

# 广西英罗港红树林潮沟鱼类 多样性季节动态研究

何斌源 范航清

(广西红树林研究中心,广西北海市 536007)

**摘要:** 于1999年分4个季度采用拦网的方法对广西英罗港红树林潮沟潮水中鱼类的多样性进行了研究,共发现鱼类54种,隶属于29科44属。季度出现频数  $F=1\sim 4$  的鱼类种数分别为27、8、11和8种。各季的优势种明显,但不同季节最大优势种不同,分别为:春季,斑鰹 (*Clupanodon punctatus*);夏季,前鳞骨鲮 (*Osteomugil ophuyseni*);秋季,眶棘双边鱼 (*Ambassis gymnocephalus*);冬季,鹿斑鲷 (*Leiognathus ruconius*)。这些鱼类以暖水性种占绝对优势,在生态类型上以底层种类较多。各季节出现鱼类种数分别为:春季30种、夏季30种、秋季26种、冬季22种。夏季与秋季共有种最多,有20个种,这两季节间的相似性指数也最大,达55.6%。多样性指数  $D$ 、 $H'$ 、 $J$  值均以秋季最高。相对于林外水域,红树林潮沟鱼类群落的鱼类种数及3个指数均较高。跟热带红树林区相比,广西英罗港红树林潮沟鱼类群落的多样性低。

**关键词:** 红树林潮沟,鱼类,季节数量分布,相似性,生物多样性

中图分类号:Q958

文献标识码:A

文章编号:1005-0094(2002)02-0175-06

## A study on seasonal dynamics of species diversity of fishes in tidal waters of creeks within the mangroves of Yingluo Bay, Guangxi

HE Bin-Yuan, FAN Hang-Qing

Guangxi Mangrove Research Center, 92 Changqingdong Road, Beihai, Guangxi 536007

**Abstract:** Based on seasonal investigations by block net in 1999, the dynamics of species diversity of fishes in creek tidal waters within mangrove swamps of Yingluo Bay, Guangxi, were studied. Fifty four species of fishes, belonging to 44 genera and 29 families, were recorded. The numbers of species occurring in one to four seasons were 27, 8, 11 and 8, respectively. The dominant species in each season were very obvious, but the most dominant species differed in different seasons. The most dominant species were *Clupanodon punctatus* in spring, *Osteomugil ophuyseni* in summer, *Ambassis gymnocephalus* in autumn and *Leiognathus ruconius* in winter. As to their temperature tolerances, the warm-water species absolutely occupied the largest percentage. Numbers of demersal species were greater than other ecological types. Thirty species in spring, 30 in summer, 26 in autumn, and 22 in winter were captured in the creek waters. Twenty species were shared between summer and autumn, which was higher than that between any other pairs of seasons. This was also reflected in the similarity index between the two seasons, which reached 55.6% for the summer-autumn comparison. The indices of richness  $D$ , diversity  $H'$ , and evenness  $J$ , were all higher in autumn than in other seasons. Numbers of fish species and the three biodiversity indices in creek tidal waters were all higher than that in mangrove-fringed tidal waters. The species diversity of the fish community in these waters was low in comparison with that in tropical mangrove areas.

**Key words:** mangrove creek, fish, seasonal numerical distribution, similarity, species diversity

红树林生境复杂多样,植物碎屑营养来源丰富,为海洋动物提供了良好的食物条件(Odum & Heald, 1975; Thayer *et al.*, 1987)、产卵和繁殖(Vance *et al.*, 1990; Robertson & Duke, 1987)以及躲避天敌和逆境的场所(Robertson & Duke, 1987; Heath *et al.*, 1993)。红树林潮沟不仅是红树林生态系统与外界的物质和能量交流的重要通道,而且是许多大型底栖动物栖息和觅食的场所(李复雪等, 1989; 高世和, 李复雪, 1985; 韦受庆等, 1993)。鱼类活动能力强,是红树林生态系统与外界之间交流活动中最活跃的群体。在我国对红树林区域鱼类研究已作了一些工作(何斌源等, 1998; 范航清等, 1998; 何斌源, 1999),但潮沟鱼类的季节动态研究尚属空白。本文对潮沟鱼类多样性进行季节动态研究,以期有助于红树林区渔业资源的保护、管理和开发利用。

