



Salt-tolerant Plant Resources from
Coastal Areas of South China



南方滨海

耐盐植物资源 (一)

本书是作者近16年野外调查成果的总结。共收录了我国南方（浙江南部、福建、广东、广西、海南、香港和台湾等省区）原生及引种的200种滨海耐盐植物。所有物种的耐（土壤）盐能力、耐盐雾能力、抗风和抗旱能力都有详细的分级，其中对我国滨海植物耐盐雾能力的分级属首次。每一物种都配有形态、生境、应用等方面的照片。

◆ 王文卿 陈琼 著



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

Q948.113
2014/1

Salt-tolerant Plant Resources from
Coastal Areas of South China



南方滨海 耐盐植物资源(一)

王文卿 陈琼 著



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

南方滨海耐盐植物资源. 1/王文卿,陈琼著. —厦门:厦门大学出版社,2013. 9
ISBN 978-7-5615-4722-9

I. ①南… II. ①王… ②陈… III. ①滨海盐土-耐盐性-植物资源-研究-中国
IV. ①Q948.113

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 203865 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@xmupress.com

厦门金百汇印刷有限公司印刷

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:28.75

字数:663 千字 印数:1~2 000 册

定价:198.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

内容简介

本书以作者近 16 年的野外调查和文献搜集为基础，系统介绍了我国南方滨海地区盐渍化土壤的特点、浪花飞溅区和海煞、国内外耐盐植物资源筛选与应用的背景、植物盐害诊断技术和耐盐能力等级评价等。

本书收录我国南方（浙江南部、福建、广东、广西、海南和香港、台湾等地区）野生及引种的 200 种滨海耐盐植物，在介绍其形态、分布、特点与用途、繁殖及野外种群数量等的同时，对各物种的野外自然生境和耐盐能力进行了重点介绍，除对其耐土壤盐能力、抗风和抗旱能力进行了分级之外，还首次对我国滨海植物的耐盐雾能力进行了分级。每一物种都配有形态、生境、应用等方面的照片。

本书适合农、林、生态、环境等学科的科研人员、大专院校的师生阅读和参考，尤其适合从事滨海地区城市绿化工作的人员参考。



前言

本书是在国家海洋局海洋公益性行业专项科研经费项目子任务（批准号：200905009-1）、国家林业科技支撑计划专题（批准号：2009BADB2B0605）、国家自然科学基金（41276076）和福建省科技创新平台建设（2010Y2007）的资助下完成的。本书的资料搜集和筹划始于1996年，野外调查前后持续16年。在此期间，我们几乎走遍了我国浙江南部以南的全部海岸和部分海岛，野外调查时间超过700天。

多年的野外考察，我们在惊叹于我国滨海地区植物资源的丰富程度的同时，更对我国滨海植物资源的快速衰退和滨海环境的严重破坏感到痛心和惋惜。我国南方省区的自然海岸正以前所未有的速度被人工海岸代替，其速度之快、范围之大，超出想象。迄今为止，我们发现了省区一级的新记录种32种（变种），但野外种群数量不超过100株的植物种类名单一直在增加，目前已经超过20种。

本书的目的在于丰富我国耐盐植物资源数据库，提高滨海城镇绿化水平和沿海防护林建设水平，促进耐盐植物资源的利用，保护野生植物资源。本书共分3章。第一章介绍了我国南方滨海地区盐渍化土壤的特点，对浪花飞溅区和海煞做了重点介绍。第二章介绍了国内外耐盐植物资源筛选与应用的背景，包括植物盐害诊断技术和耐盐能力等级评价。第三章收录了200种滨海耐盐植物，在介绍其形态、分布、特点与用途、繁殖及野外种群数量等的同时，对各物种的野外自然生境和耐盐能力进行了重点介绍，并就其耐土壤盐能力、耐盐雾能力、抗风和抗旱能力进行了分级，首次对我国滨海植物的耐盐雾能力进行了分级。每一物种都配有形态、生境、应用等方面的照片。本书第一章、第二章由陈琼编写，第三章由王文卿编写。为了节约篇幅，物种分布省区的描述仅限于沿海省区，各物种生境的描述也仅限于滨海地区。我们的目的在于给读者认识、保护和开发利用滨海耐盐植物资源提供尽可能的方便。

