

# 英罗港红树林缘潮水中游泳动物的季节动态\*

## The Seasonal Dynamics of Nekton Assemblages in Mangrove-fringed Tidal Waters of Yingluo Bay, Guangxi

范航清      韦受庆      何斌源      罗 砚  
Fan Hangqing      Wei Shouqing      He Binyuan      Luo Yan

(广西红树林研究中心 北海市南珠路 536000)

(Guangxi Mangrove Research Centre, Nanzhulu, Beihai, Guangxi, 536000)

**摘要** 应用大拦网 (拦截水体约 10 hm<sup>2</sup>) 分季节研究了广西英罗港红树林缘潮水中的游泳动物。结果表明: 4 种软体动物、3 种甲壳动物、42 种鱼类随潮水进入红树林缘滩涂。这些种大多是近海浅水种类。在 49 种游泳动物中, 最常见且数量大的有中华小公鱼、大眼青鳞鱼、印尼小公鱼、双边鱼、边鱼、黑斑、圆颌针鱼、勒氏银汉鱼和长毛对虾。鱼获的尾数和鲜重都是夏季 > 秋季 > 冬季 > 春季, 平均为 75 466 尾/网和 39.38 千克/网。体长小于 10 cm 的游泳动物的尾数和鲜重, 平均分别占鱼获尾数的 93.92% 和鱼获鲜重的 70.83%。以尾数和出现季节频度来衡量它们跟红树林生境的关系程度, 可将 49 个种大体上分成 3 类: 关系程度较高的有 9 种, 一般的有 20 种, 较低的有 20 种。这些结果表明, 红树林缘滩涂主要是近海浅水小型游泳动物或鱼苗的活动场所。跟热带红树林区相比, 广西英罗港红树林缘潮水中鱼类群落的多样性低。

**关键词** 红树林 潮水 游泳动物 种类和数量 季节动态

**Abstract** In Yingluo Bay of Guangxi, the nekton assemblages in mangrove-fringed tidal waters were seasonally sampled in 1994 by a large block net separating a water area of approximate 10ha. 4 species of molluscan, 3 species of crustacean and 42 species of fish were found to move into the mangrove-fringed intertidal zone with tide waters, and most of which were coastal shallow species. Of the 49 species, the most common and abundant species were *Stolephorus chinensis*, *S. tri*, *Harengula ovalis*, *Ambassis* sp., *Hemirhamphus limbatus*, *Leiognathus daura*, *Tylosurus strongylurus*, *Atherina bleekeri* and *Penaeus penicillatus*. The individual number and fresh weight of the collections were in the order of Summer > Autumn > Winter > Spring, with a mean of 75 466 ind/net and 39.38 kg/net. On an average, 93.92% of the total individuals had a body length in less than 10 cm, accounting for 70.83% of the total fresh weight of the collections. Combining individual number of each species and its seasonal occurring frequency, the 49 species can be broadly divided into three groups in terms of their association with mangrove habitats. The relatively high extent is for 9 species, intermediate for 20 species, and relatively low for the rest species. It was indicated that mangrove-fringed zones were the important habitats for coastal shallow nektons of small size or fish seedlings. The diversity of the present fish community was low in comparison with that of tropical mangrove areas.

**Key words** mangrove, tidal waters, nektons, species and quantity, seasonal dynamics

中图法分类号 Q 958.885.3; Q 948.885.3

红树林生态系具有复杂的碎屑食物链<sup>[1]</sup>和海洋动物良好的生存环境<sup>[2,3]</sup>, 是近海渔业和滩涂养殖业

的重要场所<sup>[4]</sup>。研究和探讨红树林在近海渔业中的作用不仅具有重要的学术意义, 而且具有重大的保护和持续利用方面的现实意义。我国已开展的红树林区海洋动物研究的大部分工作是大型底栖动物<sup>[5-8]</sup>, 此外

1997-11-07收稿。

\* 广西回国人员基金和广西科学院基金资助项目。

还有红树林区浮游动物<sup>[9]</sup>,红树林上固着生物<sup>[10]</sup>等方面的内容,迄今没有红树林区游泳动物的研究报告,而游泳动物是近海渔业最重要的组成部分。国外在红树林区游泳动物方面已广泛地开展了研究<sup>[11-15]</sup>。本项目运用大拦网方法,定量研究广西英罗港红树林缘潮水中游泳动物的季节变化,为红树林海洋农牧场建设和管理提供科学资料。