## 1 研究地环境概况

广西英罗港红树林区(109°43'E, 21°28'N)是国家级山口红树林自然保护区的核心区。该处年平均气温 22.4℃,极端最低气温 -0.8℃,年降水量 1816.5 mm。年均相对湿度 81.8%。英罗港海区的潮汐为不规则全日潮,平均潮差 2.35 m,最大潮差 6.25 m。年平均海水盐度 29‰。红树林面积 80 hm<sup>2</sup>,群落宽度约 700 m,长约 1400 m,为港湾红海榄(*Rhizophora stylosa*)群落,其他红树植物有白骨壤(*Avicennia marina*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*)和秋茄(*Kandelia candel*)等 11 种。红树林区内潮沟发达,底质为沙或沙质泥。1 条主潮沟贯穿红树林区,长约 800 m,最宽处达 90 m,最高潮时潮沟水深可达 3 m。本文采样点位于林区中部,潮沟宽度 17 m。

## 2 材料与方法

潮沟鱼类拦网取样工作于 1999 年分四季进行,代表月分别为 4 月(春)、7 月(夏)、10 月(秋)和 1 月(冬)。在代表月的 1 个潮周期,从小潮日(潮汐学上的分点潮,广西沿海群众俗称 1 眼子)开始,连续 13 天每天起网 1 次(一般第 14 天时潮水不涨至英罗港红树林滩涂),共 13 次。所制网具长 50 m,网高 5 m,网目大小 1 × 1 cm<sup>2</sup>。网从潮沟底部向两边延伸进入沟岸红树林内约 6 m 左右,形成一漏斗状,并在漏斗底部设一个长 3 m、口直径 0.5 m 的网

袋。每次平潮时起网,退潮后在网袋收集渔获。所得渔获用 10% 的福尔马林溶液处理后带回实验室分类鉴定到种,按种计数。根据黄宗国(1994)和李显森等(1987)的文献确定游泳动物的区系和生态类型。多样性各测度指数及季节间相似性指数如下(马克平, 1994):

$$1) \text{ Margalef 丰富度指数 } :D = (S - 1) / \ln N$$

$$2) \text{ Shannon-Wiener 多样性指数 } :H' = - \sum P_i \ln P_i$$

$$3) \text{ Pielou 均匀度指数 } :J_{sw} = H' / H'_{\max} = H' / \ln S$$

式中  $S$  为物种数,  $P_i = n_i / N$  是第  $i$  种占总个体数的比例,  $N$  为所有物种的个体数之和,  $n_i$  为种  $i$  的个体数。

$$4) \text{ 种类相似性指数 } :SI = AB / (A + B - AB) \times 100\%$$

其中  $A$ 、 $B$  分别为 A 季和 B 季出现的种数,  $AB$  为 A、B 两季的共有种数。

## 3 结果与讨论

### 3.1 鱼类种类组成

广西英罗港红树林潮沟水体中共发现鱼类 54 种(表 1),均为硬骨鱼纲鱼类,隶属于 29 科 44 属。以鰕虎鱼科(Gobiidae)的种类最多,6 种。鲱科(Clupeidae)和鲷科(Leiognathidae)各有 4 种。蛇鳎科(Ophichthyidae)、银汉鱼科(Atherinidae)、颌针鱼科(Belonidae)、鱚科(Hemiramphidae)、双边鱼科(Ambassidae)、鲷科(Serranidae)、鱠科(Sillaginidae)、石首鱼科(Sciaenidae)、银鲈科(Gerridae)、笛鲷科(Lutjanidae)、石鲈科(Pomadasyidae)、鲷科(Theraponidae)、带鱼科(Trichiuridae)、毒鲉科(Synanceiidae)、鲷科(Platycephalidae)、鲷科(Soleidae)、舌鲷科(Cynoglossidae)、鲷科(Tetraodontidae)等 18 科仅有 1 种出现。其余各科有 2~3 种。它们均为南海沿岸常见的小型鱼类。

