

54-59

4695(10)

广西海滩红树林与土壤的关系*

蓝福生 李瑞棠 陈平
莫权辉 梁发英 叶栋

(广西植物研究所, 桂林 541006)

Q949.761.7

A

摘要 不同红树林植物对生态环境和土壤条件的要求不同, 因此, 在潮间带上的生态分布不同; 红树林通过旺盛的生物累积和循环、强烈的生物积盐和严重的酸化作用等, 使其生长的基质土壤的理化性状受到较大影响, 明显有别于无红树林生长的潮滩土壤。

关键词 红树林; 潮滩盐土; 成土作用; 广西 土壤

THE RELATIONSHIP BETWEEN MANGROVE AND SOILS ON THE BEACH OF GUANGXI

Lan Fusheng, Li Ruitang, Chen Ping,
Mo Quanhui, Liang Faying and Ye Dong
(Guangxi Institute of Botany, Guilin 541006)

Abstract Different plant species of mangrove distribute on different positions of the beach and demand different ecological environment and soil conditions. The physical and chemical properties of beach soils on which mangrove grow are greatly affected by mangrove. They differ obviously from those of soils without mangrove, because mangrove have serious effect on beach soils by the roles of vigorous biological accumulation and life-cycle, violent biological salt accumulation and serious acidification, etc.

Key words Mangrove; beach salty soil; soil formation; Guangxi

红树林是热带、亚热带海岸潮间带的常绿木本植物群落^[1], 是陆地与海区间绿色纽带, 是封闭的单层林, 在世界上分布于许多热带、亚热带沿海国家和地区^[2]。广西是我国主要沿海省区之一, 位于祖国南部, 北部湾北缘, 海岸线长约1800km, 滩涂面积100531ha, 其中红树林面积7244ha^[3]; 红树林植物有22种, 分布于各岸段^[3]。本文根据广西海岸带和海涂资源综合调查, 广西海岛资源综合调查所得的资料, 对红树林与土壤间的关系进行初步研究。

*本文是广西海岛资源综合调查(土壤)成果的一部分, 项目得到林世如研究员指导, 文章得到梁畴芬研究员审阅, 在此感谢。

1) 广西壮族自治区海岸带和海涂资源综合调查领导小组, 广西壮族自治区海岸带和海涂资源综合调查报告, 第一卷(综合报告), 1986年9月

1 红树林的分布与土壤条件的关系

红树林虽生长于常受海水浸淹、缺氧、多盐的潮滩上, 但不同红树林植物具有不同的生物学特性, 对生态条件和土壤的要求也不同, 即生态环境和土壤基质影响着红树林植物的生态分布^[4]。从外滩(低潮线)到内滩(高潮线), 红树林的分布规律为: 海榄雌群系(Form. *Avicennia marina*) → 秋茄树群系(Form. *Kandelia candel*) → 桐花树群系(Form. *Aegiceras corniculatum*) → 红海榄群系(Form. *Rhizophora stylosa*) → 木榄群系(Form. *Bruguiera gymnorrhiza*), 内滩和外滩通常由单种组成群落, 中滩及内、外侧往往出现两种或多种混生现象²⁾。从表 1 可见, 木榄林生长的土壤多为壤质—粘质, 盐分含量较高, 养分丰富; 红海榄纯林生长的土壤多为壤质—粘质, 盐分和养分含量比木榄林低, 但均高于其他类型红树林生长的土壤; 桐花树林面积最大, 分布最广, 土壤为沙质壤土—壤土, 盐分及养分含量差异较大; 秋茄树林生长的土壤多为壤质砂土或沙质壤土, 盐分和养分含量较低; 海榄雌林面积亦较大, 土壤沙质, 盐分和养分含量最低。另外, 还有少量老鼠簕林分

表 1 广西主要红树林的土壤基质的基本特性*

土壤养分	海榄雌林	秋茄树 + 海榄雌林	桐花树 + 秋茄 + 海榄雌林	红海榄纯林	木榄林
有机质(%)	0.699	1.261	1.960	3.924	4.384
全氮(%)	0.015	0.029	0.053	0.138	0.250
速效氮(ppm)	24.2	46.7	56.8	149.0	220.0
速效磷(ppm)	2.12	2.51	8.41	12.30	15.90
盐分总量(%)	0.06-1.04	0.28-1.04	0.42-2.04	1.63-1.96	3.57
土壤	沙质土	壤质砂土	沙质壤土	壤土—粘土	壤土—粘土