## 1 调查地点自然概况

研究地点设于广西山口国家红树林自然保护区的英罗港红树林核心区内(109°43'E, 21°28'N)。该地区属北热带到南亚热带的过渡区,年均气温22.4℃,极端最高气温37.4℃,极端最低气温-0.8℃,年均降雨量1816.5 mm,年均相对湿度82%<sup>[16]</sup>。英罗港内生长着我国大陆海岸最好的红海榄(*Rhizophora stylosa*)红树植物群落。群落平均树高6 m,平均树龄70 a,生长密度0.74株/平方米,支柱根发达<sup>[16]</sup>。退潮时林外滩涂完全暴露,涨潮时大部分滩涂的水深在3.5 m左右,最大潮时水深可达4.5 m。英罗港潮汐为全日潮,平均潮差2.53 m,最大潮差6.25 m,海水年平均盐度28 ppt<sup>[8]</sup>。

## 2 材料与方法

### 2.1 拦网方法

网具由尼龙绳编织而成,网长800 m,网高2.5 m~4 m(靠岸地势高的滩涂网高2.5 m,靠海地势低的滩涂网高4 m),网眼2.5 mm。从距红树林海向林缘20 m处开始,在林外滩涂上每隔5 m插一根长4 m的木桩,以便网的上部可活绑在木桩上;网的地下部(0.5 m~1.0 m宽)则埋入滩涂内固定,这样滩面以上有效网高2 m~3 m。围成的滩涂为一弧形区域,两端直线距离600 m,面积约10 hm<sup>2</sup>。根据拦网滩涂各处的水面面积和有效水深,加权算得拦网区域内的平均有效水深为1.8 m,有效水体1.8×10<sup>5</sup> m<sup>3</sup>。拦网滩涂上散生少量白骨榄(*Avicennia marina*),桐花树(*Agiceras corniculatum*)和秋茄(*Candelia candel*)等红树植物幼树。停潮时将网平置于滩涂上,涨潮时游泳动物随潮水进入滩涂;平潮之后潮水退至水面将与网等高时乘竹排起网并将网的上部固定在木桩上,潮水完全退失后被围水体中的游泳生物留在网上成为鱼获。起网操作均在30 min内完成。英罗港滩涂适合拦网的天数每月15 d~20 d。拦网取样都在季节代表月夜间最大潮日的前后3 d内于同一地点进行,每季1次,全年共4次。季节代表月是春季4

月、夏季7月、秋季10月、冬季12月。

### 2.2 标本处理

鱼获称总重后混合均匀,随机取不少于10 kg样品(少于10 kg全取)用10%的福马林溶液固定,在1周内完成分类、计数、称重和体长测量工作。根据鱼获总量和样品中各种类数量计算得到鱼获中各种游泳生物的尾数和鲜重。

### 2.3 相对重要值

相对重要值*V*的计算式定义如下:

$$V(\%) = 100 n_i w_i / \sum n_i w_i$$

式中,*n<sub>i</sub>*为第*i*种的尾数,*w<sub>i</sub>*为第*i*种的鲜重,100为百分数。公式表明,尾数和鲜重都较大的种类在鱼获中的相对重要值较大。

### 2.4 多样性指数

本研究对所得数据进行了各季节和全年物种多样性的分析,选用的指标和它们的计算式如下<sup>[17,18]</sup>:

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

$$\text{Shannon-Weaver变化度指数 } H = - \sum P_i \ln P_i$$

$$\text{Simpson优势度指数 } M = 1 - \sum p_i^2$$

$$\text{Pielou均匀度 } J = H / \ln S$$

式中,*P<sub>i</sub>*是第*i*种的尾数*n<sub>i</sub>*占鱼获总尾数*N*的比例(即*P<sub>i</sub>* = *n<sub>i</sub>* / *N*),*S*为鱼获中的种类数。

