



主持人: 任明迅

Open Access



海南东方市湿地维管束植物资源及其区系组成特征

陈珏琦^{1#}, 何荣晓¹, 宋希强¹, 端木嘉龙^{1,2,3}, 杨泽秀^{3*}

(1. 海南大学 热带特色林木花卉遗传与种质创新教育部重点实验室/热带农林学院, 海南 海口 570228 中国;
2. 海口市智慧林业重点实验室, 海南 海口 570228 中国; 3. 海南省珠峰林业生态研究所,
海南 海口 570220 中国)

摘 要: 以海南东方市 5 种类型湿地(河流湿地、人工湿地、水库湿地、沼泽湿地、近海与海岸湿地)为研究区域, 对维管束植物资源进行调查和分析。研究结果显示: 1) 东方市湿地植物资源较为丰富, 共记录了 114 个科、426 个属和 626 种维管植物, 包括 15 种蕨类植物、1 种裸子植物以及 610 种被子植物。2) 东方市湿地植物区系及地理分布可划分为 12 个类型和 12 个变型。3) 植被类型可分为湿地森林、湿地灌丛、湿地草地、水生植被、盐碱湿地植被 5 个湿地植被型组, 8 个植被型和 11 个群系。植被类型主要以热带为主。4) 入侵植物中 I 级(恶意入侵)与 II 级(严重入侵)植物较多, 对区域湿地生态系统的多样性构成了威胁。本研究结果初步明晰了东方市湿地植物资源现状, 丰富了热带沿海半干旱区湿地的植物资源信息, 为湿地维管植物资源的保护、生态恢复及合理利用提供了科学依据和基础数据。

关键词: 热带湿地; 维管束植物; 入侵植物; 植物区系; 干旱湿地

中图分类号: Q948

文献标志码: A

文章编号: 1674-7054(2025)05-0765-09

陈珏琦, 何荣晓, 宋希强, 等. 海南东方市湿地维管束植物资源及其区系组成特征 [J]. 热带生物学报, 2025, 16(5): 765-773. doi: 10.15886/j.cnki.rdswwb.20240195

湿地是地球上生物多样性最丰富、生产力最高的生态系统之一, 与森林和海洋并称为 3 大生态系统^[1]。湿地在维持生态平衡、水资源管理、生物多样性保护及应对气候变化方面具有不可替代的作用, 被誉为“地球之肾”和“物种基因库”^[2]。然而, 随着气候变化加剧和人类活动的干扰, 湿地面积急剧减少, 生物多样性下降、生境破碎化等问题日益突出^[3]。热带半干旱地区的湿地孕育了耐旱、耐盐的动植物, 具有独特的群落结构, 并通过固碳、保持水土和过滤污染物等功能, 成为气候变化的重要天然屏障^[4]。这些湿地由于水文条件波动大、季节性干旱与洪水频繁等特点, 也面临更大的生态压力^[5]。研究湿地植物的组成及其对环境变化的响应, 不仅可以评估气候变化对湿地的影响, 还能对未来趋势预测及制定适应性管理措施提供

科学依据^[6]。中国热带半干旱区域主要分布在海南西南部。海南东方市年均降水量为 769.4 mm, 年均蒸发量为 184.8 mm^[7], 蒸发量大于降水量, 符合热带半干旱区的气候特征。这种特殊的地理和气候条件, 使东方市形成了独特的生态系统。海南湿地植物种类繁多, 湿地植物区系主要以热带成分为主, 具有热带边缘特征, 属于华南植物区系与亚洲热带雨林的过渡类型, 这反映了海南湿地生态系统的多样性与稳定性^[8]。目前的研究多集中在海南北部和中部的森林湿地, 关于西部沿海热带半干旱湿地的系统性、长期性物种调查较为欠缺。植物种类资源和区系特征的研究仍存在一定不足, 尤其是针对东方市湿地的研究较少, 且该地区植物种类、区系特征及应用特点尚不明确。因此, 本研究以东方市湿地为研究对象, 对其植物

收稿日期: 2024-12-24

修回日期: 2025-02-19

基金项目: “东方市湿地资源调查与评价”项目(HNDWZB20230431)

*第一作者: 陈珏琦(1996—), 女, 海南大学热带农林学院 2022 级硕士研究生。E-mail: jueqichen@hainanu.edu.cn

*通信作者: 杨泽秀(1970—), 男, 高级项目管理师, 研究方向: 林业。E-mail: 80240104@qq.com

种类、区系特征、生活型、物种来源及植被类型进行系统调查与分析,旨在丰富热带沿海半干旱区域湿地植物资源库,为湿地生态保护与恢复提供科学依据,并为应对未来气候变化和湿地恢复提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况 东方市位于中国海南西南部,地理坐标为 $18^{\circ}43'08''$ — $19^{\circ}18'43''$ N, $108^{\circ}36'46''$ — $109^{\circ}07'19''$ E(图 1)。年降水量低于蒸发量,属热带干旱地区。全市湿地面积积达 5.95 hm^2 ,包括近海与海岸湿地、湖泊湿地、河流湿地及人工湿地等,是海南湿地面积最大的城市^[9]。

