

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201603013

引文格式: 郑俊鸣, 方笑, 朱雪平, 等. 外马廊山岛植被特性与植物多样性 [J]. 广西植物, 2017, 37(3):271-279

ZHENG JM, FANG X, ZHU XP, et al. Vegetation characteristics and plant diversity of Waimalangshan Island, Zhoushan [J]. *Guihaia*, 2017, 37(3):271-279

外马廊山岛植被特性与植物多样性

郑俊鸣, 方笑, 朱雪平, 朱丹丹, 邓传远, 黄柳菁*

(福建农林大学 园林学院, 福州 350002)

摘要: 该研究对无居民海岛舟山外马廊山岛进行初步踏勘, 了解该岛植被特征与植物多样性, 探讨海岛植被与大陆植被的差异性, 并对海岛植物的主要植物组成、生活型结构、地理成分、群落类型以及多样性和相似性进行了分析。结果表明: 外马廊山岛面积小, 共有 33 科 51 属 55 种植物, 植物种类偏少, 留存有普陀狗娃花, 滨柃, 厚叶石斑木等具有滨海特色植物, 具有开发潜力。外马廊山岛热带成分较为明显, 与附近地区较为相似。岛上群落优势种或建群种的科为山茶科, 大戟科, 松科等, 与大陆的常绿阔叶林的优势种或建群种的优势科如樟科, 金缕梅科, 壳斗科, 山茶科等不大相同。岛上植物主要以高位芽植物为主 (58.18%), 但较大陆常绿阔叶林的高位芽植物比例要低。外马廊山岛植物群落结构简单, 植物多样性相对较低, 物种丰富较低, 主要原因在于生态适应性和演替过程的差异, 岛上植物群落演替至稳定群落还需要相当一段时间。外来种比例占 9.09%, 外来种如黑松和红鸡竹能形成群落或在群落中具有较为明显的优势, 并可能会造成一定的生态干扰。

关键词: 无居民海岛, 海岛植物, 生活型结构, 地理成分, 群落结构, 植物多样性

中图分类号: Q948.15 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2017)03-0271-09

Vegetation characteristics and plant diversity of Waimalangshan Island, Zhoushan

ZHENG Jun-Ming, FANG Xiao, ZHU Xue-Ping, ZHU Dan-Dan,
DENG Chuan-Yuan, HUANG LIU-Jing*

(College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: The vegetation characteristics and the α , β biodiversity of plant communities were investigated at the desert island of Waimalangshan Island, Zhoushan Archipelago, Zhejiang Province. In order to discuss the difference of vegetation characteristics and plant diversity between Waimalangshan Island and nearly mainland, we analyzed the vegetation characteristics, life form of island plants, geographical elements, similarity of six plant communities, the structure and diversity of community. Firstly, there were 55 species of seed plants belonging to 33 families 51 genera in Waimalangshan Island. The area of Waimalangshan Island is small, but there existed some autochthonal strand plants such as *Heteropappus arenarius*, *Eurya emarginata*, *Rhaphiolepis umbellata*, which had great development potentials in landscape use. Secondly, the tropical types of genera were distinct similar to nearly islands, Dongfushan Island and Dajinshan Island. The families of dominant species in communities were Theaceae, Pinaceae Euphorbiaceae, nevertheless, it was different from the zonal vegetation's dominant families in island forest. The major life form was phanerophytes plants of island plants and the proportion in plant life form were lower than that in the life form of subtropical vegetation. Thirdly, the richness and structure of plant popula-

收稿日期: 2016-05-13 修回日期: 2016-06-22

基金项目: 国家海洋局海洋公益性行业科研专项 (201505009-4) [Supported by Special Scientific and Technological Research Fund for Non-profit Ocean Industry from National Ocean (201505009-4)]。

作者简介: 郑俊鸣 (1991-), 男, 福建莆田人, 硕士研究生, 研究方向为海岛植物资源与生态多样性, (E-mail) zjm1991@foxmail.com。

*通信作者: 黄柳菁, 博士, 讲师, 主要研究为海岛植物资源及海岛生态优化, (E-mail) huanglj@fafu.edu.cn。

tion were simple and contained less diversity than the nearly mainland due to small area and special circumstance. Margalef richness, Simpson diversity, Shannon-Wiener diversity, Pielou evenness of tree layers were higher than that of shrub's layer. The dominant species of tree and shrub's layer was single. Similarity of six plant communities were low ranging from different habitats because of high level of landscape fragmentation. Because of the difference of ecological adaptability and stage of plant succession, the plant population would take a long time to be climax community. Lastly, the proportion of introduced plants of Waimalangshan Island plants was 9.09%. *Pinus thunbergii* and *Phyllostachys mannii* which were introduced species for landscape use had a distinct dominance in plant communities for several decades. Native plants loss, introduced plants increased and native plants disappeared. It should be treated with caution that introduced plants may caused eco-disturb to native plants for competitive relationship in habitat fragmentation.

