

广西英罗港红树植物种群的分布

温远光¹, 刘世荣², 元昌安³

(1. 广西大学林学院, 南宁 530001; 2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 3. 广西师范学院, 南宁 530001)

摘要: 用生态样带和连续取样方法研究了广西英罗港红树植物种群的分布, 结果表明: 在 360m 长的生态样带中, 从内滩海堤到外滩(无红树林的光滩), 土壤的机械组成、养分和盐分含量均存在明显的梯度变化, 0~20cm 土壤的有机质、全氮、水解氮、全磷、速效磷、全盐分别是 1.11%~6.67%, 0.021%~0.136%, 41.6~203.7mg/kg, 0.0087%~0.0309%, 2.78~14.32mg/kg 和 10.20‰~31.12‰; 土壤砂粒、粉粒和粘粒分别是 57.3%~89.6%, 8.1%~29.0% 和 2.3%~13.7%, 除土壤砂粒含量与距离呈正相关外, 其它测定因子均表现为负相关关系。随着与海堤距离的加大, 红树植物种群的分布出现明显的差异。在距岸 240~340m 的滩面, 以桐花树种群的重要值最高, 其重要值指数变化在 91.66~175.02 之间, 向陆地演进, 其种群的重要值逐渐减少; 在 40~230m, 红海榄种群占居明显优势, 其重要值指数为 110.66~264.86; 在距岸 0~30m 的海滩, 以木榄种群占优势, 其重要值指数为 213.16~250.53; 白骨壤种群和秋茄种群的重要值都较低, 这主要是它们的种群密度低所致。红树植物种群的分布表现为典型的过渡替代的交错分布, 从海堤到外滩, 木榄种群取代红海榄, 红海榄种群取代桐花树, 桐花树种群取代白骨壤, 这种交错分布是通过连续演替方式实现的。集合环境梯度分析表明, 由海堤到外滩, 白骨壤种群和桐花树种群沿集合环境梯度分布的峰值为 1, 秋茄的峰值为 2.5, 红海榄的为 7, 木榄为 10。说明白骨壤种群和桐花树种群为向陆递减分布, 属先锋种群; 木榄为向海递减分布, 属演替后期种群; 秋茄和红海榄则为钟形分布, 属演替中期种群。建立的红树植物种类-环境关系的回归模型, 符合大面积海滩红树植物种群分布为过渡替代的交错分布的规律。生态样带和连续取样方法适用于红树林演替调查, 是研究物种种群分布规律的好手段。

关键词: 红树植物; 种群; 交错分布; 回归模型; 广西

The Population Distribution of Mangrove at Yingluogang of Guangxi, China

WEN Yuan-Guang¹, LIU Shi-Rong², YUAN Chang-An³ (1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530001, China; 2. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 3. Guangxi Normal College, Nanning 530001, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22 (7): 1160~1165.

Abstract: The spatial distributions of mangrove populations were studied at Yingluogang of Guangxi, China, by continuous sampling along 360m long strips. The main results are as follows: (1) The soil texture, nutrients and salt content vary remarkably along the sampling strip, from the inner seawall to the outer bare beach where no mangrove occurs. The values of organic matter, total nitrogen, hydrolysable nitrogen, total phosphorus, available phosphorus and total salt are 1.11%~6.67%, 0.021%~0.136%, 41.6~203.7mg/kg, 0.0087%~0.0309%, 2.78~14.32mg/kg and 10.20‰~31.12‰, respectively. (2) The contents of sand, slit and clay in the soils are 57.3%~89.6%, 8.1%~29.0% and 2.3%~13.7%, respectively. The sand content increases along the strip from the inner seawall to outer bare beach, while the other soil traits change in the opposite direction. (3) The distribution pattern of *Mangrove* population

基金项目: 国家“九五”科技攻关专题资助项目(96-007-04-06)