野外是一本永远读不完的书，还有太多的地方需要走，太多的植物种类需要进一步核实。我希望在未来15年内，在圆儿时的梦——走遍祖国海岸线的每一个角落——的同时，建立一个完整的我国南方耐盐植物资源数据库。本书收录的200种耐盐植物只是我们野外调查成果的阶段性总结，还有300多种耐盐植物有待于进一步整理。受专业知识和野外调查时间的限制，本书难免有不足和错误之处，望大家指正并提出更好的建议。

感谢澳大利亚 Griffith 大学 Joe Lee 教授提供了考察澳洲红树林和滨海植物的机会。感谢台湾东海大学林良恭教授、“中央”研究院陈章波研究员和特有生物研究与保护中心薛美莉教授提供了考察台湾滨海植物的机会。在野外考察过程中，得到了海南东寨港国家级自然保护区管理局钟才荣和黄仲琪、浙江亚热带作物研究所陈秋夏、浙江海洋水产养殖研究所仇建标、广西红树林研究中心范航清和何斌源、广东湛江红树林国家级自然保护区

陈粤超、海南清澜港省级自然保护区李文权、广西北仑河口国家级红树林自然保护区管理局苏博、琼海市长坡镇海南滨海园林植物苗木场符兴椿的支持和帮助。感谢厦门市绿化工程处王良睦、福建海洋研究所杨顺良、中国林科院热带林业研究所廖宝文、国家海洋局第三海洋研究所陈斌和厦门市绿化管理中心廖启料等提供了海岛和海岸带调查的机会。感谢厦门华侨亚热带植物引种园刘海桑提供了部分植物照片。本书的完成，得到了同事林光辉、侯学良、张宜辉、陈鹭真、李振基、丁振华等的一贯支持和鼓励，侯学良和李振基协助鉴定了大量疑难标本。在野外调查及书稿撰写过程中，得到了学生牟美蓉、闫中正、林鸣、卞阿娜、池敏杰、陶伊佳、孟庆玲、张琳婷的协助。

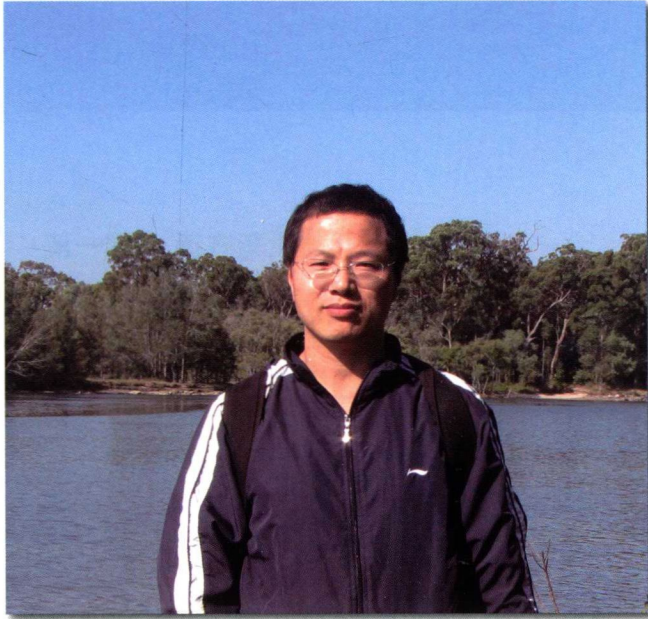
谨以此书献给一直在背后默默支持我工作的妻子王瑁女士和给我带来快乐与幸福的女儿王奕凡。

王文卿

2013年4月18日



作者简介



王文卿，博士，厦门大学环境与生态学院教授，现任中国生态学学会红树林学组执委会秘书长、中国自然资源学会湿地专业委员会副主任和福建省生态学会秘书长。主要研究方向：红树植物抗盐生理、耐盐植物资源的筛选与应用、红树林湿地生物多样性和红树林的保护与管理。



陈琼，生态学专业硕士，湖南衡阳人，2009年毕业于湖南师范大学生命科学学院，2010年9月至今在厦门大学植物学专业攻读硕士学位。主要研究方向：耐盐植物资源的筛选与应用。