在英罗港红树林林缘潮水中发现鱼类 42 种(范航清等, 1998),潮沟鱼类种数多于林缘。红树林生境多样,饵料丰富,可以为营不同生活方式的鱼类提供各自适合的栖息地和充足的食物来源,这可能是在潮沟发现的鱼类种数多于林缘的原因。

季度出现频数  $F = 1 \sim 4$  的鱼类种数分别为 27、8、11 和 8 种。可见这些鱼类多为过访性或季节性进入红树林潮沟中。4 个季节均出现的鱼类占全年总种数的 14.8%。它们分别是:眶棘双边鱼(*Am-*

*bassis gymnocephalus* )、中华小公鱼 (*Stolephorus chinensis*)、鹿斑鲷 (*Leiognathus ruconius*)、斑鲷 (*Clupanodon punctatus*)、前鳞骨鲷 (*Osteomugil ophuyseni*)、异鳞鲷 (*Zenarchopterus buffoni*)、棱鲷 (*Liza carinatus*)和峭塘鳢 (*Butis butis*)。其中峭塘鳢、前鳞骨鲷和棱鲷,即使在退潮后也可以长期生活在林内潮沟中。

潮沟鱼类的优势种十分明显,它们往往占据较

大比例,但不同季节的最大优势种不同。各季节的最大优势种及其占总量的比例为:春季,斑鲷占 46.8%;夏季,前鳞骨鲷占 22.5%;秋季,眶棘双边鱼占 29.2%;冬季,鹿斑鲷占 37.5%。

### 3.2 鱼类的适温性和生态类型

英罗港红树林潮沟鱼类按种的适温性划分,只有暖水性种和暖温性种两种类型。暖水性种和暖温性种分别有 44 种和 10 种,分别占总数的 81.5% 和

表 1 广西英罗港红树林潮沟鱼类名录及每季数量分布

Table 1 List of fish species and their numerical distribution in four seasons in the mangrove creek of Yingluo Bay, Guangxi

种类 Species	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	频数 Frequency ( F )
鲱科 Clupeidae					
玉鳞鱼 <i>Kowala coval</i>	0	0	0	3	1
大眼青鳞鱼 <i>Harengula ovalis</i>	64	7	3	0	3
雷氏小沙丁鱼 <i>Sardinella richardsoni</i>	3	0	0	0	1
斑鲷 <i>Clupanodon punctatus</i>	1233	72	10	1	4
鲷科 Engraulidae					
中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	256	84	41	54	4
印尼小公鱼 <i>S. tri</i>	14	0	0	0	1
汉氏梭鲷 <i>Thrissa hamiltoni</i>	2	178	96	0	3
蛇鲷科 Ophichthyidae					
杂食豆齿鲷 <i>Pisoodonophis boro</i>	3	2	0	3	3
银汉鱼科 Atherinidae					
白氏银汉鱼 <i>Atherina bleekeri</i>	0	0	2	0	1
颌针鱼科 Belonidae					
圆颌针鱼 <i>Tylosurus strongylurus</i>	0	0	0	1	1
鲷科 Hemiramphidae					
异鳞鲷 <i>Zenarchopterus buffoni</i>	40	65	16	102	4
鲷科 Mugilidae					
前鳞骨鲷 <i>Osteomugil ophuyseni</i>	390	469	65	188	4
硬头骨鲷 <i>O. strongylocephalus</i>	9	2	0	0	1
棱鲷 <i>Liza carinatus</i>	18	135	38	25	4
双边鱼科 Ambassidae					
眶棘双边鱼 <i>Ambassis gymnocephalus</i>	306	406	211	25	4
鲷科 Serranidae					
鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	1	0	0	0	1
鲷科 Sillaginidae					
多鳞鲷 <i>Sillago sihama</i>	14	3	0	17	3
鲷科 Carangidae					
斑鳍若鲷 <i>Caranx ( Carangoides ) praeustus</i>	0	38	0	0	1
丽叶鲷 <i>C. ( Atule ) kalla</i>	0	0	1	0	1
黑鳍叶鲷 <i>C. ( A. ) malam</i>	1	49	88	0	3
石首鱼科 Sciaenidae					
勒氏短须石首鱼 <i>Umbrina russelli</i>	0	0	2	0	1
鲷科 Leiognathidae					
鹿斑鲷 <i>Leiognathus ruconius</i>	11	9	34	335	4
长鲷 <i>L. elongates</i>	0	0	0	37	1
条鲷 <i>L. rivulatus</i>	0	0	0	14	1
短吻鲷 <i>L. brevirostris</i>	1	14	64	0	3
银鲈科 Gerridae					
十棘银鲈 <i>Gerreomorpha japonica</i>	0	1	1	0	2
笛鲷科 Lutjanidae					
约氏笛鲷 <i>Lutjanus johni</i>	0	0	1	0	1
鲷科 Sparidae					
灰鳍鲷 <i>Sparus berda</i>	4	0	0	0	1
黄鳍鲷 <i>S. latus</i>	3	1	0	0	2
石鲈科 Pomadasyidae					

