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^{*}

范航清 何斌源 韦受庆
(广西红树林研究中心, 北海 536000)

摘 要 广西英罗港红树林区滩涂和光滩潮水中大型底栖动物和游泳动物曾很丰富。近 4 年来由于海鲜价格不断提高,林区的人为滥捕已使大型底栖动物和游泳动物的数量分别下降了约 60 %和 80 %。捕获方式有挖掘滩涂底栖动物,在红树林光滩潮水和林内潮沟进行网捕、炸鱼和毒鱼,网眼小至 0.25 cm。传统的捕获萎缩了生态食物网的通量,破碎了生境,威胁着种群的繁衍。由于红树林区的渔业多少是当地群众的生计,完全封闭滩涂进行保育目前不可能。为此建议对英罗港红树林区滩涂施行封滩轮育,同时加强公众教育。

关键词 传统渔业活动,影响,红树林渔业,封滩轮育

Influences of traditional fishing on the mangrove fisheries and management countermeasures in Yingluo Bay, Guangxi Province/ Fan Hangqing, He Binyuan, Wei Shouqing // CHINESE BIODIVERSITY. —1996,4(3) : 167 ~ 174

Benthic macrofauna and nektons used to be abundant on the tidal flats and mangrove exposed tidal waters in the mangrove zone of Yingluo Bay, Guangxi. However, their amounts decreased by about 60 % and 80 % respectively in the past four years. This was directly caused by human uncontrolled collection of the species that have increasing commercial values at the markets. The methods of collection included digging macrobenthos on tidal flats, netting, bombing and poisoning fish in mangrove-exposed tidal waters and water ways. The mesh size of the nets was usually as small as 0.25 cm. These traditional fishing activities extremely decreased the flow of matter and energy among the mangrove food web, fragmented animal habitats, and endangered the survival of populations. The mangrove fishery was whatever vital for the local residents, thus entire close of the mangrove tidal flat for conservation is impossible at present. So, a technique of turn flat-closed nursery was suggested for the management of the mangrove tidal flats in Yingluo mangrove area. Meanwhile, enhance of public education was also recommended.

Author's address Guangxi Mangrove Research Centre, Beihai 536000

Key words Traditional fishing, influence, mangrove fisheries, turn flat-closed nursery

红树林是位于陆海生态过渡带的潮间带木本植物群落。红树林生态系具有复杂的碎屑食物链^[1]和海洋动物良好的生存环境^[2、3],是近海渔业和滩涂养殖业的重要场所^[4],是目前全球生物多样性保护、湿地保护和持续利用的一项重要内容。80 年代以来,我国海岸红树林的破坏十分严重,已将约 2.5 万 hm^2 的红树林围垦,用于发展农业、盐业和滩涂养殖业^[5]。一方

^{*} 收稿日期:1995-04-26;接受日期:1995-11-30

^{*} 国际野生动物保护学会青年野外考察基金和广西科学院科学基金资助项目。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

面,危害红树林的活动屡禁不止,甚至成为某些地方政府职能部门的行为^{*}。另一方面,红树林区的群众又在过度利用红树林区丰富的渔业资源,对红树林生态系的保护构成极大的威胁。本文以广西山口国家红树林自然保护区英罗港核心区为例,考察红树林区主要经济动物在林区的分布生境和习性,人为捕获方式和强度,近年来渔业资源量的变化,探讨传统渔业活动影响红树林渔业资源的机理,在此基础上提出红树林区渔业资源的管理对策。为我国东南沿海红树林区渔业资源的保护,持续利用和最终建立红树林海洋农牧场提供科学依据。

1 调查地点自然概况

调查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)。该保护区是我国首批五大海洋自然保护区之一,1993年12月被列为“中国人与生物圈保护区网络”的首批成员,1994年11月列为我国首批重点保护湿地。该地区属北热带到南亚热带过渡区,年均气温22.4℃,极端最高气温37.4℃,极端最低气温-0.8℃。

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6m,平均树龄70a,生长密度0.74株/m²,支柱根发达^[6]。从陆岸林缘到海向林缘林带宽500~800m,红树林面积约89hm²。林内潮沟发达,沟宽28m(靠海堤)~76m(海向林缘潮沟口),涨潮时潮沟水深1.6~2.5m,最大潮时水深可达3.5m左右。光滩(林外无红树林生长的滩涂,退潮时完全暴露)宽900~1200m,泥沙质或沙质,滩涂上底栖动物和红树植物腐叶丰富。涨潮时大部分光滩的水深在3.5m左右,最大潮时水深可达4.5m。林内滩涂,潮沟和光滩都是当地群众开展渔业活动的重要场所。英罗港潮汐为全日潮,平均潮差2.53m,最大潮差6.25m,海水年平均盐度28ppt^[7]。