* 资料来源 [3]、[4]、[5]。

布于海湾尾部河口以至延伸到内陆几米至几十米的溺谷沿岸, 亦称河口红树林, 为淡咸混合的水沼环境条件^[3], 土壤多为壤质—粘质, 盐分含量较低, 有机质和养分含量差异较大。

2 红树林在成土过程中的作用

作为主要成土因素之一, 红树林对土壤形成和发育有十分重要的影响, 主要表现在:

2.1 生物累积和循环旺盛 红树林是热带、亚热带海湾河口地区生态系统中最重要的第一性生产者, 对保护海湾河口地区的生态平衡起着十分重要的作用^[4]。在广西沿海地区高温多雨的气候条件下, 红树林生长十分旺盛。据有关资料, 广西红树林的年平均生物量为 0.47—4.15t/ha, 现在生物量为 3.63—88.37t/ha³⁾。一方面, 旺盛生长的红树林不断地从土壤中吸收各种营养元素, 营养元素在植物体内形成新的物质后贮存于各器官中, 从而产生了强烈的生物吸收和富集作用; 由表 2 可知, 红树林体内各种矿质营养元素的含量明显高于土壤中的含量。另一方面, 红树林每年将大量的枯枝落叶归还土壤, 为土壤有机质累积提供了丰富

2) 赵天林等, 广西壮族自治区海岛资源综合调查报告, 第七卷(植被), 1992年4月。

3) 广西海岛资源综合调查林业调查组, 广西海岛红树林特征及其生物量的初步研究, 1992年4月。

表2 广西海滩红树林土壤及几种主要建群种叶片中的元素含量(%)

建群种	N	P	K	Na	Cl	Ca	Mg	S	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Mo
海榄雌	2.236	0.207	1.445	4.132	4.287	0.842	0.687	0.616	0.035	0.089	0.0007	0.0084	0.0017	0.0010	
秋茄树	1.514	0.131	0.997	2.602	3.691	0.810	0.513	0.432	0.028	0.078	0.0008	0.0049	0.0015	0.0011	
桐花树	1.445	0.151	0.990	2.492	3.090	0.636	0.638	0.582	0.031	0.273	0.0007	0.0078	0.0020	0.0008	
红海榄	1.157	0.105	0.870	3.111	4.432	1.033	0.649	0.397	0.027	0.063	0.0003	0.0086	0.0007	0.0027	
木 榄	1.190	0.087	0.590	2.602	3.925	1.576	0.650	0.492	0.0056	0.028	0.0008	0.0034	0.0012	0.0019	
土壤*	0.087	0.026	1.050	0.364	0.447					1.386	0.000009	0.000052	0.000049	0.000031	0.000001

* 资料来源：土壤为广西海岸带和海涂资源综合调查及广西海岛资源综合调查中所得红树林滩涂盐土（表层）的统计平均值，其余资料来源于[4]。

的物质基础；在热带、亚热带气候条件下，红树林每年换叶三次^[7]，年枯枝落叶量为1.84—22.4t/ha，一般为6.00—9.75t/ha^[8]。枯枝落叶经微生物分解后，释放出各种营养元素，这些元素一部分被海水带走，多数被红树林植物重新吸收利用，从而形成了一个永不停止的养分元素生物小循环，使土壤有机质和养分不断得到补给和提高。

2.2 生物积盐作用强烈 红树林对土壤产生“生物自肥作用”的同时，也产生强烈的“生物积盐作用”。红树林是盐生或耐盐植物，不但其基质土壤中盐分含量较高（一般为0.50—2.00%，高者达3.573%），且常受含盐较高的海水（常年盐分含量为2.55—3.15%^[1]）周期性浸泡，因此，在生长过程中，红树林强大的根系从土壤和海水中吸收大量盐分累积于体内；从表2可知，红树林叶片中Cl和Na含量分别为3.090—4.432%和2.492—4.132%，两者合计达5.582—8.369%，明显高于土壤和海水中Na⁺和Cl⁻的含量。红树林体内的Na和Cl随枯枝落叶回归土壤后，经微生物分解释放出Na⁺和Cl⁻，使土壤盐分含量增加，尤以枯枝落叶埋藏层明显。若红树林每年枯枝落叶量为6.00t/ha，则归还给土壤的Cl和Na分别为185.4—256.9kg/ha.yr.和149.5—247.9kg/ha.yr.，即使土壤中NaCl增加334.9—502.1kg/ha.yr.，年复一年，生物积盐作用十分强烈。