Key words: desert island, island plants, life form, geographical elements, community structure, plant diversity

舟山群岛为我国第一群岛,共有1 390个大小岛屿,除 98 个有居民海岛外,其余皆为无居民海岛。舟山群岛面积占全省面积较小,由于与大陆隔离,生境异于大陆植被,因而海岛植被多具滨海景观特色。目前,研究的对象主要集中在有居民海岛的植物区系方面(金佩聿等,1991;陈征海等,1995;盛束军等,1998;高浩杰等,2015)。陈征海等(1995)研究表明浙江海岛与附近地区均有不同程度的联系,且热带亲缘关系明显。将舟山群岛、台州列岛、大金山岛等海岛划分为华东植物区系,属于热带与温带的过渡区域(刘利,2015;盛束军等,1998)。在舟山群岛种子植物区系的影响因素中,人为干扰对海岛植物种类影响更为显著(万利琴等,2009)。舟山群岛中有居民海岛通常面积较大,相对于无居民海岛交通便利,人为活动强烈,鲜有人关注无居民海岛的植被特征与群落多样性(朱春玲,2008;杨永川等,2002)。因此,对于无居民海岛植被分布特征有待进一步研究。

Mac Arthur & Wilson(1967)提出的岛屿生物地理学表明海岛面积与物种丰富度具有相关性。但在一定范围内,小面积的海岛也可能出现较多的种类(陈玉凯,2014;魏娜等,2008);而且这类海岛往往因具有特殊生境而分布着一些濒危珍稀物种或具有乡土特色的植物(陈征海等,1995;孔雀等,2008;Nott et al,1995;Carlquist,1974)。这使得无居民海岛的植被特征与植物群落多样性具有科学意义。外马廊山岛位于浙江北部的岛屿群的无居民海岛,为国家首批开发的无居民海岛之一。本研究通过外马廊山岛的植被特征及植物多样性的研究,增加对该海岛的植被特征及植物多样性研究新资料,了解海岛植被与大陆植被的差异性,为人为活动日益增加的无居民海岛的保护提供参考。

1 研究样地概况

外马廊山岛(外马廊山)位于浙江舟山市嵊泗县马关镇,为嵊泗列岛属岛,距离大陆最近点有 63.5 km,地理位置为 122°28'35.24"~122°28'54.66" E, 30°40'2"~30°40'28.35" N。外马廊山岛陆域面积约为 17.55 hm²,海岛滩地面积 1.35 hm²。海岛整体呈北西-南东走向,最宽处 250 m,窄处 100 m,长约 900 m,海岛上建有灯塔(陆燕君,2012)。海岛上岩石为花岗岩,岛东北有礁石,水流湍急。外马廊山岛属于亚热带海洋性季风气候,最热月(8月)均温为 26.8℃,最冷月(1月)均温为 6.1℃,夏季多雨,6月中旬至7月上旬为梅雨期,年均降水为 288.5 mm(任淑华和蔡克勤,2008)。岛上土壤主要为黄土,部分区域为花岗岩裸露,有效土壤层较薄。外马廊山岛为国家首批开发的无居民海岛之一,主要用途为旅游娱乐,偶尔有游客登岛,人为干扰较小。浙江 20 世纪 90 年代实行海岛绿化造林,对该岛进行人为绿化造林,现植被主要以黑松林,滨柃等多林分组成,郁闭度较大。

2 研究内容与方法

2.1 样方设置与调查

对外马廊山岛进行初步勘察,参考朱春玲等(2010)海岛植被调查方法,选择具有代表性植物群落作为样地,并划定 6 个 20 m × 20 m 大样方,对样方的乔木(胸径 ≥ 5 cm 或树高 ≥ 3 m)进行测量胸径,冠幅,记录植物名称等。在每个大样方内随机抽取 4 个 5 m × 5 m 小样方以测定样方中的灌木层植物,在小样方中随机抽取 5 个 1 m × 1 m 的小样方

