

# 广西北海海岸沙生白骨壤种群分布格局研究\*

## Distribution Pattern of *Avicennia marina* Population on the Sand Beach of Beihai, Guangxi

梁士楚

Liang Shichu

(广西红树林研究中心 北海 536007)

(Guangxi Mangrove Research Center, Beihai, Guangxi, 536007, China)

**摘要** 采用方差/均值比率法、游程法和点到点距离比率法测定广西北海海岸沙生白骨壤种群的分布格局类型,同时对该种群的平均拥挤度进行刀切法估计。结果表明,白骨壤种群的分布格局主要受自身的生物学特征和微地形影响,呈随机或集群分布。3种方法都适用于白骨壤种群分布格局的研究,刀切法是一种比较有效的估测种群平均拥挤度的方法。

**关键词** 白骨壤种群 分布格局 沙质盐土

中图法分类号 Q 948 885.3

**Abstract** By means of variance/mean ratio method, move-distance method and ratio of the distance from first point to the second point method, the distribution pattern types of *Avicennia marina* population on the sand beach of Beihai, Guangxi were analyzed, and the jackknife estimations of mean crowding index of the population were also measured. The distributions of the population is random or clumped, and influenced mainly by its biological characteristics and microtopography. The three methods are all suitable for the study of the distributions of *Avicennia marina* population, and the jackknife method is a more effective tool for estimating the mean crowding index of population.

**Key words** *Avicennia marina* population, distribution pattern, sandy salty soil

白骨壤 (*Avicennia marina*) 是我国红树林主要的先锋红树植物种类之一,它耐贫瘠和抗风浪,生态幅度比较宽,从内滩、中滩到外滩都有分布,在淤泥质、泥沙质和沙质的海滩上都可以生长。以白骨壤为建群种的红树林群落,普遍分布于广西沿海各地,是广西面积最大的红树林群落<sup>[1]</sup>。广西海岸有沙质盐土约 53 672.3 hm<sup>2</sup>,占滨海盐土 61.9%,其中红树林滩沙质盐土约 1 949.7 hm<sup>2</sup>,占 2.3%。沙生白骨壤种群就是在这类沙质盐土上生长的白骨壤个体群的总称,研究沙生白骨壤种群的分布格局特征,有利于进一步了解该种群的地理分布性质和数量结构特征,同时对红树林的造林布局等具有指导意义。

### 1 研究地点和群落概况

野外调查工作于 2000 年 6 月在广西北海大冠沙 (21°26'N, 109°14'E) 的红树林区进行。该地区年平均气温 22.4℃,极端最低温 0.5℃,年平均相对湿度

82%。潮汐为全日潮,平均潮差 2.36 m,最大潮差 5.36 m。林内的土壤在部分岸段从内滩、中滩到外滩依次为淤泥质、泥沙质和沙质,一些岸段则是以沙质土壤为主<sup>[2]</sup>。

大冠沙红树林区分布的红树植物有白骨壤、桐花树 (*Aegiceras corniculatum*)、秋茄 (*Kandelia candel*)、红海榄 (*Rhizophora stylosa*) 和海漆 (*Excoecaria agallocha*) 5 种;半红树植物有黄槿 (*Hibiscus tiliaceus*) 和 杨叶肖槿 (*Thespesia populnea*) 2 种。红树林群落低矮,且高度参差不齐,高约 0.6 m~ 2 m。主要的类型是白骨壤群落,局部地段有小面积的白骨壤+桐花树群落等镶嵌。其中,在沙质土壤上生长的白骨壤群落比较典型,而且面积比较大,研究的样地就设置在这类群落中。

### 2 研究方法

#### 2.1 取样方法

根据滩位和群落发育的特点,在白骨壤群落中选择 4 个样地,样地的基本情况见表 1。采用 3 种方法进行野外调查,一是样方法,在群落样地内随机设



布。A对 0.500的偏离程度用 Z公式来检验:

$$Z = |0.500 - A| / (0.2887 / \sqrt{N}).$$

表 4 白骨壤种群的点到点距离法取样数据

Table 4 The sampling data of *Avicennia marina* population measured by the ratio of the distance from the first point to the second point method