表 1 (续) Table 1 (Continued)

种类 Species	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	频数 Frequency (F)
断斑石鲈 <i>Pomadasys hasta</i>	0	2	3	0	2
鲷科 Theraponidae					
细鳞鲷 <i>Therapon jarbua</i>	0	19	0	1	2
蓝子鱼科 Siganidae					
黄斑蓝子鱼 <i>Siganus oramin</i>	0	12	0	0	1
褐蓝子鱼 <i>S. fuscescens</i>	0	382	12	6	3
带鱼科 Trichiuridae					
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	0	1	0	0	1
塘鳢科 Eleotridae					
中华乌塘鳢 <i>Bostrichthys sinensis</i>	2	0	0	0	1
峭塘鳢 <i>Butis butis</i>	26	3	4	8	4
锯塘鳢 <i>Brionobutis koilomatodon</i>	0	0	1	0	1
鰕虎鱼科 Gobiidae					
舌鰕虎鱼 <i>Glossogobius giuris</i>	3	0	2	3	3
青斑细棘鰕虎鱼 <i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	168	45	19	0	3
短吻栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius brevirostris</i>	16	0	0	0	1
裸顶栉鰕虎鱼 <i>C. gymnauchen</i>	0	4	0	0	1
斑尾复鰕虎鱼 <i>Synechogobius ommaturus</i>	0	3	0	50	2
细点叉牙鰕虎鱼 <i>Apocryptodon malcolmi</i>	8	0	0	0	1
弹涂鱼科 Periophthalmidae					
弹涂鱼 <i>Periophthalmus cantonensis</i>	0	0	0	3	1
大弹涂鱼 <i>Boleophthalmus pectinirostris</i>	33	17	3	0	3
青弹涂鱼 <i>Scartelaos viridis</i>	1	0	0	0	1
鰕鰕虎鱼科 Taenioididae					
红狼牙鰕鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>	0	0	0	15	1
鲷形鰕鰕虎鱼 <i>Taenioides aguillaris</i>	3	0	0	0	1
孔鰕鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	2	0	0	0	1
毒鲉科 Synanceiidae					
中华鬼鲉 <i>Inimicus sinensis</i>	0	1	2	0	2
鲷科 Platycephalidae					
鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	0	1	1	0	2
鲷科 Soleidae					
卵鲷 <i>Solea ovata</i>	0	0	0	1	1
舌鲷科 Cynoglossidae					
斑头舌鲷 <i>Cynoglossus puncticeps</i>	0	0	0	1	1
鲉科 Tetraodontidae					
铅点东方鲉 <i>Fugu alboplumbeus</i>	2	60	3	0	3
每季种数 Species number in each season	30	30	26	22	\

18.5% ,暖水性种占绝对优势。英罗港红树林林缘潮水中 42 种鱼类中有 37 种(即总数的 88.1%)为暖水性种 ;有 5 种( 11.9%)为暖温性种 ,潮沟鱼类中暖温性种及其占总数的比例均大于林缘。这可能是由于红树林内部物理环境较为恒定 ,适宜于对温度要求幅度广泛的鱼类栖息。