2 调查方法

大型底栖动物的资料来自于多年的实地考察。红树林光滩潮水中游泳动物的种类和数量为1994年的拦网调查结果(另文发表)。通过实地考察和群访,了解林区渔业资源人为利用的现状。

3 结果

3.1 主要经济动物的种类多样性

3.1.1 大型底栖经济动物 星虫纲的光裸星虫(*Sipunculus nudus*)和可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)是广西英罗港红树林区最重要的经济种。光裸星虫主要分在红树林外泥沙质滩涂,性成熟期在12月至次年2月,这时滩涂上光裸星虫的个体最大,数量最多;夏季个体和数量明显减少。可口革囊星虫是红树林滩涂的永久性居住者,大多栖于内滩和中滩的林下滩涂。

青蛤(*Cyclina sinensis*)、大竹蛏(*Solen grandis*)、褐蛤(*Didimacar tenebrica*)、文蛤(*Meretrix meretrix*)、河蚶(*Corbicula fluminea*)、短偏顶蛤(*Modiolus flavidus*)和薄片镜蛤(*Dosinia laminata*)是英罗港红树林区生物量较大的经济贝类,是当地群众挖掘的主要对象。青蛤、文蛤、短偏顶蛤、薄片镜蛤分布于红树林潮沟口和林外整个光滩。大竹蛏,河蚶较多地分布在潮

* 张社光.生态学家联名建议保护福田“绿色长城”.中国生态学会通讯,1994,(3):7~8;
柯文仲等.红树林屡遭残害违法者难辞其咎.中国环境报,1994-12-24

沟口和潮沟口附近光滩。栖于潮沟口光滩的腕足动物海豆芽(*Lingula anatina*)也是群众挖掘的对象。

热带、亚热带海岸红树林湿地是甲壳动物锯缘青蟹(*Scylla serrata*)重要栖息地之一。青蟹的生活史经过蛰状幼体、大眼幼体、早期稚蟹、后期稚蟹(亚成蟹)和成蟹等发育阶段^[8]。红树林区成蟹一般居于洞内。涨潮时各期青蟹均会在红树林区觅食。

英罗港红树林区底栖经济鱼类种类不多,重要的有中华乌塘鳢(*Bostrichthys sinensis*)、弹涂鱼(*Periophthalmus cantonebsis*)和鲷鱼(主要种为梭 *Liza haematocheila* 和圆吻凡鲷 *Valamugil seheli*)。中华乌塘鳢为半咸淡水肉食性鱼类。英罗港红树林区的弹涂鱼主要活动于红树林潮沟两岸和林内低洼滩涂。弹涂鱼栖息于土壤洞穴和红树林根系间,是红树林区典型的植食性鱼类^[4]。鲷鱼是以植物性饵料为主的杂食性鱼类,主要食物是有机碎屑和单胞藻类^[4]。在英罗港红树林区,鲷鱼大量生活于淤泥质潮沟。

3.1.2 红树林光滩的游泳动物 随潮水进入红树林光滩的游泳动物 49 种,隶属 42 属 35 科 3 纲。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。4 季平均为每网(水体面积 10 hm²) 75 466 尾,39.38 kg(表 1)。鱼获中最常见、数量较大的有中华小公鱼(*Stolephorus chinensis*)、大眼青鳞鱼(*Harengula ovalis*)、印尼小公鱼(*Stolephorus tri*)、双边鱼(*Ambassis* sp.)、边鲷(*Hemirhamphus limbatus*)、黑斑 (*Leiognathus daura*)、圆颌针鱼(*Tylosurus strongylurus*)和勒氏银汉鱼(*Atherina bleekeri*)等。

表 1 广西英罗港红树林光滩四个季节游泳动物的尾数(IN),鲜重(FW)和多样性指数(每网 10 hm²水面, 1994 年)

Table 1 The individual numbers (IN), fresh weight (FW) and diversity of the nektons collected seasonally in mangrove-exposed tidal waters of Yingluo Bay, Guangxi (per net of 10 hm² water area in 1994)