1.2 研究方法 本研究于 2023 年 7 月至 12 月采用踏查法结合样线和样方调查法,全面调查东方市陆地及近海区域内的湿地植物资源。调查范围

涵盖面积大于等于 2 hm^2 的近海与海岸湿地、河流湿地、沼泽湿地、水库湿地、人工湿地(图 2),以及宽度超过 10 m 、长度超过 3 km 的河流湿地。本次湿地植物调查主要涵盖水深 2 m 以内至消落带区域的植物。

利用第 3 次国土调查矢量数据和遥感影像图,在 ArcGIS 上初步划定东方市湿地图(图 1),并通过踏查法沿湿地轨迹开展调查。对于无法进行踏查的区域,结合样线和样方法进行补充调查。使用 ArcGIS 每 5 km 布设 800 m 样线,样线宽度覆盖岸线消落带至水深 2 m 的浅水区之间区域。通过手机端 App(GPSBOX)记录样线两侧的植物种类、植被类型,并拍摄清晰图片。同时记录调查编号、日期、人员、地点、海拔高度、路线和 GPS 坐标。在每条样线内随机均匀设 3 个 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$

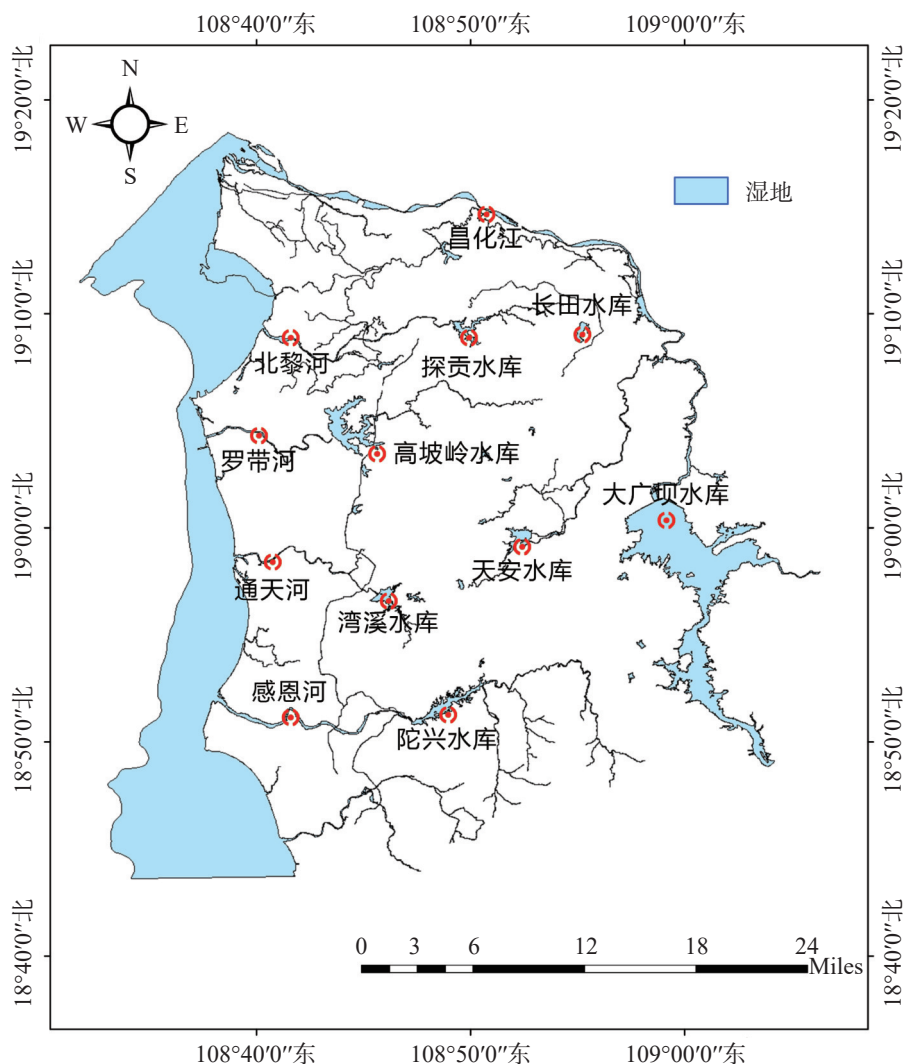


图 1 东方市湿地资源调查区位图

Fig. 1 Location Map of Wetland Resources Survey in Oriental City



图2 东方市5种湿地类型图

Fig. 2 Map of Five Wetland Types in Dongfang City

乔木样方,并在每个乔木样方内随机设3组2 m×2 m灌木草本样方。乔木样方记录乔木类型、数量、株高、胸径;灌木草本样方记录灌木、草本植物的种类、数量、频度、盖度和平均高度,形成全面的湿地植物数据集。

