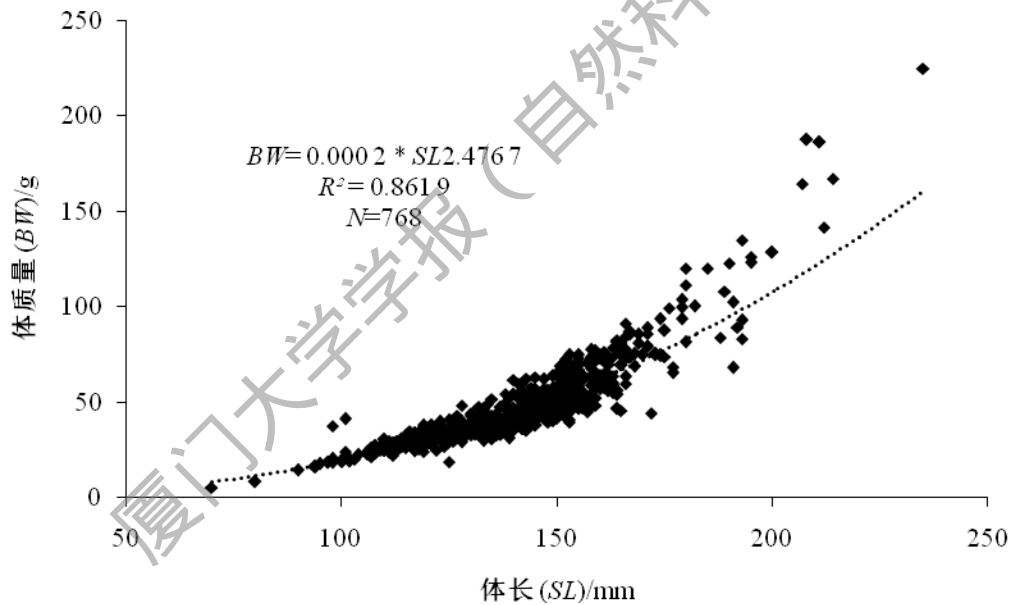


图 6 花鲮体长 (mm) 与体质量 (g) 关系 (N=768)

Fig. 6 The relationship of standard length (mm) and body weight (g) of *Clupanodon thrissa*

2.5.3 花鲮产卵季节

共采集 758 尾花鲮的性腺，并进行了称量。结果显示：花鲮的雌性卵巢成熟系数 (GSI) 在 5—6 月最高，平均在 10%~12% 之间，说明该段时间为花鲮的产卵季节。同时，根据采样现场观察，轻轻按压花鲮腹部，花鲮卵巢中水合的卵子就会从泄殖孔流出现象，同样能说明花鲮的繁殖季节在 5—6 月。花鲮的雄性精巢 GSI 在 5—7 月最高，平均在 5% 左右，与雌鱼的产卵季节相吻合。随机挑选数尾 5—7 月的花鲮卵巢和精巢进行组织切片(图 7 和 8)，镜检结果卵巢充满成熟的卵子和排卵后的滤泡，精