样点编号 No. of sampling points	样地编号 No. of plot							
	Q <sub>1</sub>		Q <sub>2</sub>		Q <sub>3</sub>		Q <sub>4</sub>	
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1	3.80	4.11	2.00	3.82	2.29	4.47	1.80	2.23
2	3.73	4.40	1.79	2.35	4.31	6.31	1.31	1.74
3	2.84	3.12	0.96	1.12	3.13	5.6	2.50	2.90
4	0.91	2.33	2.70	2.96	4.71	6.70	1.10	2.70
5	1.80	3.14	2.45	3.75	1.91	3.58	0.95	2.20
6	1.95	2.98	1.05	3.39	3.1	3.82	3.09	3.14
7	4.69	5.31	1.56	2.67	2.49	3.24	1.20	2.15
8	2.55	5.50	0.76	1.95	1.04	1.19	2.75	3.60
9	2.63	4.11	2.53	3.40	1.00	1.69	2.00	2.35
10	1.40	5.36	2.80	3.65	1.95	2.19	2.70	3.40
11	0.84	3.12	1.20	3.35	3.40	5.36	2.28	3.50
12	2.33	3.50	1.89	2.25	2.86	4.20	0.96	1.24
13	1.74	2.92	1.16	3.21	2.10	3.37	2.35	2.50
14	2.45	4.10	2.01	2.90	1.50	4.65	3.80	4.15
15	0.63	4.53	2.30	3.65	0.85	3.72	3.35	3.85
16	2.86	3.77	2.40	3.09	2.35	4.50	4.21	4.37
17	1.72	4.10	1.91	2.47	0.62	3.86	3.20	3.80
18	2.30	5.20	0.59	1.96	3.10	4.28	4.50	4.63
19	0.96	4.11	1.09	2.31	1.95	3.70	3.68	4.35
20	2.10	3.12	1.55	2.38	0.85	2.15	1.53	2.20

### 2.2.4 刀切估计法<sup>[6,7]</sup>

主要是对种群的平均拥挤度进行刀切法估计。

令  $x_1, x_2, \dots, x_n$  是依赖于参数  $\theta$  的分布的  $n$  个测定值,  $g = g(x_1, x_2, \dots, x_n)$  是由  $n$  个测定值确定  $\theta$  的估计值,  $g^0$  是由全部  $x_1, x_2, \dots, x_N$ , 即  $N$  个测定值确定  $\theta$  的估计值。将  $N$  个测定值分成  $n$  组, 假设每组有  $k$  个测定值, 则有全部测定值的个数  $N = nk$ , 原则上  $k \leq N/2$  以  $x_{ij}$  ( $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k$ ) 来表示第  $i$  组里的第  $j$  个测定值, 令

$$g^{(-i)} = g(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1k}, \dots, x_{(i-1)1}, x_{(i-1)2}, \dots,$$

$$x_{(i-1)k}, x_{(i+1)1}, x_{(i+1)2}, \dots, x_{(i+1)k}, \dots, x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nk}),$$

表示将第  $i$  组测定值略去之后剩余的  $(n-1)$  组测定值, 按同样公式计算的  $\theta$  的估计值。令

$$g_i = ng^0 - (n-1)g^{(-i)},$$

称  $g_i$  为虚拟值, 则有  $\theta$  的刀切估计值  $\hat{\theta}$  的计算公式为:

$$\hat{\theta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_i.$$

对于虚拟值  $g_i$ , Tukey 提出了这样的猜想<sup>[6,7]</sup>: 所有的虚拟值可以看作是  $n$  个独立同分布的随机变量的样本值, 以  $\hat{\theta}$  估计  $\theta$  可以减少偏差, 而它的抽样方差是这些随机变量方差的  $1/n$  倍, 以虚拟值的方差  $S_i^2$  来估计随机变量的方差, 则用  $1/\sqrt{n} S_i$  估计  $\hat{\theta}$  的标