1.3 湿地植物物种调查 本研究对东方市湿地范围内的植物种类进行全面统计,建立植物名录,对植物的保护等级、特有种、罕见种、濒危种及对环境变化具有指示意义的植物种类均特别标注。对于现场无法直接确定的疑难植物种,拍摄清晰照片记录标本信息,或采集标本带回实验室,通过工具书查询及专家咨询进行鉴定。参考标本鉴定工具书包括《海南植物名录》^[10]和《中国热带雨林地区植物图鉴:海南植物》^[11]。植物保护等级依据世界自然保护联盟濒危物种红色名录(IUCN Red List)确定;资源植物的鉴定参考《中国资源植物》^[12]与《海南观赏植物》^[13];种子植物区系特征的划分与分析参照《中国种子植物属的分布区类型》^[14];蕨类植物依据《中国蕨类植物多样性与地理分布(精)》^[15]确定。

1.4 湿地植被类型调查 调查种划定的样方内的植被群落为基本单位。统计群落中的优势种、共建种和伴生种等植物种类,并描述群落的结构特征。首先,收集湿地植被类型资料,包括当地林业政府部门现有的植被类型资料及中国植物类型分布。第二,结合卫星图片和遥感影像进行具体定

位。第三,依据资料数据进行现场验证。最后,结合东方市的地理气候带,对范围内所有植被类型进行统计分析。湿地植被类型分类依据《中国植被》^[16]分类系统为主,并参考《中国湿地植被》^[17]进行详细分类。

2 结果与分析

2.1 湿地植物资源特征

2.1.1 物种组成 东方湿地植物物种繁多,共有114科、426属、626种。其中,蕨类植物15种,隶属6科9属,占区系总种数的.4%;裸子植物仅有1种,隶属于1科1属;被子植物610种,隶属107科431属。从科的组成上分析,豆科(Fabaceae)、禾本科(Poaceae)、菊科(Asteraceae)、大戟科(Euphorbiaceae)和锦葵科(Malvaceae)等15个科包含至少10种植物,为多种科;43个科仅包含1种植物,为寡种科。从属的组成上分析,多种属有榕属(*Ficus*)、莎草属(*Cyperus*)、大戟属(*Euphorbia*)、蓼属(*Polygonum*)和番薯属(*Ipomoea*)等。

2.1.2 资源植物 东方市湿地有着丰富的资源植物种类,植物类型包含观赏、药用、用材、纤维和果树等(表1)。其中,观赏植物种类最多,有263种,约占总数的4.01%,涵盖当地乡土植物与人为栽培种;其次为药用植物,有122种,约占总数的19.49%;用材植物、纤维植物、果树植物数量相差不大,为56、49、48种,分别占总数的8.95%、

表 1 东方市湿地资源植物统计

Tab. 1 Plant Statistics for Wetland Resources in Dongfang City

植物类型	种数	比例/%	代表性植物
Plant types	Number of Species	Proportion/%	Representative plants
观赏植物 ornamental plants	263	4.01	木棉(<i>Bombax ceiba</i>)、羊蹄甲(<i>Bauhinia purpurea</i> 、)、白花羊蹄甲(<i>Bauhinia acuminata</i>)、小叶榕(<i>Ficus concinna</i>)、黄花夹竹桃(<i>Thevetia peruviana</i>)、毛稔(<i>Melastoma sanguineum</i>)、露兜树(<i>Pandanus tectorius</i>)、母生(<i>Homalium ceylanicum</i>)、水石榕(<i>Elaeocarpus hainanensis</i>)
药用植物 Medicinal plants	122	19.49	白花地胆草(<i>Elephantopus tomentosus</i>)、地胆草(<i>Elephantopus scaber</i>)、破布叶(<i>Microcos paniculata</i>)、鸦胆子(<i>Brucea javanica</i>)、金腰箭(<i>Synedrella nodiflora</i>)、鸡屎藤(<i>Paederia foetida</i>)、喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>)、马齿苋(<i>Portulaca oleracea</i>)、牡荆(<i>Vitex negundo</i>)、九节(<i>Psychotria asiatica</i>)
用材植物 Timber plants	56	8.95	红花天料木(<i>Homalium ceylanicum</i>)、苦楝(<i>Melia azedarach</i>)、马占相思(<i>Acacia mangium</i>)、天料木(<i>Homalium cochinchinense</i>)
纤维植物 Fiber plants	49	7.83	构(<i>Broussonetia papyrifera</i>)、苧麻(<i>Boehmeria nivea</i>)、山黄麻(<i>Trema tomentosa</i>)、破布叶(<i>Microcos paniculata</i>)、芒(<i>Miscanthus sinensis</i>)、剑麻(<i>Agave sisalana</i>)、五节芒(<i>Miscanthus floridulus</i>)、白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)
果树植物 Fruit trees	48	7.67	龙眼(<i>Dimocarpus longan</i>)、大果榕(<i>Ficus auriculata</i>)、香蕉(<i>Musa acuminata</i>)、芒果(<i>Mangifera indica</i>)、土坛树(<i>Alangium salviifolium</i>)、番石榴(<i>Psidium guajava</i>)、番木瓜(<i>Carica papaya</i>)、阳桃(<i>Averrhoa carambola</i>)

7.83% 和 7.67%。

2.1.3 珍稀保护植物 在 626 种维管束植物中,列入国家Ⅱ级重点保护野生植物的有 2 种,分别是水蕨(*Ceratopteris thalictroides*)(LC)与海南大风子(*Hydnocarpus hainanensis*)(UV);5 种植物被列为海南重点保护植物,分别为红花天料木(*Homalium ceylanicum*)、黄牛木(*Cratoxyium cochinchinense*)、龙眼(*Dimocarpus longan*)、莲子草(*Alternanthera sessilis*)、海南割鸡芒(*Hypolytrum hainanense*)。