季节 Season	春 Spring		夏 Summer		秋 Autumn		冬 Winter		合计 Total	
项目 Item	IN	FW(g)	IN	FW(g)	IN	FW(g)	IN	FW(g)	IN	FW(g)
数量 Quantity	791	6860	241 922	74 203	55 578	66 661	3574	9806	301 865	157 530
种数 No. of species	20		26		29		26		49	
H Variety index	1.63		1.60		0.97		1.70		1.75	
J Evenness index	0.54		0.49		0.29		0.52		0.45	

3.2 人类经济活动对生物多样性的破坏

广西英罗港红树林区群众对林区海洋动物的捕获由来已久,但过去的规模和强度都很小,一般为儿童和妇女的副业活动。进入 90 年代,随着广西沿海经济的崛起和海鲜价格的猛涨,红树林区的传统渔业活动达到前所未有的规模。

3.2.1 对大型底栖经济动物的挖掘 贝类因栖息于滩涂浅层,移动性差,老幼均能挖捕。光裸星虫常栖于 50 cm 以下的沙泥滩,可口革囊星虫一般栖于 40 cm 以下的林内较坚实的泥质滩涂,所以挖捕时需花费较大的体力。中华乌塘鳢和弹涂鱼用专门的笼捕。青蟹的捕捉需较高的捕获技术,所以只有一些经验丰富的群众在林内滩涂专门捕获。

英罗港海区为全日潮,每月除 2~3 天因潮水退不干外,其他日子均能从事捕获活动。每天进入英罗港红树林区挖掘动物的人数平均在 100 人左右。冬季光裸星虫盛产时可高达

1000 多人。平均来看,滩涂被翻过一遍的时间,林外约 20 d,林内约 45 d。光裸星虫在夏季数量少,每人每天可挖 1.5 ~ 2.0 kg,冬季可得 3 kg,个别有经验的群众冬季每天可得 9 kg。1 kg 的光裸星虫 1994 年的市零售价在 12 元左右。1994 年 7 月,随机给定样地,请 2 位当地群众挖掘光裸星虫,30 min 共获 21 条,256 g。同月,一位年 86 岁的年迈妇女从早 6:30 ~ 9:30 在红树林区赶海挖贝类,3 h 共获动物 3103 g,其种类和鲜重组成为:短偏顶蛤 91 个,513 g;海豆芽 22 条,34 kg;大竹蛭 1 个,9 g;文蛤 5 个,52g;薄片镜蛤 42 个,145 g;青蛤 425 个,2330g。可口革囊星虫主要分布在红树林下的泥质滩涂,每天进入林内挖掘的人数平均不少于 50 人。所以挖掘可口革囊星虫的活动对红树林影响较大。群众在挖掘中从来不分动物个体的大小,见者皆获。

红树林滩涂上大量的底栖螺,如拟蟹守螺(*Cerithidea* spp.)过去从来没人利用,但近年来已被大量收购,每公斤 0.3 元左右。这些底栖螺粉碎后作为对虾养殖的补充饵料。这些底栖动物是林区和近海肉食动物的食物,底栖动物生物量的减少直接降低了高营养级动物种群的数量。

3.2.2 对游泳动物的捕获 英罗港红树林外滩涂如今到处是大拦网,网长几百米到几公里,网眼小至 2.5 mm,不分大小地滥捕随潮水进入红树林区的海洋鱼类。此外,在红树林区的毒鱼、电鱼和炸鱼活动也日趋严重。据了解,每年冬季刮北风时,红树林近海区均有人炸鱼,平均每天炸一炮,时间大多在涨潮期的傍晚或凌晨。少时一炮有几十斤鱼,多时一炮上千斤。在距红树林约 1 km 的海区上,1994 年 12 月 13 日有人一炮炸得近万斤鱼,种类主要是斑鰆(*Clupanodon punctatus*),每尾重约 40 g,显然是幼鱼。炸鱼对红树林区的渔业资源而言,破坏是毁灭性的。红树林区的毒鱼大多于退潮时在潮沟进行,一般 2 ~ 3 个月一次。药品是茶麸,受害种类主要是鲷鱼,这种鱼喜栖于红树林潮沟污泥底,活动能力强,用别的方法难以捕获。每次毒鱼少则几百斤,多则 2 ~ 3 千斤。