CONTENTS

目录



第一章 南方滨海盐渍土 /1

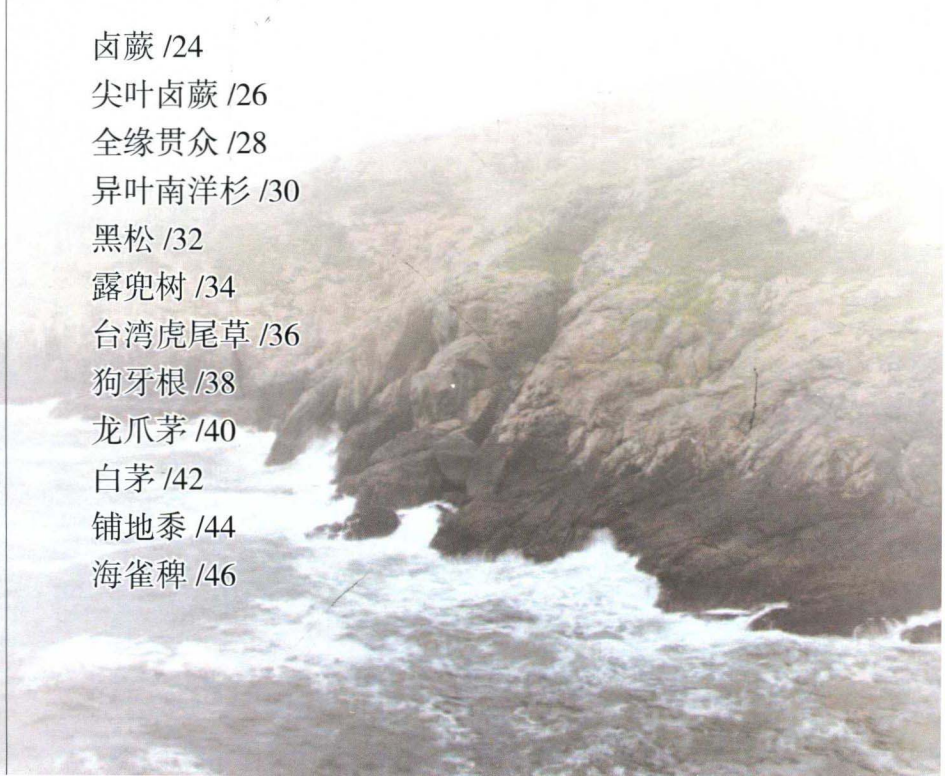
- 第一节 南方滨海盐渍土的分布及特点 /2
- 第二节 不断增加的滨海盐渍土 /5
- 第三节 浪花飞溅区 /5
- 第四节 海煞及海煞的预防 /8