## 3 结果与讨论

### 3.1 种数的季节变化

四个季节的拦网调查共记录游泳动物49种,隶属42属35科3纲(表1)。其中头足纲4科4属4种,甲壳纲3科3属3种,硬骨鱼纲28科,35属,42种。各季节的种类组成分别是:春季16科19属20种,夏季17科22属26种,秋季21科25属29种,冬季19科22属26种(表2)。

### 3.2 尾数和鲜重的季节动态

表2为广西英罗港红树林缘潮水中四个季节每网游泳动物的尾数、鲜重和统计量。各季节鱼获的尾数和鲜重分别是:春季791尾(6.86 kg)、夏季241922尾(74.20 kg)、秋季55578尾(66.66 kg)、冬季3574尾(9.81 kg),平均为75466尾(39.38 kg)。尾数和鲜重均是夏季>秋季>冬季>春季。单位水体面积、体积的游泳动物尾数和鲜重的密度都很低。游泳动物的平均尾重是:春季8.7 g、夏季0.3 g、秋季1.2 g、冬季2.7 g,平均3.9 g,春季>冬季>秋季>夏季,跟四季尾数和鲜重的关系相反。这表明红树林缘滩涂的游泳动物在夏季数量大,产量高,但个体小;春季相反。

表 1 广西英罗港红树林缘潮水中的游泳动物名录

Table 1 The nekton species recorded in the mangrove-fringed tidal waters of Yingluo Bay, Guangxi

软体动物门 Mollusca	22. <i>Liza haematocheila</i>
头足纲 Cephalopoda	23. 圆吻凡鲷 <i>Valamugil sheli</i>
乌贼科 Sepiidae	24. 前鳞骨鲷 <i>Osteomugil ophuysemi</i>
1. 金乌贼 <i>Sepia esculenta</i>	25. 硬头骨鲷 <i>Osteomugil strongylocephalus</i>
耳乌贼科 Sepiolidae	尖吻鲷科 Latidae
2. 双喙耳乌贼 <i>Sepiola birostrata</i>	26. 尖吻鲷 <i>Lates calarifer</i>
枪乌贼科 Loliginidae	鲷科 Serranidae
3. 火枪乌贼 <i>Loligo beka</i>	27. 双边鱼 <i>Ambassis sp</i>
章鱼科 Octopodidae	鲷科 Sillaginidae
4. 短蛸 <i>Octopus ocellatus</i>	28. 多鳞鲷 <i>Sillago sihama</i>
节肢动物门 Arthropoda	鲷科 Carangidae
甲壳纲 Crustacea	29. 游鳍叶鲷 <i>Caranx mate</i>
长臂对虾科 Palaemonidae	石首鱼科 Sciaenidae
5. 脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	30. 勒氏短须石首鱼 <i>Umbrina russelli</i>
对虾科 Penaeidae	科 Leiognathidae
6. 长毛对虾 <i>Penaeus penicillatus</i>	31. 杜氏鱼 <i>Leiognathus dussumieri</i>
梭子蟹科 Portunidae	32. 鹿斑鱼 <i>Leiognathus ruconius</i>
7. 三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	33. 黑斑 <i>Leiognathus dawra</i>
脊索动物门 Chordata	银鲈科 Gerridae
脊椎动物亚门 Vertebrata	34. 五棘银鲈 <i>Pentacodon longimanus</i>
硬骨鱼纲 Osteichthyes	鲷科 Sparidae
海鲢科 Elopidae	35. 灰鳍鲷 <i>Sparus berda</i>
8. 海鲢 <i>Elops saurus</i>	36. 真鲷 <i>Pagrosomus major</i>
鲱科 Clupeidae	37. 黄鳍鲷 <i>Sparus latus</i>
9. 斑鲷 <i>Chupanodon punctatus</i>	羊鱼科 Mullidae
10. 布伦青鳞鱼 <i>Harengula bulan</i>	38. 似鲱鲷 <i>Mulloidichthys auriiflamma</i>
11. 大眼青鳞鱼 <i>Harengula ovalis</i>	鸡笼鲷科 Drepanidae
12. 鲷 <i>Ilisha elongata</i>	39. 条纹鸡笼鲷 <i>Drepane longimana</i>
13. 汉氏梭鲷 <i>Thrissa kammalensis</i>	金钱鱼科 Scatophagidae
鲷科 Engraulidae	40. 金钱鱼 <i>Scatophagus argus</i>
14. 中华小公鱼 <i>Solephorus chinensis</i>	蓝子鱼科 Siganidae
15. 印尼小公鱼 <i>Solephorus tri</i>	41. 黄斑蓝子鱼 <i>Siganus oramin</i>
宝刀鱼科 Chirocentridae	带鱼科 Trichiuridae
16. 宝刀鱼 <i>Chirocentrus dorab</i>	42. 带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>
康吉鲷科 Congridae	虎鱼科 Gobiidae
17. 齐头鲷 <i>Anago anago</i>	43. 云斑深虎鱼 <i>Bathygobius fuscus</i>
蛇鲷科 Ophichthyidae	44. 青斑细棘虎鱼 <i>Acentrogobius viridipunctatus</i>
18. 杂食豆齿鲷 <i>Pisodonophis boro</i>	45. 绿斑细棘虎鱼 <i>Acentrogobius chlorostigmatoides</i>
银汉鱼科 Atherinidae	毒科 Synanceiidae
19. 勃氏银汉鱼 <i>Atherina bleekeri</i>	46. 中华鬼 <i>Inimicus sinensis</i>
颌针鱼科 Belontiidae	舌鲷科 Cynoglossidae
20. 圆颌针鱼 <i>Tylosurus strongylurus</i>	47. 中华舌鲷 <i>Cynoglossus sinicus</i>
鲷科 Hemiramphidae	三刺科 Triacanthidae
21. 边鲷 <i>Hemiramphus limbatus</i>	48. 短尾三 <i>Triacanthus brevirostris</i>
鲷科 Mugilidae	科 Tetraodontidae
	49. 月腹刺 <i>Gastrophysus lunaris</i>