巢的输精管充满精子，进一步证实花鲢的产卵季节在 5—7 月。

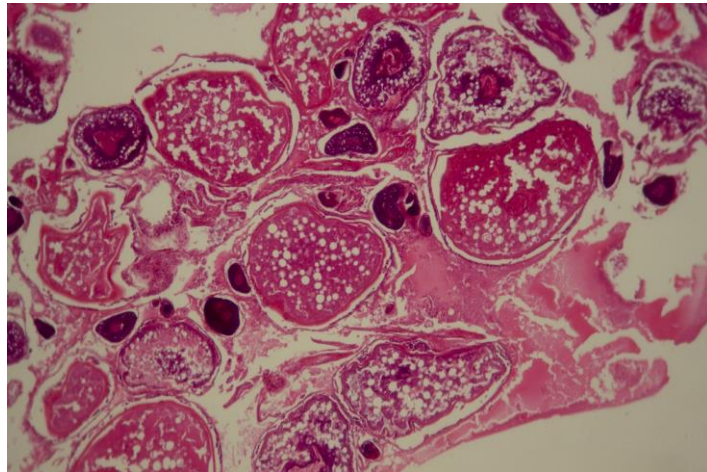


图 7 花鲢成熟的卵巢

Fig. 7 Matured ovary of *Clupanodon thrissa*

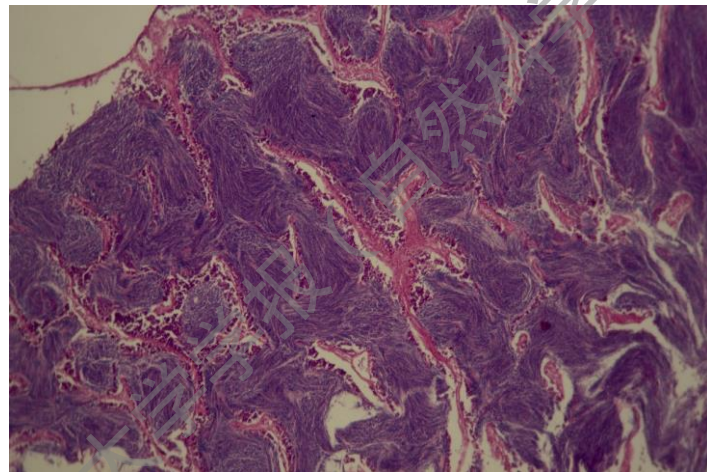


图 8 花鲢成熟的精巢

Fig. 8 Matured testis of *Clupanodon thrissa*

3 讨论

3.1 物种组成及时空分布特征

本研究发现闽江下游水域的游泳动物 51 种，鱼类（41 种）高于甲壳类（10 种），说明闽江下游水域的物种多样性不高，远低于闽江口和附近海域的 245 种^[4]，低于长江下游水域的 67 种^[15]。闽江下游水域的物种中甲壳类的种类较少，可能与本研究采样所使用的网具有关，在狭窄河段一般采用流刺网作业进行调查，本研究所使用的流刺网偏浮性，在一些水深超过网高的河段可能会漏捕一些底栖甲壳类，因此建议在比较狭窄的河段进行游泳动物多样性调查时应增设底层蟹笼进行辅助。

从物种上看，具有经济价值的种类较多。鱼类有花鲢、凤鲚、七丝鲚、鳢、江黄颡鱼、银飘鱼、贝

氏鰲、似鰻、鲢、鳙、鲩和日本狼鲈等，其中花鲮是该水域的优势物种和重要经济鱼类；甲壳类有中华绒螯蟹、拟穴青蟹、脊尾白虾和日本沼虾等。此外，研究发现齐氏口孵非鲫、尼罗口孵非鲫和莫桑比克口孵非鲫三种原生于非洲湖泊的淡水鱼类已经成功入侵至闽江下游水域，并建立了一定的种群数量，齐氏口孵非鲫更是闽江下游水域的优势物种，这三种入侵鱼类对闽江下游水域的生态系统以及本土游泳动物的影响尚有待进一步的研究^[6]。在必要时应对这些入侵鱼类进行治理，防止其种群数量在闽江下游水域进一步扩大，影响本土物种种群结构，同时也应加强该水域的增殖放流物种管理，避免投放外来物种。同时发现，在闽江出海口、下游径流和浦下内河三个不同水系的游泳动物种类存在差异性，花鲮、鲩、长鳍凡鲮和日本狼鲈在不同水系中均有分布，说明这四种鱼类均为广盐性鱼类，可以适应咸、淡水环境。

从种类数来看，游泳动物种类数存在月份差异，春季的4月和5月物种数较多、秋季的11月最少。同时，游泳动物平均体质量和平均尾数在4-5月份较高，11月份均较低，这可能和鱼类的季节性洄游有关；进入秋冬季，水温下降，洄游性鱼类会迁徙至越冬场所进行越冬^[6]。

从体质量和尾数上看，游泳动物体质量和尾数存在时空差异，闽江下游浦下内河闸门外的3个站位（S06、S07、S08）的平均体质量和平均尾数均较高，说明浦下内河闸门外是闽江下游水域渔业资源较丰富的河段，这与同步开展的该河段浮游动植物调查结果密度较高呈正相关^[7]，说明浦下内河闸门外是闽江下游水域游泳动物，尤其是鱼类的重要觅食场所，应该加强对该水域进一步的研究和渔业管理。

一般认为多样性指数（ H' ）大于2，并且反映物种丰富程度的 Margalef 丰富度指数 D 大于1.5 则被认为是比较健康的生态环境。本次研究发现，在闽江下游径流和出海口的 Shannon 多样性指数（ H' ）均小于2，而 Margalef 丰富度指数 D 均小于1，表明研究水域生态环境健康度不高。同时，反映物种个体分布均匀程度的 Pielou 均匀度指数 J' （为0~1之间， J' 值越接近1，反映群落结构越稳定）均高于0.5，说明群落结构较为稳定。多样性指数表征的情况，可能与本研究采用流刺网渔具为调查手段有关。因此，闽江下游径流和出海口的生态环境尚有待进一步研究，以为相关的河流生态管理提供较为全面和充分的资料参考。

3.2 花鲮资源特征

通过调查研究，花鲮的食物谱广，多样性高。浦下河闸门内（站位 S10 和 S11）长期有花鲮生活，但是资源量并不高。而浦下河闸门外的 S06、S07 和 S08 的花鲮资源量较大，其中9月第一个航次在 S06 站位捕获到 652 ind./网。同期，本研究于5月、8月、11月同步开展的4次浮游植物调查显示^[7]，浮游植物密度最高值出现在5月份的 S06 和 S09 站位、8月份第一个航次的 S07 和 S09 站位，8月份第二航次的 S05 和 S10 站位，11月份的 S07 和 S09 站位。这说明闽江下游北港至浦下河段水域是花鲮聚集的