以测定样方中的草本层植物,记录株数/丛数,高度,冠幅,盖度,植物名称等信息。记录研究样地的郁闭度,海拔高度,经纬度等基本信息。

2.2 数据处理与分析

通过对外马廊山岛进行全面勘察,结合对外马廊山岛的文献资料(浙江植物志编辑委员会,1992-1993;中国科学院中国植物志编辑委员会,1959-2004;陈征海等,1995),对岛上植物名录进行整理,并对植物组成,群落植物生活型,植物区系,群落结构及多样性进行分析。根据 Raunkiaer(1934)生活型谱将外马廊山岛群落植物生活型进行分析。参考吴征镒(2011)对外马廊山岛种子植物的科,属的区系类型进行分析。根据《浙江植物志》(浙江植物志编辑委员会,1992-1993)和《中国植物志》(中国科学院中国植物志编辑委员会,1959-2004)的物种分布地,生境信息及引种记录,及新分布记录等信息以判断植物为乡土植物或外来植物。通过文献研究,选择不同的海岛与大陆植被进行区系和多样性的比较,以探讨外马廊山岛与附近地区的关系。

乔木层重要值(IV)=(相对密度+相对显著度+相对频度)/3,灌木层和草本层重要值(IV)=(相对高度+相对盖度)/2(张金屯,2011)。草本层盖度依据 Drude's 多度进行划分(方精云等,2009)。Berger-Parker 优势度指数, Margalef 丰富度指数, Simpson 多样性指数, Shannon 多样性指数, Pielou 均匀度指数, Bray-Curtis 相似性指数计算公式参考张金屯(2011)。

3 结果与分析

3.1 植被概况

根据吴征镒的《中国植被》(1980)进行划分,外马廊山岛植被类型可以分为落叶阔叶林、常绿针叶林、竹林和常绿阔叶灌丛 4 个植被型;榔榆林(form. *Ulmus parvifolia*)、丝绵木林(form. *Euonymus maackii*)、红鸡竹林(form. *Phyllostachys mannii*)、合欢林(form. *Albizia julibrissin*)、滨柃林(form. *Eurya emarginata*)和黑松林(form. *Pinus thunbergii*) 6 个群系;有榔榆—海州常山(*Clerodendrum trichotomum*)—换锦花(*Lycoris sprengeri*)群落、滨柃—苔草(*Cyperus* sp.)群落、合欢—野梧桐(*Mallotus japonicus*)—粪箕笃(*Stephania longa*)群落、丝绵木—海州常山—换锦花群落、红鸡竹群落和黑松—滨柃—苔草群落 6 个群

丛。简述如下:

I. 落叶阔叶林

一、榔榆林

(1) 榔榆—海州常山—换锦花群落

该群落林分较为复杂,郁闭度在 60%~70%之间,平均高度 3.1 m 左右,胸径为 4.4~7 cm,以榔榆为建群种,灌木层物种较为丰富,以海州常山占优势。草本层以换锦花为主,该种几乎遍布岛屿并能形成一定规模的群落。层间植物主要以蛇葡萄(*Ampelopsis glandulosa*)为主。

二、丝绵木林

(2) 丝绵木—海州常山—换锦花群落

该群落较为林分复杂,郁闭度在 30%~50%之间。以丝绵木为建群种,乔木层物种丰富,竞争强度大,高度为 2.7~4.0 m,胸径为 5~7.8 cm。灌木层物种丰富,以海州常山为优势种,平均高度为 1.5 m。草本层以换锦花为优势种,换锦花、异叶天南星数量较多。层间植物主要以粪箕笃为主要优势种。林下生长有算盘子、黄檀(*Dalbergia hupeana*)幼苗等。

三、合欢林

(3) 合欢—野梧桐—苔草群落

该群落林分较为整齐,郁闭度在 30%左右。乔木层以合欢为优势种,平均高度在 3.0 m,平均胸径在 4 cm。灌木层优势种为算盘子、滨柃幼苗较多。草本层以苔草居多,生长少量商陆(*Phytolacca acinosa*)和酢浆草。

II. 常绿针叶林

四、黑松林

(4) 黑松—滨柃—苔草群落

该群落主要分布在海岛边坡的花岗岩上,林分较为整齐,群落内郁闭度在 70%~90%之间,高度 2.8~6 m,胸径为 5~10 cm。乔木层以黑松为优势种,灌木层优势种为滨柃,由于郁闭度高,林下仅生长少量异叶天南星、苔草。群落内生长着少量的鸡屎藤(*Paederia foetida*)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、酢浆草、算盘子等。