李信贤、和太平、梁宏温、黄承标等参加野外调查, 何斌、梁宏温等提供土壤分析数据, 一并致谢。

收稿日期: 2002-06-10 日期: 2001-12-10

作者简介: 温远光(1957~), 男, 广西北流市人, 研究员。主要从事森林生态学、森林水文学、森林培育学等教学和研究。

veried obviously along the sampling strip. At the interval between 240m and 340m away from the seashore, *A. corniculatum* population has the highest IV (Important Value) with a range from 91.66 to 175.02 and thereafter its IV decreases gradually as it distributes in the direction towards lang. *R. stylosa* population becomes dominant at the interval between 40 and 230m away from seashore with the highest IV ranging from 110.66 to 264.86. *B. gymnorrhiza* population dominates at the range of 0-30 m away from seashore with the IV varying from 213.16 to 250.53, while *A. marina* and *K. candell* populations have a relatively low IV as a result of their low populaton density. Mangrove populations distribute in a transitional mosaic pattern from the seawall to the outer beach, with the following sequence of occurrence: *B. gymnorrhiza*, *R. stylosa*, *A. corniculatum*, and *A. marina*. This distribution pattern is the result of continuous succession processes. (4). Integrated environment gradient analysis illustrates the distribution peak value of *A. marina* and *A. corniculatum* populations are both 1, while *K. candell*, *R. stylosa* and *B. gymnorrhiza* populations are 2, 5, 7 and 10, respectively. This suggests that *A. Marina* and *A. corniculatum* are pioneer populations during ecological succession, *B. gymnorrhizais* is a latesuccession population, and while *K. candell* and *R. stylosais* are intermediate-stage populations. (5). The regression model based on the relatonship between mangrove and its environmental factors was established, showing a good representation of the spatial distribution pattern of mangrove populations. It is found that the strip and continue sampling methods are suitable for investigating spatial distribution and ecological succession of mangrove populations.

Key words: mangrove; plant population; mosaic distribution; regression model; Guangxi

文章编号: 1000-0933(2002)07-1160-06 中图分类号: 文献标识码: A

海岸潮间带红树林在热带亚热带特别是在高人口密度的东南亚国家、太平洋岛屿和澳大利亚海岸的港湾、海陆中间相区域或三角洲生态系统中具有明显的优势和发挥着重要的作用。在近 3 个世纪, 红树林及其生态系统遭到了生物和非生物因素的严重威胁, 那些高生产力的红树林区域已被开垦, 红树林生态系统也已迅速退化和萎缩。因此, 红树林及其湿地生态系统越来越受到国际社会的广泛关注。

植物种群的分布规律历来是生态学关注的焦点。关于红树植物种群的分布, 国际上有两种观点: 一是“决定论”, 二是“机缘论”^[1]。“决定论”认为红树植物种群的分布是按高程呈现明显的水平带状分布, “机缘论”则认为红树植物的分布并不一定呈现带状, 取决于原始地形的分布的偶然性。国内对红树植物种群分布进行过大量的研究, 认为带状分布与偶然性分布均有存在^[1~3]。本文采用样带和连续取样方法揭示红树植物种群在潮间带分布的规律性。

1 材料与方法

1.1 研究区的自然条件

研究地区位于广西合浦县英罗港, 位于 21°28'N, 109°43'E, 山口红树林生态国家级自然保护区内, 2000 年 6 月, 该保护区已被纳入联合国教科文组织世界生物圈保护区网络。年平均气温 22.4℃, 极端最高气温 37.4℃, 极端最低气温 -0.8℃。雨量充沛, 年平均降水量 1816.5mm。年平均相对湿度 81.8%。英罗港的红树林面积约为 80 hm²。