准误差将是合理的, 可以认为:

$$T = \frac{\hat{\theta} - \theta}{S_i / \sqrt{n}},$$

将近似遵从自由度为  $(n-1)$  的  $t$  分布, 由此得到  $\theta$  的近似估计区间为:

$$\hat{\theta} \pm t(n-1) \frac{S_i}{\sqrt{n}}.$$

## 3 结果与分析

### 3.1 分布格局类型

根据表 2 中的取样数据, 由方差/均值比率法测定得到的各个样地的白骨壤种群分布格局的结果如表 5 其中, 样地  $Q_1, Q_2$  和  $Q_3$  的  $S^2/\bar{X}$  略大于 1.0, 样地  $Q_4$  的  $S^2/\bar{X}$  为 3.0552, 这样通过  $S^2/\bar{X}$  对 1.0 的偏离程度的  $t$  检验, 就可以确定种群的分布格局类型。由于 95% 置信度, 9 自由度的  $t$  临界值为 2.262, 因此, 根据表 5 中各个样地的  $t$  值大小, 可以判定样地  $Q_1, Q_2$  和  $Q_3$  的白骨壤种群趋于随机分布, 而样地  $Q_4$  的白骨壤种群趋于集群分布。

表 5 方差/均值比率法测定的白骨壤种群分布格局

Table 5 Distribution pattern of *Avicennia marina* population measured by the ratio method

样地编号 No. of Phts	个体总数 Number of individuals	$S^2$	$\bar{X}$	$S^2/\bar{X}$	$t$ 值 $t$ value	格局类型 Type of pattern*
Q <sub>1</sub>	255	32.7222	25.5	1.2832	0.6008	R
Q <sub>2</sub>	310	35.7778	31.0	1.1541	0.3269	R
Q <sub>3</sub>	230	25.1111	23.0	1.0918	0.1947	R
Q <sub>4</sub>	467	142.6778	46.7	3.0552	4.3597	C

\* R—随机分布 Random distribution, C—集群分布 Clump. 下同, The same in the other tables.

根据表 3 中的取样数据, 用游程法测得的各个样地白骨壤种群分布格局的结果如表 6。由表 6 可知, 样地  $Q_1, Q_2$  和  $Q_3$  的  $u > u_c$ , 而样地  $Q_4$  的  $u < u_c$ 。因此, 可以推断样地  $Q_1, Q_2$  和  $Q_3$  的白骨壤种群趋于随机分布, 而样地  $Q_4$  的白骨壤种群趋于集群分布。

表 6 游程法测定的白骨壤种群分布格局

Table 6 Distribution pattern of *Avicennia marina* population measured by the move-distance method

样地编号 No. of Phts	$n_0$	$n_1$	$u$	$\bar{u}$	$S_u^2$	$u_c$	格局类型 Type of pattern
Q <sub>1</sub>	68	32	37	44.52	18.6916	36.0462	R
Q <sub>2</sub>	64	36	42	47.08	20.9827	38.1019	R
Q <sub>3</sub>	71	29	43	42.18	16.7133	34.1672	R
Q <sub>4</sub>	56	44	36	50.28	24.0327	40.6715	C

根据表 4 中的取样数据, 由点到点距离比率法测定得到的各个样地白骨壤种群分布格局的结果如表 7。由表 7 可知, 在 95% 置信度时, 样地  $Q_1, Q_2$  和  $Q_3$  的  $Z$  值都小于  $Z_{0.05}$  的临界值, 而样地  $Q_4$  的  $Z$  值为

2.2921, 大于  $Z_{0.05}$  的临界值。因此, 可以判断样地  $Q_1$ 、 $Q_2$  和  $Q_3$  的白骨壤种群趋于随机分布, 而样地  $Q_4$  的白骨壤种群则趋于集群分布。

表 7 点到点距离比率法测定的白骨壤种群分布格局

Table 7 Distribution pattern of *Avicennia marina* population measured by the ratio of the distance from the first point to the second point method

样地编号 No. of plot	$\sum P_1^2/P_2^2$	$N$	$A$	$Z$	$Z_{0.05}$	格局类型 Type of pattern
$Q_1$	7.4860	20	0.3743	1.9471	1.96	R
$Q_2$	8.3598	20	0.4180	1.2703	1.96	R
$Q_3$	7.6440	20	0.3822	1.8248	1.96	R
$Q_4$	12.9593	20	0.6480	2.2921	1.96	C