按种的生态类型划分 ,英罗港红树林潮沟的中上层、近底层和底层鱼类分别有 14、16 和 24 种 ,分别占总数的 25.9%、29.6% 和 44.4%。底层鱼类最多 ,这与红树林潮沟水体性质是相符的。林缘潮水中鱼类则以中上层鱼类占优势。

### 3.3 鱼类种数随季节和潮周期潮序变化

英罗港红树林潮沟潮水各季节出现鱼类种数分别为 :春季 30 种、夏季 30 种、秋季 26 种、冬季 22

种。春、夏季种数最多 ,冬季最少。春、夏是海洋动物产卵繁殖盛季 ,红树林潮沟可作为许多鱼类的产卵地和幼年生活区 ,肉食性鱼类也可以在此得到充足的饵料 ,如卵块、幼体等。而在冬季鱼类一般停止繁殖 ,而且饵料也相对缺乏。此外 ,水温较高的季节 ,鱼类摄食旺盛 ,行动活跃 ,而在冬季鱼类多栖息于较深水域。上述原因可能导致红树林潮沟中春夏鱼类种数较多 ,而冬季较少的状况。

每季度代表月的 13 网次所得的鱼类种数见图 1。可看出 ,在同一季节各网次所得鱼类种数的变化范围较大 ,春季 8~18 种 ,夏季 6~20 种 ,秋季 6~17 种 ,冬季 8~14 种。最多的比最少的多出 6~14 种 ,高出 0.75~2.33 倍。这是因为出现频率小且数量少的偶见种相对较多。

鱼类种数最多的网次并不出现在每潮周期中潮高最大的第 7 或第 8 天,春、夏、秋季种数最多的网次出现在第 7 天之前,最少的出现在第 7 天之后,冬季则相反。以第 7 天为分界线,前 6 天和后 6 天出现的鱼类种数分别为:春季 27 和 18 种,夏季 28 和 22 种,秋季 21 种和 19 种,冬季 16 种和 19 种,同样,冬季鱼类种数在这两阶段的分布规律与其他 3 个季节也不同。从一天的时间段来看,春、夏、秋季种数最多的网次出现在下午 17 点至 20 点之间,冬季的则出现在上午 10 点。冬季白天水温较高,刺激鱼类更多地进入红树林区摄食。在其他季节,白天太阳照射强烈,人类活动频繁,影响鱼类进入红树林;而下午至晚上则有利于其进入红树林活动。

### 3.4 鱼类群落季节间相似性

夏季与秋季的共有种最多,相似性指数也最大(表 2),秋季与冬季间共有种最少,其相似性指数也最小,冬季与其他季节间的共有种及相似性指数均小于其他季节间的。水温对鱼的生活极为重要,这种自然刺激往往决定了鱼类的摄食强度、产卵、洄游等生理行为。在采样期间,四季实测的平均水温分别为:春季 26.3℃,夏季 27.5℃,秋季 27.3℃,冬季 14.7℃,冬季与其他季节水温相差较大。同种鱼类可能会在水温接近的季节发生相同的行为,即在红树林潮沟重复出现,这可能是英罗港红树林潮沟季节间鱼类群落共有种及相似性指数如此变化的原因。

### 3.5 鱼类多样性季节变化

在每个季度的 13 网次中,潮沟鱼类多样性各项指数均波动较大(表 3)。这是因为出现频率小且数量少的偶见种相对较多。春季优势种最为突出,仅斑鲿一种的尾数就占该季总数的 46.8%,仅有 8 种数量超过 1%,尾数分布很不均匀,其多样性指数  $H'$