水域,这可能与该段水域饵料生物丰富有关,适宜花鲮索饵集群。研究发现花鲮资源密度较高的河段恰是水体盐度接近零的淡水部分,这充分说明花鲮可以在盐度极低的咸淡水和纯淡水中生活,这与之前报道中提出的花鲮死因有出入^[6],因此本研究认为,5-7月是花鲮集群繁殖的季节,大量花鲮集群于闽江下游水域,而花鲮集中死亡的河段有一个闸门用于控制水流,缺乏流动的水体进一步限制了水体中的氧气含量,2016和2017年两次花鲮幼鱼大规模死亡可能是由于缺氧引起的。

研究期间未捕捞到体长小于6 cm的花鲮,这可能与使用的流刺网网具有关。研究发现,闽江下游径流和出海口处是花鲮重要的栖息场所,4-11月均可捕获,且均为绝对优势物种,是闽江下游水域和闽江口海域一个重要的渔业资源。对其资源量、洄游习性和繁殖生物学特征应进一步深入研究。

利用性腺成熟系数和组织学切片的方法,对花鲮的繁殖生物学进行初步研究,发现花鲮的产卵季节为5-7月,这与文献记载相吻合^[7]。同时,目前的伏季休渔期完全涵盖了花鲮的产卵季节,说明可以为花鲮的洄游繁殖保驾护航,为其种群恢复提供了制度保障。捕捞的样品中有发现水合卵的雌鱼,说明产卵场可能在本研究的闽江下游水域站位点附近。而花鲮的繁殖洄游路线、产卵场和幼鱼的洄游习性均有待进一步研究,为保护花鲮的渔业资源和避免再次发生大规模花鲮幼鱼死亡事件作科学参考。

致谢:厦门大学海洋与地球学院刘敏教授,方旅平高级工程师,张蓝蓝、许庆同学在野外调查、数据整理上给予了大力帮助,再次一并致谢。

参考文献:

- [1] 冯晨,何雄波,招春旭,等.闽江口鱼类功能多样性[J].应用生态学报,2019,30(10):3589-3595.
- [2] 黄良敏,李军,张雅芝,等.闽江口及附近海域渔业资源现存量评析[J].热带海洋学报,2010,29(5):142-148.
- [3] 沈忱,李军,康斌.闽江口鱼类群落营养结构的探究[J].集美大学学报(自然科学版),2020(1):8-15.
- [4] 张蓝蓝.福建省闽江口及附近海域渔业资源现状及游泳动物群落多样性[D].厦门:厦门大学,2020.
- [5] ZHANG L, REN Q, LIU M, et al. Fishery stock assessments in the Min River Estuary and its adjacent waters in Southern China using the length-based Bayesian estimation (LBB) method[J]. Front Mar Sci, 2020, 7:507.
- [6] 陈艺灵,施云娟.福州浦下河现较大面积死鱼原因初步查明,海鱼溯河因盐度过低死亡 [EB/OL]. (2016-09-11) [2020-10-10]. <http://fj.people.com.cn/big5/n2/2016/0911/c181466-28984709.html>.
- [7] 福建鱼类志编写组.福建鱼类志(上) [M].福州:福建科学技术出版社,1984:133.
- [8] 刘敏,陈骁,杨圣云.中国福建南部海域鱼类图鉴(第二卷) [M].北京:海洋科学出版社,2014.
- [9] 国家海洋局.海洋调查规范 第6部分 海洋生物调查:GB/T 12763.6-2007 [S].北京:中国标准出版社,2007.
- [10] KREBS C J. Ecological methodology [M]. New York:Harper Collins Publishers,1989:478-505.

- [11] PIELOU E C. The use of information theory in the study of ecological succession[J]. J Theor Biol,1966(10):370-383.
- [12] MARGALSE R. Information theory in ecology[J]. Gen Sys,1958(3):36-71.
- [13] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I LK. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters[J]. State California The Resources Agency Department of Fish and Game Fish Bulletin, 1970, 152(1): 1-105.
- [14] 陈国宝, 李永振, 陈新军. 南海主要珊瑚礁水域的鱼类物种多样性研究[J]. 生物多样性, 2007, 15(4): 373-381.
- [15] 徐东坡. 长江下游鱼类群落结构及物种多样性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2010.
- [16] LIN B, WANG Y., LI J, et al. First records of small juveniles of the red drum *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus, 1766) in a subtropical mangrove habitat of China[J]. BioInvasions Records, 2020, 9(1): 96-102.
- [17] 刘敏. “闽江口斑鲈洄游习性研究项目” 总结报告[R]. 厦门: 厦门大学, 2019:23-25.

Species diversity, spatial and temporal variation of nekton and resource status of *Clupanodon thrissa* in lower Min River area

LIN Jianjie

(Fuzhou Marine and Fisheries Technology Center, Fuzhou 350026, China)

Abstract: In this study, 11 draft gill net sampling sites were conducted from April to November in 2018 in lower Min River area, for first indeed to understand the species diversity, temporal and spatial distribution and resource status of *Clupanodon thrissa*. 51 species including 41 fishes and 10 crustaceans were found in this study. *C. thrissa* is the key dominant species mainly inhabits from Beigang to Puxia river, and spawning in May to July.

Keywords: lower Min River area; nekton; diversity; *Clupanodon thrissa*; resource status