2.3 酸化作用严重 红树林在生长过程中，亦不断地从土壤和海水中吸收SO₄²⁻，并以硫化物形式累积于体内。从表2可知，广西红树林植物体内硫含量较高，达0.397—0.616%，高于广东同种红树林植物中硫的含量（表3）。红树林植物体内的硫随枯枝落叶回归土壤后，被埋藏于土壤中，在厌气条件下，经微生物分解后产生H₂S等致酸物质，使土壤pH值下降；如埋藏有红树林残体的滩涂土壤经围垦后，在干湿交替情况下，土层产生许多裂隙，开始脱沼泽化作用，土壤中氧气含量增加，含硫红树林残体分解后产生黄铁矿，黄铁矿氧化后产生H⁺和SO₄²⁻，使土壤呈强酸性，pH值常低于4.0，H⁺和SO₄²⁻可与K⁺作用而形成淡黄色的新

表3 广东主要红树林植物体内硫的含量*

红树林植物	白骨壤 (全株)	红 树 (全株)	桐花树 (茎叶)	苦 榔 树 (茎叶)	秋茄树 (茎叶)	木 榄 树 (茎叶)	老鼠竈 (茎叶)	圆苞菊 (茎叶)	角果木 (茎叶)	海芒果 (茎叶)	红茄冬 (茎叶)	假茉莉 (茎叶)
硫含量(%)	0.330	0.190	0.327	0.350	0.244	0.359	0.206	2.900	0.248	0.580	0.182	0.360

* 资料来源于[7]

生体——黄钾铁矾^[7], 黄钾铁矾又可水解而产生 H^+ 和 SO_4^{2-} , 使土壤酸度不断增加, pH值越来越低。

2.4 其他作用 红树林根系发达, 生物量较大, 占总生物量的29.36%^[8], 生长过程中, 强大的根系不断地穿透挤压土壤, 留下许多孔隙, 增加了土壤的孔隙度, 其次, 红树林具有固砂聚泥、防风平浪之功能, 使许多有机碎屑和粘粒沉积下来, 从而改变了土壤的物质组成。再一方面, 红树林的枯枝落叶为渔、虾、蟹、贝类等海生动物提供了丰富的饵料, 红树林内平稳的水面条件为海生动物提供了优良的生息场所, 故红树林海滩上海生动物多、活动频繁, 不但搅动着土壤, 吞食消化有机碎屑, 而且其粪便和遗体是土壤有机质的来源之一。

3 红树林对土壤理化性状的影响

通过对土壤形成发育的影响, 红树林对土壤理化性状亦产生较大影响。主要表现在下列几个方面。

3.1 土壤机械组成 红树林主要是通过下面两个作用来影响土壤机械组成的: (1) 红树林具有固砂聚泥作用, 海水带来的粘粒在红树林海滩上易沉积下来, 不被海水带走。(2) 红树林的枯枝落叶使土壤有机质含量增加, 土壤有机质与粘粒胶结后沉积下来。因此, 红树林的存在使土壤中粘粒含量增加。据统计, 在9160ha的红树林潮滩盐土中, 沙质、壤质和粘质的土壤分别占21.29%、43.42%和35.29%, 而无红树林(光滩)的潮滩盐土(68034 ha)中, 沙质、壤质和粘质的土壤分别占76.03%、19.56%和4.42%, 而且, 在同一地点相同的环境条件下, 红树林潮滩盐土中粘粒含量往往比光滩的土壤高。

3.2 土壤酸碱度 红树林的酸化作用对土壤pH值产生较大影响。红树林潮滩盐土的pH值均比光滩的土壤低(表4), 且底层比表层低, 红树林残体埋藏层比其它层次低, 质地粘重的层次比质地轻的层次低。