1.2 种群调查及重要值指数的计算

在调查区无潮沟分割的平缓滩面设立一条与海岸线垂直, 穿越整个红树林区的调查样带。样带长 360m, 宽 5m。其中光滩长 20cm, 红树林滩长 340cm。把红树林滩样带分成 34 个 10m×5m 的连续小样方, 对小样方的所有植物进行全面调查, 测定每个种的个体数、树高、胸径(基径)和盖度。参照植物重要值指数的计算方法^[4], 以相对密度、相对盖度和相对优势度之和表示植物种的重要性。

1.3 土壤环境因子的测定

在种群调查数据, 分别在红树林滩 10m、100m、260m、300m 和 330m 样带处及光滩(360m)用取土器采集土壤样品, 测定土壤的理化性质。土壤机械组成用氢氧化钠分散土壤后, 用比重计法测定; 土壤有机

质、水解氮、全磷、速效磷和盐分含量按常规方法测定^[5];全氮用硫酸-高氯酸消化-氨电极法测定^[6]。

1.4 植物种群环境梯度指数的确定^[7]

根据表 2 中的回归方程和各样方的距离计算出各小样方的有机质、水解氮、全磷、速效磷等 8 个土壤因子的理论值,将每个土壤因子从高到低转换为 10 个梯度级。根据因子补偿原理,将上述 8 个土壤因子综合为集合环境梯度,即:

$$G_C = 1/8\{G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 + G_7 + G_8\}$$

式中, G_C 、 G_1 、 G_2 、 G_3 、 G_4 、 G_5 、 G_6 、 G_7 、 G_8 、分别为集合环境梯度、有机质梯度、全氮梯度、水解氮梯度、全磷梯度、速效磷梯度、全盐梯度、粉粒梯度和粘粒梯度。将集合环境梯度分为 1~10 共 10 个梯度,把属于同一梯度值的样地归并在一起,然后计算某一植物种在各个梯度级的重要值指数,计算方法为:

$$IVI_j = \sum_{i=1}^{n_j} \overline{IVI} \cdot P_j$$

式中, IVI_j 为某种植物在第 j 梯度的重要值指数; n_j 为第 j 梯度的样地数; $\overline{IVI}$ 为某种植物在第 j 梯度中的平均重要值指数; P_j 为某种植物在第 j 梯度各样地的存在度。

1.5 种类-环境关系的二次回归分析^[8]

以集合环境梯度为自变量,种类的梯度重要值指数为因变量,进行二次回归。回归方程为:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$$

式中, y 为植物种的梯度重要值指数(IVI_j); x 为环境因子值(集合环境梯度值)。

2 结果

2.1 英罗港红树林海滩地形及土壤因子的变化

英罗港红树林海滩除被几条潮沟分割外,滩面平缓完整,从外滩到内滩,坡度一般为 0.5‰~1.0‰。表 1 是英罗港海滩及红树林滩面土壤理化性质的变化。表 1 显示,从堤岸向外滩,土壤中的砂粒含量逐渐提高,而粉粒和粘粒的含量逐渐降低,从而导致了土壤质地的分异。光滩为砂土,而内滩则为壤土。无论是表层(0~20cm)土壤还是下层(20~40cm)土壤,其土壤颗粒含量的变化均为砂粒(2~0.05mm)>粉粒(0.05~0.002mm)>粘粒(< 0.002mm)。土壤有机质、全氮、全磷、水解氮、速效磷 5 种养分与盐分含量的变化呈相似的规律。即由外滩到内滩,其含量明显增加,如 0~20cm 土层,有机质含量增加 5 倍、全氮增加 5.5 倍、全磷增加 2.28 倍,水解氮和速效磷分别提高 3.9 倍和 3.1 倍,盐分也提高了近 2.0 倍(表 1)。由此可见,从外滩到堤岸,土壤的机械组成、养分和盐分含量均存在明显的连续梯度变化。

根据 8 种数学公式^[3]拟合结果(表 2),这些土壤因子与由内滩海堤到外滩的距离存在着极紧密的相关关系,除砂粒含量与距离呈正相关外,其它测定因子均表现为负相关。这种土壤因子与距离的极紧密的相关,说明在英罗港红树林海滩,土壤因子的变化是逐渐过渡的。