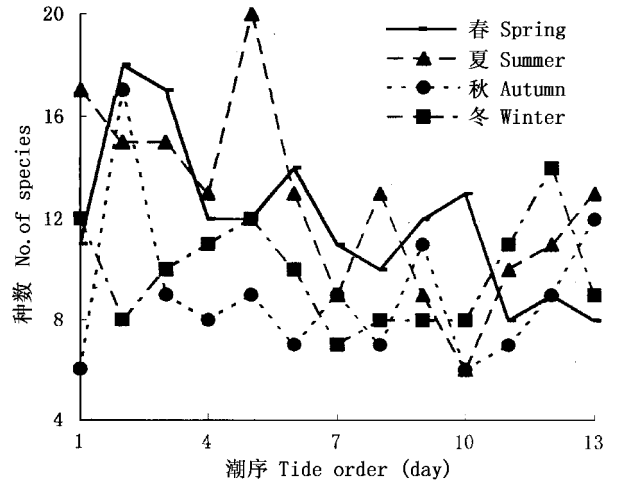


图 1 英罗港红树林潮沟四季各潮周期中捕获的鱼类种数  
Fig. 1 The number of fish species captured in the mangrove creek of Yingluo Bay in four tide periods representing four seasons respectively

最低。春季鱼类种数多,所以春季的丰富度  $D$  值高于冬季,而均匀度  $J$  值低于冬季。秋季优势种相对较不明显,该季的优势种眶棘双边鱼的尾数占该季总数的 29.2%,有 12 种数量超过 1%,分布较均匀,种数也较多,所以秋季的 3 个指数均最高。

### 3.6 世界一些地区红树林水域鱼类多样性比较

夏季广西红树林区域鱼类群落的  $H'$  和  $J$  值一般低于马来西亚夏季和美国佛罗里达全年的数值(表 4)。低纬度热带海区的鱼类多样性往往高于高纬度海区,但更重要的是对渔业资源过度利用导致广西红树林鱼类多样性较低。在广西红树林区的附近浅海,捕鱼船只所用网具网目小,长时间作业,经常发生炸、毒、电鱼虾等违法行为,大面积的定置围网也随处可见。潮沟虽然不适合大规模的渔业作业,但红树林邻近海域的渔业作业对亲鱼和成鱼的拦截捕捞,也导致潮沟鱼类多样性指数一般不高。

表 2 英罗港红树林潮沟潮水中鱼类各季节间共有种及相似性指数(%)

Table 2 The common species and similarity index(%) among the fish communities in different seasons in the creek tidal waters with mangroves of Yingluo Bay

共有种(相似性指数) Common species( similarity index)	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
春 Spring	/			
夏 Summer	19( 46.3%)	/		
秋 Autumn	16( 40.0%)	20( 55.6%)	/	
冬 Winter	11( 26.8%)	13( 33.3%)	10( 26.3%)	/

表 3 英罗港红树林潮沟鱼类多样性指数

Table 3 The biodiversity indexes of fish communities in different seasons in creek waters within the mangroves of Yingluo Bay

		春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
Margalef 丰富度指数( D ) Margalef richness index D	范围 Range	1.31 ~ 3.24	1.64 ~ 3.26	1.25 ~ 3.34	1.59 ~ 2.98
	$\bar{x} \pm SD$	2.17 ± 0.59	2.49 ± 0.49	2.14 ± 0.66	2.12 ± 0.40
	13 d	3.68	3.79	3.85	3.09
Shannon-Wiener 多样性指数( H' ) Shannon-Wiener diversity index ( H' )	范围 Range	0.47 ~ 1.99	1.00 ~ 2.25	1.39 ~ 2.12	0.97 ~ 2.06
	$\bar{x} \pm SD$	1.29 ± 0.50	1.68 ± 0.38	1.72 ± 0.26	1.61 ± 0.31
	13 d	1.81	2.32	2.32	2.01
Pielou 均匀度( J ) Pielou evenness index ( J )	范围 Range	0.19 ~ 0.80	0.43 ~ 0.86	0.65 ~ 0.93	0.47 ~ 0.90
	$\bar{x} \pm SD$	0.53 ± 0.20	0.67 ± 0.14	0.80 ± 0.09	0.71 ± 0.12
	13 d	0.53	0.68	0.71	0.65

表 4 一些地区红树林区域鱼类多样性指数

Table 4 The biodiversity indexes for the mangrove fishes in some regions of the world