3.3 破坏性人为利用的后果

3.3.1 产量下降 群众普遍反映,英罗港红树林区滩涂上底栖动物的产量比 4 年前下降了至少 60%;1994 年在同地点、同拦网面积、同网具所获的大鱼产量为 1990 年的 15%,收入为 1990 年的 40%左右。1994 年的拦网调查中,虾和体长超过 15 cm 以上的大鱼具有较大的商业价值,但它们的数量并不多,鲜重每网一般不超过 5 kg。据群众介绍,每网大鱼鲜重高达 100 ~ 150 kg 的情况亦有,但次数极少,它跟鱼汛和气候有关。拦网鱼获的平均市场价格 1994 年比 1990 年至少高 1 倍。拦网收入(P)由鱼获产量(B)和鱼的市场价格(V)决定,于是有:

$$1990 \text{ 年收入为} \quad P_{90} = B_{90} \cdot V_{90} \quad (1)$$

$$1994 \text{ 年收入为} \quad P_{94} = B_{94} \cdot V_{94} \quad (2)$$

$$(1) \text{ 式和 } (2) \text{ 式的比得:} \quad B_{94} = (P_{94} \cdot V_{90} / P_{90} \cdot V_{94}) B_{90} \quad (3)$$

$$\text{已知} \quad P_{94} = 0.4 P_{90}, \quad V_{94} = 2 V_{90} \quad (4)$$

$$\text{将 } (4) \text{ 式代入 } (3), \quad \text{则有: } B_{94} = 0.2 B_{90} \quad (5)$$

(5) 式表明,1994 年广西英罗港红树林区的渔业产量比 1990 年下降了 80%。可见滥捕红树林区的鱼类,已导致渔业资源的急剧下降。

3.3.2 多样性指数低 英罗港红树林光滩潮水中,游泳动物和鱼类群落的多样性指标和它们的计算式如下^[9,10]:

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

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

式中, n_i 为第 i 种的尾数, P_i 是 i 种的尾数 n_i 占总尾数 N 的比例 (即 $P_i = n_i / N$), S 为鱼获中种的数量。

夏季英罗港红树林光滩潮水中的鱼类群落的 H 为 1.52, J 为 0.48 (表 2), 全年游泳动物的 H 为 1.75, J 为 0.45 (表 1), 明显地小于夏季马来西亚同一地区不同红树林水域和佛罗里达红树林内潮水全年的鱼类群落的多样性 (表 2)。马来西亚和佛罗里达均为热带, 热带海区的海洋动物多样性比亚热带的高, 但英罗港红树林区群众对林区渔业资源的不合理利用, 无疑会导致林区鱼类群落多样性的下降。

表 2 世界某些红树林区鱼类群落种类组成和多样性的比较

Table 2 Comparisons of species composition and diversity of fish communities in some mangrove regions in the world

地区 Region	马来西亚 Selangor , Malaysia	马来西亚 Selangor , Malaysia	马来西亚 Selangor , Malaysia	美国佛罗里达 Florida ,USA	中国广西 Guangxi , China
研究水域 Waters of study site	红树林内潮水 Tidal waters within mang- rove forest	红树林附近浅 水域 Shallow waters adjoining mangrove	距红树林海岸 约 10 km ca 10 km off mangrove shore	红树林内潮水 Tidal waters within magrove forest	红树林外潮水 Tidal waters fringed by mangrove
取样时间 Sampling time	夏季 Summer 1977	夏季 Summer 1977	夏季 Summer 1979	6 月 Jun1984 ~ 5 月 May1985	夏季 Summer 1994
研究地点水深 Water depth at study site	1.2 ~ 1.6 m	2 ~ 5 m	5 ~ 15 m	0.8 ~ 0.9 m	1.0 ~ 3.3 m
鱼类种数 Total No. of species	12	61	55	64	24
变化度指数 Shannon- Wiener H	1.99 ^a	2.33 ~ 2.68	2.05 ~ 2.38	2.44 ^a	1.52
均匀度 Pielou evenness J	0.80 ^a	0.73 ~ 0.77	0.68 ~ 0.74	0.69 ^a	0.48
参考文献 Refer- ence	11	12	13	2	本文 this study

a: 由文献数据计算得到 Calculated based on the data of the references

4 讨论

4.1 食物网通量的萎缩

红树林区的大多数大型底栖动物主要以浮游动物、浮游植物和红树林碎屑为食^[14], 有的还直接啃食红树植物^[15、16], 亦有部分种类肉食和杂食。这些动物直接受益于红树林生境, 跟红树林的关系密切。红树林有机物对近海岸水域食物网的贡献至少有三种直接的方式^[11]: 第一, 红树植物凋落物成为碎屑食物网 (Detrital based food web) 的基础; 第二, 红树林区的无脊椎动物排放到红树林附近浅水域中的幼虫是食浮游生物鱼类和其他动物的饵料; 第三, 浅海鱼类在高潮时随潮水进入红树林区摄取红树林的无脊椎动物。总之, 红树林区的动物作为一个整体, 跟红树林的食物关系比非经红树林区动物跟红树林的关系密切得多。红树林对林区动物的作用是其它海洋生态系无法替代的。