2.2 红树植物种群个体的分布

在英罗港,红树植物种类主要是红海榄、木榄、桐花树、白骨壤和秋茄^[3]。图 1 是红树植物种群在海滩上的分布,显示了不同红树植物种群个体在海滩上分布的范围及数量。在 360m 的调查样带,白骨壤种群主要分布在 190~340m 地段,种群的个体密度一般为 10~30 株/50m²,最高为 53 株/50m²,峰值出现在 290~300m 和 240~250m,此外,在 40~50m 和 130~160m 有零星个体分布。桐花树种群的分布范围较宽,从 140~340m 均有连续分布,在 70~90m 和 40~50m 处仍有少数个体出现;个体数量分布出现多峰型变化,主峰在 310m 和 230m,种群密度很高,一般为 180~300 株/50m²,最高达 440 株/50m²。秋茄种群在 150~330m 呈连续分布,150m 以下极少出现;秋茄种群个体的密度与白骨壤种群相似,一般为 10~30 株/50m²,最高为 41 株/50m²,出现在 230~250m。红海榄是英罗港分布最广的红树植物种群,从 0~330m 都有分布,种群个体密度也出现多峰型变化,峰值主要出现在 30~70m。木榄种群分布的范围,多在 0~150m,峰值出现在 0~20m,在海堤前沿形成一个明显的分布带,最大密度为 322 株/50m²,但其成年个体很少,绝大多数属幼年个体。在数据 200m,个体数量急剧减少,并消失于 210m 以外的地段。

表 1 英罗港海滩土壤理化性质的变化

Table 1 The soil physical and chemical properties in the beach at Yingluo bay										
与堤岸的 距离*	土深	有机质	全氮	水解氮	全磷	速效磷	全盐	砂粒	粉粒	粘粒
Distance	Depth	Organic	Total	Hydrolyzable	Total	Available	Total	Sand	Silt	Clay
(m)	(cm)	matter	nitrigen	nitrogen	phosphorus	phosphorus	salt	(%)	(%)	(%)
		(%)	(%)	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)	(%)	(%)	(%)
360	0~20	1.106	0.021	41.6	0.0087	2.78	10.20	89.6	8.1	2.3
	20~40	1.292	0.030	30.8	0.0102	3.65	12.42	87.4	8.6	4.0
330	0~20	1.588	0.036	78.0	0.0163	7.46	13.20	82.5	13.9	3.6
	20~40	1.423	0.024	39.5	0.0115	6.20	13.71	86.3	9.5	4.2
300	0~20	2.436	0.054	84.2	0.0187	9.27	14.36	76.3	18.2	5.5
	20~40	1.847	0.035	50.1	0.0129	8.05	16.85	78.2	15.7	6.1
260	0~20	3.010	0.058	96.3	0.0194	8.87	17.28	73.5	18.9	7.6
	20~40	2.312	0.037	56.6	0.0148	7.14	19.86	71.3	19.0	9.7
100	0~20	5.370	0.115	187.1	0.0263	12.15	25.17	53.6	34.6	11.8
	20~40	5.095	0.072	122.4	0.0235	9.42	23.14	65.0	24.7	10.3
10	0~20	6.672	0.136	203.7	0.0309	14.32	31.12	57.3	29.0	13.7
	20~40	7.353	0.119	153.3	0.0315	12.15	36.50	61.8	26.6	11.6