第二章 耐盐植物资源的筛选 /13

- 第一节 耐盐植物和盐生植物 /14
- 第二节 植物盐害诊断 /15
- 第三节 植物耐盐能力等级划分 /18
- 第四节 国内外耐盐植物资源筛选 /20

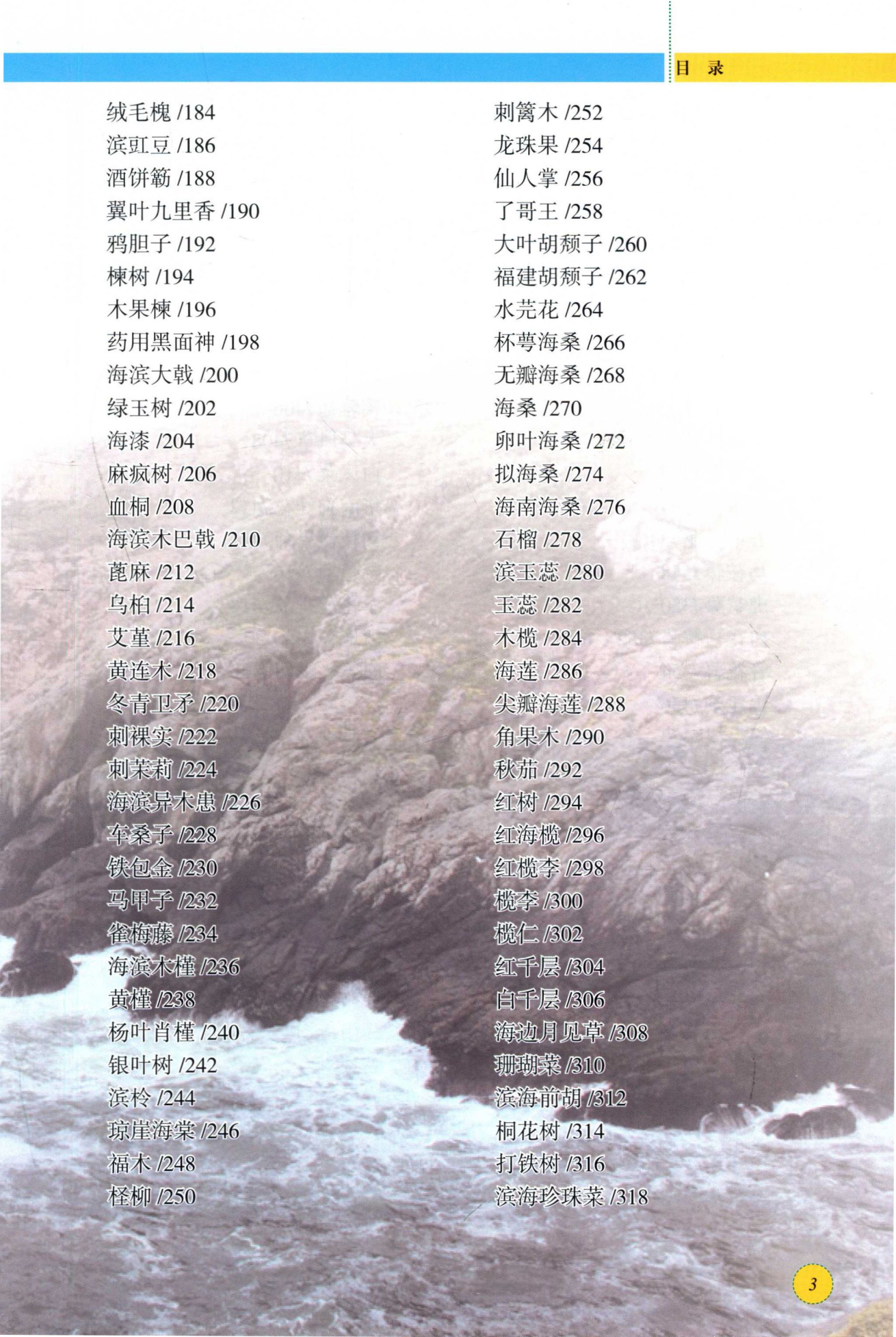
第三章 南方滨海耐盐植物资源 /23

- 卤蕨 /24
- 尖叶卤蕨 /26
- 全缘贯众 /28
- 异叶南洋杉 /30
- 黑松 /32
- 露兜树 /34
- 台湾虎尾草 /36
- 狗牙根 /38
- 龙爪茅 /40
- 白茅 /42
- 铺地黍 /44
- 海雀稗 /46



芦苇 /48
红毛草 /50
老鼠芳 /52
盐地鼠尾粟 /54
藜雷草 /56
中华结缕草 /58
糙叶薹草 /60
短叶荳蔻 /62
黑果飘拂草 /64
锈鳞飘拂草 /66
细叶飘拂草 /68
绢毛飘拂草 /70
羽状穗砖子苗 /72
海滨莎 /74
布迪椰子 /76
椰子 /78
蒲葵 /80
水椰 /82
加拿利海枣 /84
刺葵 /86
银海枣 /88
须叶藤 /90
天门冬 /92
山菅兰 /94
龙舌兰 /96
剑麻 /98
文殊兰 /100
悉尼火百合 /102
凤尾兰 /104
木麻黄 /106
朴树 /108
构树 /110
榕树 /112
薜荔 /114

雀榕 /116
鹊肾树 /118
海葡萄 /120
羊蹄 /122
海滨藜 /124
狭叶尖头叶藜 /126
地肤 /128
盐角草 /130
南方碱蓬 /132
银花苋 /134
黄细心 /136
抗风桐 /138
海马齿 /140
番杏 /142
毛马齿苋 /144
拟漆姑 /146
潺槁木姜子 /148
莲叶桐 /150
滨莱蕨 /152
晚红瓦松 /154
台湾海桐 /156
海桐 /158
厚叶石斑木 /160
光叶蔷薇 /162
刺果苏木 /164
华南云实 /166
双荚决明 /168
酸豆 /170
海刀豆 /172
吊裙草 /174
鱼藤 /176
刺桐 /178
水黄皮 /180
田菁 /182