2.2 区系地理成分特征

2.2.1 生长型分析 东方市湿地植物分为乔木、灌木、草本和藤本 4 种生活型。其中,草本植物占 57.32%(360 种),居主导地位;木本植物占 64%(205 种),乔木和灌木分别占 16.88%(106 种)和 15.76%(99 种);藤本植物占 10.32%(61 种)。

2.2.2 区系分析 东方湿地的维管植物依据种子植物属的区系和地理分布可划分为 12 个类型 and 12 个变型。其中,世界分布有 33 属,热带分布 342 属,温带分布 51 属,分别占东方湿地区系总属数的 7.75%、80.28% 和 11.97%(图 3,图 4)。湿地植物主要体现热带特征,包括泛热带分布、东亚与热带南美间断分布、旧世界热带及热带亚洲分布

等类型。泛热带分布的乔木层以榕属(*Ficus*)、山矾属(*Symplocos*)为主,林下植物如凤尾蕨属(*Pteris*)、紫金牛属(*Ardisia*)等。热带亚洲分布的乔木层包括润楠属(*Machilus*)、波罗蜜属(*Artocarpus*),林下植物有巢蕨属(*Neottopteris*)、葛属(*Pueraria*)等。东亚与热带南美间断分布的主要属包括木姜子属(*Litsea*)、楠属(*Phoebe*)等。旧世界热带分布则涵盖蒲桃属(*Syzygium*)、山姜属(*Alpinia*)、楝属(*Melia*)等。热带亚洲至热带大洋洲和热带非洲的主要属分别有樟属(*Cinnamomum*)、野牡丹属(*Melastoma*)及厚皮树属(*Lannea*)、狗牙花属(*Ervatamia*)等。尽管热带和亚热带成分占据主导地位,东方湿地仍存在少量温带分布的属,如画眉草属(*Eragrostis*)和藿香蓟属(*Ageratum*)。东亚与北美间断分布的属数量较少,多为单种属,在群落中作用有限。中国特有属仅有 1 个——番薯属(*Ipomoea*),充分体现了区域植物区系的热带性与特有性。

湿地植物区系的地理成分是依据植物现代地理分布确定的,对于植物学研究、生物多样性保护、植物资源利用及生态文明建设具有重要意义^[18]。植物区系作为植被分布的基础,是物种形成过程的空间体现。东方市湿地植物区系地理成分复

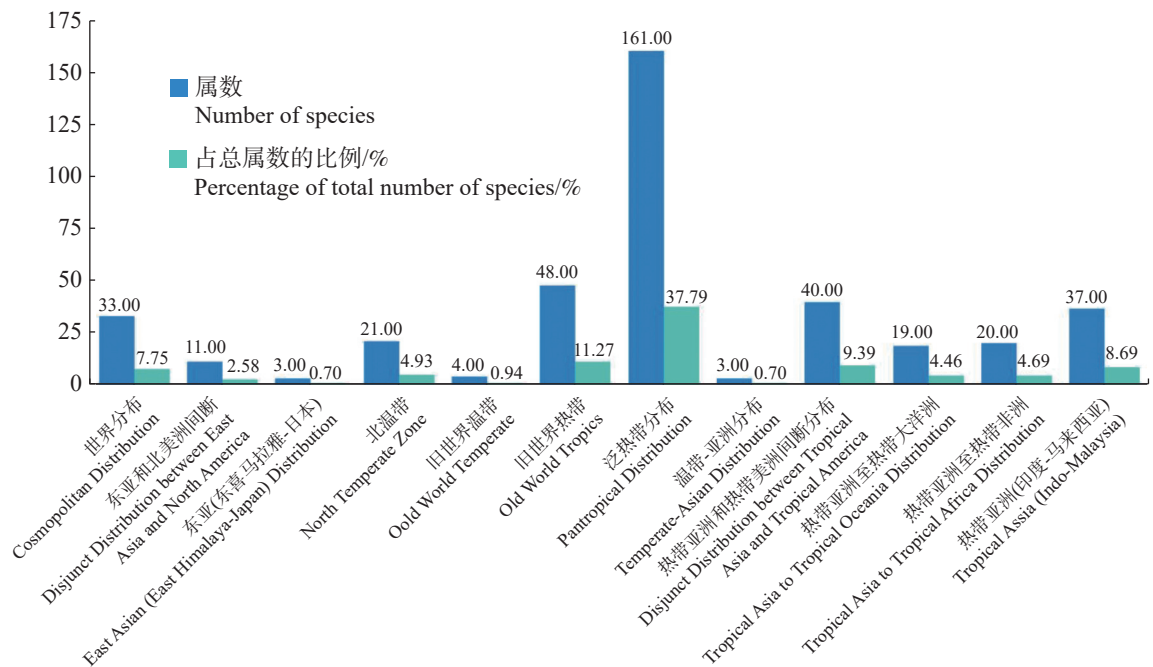


图 3 东方湿地维管束植物属的分布区类型统计(12 个类型)