### 3.3 尾数和鲜重随游泳动物体长的分布

图 1 为各季节鱼获中游泳动物尾数和鲜重随游泳动物体长的百分分布。从图 1 可看出: 春季 79.02%、夏季 99.98%、秋季 99.84%、冬季 96.86%, 即平均 93.92% 的游泳动物个体的体长小于 10 cm, 它们的鲜重占鱼获鲜重的比例是春季 38.26%、夏季 94.92%、秋季 93.34%、冬季 56.82%, 平均 70.83%。可见, 在英罗港红树林缘潮水中活动的游泳动物绝大部分是小型鱼类或鱼苗。春季和冬季游泳动物的个体数量虽少, 但体型较大。

### 3.4 各种游泳动物的相对重要值

由表 2 数据计算得到相对重要值  $\geq 1\%$  的种见表 3。表 3 显示, 各季节和全年只有 1~2 个种的重要值明显地大, 它们是建群种。其它的种相对重要值都很小。在鱼获中较重要的印尼小公鱼、勃氏银汉鱼、大眼青鳞鱼、中华小公鱼、双边鱼、黑斑等均是近海小型鱼类, 成鱼的体长一般在 10 cm 以下。这进一步说明红树林缘滩涂主要是近海小型鱼类的活动场所。

### 3.5 多样性

表 4 为计算得到的各季节游泳动物群落的多样性指数。表 4 表明, 丰富度指数  $D$  是冬季最高 (3.06), 夏季最低 (2.02), 其它两季节的  $D$  值居中。

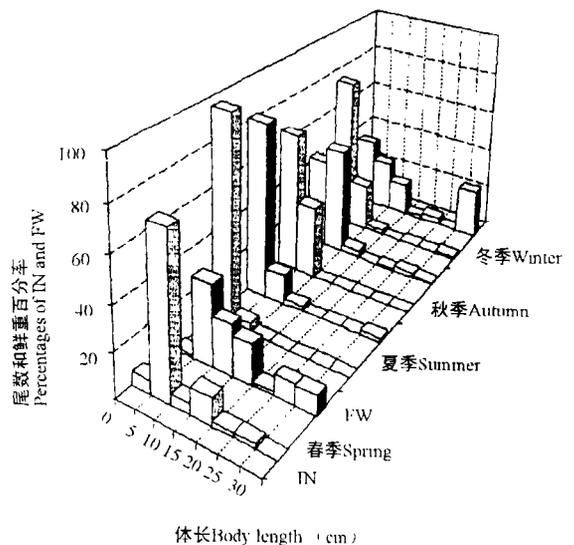


图 1 广西英罗港红树林缘潮水中各季节游泳动物尾数 (IN) 和鲜重 (FW) 随体长的百分分布

Fig. 1 The percent distributions of individual number (IN) and fresh weight (FW) with body lengths for the seasonal nekton collections from the mangrove-fringed tidal waters of Yingluo Bay, Guangxi