- 
- 绒毛槐 /184
滨豇豆 /186
酒饼簕 /188
翼叶九里香 /190
鸦胆子 /192
楝树 /194
木果楝 /196
药用黑面神 /198
海滨大戟 /200
绿玉树 /202
海漆 /204
麻疯树 /206
血桐 /208
海滨木巴戟 /210
蓖麻 /212
乌柏 /214
艾堇 /216
黄连木 /218
冬青卫矛 /220
刺裸实 /222
刺茉莉 /224
海滨异木患 /226
车桑子 /228
铁包金 /230
马甲子 /232
雀梅藤 /234
海滨木槿 /236
黄槿 /238
杨叶肖槿 /240
银叶树 /242
滨柃 /244
琼崖海棠 /246
福木 /248
怪柳 /250
刺篱木 /252
龙珠果 /254
仙人掌 /256
了哥王 /258
大叶胡颓子 /260
福建胡颓子 /262
水芫花 /264
杯萼海桑 /266
无瓣海桑 /268
海桑 /270
卵叶海桑 /272
拟海桑 /274
海南海桑 /276
石榴 /278
滨玉蕊 /280
玉蕊 /282
木榄 /284
海莲 /286
尖瓣海莲 /288
角果木 /290
秋茄 /292
红树 /294
红海榄 /296
红榄李 /298
榄李 /300
榄仁 /302
红千层 /304
白千层 /306
海边月见草 /308
珊瑚菜 /310
滨海前胡 /312
桐花树 /314
打铁树 /316
滨海珍珠菜 /318

中华补血草 /320
铁线子 /322
人心果 /324
凹叶女贞 /326
长春花 /328
海檬果 /330
夹竹桃 /332
牛角瓜 /334
海岛藤 /336
匙羹藤 /338
肾叶打碗花 /340
菟丝子 /342
土丁桂 /344
五爪金龙 /346
马鞍藤 /348
虎掌藤 /350
白花马鞍藤 /352
管花薯 /354
福建茶 /356
银毛树 /358
白骨壤 /360
苦郎树 /362
过江藤 /364
钝叶臭黄荆 /366
单叶蔓荆 /368
迷迭香 /370
枸杞 /372
海滨猫尾木 /374
小花老鼠簕 /376
老鼠簕 /378
苦槛蓝 /380
海岸桐 /382
肉叶耳草 /384
瓶花木 /386

金银花 /388
海南草海桐 /390
草海桐 /392
茵陈蒿 /394
滨艾 /396
钻叶紫菀 /398
沙苦蕒菜 /400
蓟 /402
假还阳参 /404
芙蓉菊 /406
大吴风草 /408
白凤菜 /410
华南狗娃花 /412
匍枝栓果菊 /414
阔苞菊 /416
孪花蟛蜞菊 /418
卤地菊 /420
南美蟛蜞菊 /422

参考文献 /424

索引 /434

园林绿化植物 /434
防护林植物 /435
沙生植物 /436
生物能源植物 /436
耐盐蔬菜 /436
水旱植物 /436
果树 /437
药用植物 /437