我们虽然没有开展红树林区动物的食性分析工作,但国外关于红树林生态系食物网方面研究的大量事实,有助于我们探讨人为活动对广西英罗港红树林区食物网的简化效应。

广西英罗港红海榄植物群落的年凋落物量为 0.63 kg/m^2 。林区大型底栖动物有 112 种 (1994 年新记录 1 种), 密度 301.3 个/m^2 , 生物量鲜重为 147.2 g./m^2 [7]; 浮游植物有 97 种, 密度 $1759.8 \times 10^3 \text{ cell/m}^3$ [17]; 浮游动物有 26 种 [18]; 红树林上固着动物丰富 [19]。英罗港红树林光滩潮水中的 49 种游泳动物在活动区域上主要属于第三类, 过访种类 (Visiting species) 在食性上一般三类均有。用这些有限的资料, 可以非常粗略地描绘出广西英罗港红树林区食物网轮廓 (图 1)。由图 1 可看出, 群众的捕获移走了作为游泳动物主要饵料的大型底栖动物和游泳动物本身, 使食物网上的物质和能量减少, 食物网支持高营养级动物的能力下降, 进而影响到近海渔业。

4.2 生境的破碎

红树林区是许多海洋生物幼虫、幼体的生长发育地和成体的栖息场所 [20,21]。英罗港红树林区群众长年不断的挖掘活动, 严重地破碎了滩涂生境的完整性, 破坏了生境的稳定性, 极大地妨碍了海洋动物的正常生长发育, 使产量明显下降。人为的捕获强度已不比动物的捕食强度低, 再加人为挖掘活动使整个滩涂土壤的结构不时地发生变化, 对底栖动物的生存环境的影响是非常强烈的。Reise 曾用 1 mm 网眼的网笼比较网笼滩涂和自然滩涂大型底栖动物密度和种类的差异, 结果发现经过 2~6 个月的处理, 网笼滩涂因无表栖动物捕食者的侵入, 大型底栖动物的密度比自然滩涂的大 $4.02 \sim 10.35$ 倍, 种类数多 $1.19 \sim 3.11$ 倍 [22]。可见捕食对滩涂大型底栖动物现存量的影响十分显著。

4.3 动物种群繁衍的危机

群众对红树林区大型底栖动物不分大小的皆捕, 以及用小网目拦网捕获游泳动物、炸鱼和毒鱼等, 减少了动物的亲体数量, 进而降低了动物群体的排卵量。绝大部分潮间带和近海海洋动物在繁殖上属 r 生态对策, 它们通过大量的排卵增加种群在恶劣环境下繁衍的机会。红树林区和近海水域海洋动物卵量的减少降低了各个种群繁衍生存的机会。对幼体皆捕, 实际上是提前捕获潜在的亲体群体, 加剧了红树林区海洋动物种群的生存危机。

5 管理对策

5.1 管理技术措施

根据传统渔业活动对英罗港红树林区渔业资源的危害机理, 建议对红树林区的部分滩涂

图 1 广西英罗港红树林生态系的食物网概略示意图 (黑箭头表示重要食物链, 细箭头表示次要食物链)

Fig. 1 An outline of the food web for the mangrove ecosystem in Yingluo Bay, Guangxi (The important food chain is shown by black arrows, less important food chain by narrow arrows)

进行封滩培育,保证一部分滩涂生境的完整性,以免林区所有滩涂在同一时期内遭受人为的同时干扰,生境破碎过甚。封滩培育在地点上可是移动性的。如封滩一年后的滩涂向群众开放,同时将原先开放的滩涂封存,笔者将之定义为“封滩轮育”(Turn flat-closed nursery)。这种做法一方面保证红树林区在食物上具备相当的支持高营养级动物的能力,另一方面群众在开放后的封滩地点可捕获到个体较大,经济价值高的经济动物。