### 3.2 平均拥挤度

根据表 2 中的取样数据, 采用刀切法对各个样地的白骨壤种群的平均拥挤度进行刀切估计, 其计算结果如表 8。采用柯尔莫哥洛夫检验法对所有群落样地的白骨壤种群平均拥挤度的虚拟值都进行正态性检验。由于这里  $n = 10$ , 属于小样本, 而柯尔莫哥洛夫检验的临界值表是对  $D_n$  的精确分布得出的, 因此, 可适用于小样本<sup>[6]</sup>。如果计算得到的  $D_n$  值小于  $D_n(T)$  的临界值, 则认为种群平均拥挤度的虚拟值遵从正态分布。其中,

$$D_n = \max_{1 < i < n} |F_n(x_i) - F_0(x_i)|.$$

取显著性水平  $T = 0.05$ , 查柯尔莫哥洛夫检验的临界值表, 得  $D_{10}(0.05) = 0.4093$ 。由表 8 可知, 最大的  $D_{10}$  为 0.4044, 即所有群落样地的  $D_{10} < D_{10}(0.05)$ , 也就是说白骨壤种群平均拥挤度的虚拟值遵从正态分布, 由此也表明用刀切法对白骨壤种群的平均拥挤度进行估计是适用的。

## 4 讨论

潮滩作为一种生境, 土壤基质、养分状况、盐度、海浪冲击、水淹程度等影响着红树植物的生长和分布。本文的研究得出, 沙生白骨壤种群呈随机或集群分布, 这主要与白骨壤的生物学特性和微地形的影响。表 8 白骨壤种群的刀切估计

Table 8 Jackknifing estimation of mean crowing index of *Avicennia marina* population

样地编号 No. of plots	平均拥挤度 Index of mean crowing	刀切估计值 Jackknifing estimation value	标准差 Standard deviation	估计区间 Estimation interval	$\max_{1 < i < n}  F_n(x_i) - F_0(x_i) $
$Q_1$	25.7832	25.7749	5.6519	(21.7320, 29.8177)	0.3522
$Q_2$	31.1541	31.1441	5.5451	(27.1777, 35.1106)	0.4044
$Q_3$	23.0918	23.0969	5.4081	(19.2284, 26.9654)	0.3424
$Q_4$	48.7552	48.6467	8.8703	(42.3017, 54.9918)	0.4039

密切相关。白骨壤是隐胎生植物, 胎生苗呈扁球形, 直径约 12 mm, 体积小且重量轻, 可随海浪四处漂流。因此, 胎生苗的散布具有较大的偶然性, 即胎生苗的固着和生长完全取决于机会。白骨壤的水平根系发达, 分布范围可达冠幅的 3~5 倍, 一些根长可达 10 m 以上。发达的水平根系使白骨壤的营养源宽而增强了耐贫瘠的能力, 同时起着固定、固沙和侵入的作用。白骨壤的指状呼吸根的作用, 使它能在退潮后地面仍有浅水浸泡的缺氧生境中生长。白骨壤的这些生物学特性使它分布于其它红树植物难于生长的环境中, 形成先锋群落。样地  $Q_1$ 、 $Q_2$  和  $Q_3$  的白骨壤种群呈随机分布, 是由于它们生长的地形平坦, 环境条件均匀, 主要因子对种群个体的综合作用比较一致的结果。而样地  $Q_4$  的白骨壤种群呈集群分布, 主要是与其群落内凹凸不平的微地形相关。凹陷的地形有利于截留更多的白骨壤胎生苗, 由此形成集群的分布格局。这种格局会随着群落的发展, 种群内的个体间对环境资源, 特别是营养源和空间的竞争的增强, 而逐渐发生变化, 形成随机的分布格局。这也是种群生存竞争的一种策略, 因为随机分布的种群个体对环境资源的利用是离散的, 从而有可能获得足够的物质和能量而延迟被排斥。

研究表明, 采用方差均值比率法、游程法和点到点距离比率法测定沙生白骨壤种群的分布格局得到一致的结果, 而且与种群的实际情况相吻合, 说明这些方法都是有效的。其中, 方差均值比率法和游程法简单易行, 野外取样工作强度也不大, 这对于工作环境条件差的潮滩的红树植物种群研究具有重要意义。点到点距离比率法是一种无样地取样的测定技术, 能克服不同的取样面积对测定结果的影响。因此, 多种方法同时使用, 测定结果相互比较和检验, 结论将会更可靠。平均拥挤度能比较直观地反映种群密度及其分布规律, 而且在统计过程不受零样方的影响。它是在调查一定数量的样方基础上, 根据有关公式计算得到的唯一数值。由于调查的样方是有限的,