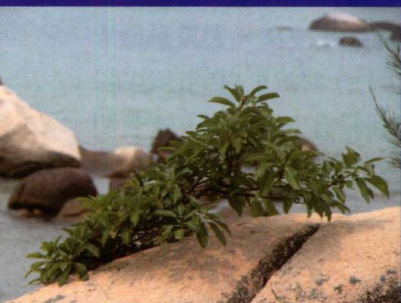
中文名索引 /438

学名索引 /441

SALT-TOLERANT PLANT RESOURCES FROM SOUTH CHINA

第一章

南方滨海盐渍土



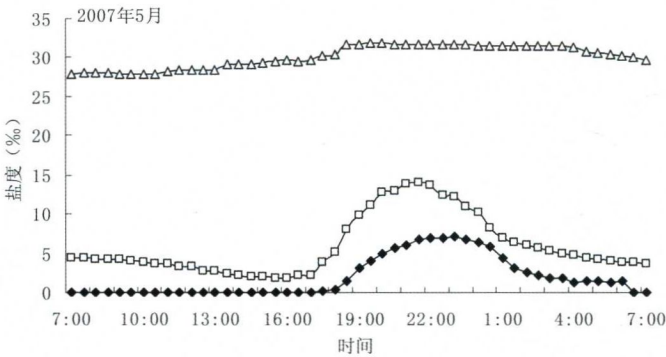
第一节 南方滨海盐渍土的分布及特点

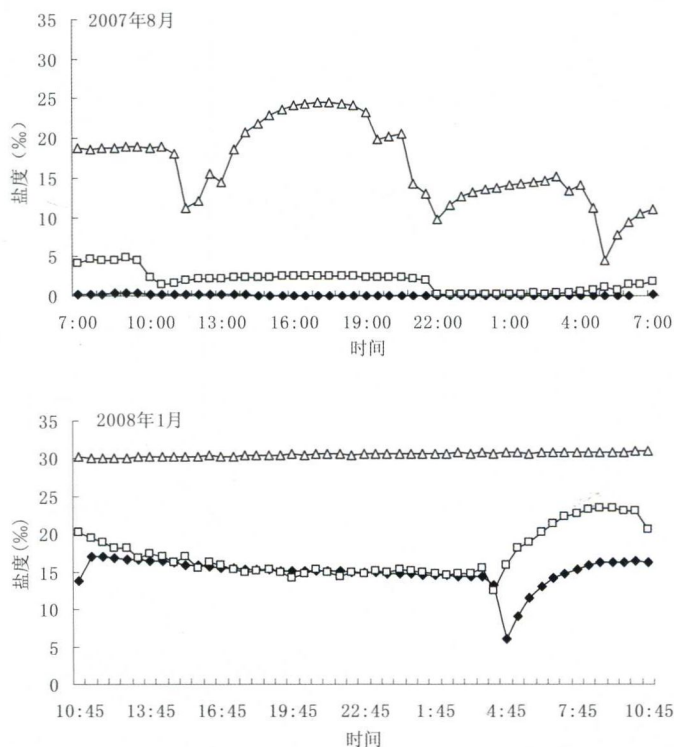
土壤盐渍化是一个全球性的资源和生态问题。据联合国粮农组织和教科文组织统计，全球有各种盐渍土约 10 亿公顷，约占全球陆地面积的 10%。同时，全球盐渍土每年以 100 万~150 万公顷的速度在增长（Kovda, 1983）。根据农业部组织的第二次全国普查资料统计，我国盐渍土的面积 3470 万公顷（王遵亲, 1993），主要分布于长江以北的内陆地区，以及辽东半岛、渤海湾和苏北滨海，浙江、福建、广东、广西、海南、香港和台湾仅有零星分布（赵可夫等, 1999）。沿海各省、市、自治区近 2 万千米的海岸线上，分布有总面积达 500 万公顷的滨海盐土（徐恒刚, 2004）。这里既有以氯化物为主的微碱性滨海盐土，也有在红树林群落影响下形成的酸性硫酸盐盐土（俞仁培等, 1999）。

由于地处热带和亚热带，降雨量大且季节变化明显，土壤的淋洗作用强烈，滩地受海潮浸渍而形成盐土，通过雨水淋盐逐渐淡化为盐渍化土壤。与江苏以北的滨海盐渍土相比，我国南方的滨海盐渍土最主要的特点就是环境因子高度的时空异质性。除温度和水分因子外，这种异质性在盐分含量方面显得尤为突出。

1. 盐度的时间变化

图 1-1 是广西防城港黄竹江有红树林分布的河段不同位置河水盐度日变化情况。随着离河口的距离的增加（从下游到上游），河水盐度逐渐下降，并表现出明显的季节变化。2007 年 5 月由于降水较少，河水盐度相对较高，上游、中游和下游河水盐度的日波动范围分别是：0~7.2 mg/g、1.9~14.1 mg/g 和 27.9~31.9 mg/g。8 月降水量达到最大，黄竹江径流量也达到最大值，河水盐度达到一年中的最小值，上游、中游和下游河水盐度的日波动范围分别是：0~0.4 mg/g、0.1~4.8 mg/g 和 4.6~24.5 mg/g。2008 年 1 月降水量达到最小，径流量也达到最小值，此时河水盐度升高至一年中的最高值，上游、中游和下游河水盐度的日波动范围分别是：6.1~17.0 mg/g、12.5~23.5 mg/g 和 29.9~31.2 mg/g。在红树植物桐花树分布的最上限处（距入海口约 7.8 km），旱季（1 月）潮汐可以到达这里，河水盐度最高可达 17.0 mg/g；而在湿季时（8 月），河水盐度最高只有 0.4 mg/g。这表明黄竹江河水盐度存在着明显的空间和时间变化，这种变化必然对生长在黄竹江两岸的红树植物的分布与生长产生影响（信长朋, 2008）。