表 2 广西英罗港红树林缘潮水中四个季节游泳动物的尾数 (IN), 鲜重 (FW) 和统计量

Table 2 The individual numbers (IN), fresh weight (FW) and statistics of the nektons collected seasonally in the mangrove-fringed tidal waters of Yingluo Bay, Guangxi

序号 Order	种名 Species	春 Spring		夏 Summer		秋 Autumn		冬 Winter		合计 Total		频数 F									
		IN	FW (g)																		
1	金乌贼	1	500							1	500	1									
2	双喙耳乌贼							17	80	17	80	1									
3	火枪乌贼	48	86					5	12	53	98	2									
4	短蛸							1	131	1	131	1									
5	脊尾白虾	20	52	4945	525	180	420	145	128	5290	1125	4									
6	长毛对虾	16	152	309	93	3141	9122	274	825	3740	10192	4									
7	三疣梭子蟹					1	57			1	57	1									
8	海鲢					1	460			1	460	1									
9	斑鲈	1	34			54	1092	14	502	69	1628	3									
10	布伦青鳞鱼	10	97			212	656			222	753	2									
11	大眼青鳞鱼			74	179	32	075	4	32	74	183	32	107	2							
12	魮			5	100	3	732	13	160	5	113	3	892	2							
13	汉氏梭子蟹科	6	94	1	236	5	420	1	11	1	243	5	525	3							
14	中华小公鱼			89	942	13	156	36	548	28	393	48	22	126	538	41	571	3			
15	印尼小公鱼	420	1	728				13	774	20	600	360	749	14	554	23	077	3			
16	宝刀鱼					1	86			1	86	1	86	1							
17	齐头鳎			1	35					1	35	1	35	1							
18	杂食豆齿鳎			1	210					1	210	1	210	1							
19	勃氏银汉鱼	142	661	13	445	4	092			134	429	13	721	5	182	3					
20	圆颌针鱼	17	648	311	81	8	1	018	41	2	291	377	4	038	4						
21	边鲮	74	613	9	738	2	030	126	55	4	42	9	942	2	740	4					
22				1	96			2	305	3	401	2									
23	圆吻凡鲮	5	142	7	275	339	1026	33	651	384	2094	4									
24	前鳞骨鲮	4	148	10	478	12	328	3	63	29	1	017	4								
25	硬头骨鲮	10	465	6	315	6	145	19	51	41	976	4									
26	尖吻鲈					1	430			1	430	1									
27	双边鱼	1	621	1	1			1	992	2	524	1	994	3	146	3					
28	多鳞鱈	1	18					43	39	44	57	2									
29	游鳍叶鲷					1	16	1	13	2	29	2									
30	勒氏短须石首鱼					1	12	16	229	17	241	2									
31	杜氏鱼	5	53	2	18	1	053	839	2	15	1	062	925	4							
32	鹿斑鱼			927	426	80	230	107	132	1	114	788	3								
33	黑斑鱼			38	635	4	220	290	289	38	925	4	509	2							
34	五棘银鲈					4	15			4	15	1									
35	灰鳍鲷	1	98	1	1	700				2	1	798	2								
36	真鲷			6	210					6	210	1									
37	黄鳍鲷			11	445	6	539	1	89	18	1	073	3								
38	似鲱鲤			2	936	1	958			2	936	1	958	1							
39	条纹鸡笼鲷			1	24					1	24	1									
40	金钱鱼	8	561			13	591			21	1	152	2								
41	黄斑蓝子鱼			170	2	582	7	136		177	2	718	2								
42	带鱼					1	19			1	19	1									
43	云斑深虎鱼					1	36			1	36	1									
44	青斑细棘虎鱼					1	9			1	9	1									
45	绿斑细棘虎鱼					4	47			4	47	1									
46	中华鬼							5	3	5	3	1									
47	中华舌鲷			1	6					1	6	1									
48	短吻三刺	1	89							1	89	1									
49	月腹棘					1	276			1	276	1									
	合计 Total	791	6	860	241	922	74	203	55	578	66	661	3	574	9	806	301	865	157	530	\
密度	Density(尾/平方米)	0.008	0.069	2.419	0.742	0.556	0.667	0.036	0.098	3.019	1.575	\									
密度	Density(尾/立方米)	0.004	0.038	1.344	0.412	0.309	0.370	0.020	0.054	1.677	0.875	\									
种数	Number of speices	20		26		29		26		49		\									
平均重	Mean wt(克/尾)	8.7		0.3		1.2		2.7		0.5		\									