表4 广西红树林潮滩盐土和光滩的潮滩盐土(表层)理化性状

土壤类型	统计数	有机质 (%)	全氮 (N) (%)	全磷 (P ₂ O ₅) (%)	速效磷 (P) (ppm)	全钾 (K ₂ O) (%)	阳离子代换量 (me/100g)	盐基饱和度 (%)	有效铜 (Cu) (ppm)	有效锌 (Zn) (ppm)	有效锰 (Mn) (ppm)	pH值 (H ₂ O提)
红树林潮滩沙质盐土	20	2.28	0.062	0.026	3.09	0.77	4.51	55.74	2.70	2.33	15.27	5.5
红树林潮滩壤质盐土	22	2.81	0.069	0.054	4.75	1.35	8.02	55.75	1.12	5.71	16.53	4.2
红树林潮滩粘质盐土	19	3.72	0.134	0.098	2.78	1.69	17.1	77.22	1.52	2.53	15.58	4.0
平均	51	2.92	0.087	0.059	3.54	1.27	7.43	59.32	1.76	3.61	15.85	4.6
潮滩沙质盐土	85	0.48	0.024	0.042	0.78	0.51	1.48	63.54	0.27	0.57	2.77	7.1
潮滩壤质盐土	27	1.82	0.052	0.050	2.20	1.33	8.10	83.35	1.13	2.44	9.05	6.8
潮滩粘质盐土	13	1.96	0.098	0.080	5.73	1.49	13.85	91.18	2.02	5.00	12.67	6.5
平均	125	0.92	0.038	0.048	3.54	0.79	5.37	70.76	0.54	1.43	5.16	7.0

3.3 土壤交换性能 红树林潮滩盐土的阳离子交换量明显高于光滩的潮滩盐土, 这主要是由于红树林潮滩盐土中有机质和粘粒含量较高引起的, 且受粘粒含量影响更大; 从我们的分析结果(表4)来看, 红树林潮滩盐土中阳离子代换量与有机质含量和粘粒含量间呈明显的正相关关系, 相关系数分别为0.5762 (n=33) 和0.8386 (n=30)。另外, 红树林潮滩盐土

的盐基饱和度明显低于光滩的潮滩盐土，这与红树林潮滩盐土的pH值较低、即H⁺含量较高有关。

3.4 土壤养分状况 从表4可知，红树林潮滩盐土中有机质、全氮、全磷和全钾含量均明显高于光滩的潮滩盐土，速效磷、有效铜、有效锌和有效锰的含量除个别剖面外，多数是红树林潮滩盐土高于光滩的潮滩盐土，这是由于红树林旺盛的生物累积作用所引起的。另外，红树林潮滩盐土中有机质、全氮、全磷、全钾含量和阳离子代换量在剖面中的垂直分布变化较大，有的层次间的差异高达1—2倍，但光滩的潮滩盐土中有机质、全氮、全磷、全钾含量和阳离子代换量在剖面中垂直分布的变化较小，多有自上而下递减的趋势。这与红树林潮滩盐土中有枯枝落叶埋藏层的存在有关。再者，红树林潮滩盐土质地越粘重，养分含量越高，有机质含量与全氮含量间呈明显正相关，相关系数为0.8815 (n=33)，土壤全磷和全钾含量也与粘粒含量呈明显的正相关，相关系数分别为0.7484 (n=30) 和0.5521 (n=30)。由此说明：(1) 土壤粘粒与有机质胶结后沉积下来，不易被海水带走，故土壤越粘重，有机质等养分含量越高。(2) 土壤中的氮主要以有机态氮形式存在，故受有机质含量影响较大，磷和钾主要以无机态存在，且主要存在于粘粒中，故受粘粒含量影响较大。

3.5 土壤盐分含量及组成 红树林强烈的生物积盐作用使红树林潮滩盐土中盐分含量明显高于光滩的潮滩盐土(表5)，质地越粘重，盐分含量越高，盐分在剖面中的垂直分布表现为自上而下递增。盐分的组成，阴离子以Cl⁻占优势，其次是SO₄²⁻，阳离子以Na⁺占优势。但在红树林残体埋藏层，SO₄²⁻含量明显高于其它层次，有的甚至超过Cl⁻而居首位。