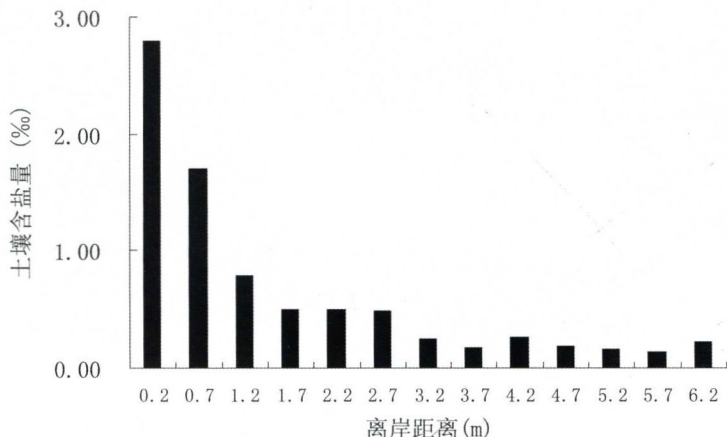


◎图 1-1 广西防城港黄竹江红树植物分布河段不同位置河水盐度的日变化

◆上游 □中游 △下游

2. 土壤含盐量的空间变化

2006 年我们在对福建厦门南湖公园紫薇盐害诊断时发现,哪怕是在很小的距离内,土壤含盐量也存在很大的差别。离岸 0.2 m 处表层土壤含盐量高达 2.8 mg/g, 离岸 1.2 m 处紫薇盐害严重,表层土壤含盐量为 0.79 mg/g,而在离岸 6.2 m 处紫薇生长完全正常,土壤含盐量仅为 0.23 mg/g。离岸 0.2 m 处和离岸 6.2 m 处,仅相距 6.0 m,土壤含盐量相差 11.2 倍(图 1-2)。



◎图 1-2 福建厦门南湖公园表层土壤(0~10 cm)含盐量与离岸距离的关系

这种空间异质性在福建厦门翔安一水沟边的榕树上表现得尤为突出。在福建厦门市翔安区刘五店村，有一榕树生长于与海相通的引水渠边。该树高约 8 m，胸径 0.8 m，涨潮时部分根系可被海水淹没。我们测定了不同高程处表层土壤的含盐量及根系生长情况（表 1-1）。结果表明，同一棵树不同部位根系周边土壤含盐量存在显著差别，高程仅相差 1.4 m，但土壤含盐量相差 80 多倍。与此相对应，根系生长也表现出很大的区别。水体和土壤含盐量的时空变异，不仅影响植物的生长、发育和繁殖，也给盐害的诊断和耐盐植物的筛选带来了诸多困难。

表 1-1 厦门翔安刘五店鱼塘引水渠边榕树根部土壤含盐量变化及根系生长情况

相对高程（m）	表层土壤含盐量（mg/g）	根系生长状况
140	0.17	根系多且旺盛
100	1.02	中等
70	12.56	根系大部分死亡，个别新生细根存活
20	9.27	根全部死亡
0	14.84	淤泥，咸水浸润，根全部死亡



◎福建厦门翔安刘五店水渠边榕树及其根系生长情况



◎土壤理化因子的高空间异质性导致木麻黄根系偏向生长

第二节 不断增加的滨海盐渍土

相对于我国西部和江苏以北滨海地区广阔的盐渍土而言,南方滨海盐渍土面积不大。但是,近年来南方滨海地区植物盐害问题日益严峻,尤其是滨海城镇绿化植物盐害问题日益突出。

■ 1. 迫切的用地需求使得围填海成为增加土地供应量的主要途径

滨海地区地下水的盐度较高,多在 $10 \sim 30 \text{ mg/g}$ 之间,距海越近,盐度越高。地下水对土壤盐渍化发生和发展的影响主要是通过地下水位和地下水水质实现的。当地下水位超过临界水位时,极易通过毛细管到达地表,这样地表积盐就十分强烈,尤其在多风的旱季。我国南方滨海地区存在明显的旱季,许多城市又往往缺水,土壤蒸发强烈,很容易导致土壤次生盐渍化。近年来,随着城镇建设规模的不断扩大,向海要地成了扩大城市建设用地的重要途径。现在围海造地普遍使用的吹填技术,即把海堤外侧的泥沙泵入堤内造地,这样可节约大量的工程费用。但是,大量滩涂淤泥的存在给以后的城市绿化带来了隐患。我们 2005 年实测福建厦门海沧吹填区滩涂淤泥含盐量最高达 23 mg/g ,平均为 18 mg/g 。2006 年福建厦门围海造地区域盐渍化土壤面积达 1600 公顷(王良睦, 2006)。大规模围填海虽然增加了土地供应量,但形成的盐渍化土壤给城镇园林绿化带来了诸多困难。

沿海地区是海洋经济和国民经济发展的重要增长点。此外,对于一线海景的畸形需求使得滨海地区成为高档住宅的集中区。为了使更多的楼盘能够观海,有的通过砍伐木麻黄防护林的方式“开阔视野”,有的将住宅建于“最靠近海”的地段,从而使得这些楼盘的园林绿化失去了防护林的保护,成为海煞的重灾区。