	马来西亚 Selangor , Malaysia	马来西亚 Selangor , Malaysia	美国佛罗里达 Florida , USA	广西英罗港 Guangxi , China	广西英罗港 Guangxi , China	广西珍珠港 Guangxi , China
研究水域 Waters of study site	红树林内潮水 Tidal waters within mangrove forest	红树林附近浅水域 Shallow waters adjoining mangrove	红树林内潮水 Tidal waters within mangrove forest	红树林外潮水 Tidal waters fringed by mangrove	红树林潮沟 Tidal waters within mangrove forest	红树林外潮水 Tidal waters fringed by mangrove
采样时间 Sampling time	夏季 1977 Summer 1977	夏季 1977 Summer 1977	1984.6 ~ 1985.5	夏季 1994 Summer 1994	夏季 1999 Summer 1999	夏季 1997 Summer 1997
研究地水深( 米 ) Water depth at study site ( m )	1.2 ~ 1.6	2 ~ 5	0.8 ~ 0.9	1.0 ~ 3.3	1.0 ~ 3.0	2 ~ 4
鱼类种数 Total no. of species	12	61	64	24	30	27
丰富度指数 Richness index ( D )	/	/	/	1.86	3.79	3.60
多样性指数 Diversity index ( H' )	1.99	2.33 ~ 2.68	2.44	1.52	2.32	1.94
均匀度 Evenness index ( J )	0.8	0.73 ~ 0.77	0.69	0.48	0.68	0.59

从广西 2 个地区 3 种水域来看,红树林潮沟鱼类群落的鱼类种数及 3 个指数均高于林外水域。这说明了饵料丰富、生境多样、物理环境相对温和的红树林内部,既适合中上层鱼类的幼苗度过其幼年期,也适合底栖鱼类长期生活其中,这是红树林潮沟鱼类种数较多及 3 个指数较高的主要原因。

参考文献

范航清, 韦受庆, 何斌源, 罗视, 1998. 英罗港红树林缘潮水中游泳动物的季节动态. 广西科学, 5(1): 45 ~ 50

高世和, 李复雪, 1985. 九龙江口红树林区底相大型底栖动物的群落生态. 台湾海峡, 4(2): 179 ~ 191

何斌源, 范航清, 莫竹承, 1998. 广西英罗港红树林区潮沟游泳动物生态的研究. 南海研究与开发, 3, 4: 27 ~ 32

何斌源, 1999. 广西两港湾红树林鱼类生态对比研究. 海洋通报, 18(1): 28 ~ 35

黄宗国(主编), 1994. 中国海洋生物种类与分布. 北京: 海洋出版社

李复雪, 高世和, 周时强, 1989. 福建沿海红树林区的动物资源及其开发利用. 福建水产, 4: 18 ~ 23

李显森, 梁志辉, 蒋明星, 1987. 北部湾北部我国沿岸海区鱼类区系的初步调查. 广西科学院学报, 3(2): 95 ~ 116

马克平, 1994. 生物群落多样性的测度方法. 见: 钱迎倩, 马克平(主编), 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中

国科学技术出版社

韦受庆, 陈坚, 范航清, 1993. 广西山口红树林保护区大型底栖动物及其生态学的研究. 广西科学院学报, 9(2): 45 ~ 57

Heath A G, B J Turner and W P Davis, 1993. Temperature preferences and tolerances of three fish species inhabiting hyperthermal ponds on mangrove islands. *Hydrobiologia*, 259: 47 ~ 55

Odum E P and R J Heald, 1975. Detritus based food web of an estuarine mangrove community. In: Cronin L E (eds.), *Estuarine Research*. Academic Press, New York-London, 256 ~ 286

Robertson A I and N C Duke, 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustacean in mangroves and the other near shore habitats in tropical Australia. *Marine Biology*, 96: 193 ~ 205

Thayer G W, D R Colby and W F Hettler, 1987. Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in south Florida. *Marine Ecology Progress Series*, 35: 25 ~ 38

Vance D J, M D E Haywood and D J Staples, 1990. Use of a mangrove estuary as an area by postlarval and juvenile banana prawns, *Penaeus merguensis* de Man, in Northern Australia. *Estuary Coastal Shelf Science*, 31: 689 ~ 701

(责任编辑: 闫文杰)