表5 广西红树林潮滩盐土与其它类型潮滩盐土表层盐分含量及组成

土 壤	统计数	总盐量 (%)	盐分离子在总盐量中所占的百分数(%)							
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
红树林潮滩沙质盐土	20	0.85	0	0.38	30.65	19.98	4.08	3.57	4.94	36.41
红树林潮滩壤质盐土	22	1.03	0	0.43	44.25	14.82	4.24	5.09	1.14	30.03
红树林潮滩粘质盐土	19	1.31	0	0.23	48.90	11.65	1.90	4.72	1.29	31.30
平 均	61	1.06	0	0.35	41.24	15.52	3.46	4.48	2.43	32.52
潮滩沙质盐土	85	0.60	0	0.65	46.64	17.70	2.52	2.64	5.53	24.34
潮滩壤质盐土	27	0.86	0	0.15	46.27	18.06	2.84	4.84	1.98	25.85
潮滩粘质盐土	13	1.20	0	0.22	52.43	10.20	1.89	3.60	2.11	29.55
平 均	125	0.72	0	0.50	47.16	17.00	2.52	3.22	4.41	25.21
草甸滨海沙质盐土	16	0.61	0	0.65	43.88	17.03	2.78	4.09	2.59	28.98
草甸滨海壤质盐土	11	0.67	0	1.11	41.07	20.31	1.63	4.15	1.78	29.95
草甸滨海粘质盐土	6	0.68	0	0	36.58	22.38	4.10	13.02	1.24	22.68
平 均	33	0.64	0	0.69	41.62	19.10	2.64	5.73	2.07	28.16

4 结 语

4.1 生长于海滩上的红树林和其它植物一样，要求有特定的土壤条件，但不同红树林植物对土壤条件的适应性不同。广西几种红树林植物中，以海榄雌对土壤的适应性最广，木榄生长的土壤有机质、养分及盐分含量最高，红海榄次之，依次是桐花树和秋茄树(表1)；因此，在人工营造红树林时，应选择适宜的土壤条件，以提高成活率，加快成林速度。

4.2 由于不同红树林植物的生长速度、枯枝落叶量及枯枝落叶中矿质营养元素含量不同, 对土壤形成发育和理化性状的影响亦不同。从表 2 中的数据可知, 就氮、磷、钾含量而言, 五种红树林植物体内的营养水平次序是: 海欖雌>秋茄树>桐花树>红海欖>木欖^[4]; 就盐分富集强度而言, 其顺序为海欖雌>红海欖>木欖>秋茄树>桐花树; 从硫的富集强度而言, 其大小顺序为海欖雌>桐花树>木欖>桐花树>红海欖; 各种红树林植物中钙、镁、铁、铜、锰、锌、硼、铝的含量差异也较大; 但这些现象与其基质土壤中各种元素及盐分含量水平并无直接关系。

4.3 红树林和土壤间是相互作用的。首先, 土壤条件影响着红树林的类型、分布和生长, 反过来, 不同红树林又对土壤产生不同影响。因此, 表 1 中土壤的理化性状既是不同红树林植物所要求的不同土壤条件, 也可能是不同红树林植物对土壤的长期影响后而引起的土壤性状的差异。

4.4 红树林具有培肥土壤、增加土壤有机质和养分含量的作用, 但也会加重土壤盐渍化和酸化; 此外, 红树林还具有防风平浪、保护海堤等功能, 不失为海堤的第一级防线, 而且红树林为滩涂海生动物提供了大量的饵料和稳定的生存环境, 利于发展滩涂养殖业。因此, 必须采取各种有效措施, 保护现有红树林, 因地制宜地大力发展人工红树林, 这对保护海堤、保持和恢复沿海地区的生态平衡、保障渔业生产、发展国民经济均有重要的作用。

参 考 文 献

- 1 林 鹏等. 福建亚热带红树林生态学的研究. 植物生态学与地植物丛刊, 1981, 5(3): 178—186.
- 2 J.O.Adegbehin 等. 尼日利亚红树林资源: 利用和管理前景. 自然与资源, 1990, 26(2): 13—19.
- 3 李信贤等. 广西红树林类型及生态. 广西农学院学报, 1991, 10(4): 70—81.
- 4 李信贤等. 广西海滩红树林主要建群种的生态分布和造林布局. 广西农学院学报, 1991, 10(4): 82—89.
- 5 林 鹏等. 广西红树林. 广西植物, 1983, 3(2): 95—102.
- 6 廖宝文等. 木欖林生物量和生产力的研究. 林业科学研究, 1991, 4(1): 22—29.
- 7 黄宇年等. 广东咸酸田土壤硫化学研究. 土壤学报, 1988, 25(2): 101—109.
- 8 林 鹏等. 红树林有机碎屑在河口生态系统中的作用. 生态学杂志, 1991, 10(2): 45—48.