■ 2. 海平面上升和地下水过度开采给咸水入侵创造了机会

部分地区超采地下水造成海岸地下水层中淡水水位下降,从而造成了有利于盐水入侵的环境。海平面上升、潮位升高及超采地下水引起的地面沉降无疑将加重这一危害。我国大部分海域的海平面都有上升趋势,其中又以广东、广西和海南的上升幅度最大。此外,在我国缺乏挡潮闸的各大河入海口均存在因上游来水减少和海平面上升导致盐水入侵危害加重的问题,长江口及其以南地区更为显著。如珠江口,目前虎门水道枯水期高潮时 0.3 mg/g 等盐度线约在黄埔港以上 13 km 处。“我国近海海洋综合调查与评价”专项调查结果表明,我国沿岸地区海水入侵面积已超过 1.6 万 km^2 。此外,一些城市由于中水回用不当而导致土壤次生盐渍化。

第三节 浪花飞溅区

Humble 于 1949 年最早定义浪花飞溅区。浪花飞溅区(简称浪溅区)泛指海岸平均高潮线以上,海水浪花和海水微粒飞溅能波及的范围(图 1-3),其英文名称为 splash zone(腐

蚀学) 或 spray zone (生态学)。

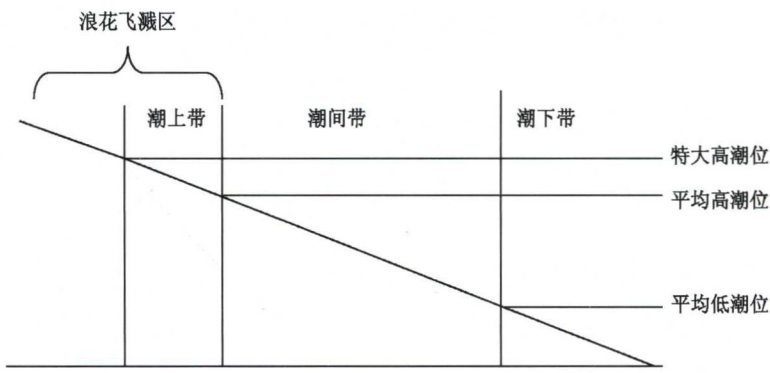


图 1-3 浪花飞溅区示意图

浪花飞溅区的范围因海岸微地貌及风浪的大小而定，没有明确的范围。一般而言，风速越大，浪花飞溅区范围越大；反之，则越小。一些国家从钢铁防腐角度对浪花飞溅区的范围作出了规定。日本防腐技术协会规定平均高潮线以上 2 m 范围内为浪花飞溅区。我国的浪花飞溅区范围在平均高潮线以上 0 ~ 2.4 m 处（朱相荣等，1995）。事实上，一些海岛或海岸突出部位的浪花飞溅区范围远远超过上述范围。如据 2012 年 6 月我们在福建台山列岛的观察，风口处浪花飞溅区的范围可达高潮线以上 6 m 处，水平距离可达几十米。而在一些隐蔽的港湾内，浪花飞溅区不超过平均高潮位 0.5 m，甚至更低。

浪花飞溅区的主要环境特征是强光、干湿交替和盐分浓缩（刘薇等，2010）。气相中含有大量的气溶胶体状盐雾，它易附着在物体表面而加速湿气膜或水膜形成，水膜的蒸发和凝聚会导致表面盐分浓缩，这使得浪花飞溅区成为海岸钢铁设施腐蚀最严重的区域。同样，浪花飞溅区的这种环境特点也给生活于其中的植物带来了诸多困难。与其他生境中的植物不同，浪花飞溅区的植物面临土壤和空气双重盐分胁迫，除了耐旱、耐瘠、抗风等特点外，生长于浪花飞溅区的植物往往同时具有耐盐和耐盐雾的特点。



浪花飞溅区海岸（福建福鼎西台山岛）



浪花飞溅区海岸（台湾高雄旗津公园）

虽然环境条件恶劣，但浪花飞溅区并不是植物的禁区。在福建，浪花飞溅区常见的草本植物有中华补血草、滨海珍珠菜、肉叶耳草等，灌木有滨柃、海桐、草海桐、刺裸实、露兜树、光叶蔷薇和苦郎树等。在一些有泉水渗出的较阴湿地段，可见全缘贯众。