* 从内滩海堤到外滩的距离,Distance from inner-flat (bank) to out-flat

表 2 红树林滩涂 0~40cm 土层土壤因子与海堤到外滩的距离的关系

Table 2 Relations between soil factors(0~40cm) and distance from inner-flat bank to outside-flat			
土壤因子 Soil factors	回归方程 Regressions	R	F
有机质 Organic matter	$Y_o=7.82799e^{-0.00453588/D}$	-0.9900	148.22**
全氮 Total nitrogen	$Y_{tn}=0.13504e^{-0.0040934/D}$	-0.9902	150.05**
水解氮 Hydrolyzable nitrogen	$Y_{hn}=199.67290e^{-0.00364014/D}$	-0.9812	77.56**
全磷 Total phosphorus	$Y_{tp}=0.0319654e^{-0.002437/D}$	-0.9991	1688.87**
速效磷 Available phosphorus	$Y_{ap}=13.26773e^{-0.00180408/D}$	-0.9739	55.17**
全盐 Total salt	$Y_{ts}=33.63154e^{-0.0026027D}$	-0.9867	110.28**
砂粒 Sand	$Y_s=58.0657+0.00022658D^2$	0.9913	170.82**
粉粒 Silt	$Y_{si}=29.25917-0.0001534558D^2$	-0.9907	159.15**
粘粒 Clay	$Y_c=12.7513-0.000076126D^2$	-0.9848	96.67**

** $P<0.01$; $D=0\sim340m$

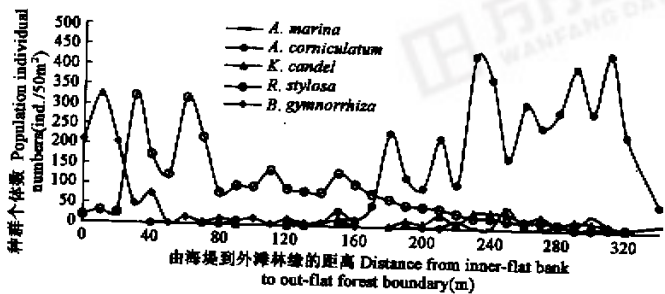


图 1 红树植物种群在海滩上的分布

Fig. 1 Distribution of mangrove plant populations along the beach

2.3 红树植物种群重要值的变化

表 3 是英罗港不同红树植物种群重要值随距离的变化。表 3 显示,在总长度为 340m 的红树林海滩样带上,红树植物种群的重要值出现明显的差异。在距岸 240~340m 的滩面,以桐花树种群的重要值最高,其重要值指数变化在 91.66~175.02 之间,向陆地演进,其种群的重要值逐渐减少。在 40~230m,红海榄种群占居明显优势,其重要值指数为 110.66~264.86。在距岸 0~30m 的海滩,木榄种群又取代红海榄,其重要值指数为 213.16~250.53。白骨壤种群和秋茄种群的重要值都较低,这主要是其种群密度较低所致。

表 3 红树植物种群的重要值随海滩距离的变化

Table 3 The changes of the important value of magerove plant populations along the beach

海堤至外滩的距离 Distance from inner- flat to out-flat (m)	红树植物种群的重要值 The important value of magerove plant populations				
	白骨壤 <i>A. marina</i>	桐花树 <i>A. corniculatum</i>	秋茄 <i>K. candel</i>	红海榄 <i>R. stylosa</i>	木榄 <i>B. gymnorrhiza</i>
340	134.02	165.98	0	0	0
330	41.87	175.02	28.03	55.09	0
320	50.29	160.49	37.06	52.16	0
310	76.65	135.49	51.31	36.55	0
300	40.31	153.33	68.36	38.00	0
290	43.85	131.52	51.32	73.31	0
280	24.41	123.91	74.90	76.74	0
270	32.70	127.80	61.24	78.25	0
260	52.05	91.66	69.00	87.29	0
250	28.64	132.81	62.00	77.53	0
240	21.96	131.36	78.30	68.23	0
230	39.99	94.46	39.19	126.34	0
220	12.68	118.54	49.35	110.66	8.74
210	26.20	90.23	29.30	143.64	10.63
200	24.65	93.94	48.41	132.99	0
190	0	121.75	14.06	133.71	22.41
180	0	83.67	0	216.33	0
170	19.36	28.05	41.70	197.91	14.49
160	23.55	34.38	33.99	179.12	28.95
150	0	25.98	0	241.72	32.30
140	0	20.03	23.74	229.48	26.76
130	0	27.25	21.24	215.14	36.35
120	0	0	0	267.87	32.13
110	0	0	0	249.69	50.31
100	0	39.55	25.90	213.52	29.99
90	0	25.80	0	234.89	39.31
80	0	11.53	0	260.52	27.95
70	0	0	0	264.21	35.80
60	19.57	0	0	264.86	13.15
50	12.49	11.7	0	170.88	104.91
40	0	0	0	237.05	62.95
30	0	0	0	86.84	213.16
20	0	0	0	75.23	224.77
10	0	0	0	50.1	250.53