Fig. 3 Distribution Area Type Statistics of Vascular Plant Genera in the Eastern Wetlands (12 types)

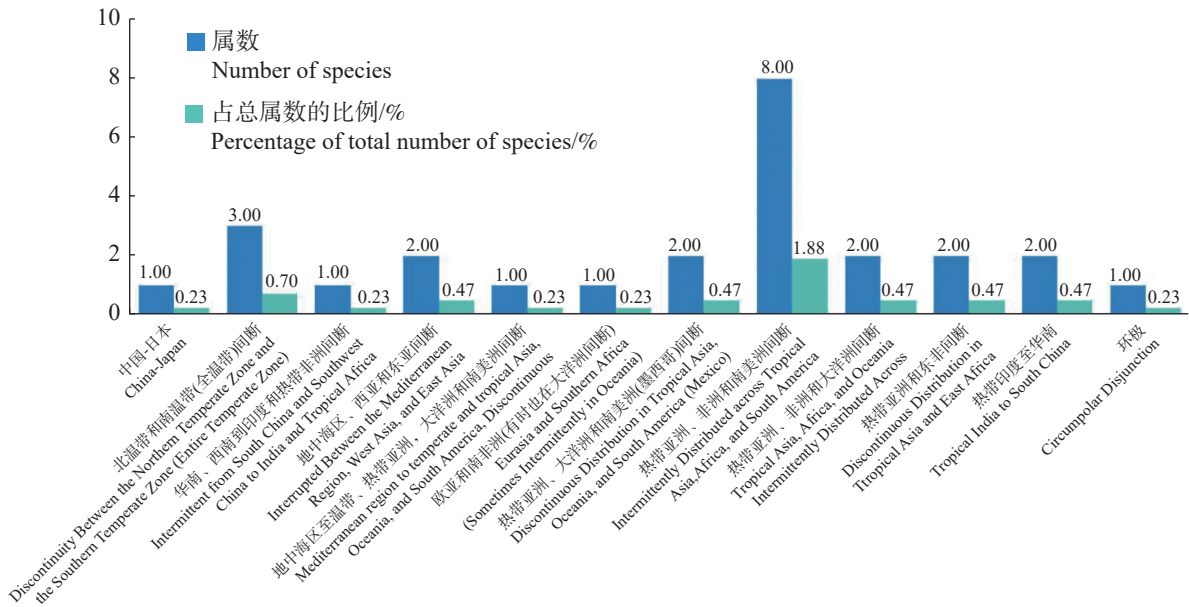


图 4 东方湿地维管束植物属的分布区类型统计(12 个变型)

Fig. 4 Distribution Area Type Statistics of Vascular Plant Genera in the Eastern Wetlands (12 variants)

杂,物种多样性较高。区系分析表明,东方市湿地维管束植物以泛热带分布为主,共有 148 个属,热带成分占绝对优势,温带成分比例较小,并包含少数系统发育较原始的科属。中国特有属和种数量较少,体现出热带半干旱植物区系的特点及地域特色。

2.3 植被类型 东方湿地植被类型按《中国湿地植被》分为湿地森林、湿地灌丛、湿地草地、水生植被、盐碱湿地植被 5 个湿地植被型组,8 个植被型和 11 个群系(表 2,图 5)。湿地植被类型以

热带植被型为主,体现了热带干旱地区和海南特有的地缘特性。地带性植被包含许多为热带特有植物,优势种包括高山榕(*Ficus altissima*)、对叶榕(*Ficus hispida*)、大果榕(*Ficus auriculata*)、楝(*Melia azedarach*)、木棉(*Bombax ceiba*)、木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)和 马 占 相 思(*Acacia mangium*)等。

在受人为干扰较严重的河流和水库沿岸,热带灌丛广泛分布,优势种包括麻风树(*Jatropha*

curcas)、金合欢(*Vachellia farnesiana*)、银合欢(*Leucaena leucocephala*)、棉叶珊瑚花(*Jatropha gossypifolia*)、地桃花 *Urena lobata*)、飞机草(*Chromolaena odorata*)及白茅(*Imperata cylindrical*)等,显示出显著的次生植被特征。河流浅滩的湿生草地主要由莎草科(*Cyperaceae*)、禾本科(*Poaceae*)、蓼科(*Polygonaceae*)和苋科(*Amaranthaceae*)等构成。在水库的消落带和泥质河岸季节性积水区域,显示出显著的次生植被特征。由于其脆弱性及人为干扰的影响,这些植被类型分布面积较小,并呈现逐渐减少的趋势。尽管湿地植物种类丰富,但植被类型相对单一,群落结构趋于简单。