表 3 广西英罗港红树林缘潮水中游泳动物种类的相对重要值

Table 3 The relative importance values for the nekton species from the mangrove-fringed tidal waters of Yingluo Bay, Guangxi

序号 Order	春 Spring		夏 Summer		秋 Autumn		冬 Winter		全年 year	
	种类 Species	相对重要值 Relative importance value								
1	印尼小公鱼 <i>Stolephorus tri</i>	80.89	大眼青鳞鱼 <i>Harengula ovalis</i>	62.04	中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	76.77	双边鱼 <i>Ambassis</i> sp	86.21	中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	63.08
2	勃氏银汉鱼 <i>Atherina bleekeri</i>	10.46	中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	30.85	印尼小公鱼 <i>Stolephorus tri</i>	20.99	印尼小公鱼 <i>Stolephorus tri</i>	4.62	大眼青鳞鱼 <i>Harengula ovalis</i>	28.56
3	边鱼 <i>Hemiramphus limbatus</i>	5.06	黑斑 <i>Leiognathus daura</i>	4.25	长毛对虾 <i>Penaeus penicillatus</i>	2.12	长毛对虾 <i>Penaeus penicillatus</i>	3.88	印尼小公鱼 <i>Stolephorus tri</i>	4.03
4	圆颌针鱼 <i>Tylosurus strongylurus</i>	1.23	勃氏银汉鱼 <i>Atherina bleekeri</i>	1.43	/	/	圆颌针鱼 <i>Tylosurus strongylurus</i>	1.61	黑斑 <i>Leiognathus daura</i>	2.10
5	/	/	/	/	/	/	黑斑 <i>Leiognathus daura</i>	1.44	/	/

表中仅列出相对重要值≥ 1.00% 的种 Only the species with values more than 1.00% are listed.

变化度指数  $H$  秋季最低 (0.97), 其余 3 季节相近 (1.60~ 1.70), 优势度指数  $M$  夏季最高 (0.74), 秋季最低 (0.50), 春季和冬季相近 这跟丰富度指数

$D$  表 4 各季节英罗港红树林缘潮水中游泳动物群落的多样性指数

Table 4 The diversity index for the nekton communities collected seasonally in the mangrove-fringed tide waters in Yingluo Bay of Guangxi

	$D$ Richness index	$H$ Variety index	$M$ Dominance index	$J$ Evenness index
春 Spring	2.85	1.63	0.67	0.54
夏 Summer	2.02	1.6	0.74	0.49
秋 Autumn	2.56	0.97	0.5	0.29
冬 Winter	3.06	1.7	0.66	0.52
全年 Year	3.8	1.75	0.74	0.45

的关系相反, 说明  $M$  是多样性的反面即集中性的量度<sup>[18]</sup>。均匀度指数  $J$  秋季最低 (0.29), 其余 3 季节相近。这是由于秋季中华小公鱼和印尼小公鱼的数量达

表 5 世界某些红树林区鱼类群落种类多样性的比较

Table 5 Comparisons of species diversity for fish communities in some mangrove regions in the world