2.4 红树植物种群的分布模型

图 2 是红树植物种群沿集合环境梯度的分布。图 2 显示,不同的红树植物种群沿环境梯度的分布具有明显的过渡替代性,由内滩海堤到外滩,白骨壤种群和桐花树种群沿集合环境梯度分布的峰值为 1,秋茄的峰值为 2.5,红海榄的为 7,木榄为 10。可见白骨壤种群和桐花树种群为向陆递减分布,属先锋种群;木榄为向海递减分布,属演替后期种群;秋茄和红海榄则为钟形分布,但前者分布趋前,后者分布靠后,两者属于演替中期种群。建立的二次回归模型也揭示了此种分布规律(表 4)。

表 4 红树植物种群沿集合环境梯度的分布模型

Table 4 The distribution models of mangrove plant populations along combined environment gradient

种群 Plant population	回归方程 Regression formula	R
白骨壤 <i>A. marina</i>	$Y=82.8806-25.1295x+2.0360x^2$	0.9739 **
桐花树 <i>A. corniculatum</i>	$Y=191.6549-35.0225x+1.3886x^2$	0.9594 **
秋茄 <i>K. candel</i>	$Y=52.7200+0.6450x-1.1236x^2$	0.8387 **
红海榄 <i>R. stylosa</i>	$Y=-90.9403+104.9533x-8.7859x^2$	0.9206 **
木榄 <i>B. gymnorrhiza</i>	$Y=173.4500-75.4833x+8.1883x^2$	0.9664 **

** $p>0.01$

3 讨论 万方数据

红树植物在海岸潮间带分布的“成带现象”早已引起生态学家们的浓厚兴趣与关注^[1-9]。戴维斯(J. H.

Davis)根据对美国佛罗里达红树分布的研究,认为红树林能捕获沉积物,红树植物种群的分布是按高程呈现明显的水平带状分布。澳大利亚汤姆(B. G. Thom)在研究墨西哥的塔巴斯哥的红树林后指出,由于处在两条河口汇合处,受地形、潮沟、滩背、泻湖等的影响,红树植物种群分布并不一定呈现带状,取决于原始地形的分布的偶然性。林鹏认为,上述两种红树植物分布观点并不是对立的,这在我国均有存在^[1]。对英罗港红树植物的分布也曾认为是水平带状分布^[1~3,10]。上述观点通常是在典型样地研究基础上获得的结果。由于采用典型样方取样的非连续性,对种群分布规律的认识带有明显的推测和缺陷。本文采用样带和连续取样方法,对英罗港红树植物种群分布进行的研究表明,尽管英罗港也属大面积海滩,土壤基质、土壤养分和土壤盐度都存在明显的梯度变化,这里的红树植物并不是呈“水平带状分布”,而是通过连续演替形成明显的过渡替代的交错分布。因此,在由多物种组成的红树林海滩,种群的分布是过渡替代的交错分布而不是“水平带状分布”,这种交错分布格局的形成与发展,取决于红树植物种群向海演替的动力和速度。从而提出了红树植物种群分布为过渡替代的交错分布的新观点。