表 2 东方湿地植被类型

Tab. 2 Wetland vegetation types in Dongfang City		
植被型组	植被型	群系
Vegetation type group	Vegetation type	Biomes
I 湿地森林 Wetland Forests	1 湿地林	(1)水石榕+水翁蒲桃+大果榕+海南蒲桃群系(<i>Elaeocarpus hainanensis</i> + <i>Syzygium nervosum</i> + <i>Ficus auriculata</i> + <i>Syzygium hainanense</i> spp.)
	2水生森林	(2)木棉+阔荚合欢+麻风树+鹧鸪麻群系(<i>Bombax ceiba</i> + <i>Albizia lebbeck</i> + <i>Jatropha curcas</i> + <i>Kleinhovia hospita</i> spp.)
II 湿地灌丛 Wetland Shrublands	3滩涂湿地	(3)白骨壤+对叶揽李群系(<i>Avicennia marina</i> + <i>Laguncularia racemosa</i> spp.)
	4灌木湿地	(4)水柳+水竹蒲桃+对叶榕+细叶黄杨群系(<i>Homonoia riparia</i> + <i>Syzygium fluviatile</i> + <i>Ficus hispida</i> + <i>Buxus bodinieri</i> spp.)
III 湿地草地 Wetland Grasslands	5 湿草地 Wet Grasslands	(5)蓖麻+九节+鹊肾树+马缨丹群系(<i>Ricinus communis</i> + <i>Psychotria asiatica</i> + <i>Streblus asper</i> + <i>Lantana camara</i> spp.)
		(6)飞机草+鬼针草+白茅群系(<i>Chromolaena odorata</i> + <i>Bidens pilosa</i> + <i>Imperata cylindrica</i> spp.)
	6浅水草地 Shallow Water Grasslands	(7)象草+芦竹+五节芒+斑茅群系(<i>Pennisetum purpureum</i> + <i>Arundo donax</i> + <i>Miscanthus floridulus</i> + <i>Saccharum arundinaceum</i> spp.)
		(8)白饭树+甜根子草+含羞草决明群系(<i>Flueggea virosa</i> + <i>Saccharum spontaneum</i> + <i>Chamaecrista mimosoides</i> spp.)
IV 水生植被 Aquatic vegetation	7水生植被 Aquatic vegetation	(9)羽状穗砖子苗群系+断节莎+水蓼群系(<i>Cyperus javanicus</i> + <i>Cyperus odoratus</i> + <i>Persicaria hydropiper</i> spp.)
V 盐碱湿地植被 Saline-Alkaline Wetland Vegetation	8盐碱湿地植被 Saline-Alkaline Wetland Vegetation	(10)凤眼莲+蕹菜群系(<i>Eichhornia crassipes</i> + <i>Ipomoea aquatica</i> spp.)
		(11)木麻黄+仙人掌+露兜树群系(<i>Casuarina equisetifolia</i> + <i>Opuntia dillenii</i> + <i>Pandanus tectorius</i> spp.)



图 5 东方市 4 种典型植物群落
Fig. 5 Four Typical Plant Communities in Dongfang City

2.4 入侵植物 植物组成来源中,本地植物有 566 种, 占有所有植物种数的 90.42%。外来入侵植物有 60 种, 占植物总数的 9.58%。入侵等级为 I 级(恶意入侵)的有 17 种, 等级为 II (严重入侵)的有 20 种, 等级为 III 级(局部入侵)的有 16 种, 等级为 IV 级(一般入侵)的有 7 种, 分别占入侵植物的 29.33%, 32.33%, 26.67%, 11.67%。这些入侵植物主要来源于热带美洲。尽管本地植物占绝对优势, 但高比例的 I 级和 II 级入侵物种占入侵植物总数的 61.6%, 对这些植物易形成单一优势种群, 侵占其他物种的生存空间, 是继生境丧失后导致物种灭绝的主要原因, 对湿地生物多样性和生态系统稳定性构成严重威胁^[19]。其不仅对湿地植物资源造成潜在威胁, 也对整体生态系统的多样性产生深远影响。调查显示, 入侵植物在东方市湿

地的分布无明显规律,扩散路径并非单一依托河流脉络,而是可能受多种因素综合影响,如人类活动、水流模式、土壤特性及气候变化。

3 讨 论

东方市湿地植物展现出热带半干旱湿地植物的丰富多样性,植物涵盖乔木、灌木、草本和藤本4种生活型,其中,草本植物占比最大,反映了湿地环境对草本植物的生长和繁殖适宜性较高。草本植物适应性强,可在多种环境条件下生存,因此比例较高。藤本植物占比较小,部分区域层间植物较少,群落结构单一,影响湿地生态系统的稳定性。这种分布特征与湿地特殊的生态环境密切相关。不同生活型植物之间的互补和共生关系,有助于维持湿地生态系统的稳定与多功能性^[20]。在植物分布区域上,滨海湿地植物占62种,其余564种均为淡水湿地植物。这表明东方市湿地植物资源主要由淡水湿地植物构成,滨海湿地植物的种类相对较少,但具有显著的耐盐、耐潮湿等生态适应性和重要的生态功能,对湿地生态系统的稳定和功能发挥着关键作用。湿地保护策略应重点关注淡水湿地植物的多样性保护,同时加强滨海湿地植物的生态保护与恢复措施,以保障湿地生态系统的可持续性和健康。