严禁捕获滩涂上商业价格低廉的底栖动物,它们是游泳动物的食物,经过食物链的转化,它们可产生更大的经济效益。

针对英罗港红树林区,制定各种经济动物的捕获规格和网具的网目大小,杜绝毒鱼、电鱼活动,以保证种群繁衍的安全数量。

5.2 加强宣传教育

广西是一个社会经济和教育发展水平都较低的少数民族地区,单靠行政命令来保护红树林区的渔业资源其效果是有限的。解决保护问题的根本出路在于提高干部群众的文化素质和生态保护意识,使合理利用红树林渔业资源成为人们的自觉行为。目前英罗港红树林自然保护区每天一般有 50~100 人旅游,多时可达 1500 人。可以将本保护区的动物植物资源、资源分布、资源的作用、生物的行为生态、保护事宜、发展规划等建立多媒体数据库,并用计算机触屏技术向游人开放。

在宣传的同时,政府应大力支持诸如红树林区海洋渔业资源的培育和生态养殖、红树林海洋动物公园建立、红树林区的生态旅游等持续利用红树林渔业资源的基础研究和技术开发,用事实和示范表明红树林及其生境的经济价值,唤起公众的重视,鼓励公众参与恢复红树林生态系的行动。

参 考 文 献

- 1 Odum E P, R J Heald. Detritus based food web of an estuarine mangrove community. In: Cronin L E(ed), *Estuarine Research*, New York: Academic Press, 1975, 1: 256~286
- 2 Thayer G W, D R Colby, W F Hettler. Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in south Florida. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1987, 35: 25~38
- 3 Robertson A I, N C Duke. 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(eds.), *Recent Advances in Aquaculture*, Colorado Westview Press, 1982, 5~85
- 5 范航清. 成立“中国红树林研究中心”的必要性和中心的任务. 广西科学院学报, 1993, 9(2): 121~129
- 6 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
- 7 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): 45~47
- 8 Hill B J, Williams M J, Dutton P. Distribution of juvenile, subadult and adult *Scylla serrata* (Crustacea: Portunidae) on tidal flats in Australia. *Mar. Biol.*, 1982, 69(2): 117~120
- 9 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
- 10 马克平. 生物群落多样性的测量方法. 见: 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法, 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 141~165

- 11 Sasekumar A, T L Ong, K L Thong. Predation of mangrove fauna by marine fishes. In: Soepadmo E et al. (eds.), *Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment —Research and Management*, Kuala Lumpur, 1984, 378 ~ 384
- 12 Ong T L, A Sasekumar. The trophic relationship of fishes in the shallow waters adjoining a mangrove shore. In: Soepadmo E et al. (eds.), *Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment —Research and Management*, Kuala Lumpur, 1984, 453 ~ 469
- 13 Thong K L, A Sasekumar. The trophic relationships of the fish community of the Angsa Bank, Selangor, Malaysia. In: Soepadmo E et al (eds.), *Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment —Research and Management*, Kuala Lumpur, 1984, 385 ~ 399
- 14 Wells F E. Comparative distribution of macromolluscs and macrocrustaceans in a North Western Australia mangrove system. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 1984, **35**(6): 591 ~ 596
- 15 Robertson H I. Leaf-burying crabs: their influence on energy flow and export from mixed mangrove forests (*Rhizophora* spp.) in Northeastern Australia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1986, **102**(2): 237 ~ 248
- 16 Smith T J III. Effects of seed predators and light level on the distribution of *Avicennia marina* (Orsk.) Vierh in tropical tidal forests. *Estua. Coast. Shelf Sci.*, 1987, **25**(1): 43 ~ 51
- 17 陈坚, 范航清, 陈成英. 广西英罗港红树林区水体浮游植物种类组成和数量分布的初步研究. 广西科学院学报, 1993, **9**(2): 32 ~ 33
- 18 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
- 19 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
- 20 Dittel A I, C E Epifanio. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1990, **65**(1): 25 ~ 34
- 21 Wehrtmann I S, I Dittel. Utilization of locating mangrove leaves as a transport mechanism of estuarine organisms, with emphasis on decapod crustacea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1990, **60**(1): 67 ~ 73
- 22 Reise K. Ecological Studies 54. In: Billings W D et al. (eds.), *Tidal Flat Ecology —An Experimental Approach to Species Interactions*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1985: 85 ~ 91