(下转第 69 页 Continue on page 69)

病。令人奇怪的是，过去认为是普遍发生的罗汉果疱叶丛枝病，在不足 20 年后的今天却难以找到丛枝症状，普遍见到的是罗汉果花叶病的症状，我们对丛枝病是否曾经在广西罗汉果产区普遍发生表示怀疑

#### 致谢

广西农科院植保所孙恢鸿研究员对本研究提出许多宝贵意见，永福县科技局陈作胜先生等协助调查和采集罗汉果花叶病样品，广西大学电镜室文忠振老师帮助观察病毒粒子，特此致谢。

#### 参考文献

- 1 林国光，周广泉．罗汉果疱叶丛枝病的病原鉴定．广西植物，1982，2 (4): 191- 193.
- 2 林国光，周广泉．罗汉果疱叶丛枝病的病原及其在某些寄主上的症状反应．广西植物，1984，4 (3): 257- 260.
- 3 周广泉等．罗汉果疱叶丛枝病的媒介昆虫和防治途径的研

究．广西植物，1984，4 (3): 261- 264.

- 4 陈振光，林治良．罗汉果花叶病病原的电镜观察．福建农业大学学报，1995，24 (2): 247.
- 5 林治良，陈振光．罗汉果无花叶病苗的培育．福建农业大学学报，1995，24 (2): 162- 166
- 6 联邦真菌研究所应用生物学家(英)汇编．植物病毒志，复旦大学生物系植物病毒研究室译．上海：上海科学技术出版社，1986，5- 7.
- 7 蔡健和等．中国南瓜曲叶双生病毒的生物学、血清学和分子杂交的研究．中国病毒学，1994，9 (3): 222- 225.
- 8 蔡健和，范怀忠．华南番木瓜病毒病及环斑病毒株系的调查鉴定．华南农业大学学报，1994，15 (4): 13- 17.
- 9 李向东等．侵染西瓜的烟草花叶病毒的鉴定．山东农业大学学报，1996，27 (2): 181- 184.
- 10 E 库尔斯塔克．植物病毒比较诊断学．裴美云译．北京：农业出版社，1981，526- 537.

(责任编辑: 蒋汉明)

(上接第 60 页 Continue from page 60)

而且个体数在样方单元中的数量变化一般较大，用一个的数值来描述种群在空间分布中的拥挤程度有一定的模糊性，而用刀切法来估计种群的平均拥挤度，不仅得到了一个合理的估计值，还具有一定可靠性的估计区间，因此在某种意义上克服了单独给出一个平均拥挤度值的缺点。刀切法是将同一数据资料经过刀切处理后，求得其估计区间。这样增加了计算上困难，但是经过刀切处理可以减少偏差<sup>[6,7]</sup>。另外，通过对平均拥挤度虚拟值进行正态性检验，间接地验证了 Tukey 猜想的适用性，使合理地应用刀切法估计种群的平均拥挤度有了理论依据。本文的研究表明用刀切法来估计种群的平均拥挤度是有效和适用的。

#### 参考文献

- 1 梁士楚．广西红树林群落的数量分类．广西科学院学报，

1993，9 (2): 8- 12.

- 2 梁士楚，范航清，何斌源．广西海岸白骨壤群落的数量分析．广西科学院学报，1993，9 (2): 94- 97.
- 3 梁士楚，莫竹承，葛文标．广西曲湾红树植物种群分布格局的研究．见：范航清，梁士楚主编．中国红树林研究与管理．北京：科学出版社，1995．85- 93.
- 4 郑松发，郑德璋，廖宝文．海莲群落和木榄群落主要种群分布格局的研究．见：郑德璋，郑松发，廖宝文．海南岛清澜港红树林发展动态．广州：广东科学技术出版社，1995．53- 62.
- 5 王伯荪，余世孝，彭少麟．植物群落学实验手册．广州：广东高等教育出版社，1996．100- 102.
- 6 洪伟，林思祖．计量林学研究．成都：电子科技大学出版社，1993．50- 55.
- 7 陈华豪．用刀切法估计多样性指数．东北林学院学报，1982，(4): 87- 97.

(责任编辑: 邓大玉)