从科属组成来看,种子植物既集中分布于具有热带特征的几类大型科和属,同时也包含许多独立的科和属,这种分布格局充分体现了独特的地理与气候条件,展现出典型的热带季风半干旱湿地生态特征。对比海南北部、南部沿海及中部地区的植物区系组成,可发现海南的植物区系以热带和亚热带成分为主,表明该地区与华南大陆有共同起源,具有显著的热带边缘特性,属于中国华南植物区系与亚洲热带雨林的过渡类型。东方市植物区系与其地处海南西南部沿海的地理位置相符,表现出大陆起源特性,印证了海南大陆起源假说,同时支持了中新世至更新世期间海南与亚洲大陆间植物扩散的假说。

东方市湿地面积广阔,水资源丰富,但其水文条件存在显著的季节性差异和空间分布差异。河流为沿岸植物提供水源的同时,通过水流传播种子,促进植被的连续分布^[21],水位波动常常是影响湿地植物生长、分布和演替的重要因子^[22]。河流

沿岸的生态梯度(水分、土壤类型等)影响植物群落的组成和分布,不同植物对环境的适应性导致沿岸形成由湿地植物、挺水植物和陆生植物组成的多层次群落。河流流域内的水库通过拦河筑坝形成,为湿地生态增添了复杂性。湿地植物的保护和修复与水文状况密切相关,特别是地下水位变化对植被的影响显著^[23]。研究湿地水文调节与植物保护修复的关系是未来的关键课题,需制定合理的水资源管理策略,加强水文调节研究,以确保湿地生态系统的稳定与健康^[24]。珍稀保护植物凸显了东方市湿地在维护生物多样性和保护珍稀物种方面的重要作用,其保护对湿地生态系统的稳定和健康至关重要^[25]。针对珍稀保护植物,应采取如建立保护区、实施人工繁育和迁地保护等措施,保护其栖息地,减少人类活动的破坏,以确保其长期存续。通过生态修复和植被恢复,引入本地物种,增加植被类型多样性,改善生态系统稳定性,减少植被同质化现象^[26]。入侵植物可能与引种植物的逸生或归化有关,其原因或与人类对湿地的干扰为其扩散提供了有利条件。为有效保护热带干旱区域湿地的生物多样性与生态系统稳定性,需加强对外来入侵植物的管理,严格限制重点区域外来植物的种植和扩散,建立外来入侵植物监测和评估制度^[27];强化对人类活动影响较大的河流沿岸和池塘湿地的管理。通过宣传教育提升公众对入侵植物危害的认识,引导种植和养殖业者积极参与湿地保护工作。进一步加强科学研究和长期监测,深入分析入侵植物扩散机制与生态影响,及时掌握生态系统变化趋势,为湿地保护与管理提供科学依据和策略支持。

4 结论与建议

东方市位于海南西部沿海地区,独特的气候条件和地理位置孕育了多样且丰富的湿地植物。本研究对海南东方市的湿地植物资源进行了系统调查,提供了该地区植物种类的全面数据,记录了114科、426属、626种湿地植物,涵盖了蕨类植物、裸子植物和被子植物,这一详尽的数据为今后湿地植物的生态学研究、物种多样性评估和植物保护提供了重要基础。通过研究东方市湿地植物的群落结构和植被类型,揭示了该地区湿地植物的热带生态特征和植被类型划分,为理解湿地生