地区 Region	研究水域 Waters of study site	取样时间 Sampling time	研究地点水深 Water depth at study site (m)	网具 Type of net	网眼 Mesh size (cm)	鱼类种数 Total No. of species	变化度指数 Shannon-Wiener $H$	均匀度 Pielou evenness $J$	参考文献 Reference
马来西亚 Selangor, Malaysia	红树林内潮水 waters within mangrove forest	夏季 Summer 1977	1.2~ 1.6	刺网 Gill net	4	12	1.99 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	13
马来西亚 Selangor, Malaysia	红树林附近浅水域 Shallow waters adjoining mangrove	夏季 Summer 1977	2~ 5	袋网和拖网 Bag and trawl nets	1.0~ 2.0	61	2.33~ 2.68	0.73~ 0.77	15
马来西亚 Selangor, Malaysia	距红树林海岸约 10 km 10 km distant from mangrove shore	夏季 Summer 1979	5~ 15	拖网 Trawl net	3.1~ 4.3	55	2.05~ 2.38	0.68~ 0.74	14
美国佛罗里达 Florida, USA	红树林内潮水 waters within mangrove forest	6月 Jun 1984~ 5月 May 1985	0.8~ 0.9	拦网 Block net	0.3	64	2.44 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	2
中国广西 Guangxi, China	红树林外潮水 waters fringed by mangrove	夏季 Summer 1994	1.0~ 3.3	拦网 Block net	0.25	24	1.52	0.48	本文 This study

<sup>a</sup> 由文献数据计算得到。 Calculated based on the data from references.

50 322 尾, 占该季节鱼获总尾数 55 578 的 90.3%, 而另有 11 个种的尾数仅为 1, 尾数在种间的分布十分不均所至。

本文夏季鱼类群落的变化度指数  $H$  为 1.52, 均匀度  $J$  为 0.48 (表 5), 全年游泳动物的  $H$  为 1.75,  $J$  为 0.45 (表 4), 明显地小于马来西亚和佛罗里达红树林区 (表 5)。除了马来西亚和佛罗里达为热带的因素外, 英罗港红树林区群众对林区渔业资源的不合理利用亦是引起林区鱼类群落多样性低的重要原因<sup>[19]</sup>。

### 3.6 各种游泳动物跟红树林生境的关系程度

海洋动物跟红树林生境的内在联系多样而复杂, 例如它们可将红树林生境作为摄食地<sup>[1, 2, 13~ 15]</sup>, 幼苗场<sup>[3, 11]</sup>, 躲避天敌和逆境的场所<sup>[3, 12]</sup>。从表观上看, 可以认为在红树林生境数量大, 活动频繁的种跟红树林的关系较为密切。因此, 可以将各个种出现的季节频

度 ( $F$ ) 和各个种四季的总尾数 ( $T$ ) 结合起来探讨英罗港游泳动物跟红树林的关系 (表 6)

跟红树林生境关系较大的种有 2 类共 9 种。第一类, 在一定的季节大量活动于红树林区 ( $F \geq 2, T \geq 10^5$ )。这类种有 5 个: 大眼青鳞鱼、中华小公鱼、印尼小公鱼、勃氏银汉鱼、黑斑。第二类, 数量中等以上, 但 4 季节都在红树林缘活动 ( $F = 4, T \geq 10^4$ )。这类种有 4 个: 脊尾白虾、长毛对虾、边鱼和杜氏鱼。

表 6 游泳动物的种数随季节出现频度 ( $F$ ) 和四季总尾数 ( $T$ ) 的分布

Table 6 Distribution of nekton species counts with seasonal occurring frequency ( $F$ ) and total individual number of the four seasonal collections ( $T$ )

$F$	$T$						小计 Sub - total
	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	
1	19	1	0	1	0	0	21
2	3	4	2	1	2	0	12
3	0	2	0	3	2	1	8
4	0	2	2	4	0	0	8
小计 Sub - total	22	9	4	9	4	1	49

跟红树林生境关系不大的种有 20 个, 它们只出现于一个季节且数量少 ( $F = 1, T \leq 10^2$ )。它们可能是在追捕小型鱼类时偶然进入红树林缘浅水域的, 属偶见种。这 20 种游泳动物是: 金乌贼、双喙耳乌贼、短蛸、三疣梭子蟹、海鲢、宝刀鱼、齐头鳗、杂食豆齿鳗、尖吻鲈、五棘银鲈、真鲷、条纹鸡笼鲷、带鱼、云斑深 虎鱼、青斑细棘虎鱼、绿斑细棘 虎鱼、中华鬼、中华舌鳎、短尾三 和月腹刺。