长期以来,认为红海榄要求高营养和高盐度环境,因而被局限分布在中潮带或高潮带^[1,2]。本研究表明,红海榄不仅能在高营养(有机质含量 5%~7%,全氮 0.115%~0.136%)和高盐度(25‰~36‰)环境中占优势,而且在低营养(有机质含量为 1.5%,全氮 0.036%)、低盐度(全盐 13‰)的壤质砂土中也能正常生长,并逐渐取代先锋种群。在中潮带和低潮带生长的白骨壤和桐花树极易遭受藤壶(*Chithamalus* sp., *Balanus* sp. 等)寄生危害,而在这些地段上生长的红海榄极少见到受藤壶危害。因此,在壤质砂土上进行红树林生态重建时,建议采用红海榄造林,或在白骨壤和桐花树群落中人工种植红海榄,以减少藤壶危害,提高造林成活率和保存率,加速海岸红树林生态系统的进展演替,增强红树林生态系统的生态服务功能。

参考文献

- [1] Ling P(林鹏)ed. *Mangrove ecosystem in China* (in Chinese). Beijing: Science Press, 1997. 69~95.
- [2] Li X X(李信贤), Wen Y G(温远光), He M G(何妙光). The types and ecology of mangrove in Guangxi Autonomous Region. *Journal of Guangxi Agricultural College*(in Chinese)(广西农学院学报), 1991, 10(4): 70~81.
- [3] Wen Y G(温远光). Biomass and productivity of five mangrove communities in Yingluo Bay of Guangxi. *Guangxi Sciences*(in Chinese)(广西科学), 1999, 6(2): 142~147.
- [4] Cox G W ed. Jiang Y X(蒋有绪)(Translation). *Laboratory manual of general ecology*(in Chinese). Beijing: Science Press. 1979. 26~31.
- [5] Soil Research Institute of Nanjing, Chinese Academy of Science. *Soil Physical and Chemical Analysis*(in Chinese). Shanghai: Shanghai Scientific & Technological Press, 1978. 62~286.
- [6] He B(何斌). Automatic far ultra red rapid digestions and determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plants. *Physical Testing and Chemical Analysis: Part B (Chemical Analysis)*(in Chinese)(理化检验 B 册)(化学分册). 1992, 28(4): 44~45.
- [7] Pan J H(潘家华). Environment grandient and plant communities in Baihuashan Area, western Biejing. *Acta Phytocologica et Geobotanica*(in Chinese)(植物生态学与地植物学学报). 1988, 12(1): 23~30.
- [8] Zhang J T(张金屯)ed. *Methods of Quantitative Ecology in Vegetation*(in Chinese). Beijing: Chinese Scientific & Technological Press, 1995. 324~335.
- [9] Zheng D Z(郑德璋), Zheng S F(郑松发), Liao B W(廖宝文)(Translation). *Research Methods of Mangrove Ecosystem*(in Chinese). Guangzhou: Guangton Scientific & Technological Press, 1994. 5~95.
- [10] Fan H Q(范航清), Yin Y(尹毅), Huang X D(黄向东), et al. Interaction of sandy mangrove plant-soil and succession of mangrove community in Guangxi. *Journal of the Guangxi Academy of Sciences*(in Chinese)(广西科学院学报), 1993, 9(2): 1~7.

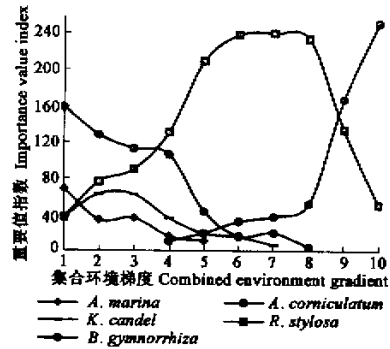


图2 红树植物种群沿集合环境梯度的分布

Fig. 2 Distribution of mangrove plant populations along combined environment gradient