态系统的结构和功能提供了新视角,填补了该区域湿地生态研究的空白。研究通过对入侵植物的系统调查,发现 I 级和 II 级入侵植物对湿地生态系统的多样性构成威胁,为湿地明晰入侵物种生态风险。针对珍稀和濒危植物,提出了针对性的保护措施,通过生态修复和植被恢复等措施,增加本地物种的多样性,提高湿地生态系统的稳定性,减缓湿地生态退化和同质化现象。定期监测湿地植物群落及其变化,能够为湿地保护政策的调整提供实时的数据支持,帮助及时应对环境变化及人类活动的影响,确保湿地生态系统的健康与稳定。本研究丰富了湿地植物多样性和生态修复的理论,为热带半干旱地区湿地保护修复提供了切实可行的实践指导,研究成果可为类似生态背景下的湿地保护和恢复提供借鉴,为今后实施针对性的湿地保护政策和修复措施奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] AYYAM V, PALANIVEL S, CHANDRAKASAN S. Coastal wetlands: status and strategies for development [M]//AYYAM V, PALANIVEL S, CHANDRAKASAN S. Coastal ecosystems of the tropics - adaptive management. Singapore: Springer, 2019: 107-135. doi:10.1007/978-981-13-8926-9_6.
- [2] MITSCH W J, BERNAL B, HERNANDEZ M E. Ecosystem services of wetlands[J]. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 2015, 11(1): 1-4. doi:10.1080/21513732.2015.1006250.
- [3] XU X, ZHANG Q, WANG H. Climate change and its impact on global wetland ecosystems: a systematic review[J]. Journal of Environmental Management, 2020, 307: 11451.
- [4] WANG Y, LI X, ZHAO Z. Carbon sequestration potential and biodiversity conservation in tropical wetlands[J]. Wetlands Ecology and Management, 2021, 29(4): 537-551.
- [5] 阳维宗,董李勤,张昆,等. 气候变化对湿地生态需水影响研究进展[J]. 西南林业大学学报, 2019, 39(4): 174-180.
- [6] GXOKWE S, DUBE T, MAZVIMAVI D. Multispectral remote sensing of wetlands in semi-arid and arid areas: a review on applications, challenges and possible future research directions[J]. Remote Sensing, 2020, 12(24): 4190.
- [7] 东方市人民政府. 东方概况[EB/OL]. (2024-05-09). https://dongfang.hainan.gov.cn/dfly/zjdf/dfgk/201812/t20181215_1555461.html.
- [8] 贵新丽,叶储民,陈玉凯,等. 文昌市湿地维管植物物种组成与区系特征分析[J]. 湿地科学, 2024, 22(4): 496-507.
- [9] 国家林业局. 中国湿地资源(海南卷)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015.
- [10] 杨小波. 海南植物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [11] 邢福武,陈红锋,秦新生,等. 中国热带雨林地区植物图鉴: 海南植物[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2014.
- [12] 朱太平,刘亮,朱明. 中国资源植物[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [13] 侯则红,余雪标,陈展川. 海南野生观赏植物资源及其在园林中的应用[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(10): 4448-4450.
- [14] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [15] 严岳鸿,张宪春,马克平. 中国蕨类植物多样性与地理分布[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [16] 中国植被编辑委员会. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [17] 中国湿地植被编辑委员会. 中国湿地植被[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [18] 王心茹,邢亚娟. 环境因子及群落动态对植物物种多样性影响研究进展[J]. 世界生态学, 2021, 10(4): 608-617.
- [19] 刘艳杰,黄伟,杨强,等. 近十年植物入侵生态学重要研究进展[J]. 生物多样性, 2022, 30(10): 22438.
- [20] WANG S P, ISBELL F, DENG W L, et al. How complementarity and selection affect the relationship between ecosystem functioning and stability[J]. Ecology, 2021, 102(6): e03347.
- [21] 郭二辉,樊子豪,张瑞香,等. 河岸带生态系统植被与土壤对水文变化的响应研究进展[J]. 生态学报, 2021, 41(23): 9164-9173.
- [22] 卜祥祺,刘琳,穆亚楠,等. 水位波动对南美蟛蜞菊和蟛蜞菊种内及种间关系的影响[J]. 应用生态学报, 2017, 28(3): 797-804.
- [23] 张志永,刘晖,董方勇,等. 三江源河岸带植物群落空间分布特征及其驱动因子解析[J]. 环境科学, 2024, 45(9): 5351-5360.
- [24] 王国栋,姜明,盛春蕾,等. 湿地生态学的研究进展与展望[J]. 中国科学基金, 2022, 36(3): 364-375.
- [25] 裴理鑫,叶思源,何磊,等. 中国湿地资源与开发保护现状及其管理建议[J]. 中国地质, 2023, 50(2): 459-478.
- [26] HUO X J, YANG Z, XIE Y F, et al. Tempo and mode of floristic exchanges between Hainan Island and mainland Asia: a case study of the *Persea* group (Lauraceae)[J]. Forests, 2022, 13(10): 1722.
- [27] 王艳梅,王丹丹,嵇英,等. 江苏淮安白马湖国家湿地公园维管植物区系及群丛特征研究[J]. 西南林业大学学报, 2024, 44(6): 89-97.

Resources and floristic composition characteristics of vascular plants in wetlands of Dongfang City, Hainan Province

CHEN Jueqi^{1#}, HE Rongxiao¹, SONG Xiqiang¹, DUANMU Jialong^{1,2,3}, YANG Zexiu^{3*}

(1. Key Laboratory of Genetics and Germplasm Innovation of Tropical Special Forest Trees and Ornamental Plants, Ministry of Education/ School of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou 570228, China; 2. Haikou Intelligent Forestry Key Laboratory, Haikou 570228, China; 3. Hainan Evergreen Institute of Forestry Ecology Research, Haikou 570220, China)

Abstract: Wetland plants are important components of wetland ecosystems, which not only can maintain ecological balance, but also can promote the ecological functions of wetlands. In this study, we investigated and analyzed the vascular Plant Resources in five types of wetlands, including rivers, artificial, lakes, offshore and coastal, in Dongfang City as the study area. The results of the study showed that (1) the Plant Resources of wetlands in Dongfang City are relatively rich, with 114 families, 426 genera and 626 species of vascular plants recorded, including 15 ferns, 1 gymnosperm and 610 angiosperms. (2) The flora and geographic distribution of wetlands in Dongfang City can be divided into 12 types and 12 variants. (3) The vegetation types can be categorized into 6 wetland vegetation type groups, 7 vegetation types and 11 clusters, including rainforests, evergreen broad-leaved scrubs, scrub-herbaceous scrubs, aquatic vegetation, fleshy prickly scrubs and mangroves. The vegetation types are mainly tropical. (4) The invasive plants had more Class I (malicious invasion) and Class II (serious invasion) plants, which posed a threat to the diversity of regional wetland ecosystems. The results of this study initially clarified the status of wetland Plant Resources in Dongfang City, enriched the Plant Resources information of wetlands in the tropical coastal semi-arid zone, and provided scientific basis and basic data for the protection, ecological restoration and rational utilization of wetland vascular plant resources.

Keywords: tropical wetland; vascular plants; invasive plants; floristic element; arid wetlands

(责任编辑: 钟云芳)