其余的 20 个种跟红树林生境的关系程度中等 致谢

湛江水产学院海洋渔业系资源教研室的曹启华副教授帮助鉴定部分海鱼标本。山口国家红树林自然保护区英罗管理站的何汝琼先生协助海上工作, 特此致谢

### 参考文献

- 1 Odum E P, Heald R J. Detritus based food web of an estuarine mangrove community. In Cronin L E. Estuarine Research. New York - London Academic Press, 1975, 1: 256- 286.
- 2 Thayer G W, Colby D R, Hettler W F. Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in south Florida. Mar Ecol Prog Ser, 1987, 35: 25- 38.
- 3 Robertson AI, Duke N C. 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. Mar Biol, 1987, 96: 193- 205.
- 4 Macintosh D J. Fisheries and aquaculture significance of mangrove swamps, with special reference to the Indo -

- West Pacific Region. In: Muir J E, Roberts R J. Recent advances in aquaculture. Colorado Westview Press, 1982, 5- 85.
- 5 周时强, 李复雪. 福建九龙江口红树林上大型底栖动物的群落生态. 台湾海峡, 1986, 5 (1): 78- 85.
- 6 高世和, 李复雪. 九龙江口红树区底栖大型底栖动物的群落生态. 台湾海峡, 1985, 4 (2): 179- 191.
- 7 何明海, 蔡尔西, 徐惠州等. 九龙江口红树林区底栖动物的生态. 台湾海峡, 1993, 12 (1): 61- 68
- 8 韦受庆, 陈 坚, 范航清. 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, 1993, 9 (2): 45- 57.
- 9 陈 坚, 何斌源, 梁士楚. 广西英罗港红树林区水体浮游动物的种类. 广西科学院学报, 1993, 9 (2): 43- 44.
- 10 范航清, 陈 坚, 黎建铃. 广西红树林上大型固着污损动物的种类组成及分布. 广西科学院学报, 1993, 9 (2): 58 ~ 62
- 11 Vance D J, Haywood M D E, Staples D J. Use of a mangrove estuary as a area by postlarval and juvenile banana prawns, *Penaeus merguensis* de Man, in Northern Australia. Estuar Coast Shelf Sci, 1990, 31: 689- 701.
- 12 Heath A G, Turner B J, Davis W P. Temperature preferences and tolerances of three fish species inhabiting hyperthermal ponds on mangrove islands. Hydrobiologia, 1993, 259: 47- 55.
- 13 Sasekumar A, Ong T L, Thong K L. Predation of mangrove fauna by marine fishes. In Soepadmo E et al. Proceedings of the Asian symposium on mangrove environment-research and management. Kuala Lumpur, 1984, 378- 384.
- 14 Thong K L, Sasekumar A. The trophic relationships of the fish community of the Angsa Bank, Selangor, Malaysia. In Soepadmo E et al. Proceedings of the Asian symposium on mangrove environment-research and management. Kuala Lumpur, 1984, 385- 399.
- 15 Ong T L, Sasekumar A. The trophic relationship of fishes in the shallow waters adjoining a mangrove shore. In Soepadmo E et al. Proceedings of the Asian symposium on mangrove environment-research and management. Kuala Lumpur, 1984, 453- 469.
- 16 林 鹏, 尹 毅, 卢昌义. 广西红海榄群落的生物量和生产力. 厦门大学学报 (自然科学版), 1992, 31 (2): 200 ~ 202.
- 17 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶林的物种多样性特征. 生态学报, 1994, 14 (4): 337- 344.
- 18 马克平. 生物群落多样性的测量方法. 生物多样性研究的原理与方法. 钱迎倩, 马可平主编. 北京: 中国科学技术出版社. 1994, 141- 165.
- 19 范航清, 何斌源, 韦受庆. 传统渔业活动对广西英罗港红树林区渔业资源的影响与管理对策. 生物多样性, 1996, 4 (3): 167- 174.

(责任编辑: 蒋汉明)