III. 竹林

五、红鸡竹林

(5) 红鸡竹群落

红鸡竹群落郁闭度在 80%~90%之间,主要分布在海岛阴面。以红鸡竹为建群种,高度为 3 m。群落内间生多种植物,海州常山和换锦花生长在群落边缘。雀梅藤、算盘子、黄檀幼苗居多,生长少量

表 1 外马廊山岛主要物种组成及重要值

Table 1 Important values of the main plants of Waimalang Island

乔木层物种 Species in tree layer	重要值 Important value (%)	灌木层物种 Species in shrub layer	重要值 Important value (%)	草本层物种 Species in grass layer	盖度 Coverage
黑松 <i>Pinus thunbergii</i>	63	滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	76	换锦花 <i>Lycoris sprengeri</i>	Soc
合欢 <i>Albizia julibrissin</i>	62	野梧桐 <i>Mallotus japonicus</i>	67	红鸡竹 <i>Phyllostachys mannii</i>	Cop3
榔榆 <i>Ulmus parvifolia</i>	53	海州常山 <i>Clerodendrum trichotomum</i>	47	异叶天南星 <i>Arisaema heterophyllum</i>	Cop2
丝绵木 <i>Euonymus maackii</i>	44	冬青卫矛 <i>Euonymus japonicus</i>	15	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	Cop1
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	39	胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i>	12	苔草 <i>Cyperus</i> sp.	Sp
海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	19	算盘子 <i>Glochidion puberum</i>	11	芒 <i>Miscanthus</i> sp.	Sp
冬青卫矛 <i>Euonymus japonicus</i>	15	雀梅藤 <i>Sageretia thea</i>	5	假还阳参 <i>Crepidiastrum lanceolatum</i>	Sol

表 2 外马廊山岛种子植物科的地理分布区类型

Table 2 Statistic of seed plants in families form distribution types of Waimalangshan Island

编号 Code	分布类型 Distribution type	科数 Family number	科数率 Proportion (%)
1	世界广布 Widespread	12	—
2	泛热带 Pantropic	10	47.62
2-1	热带亚洲—大洋洲和热带 美洲 Tropical Asia—Australasia & Tropical America	1	4.76
2-2	热带亚洲—热带非洲—热带 美洲 Tropical Asia—Tropical Africa— Tropical America	1	4.76
2S	以南半球为主的泛热带 Pantropic especially South Hem- isphere	2	9.52
3	东亚(热带、亚热带)及热带 南美间断 East Asia (Tropical & Subtropical) & Tropical South America disjuncted	1	4.76
8	北温带 North Temperate	3	14.29
8-4	北温带和南温带间断分布 North Temperate & South Tem- perate disjuncted	2	9.52
14	东亚 East Asia	1	4.76
	合计 Total	33	100.00

酢浆草和粪箕笃。

IV. 常绿阔叶灌丛

六、滨柃灌丛

(6) 滨柃—苔草群落

该群落外貌整齐,郁闭度在 30%~50% 之间。

群落以滨柃为建群种,平均高度在 1.7 m 左右。草本层以苔草为主,酢浆草也占据优势。层间植物主要以粪箕笃为主要优势种,且该岛分布较广。

3.2 主要植物物种组成及生活型结构

外马廊山岛共有 33 科 51 属 55 种植物。外马廊山岛上原生植物 50 种 32 科(占 96.97%)、46 属(占 90.20%),占总种数的 90.91%。外来植物有 5 种,5 科(占 15.15%)、5 属(占 9.80%),占总种数的 9.09%,分别为红鸡竹、肉叶耳草(*Hedyotis strigulosa*)、黑松、假还阳参、冬青卫矛。

外马廊山岛植物生活型主要以高位芽植物(占 58.18%)占主要优势,地面芽植物(占 20.00%)占有一定比例,地上芽植物占 7.27%,隐芽植物占 12.73%,一年生植物占 1.82%。

在 6 个样方中,乔木以榔榆、丝绵木、黑松、合欢在各样方群落中占主要优势;灌木以海州常山、野梧桐、滨柃、冬青卫矛(*Euonymus japonicus*)、算盘子(*Glochidion puberum*)等为主要的优势种;草本以换锦花、异叶天南星(*Arisaema heterophyllum*)为主,分布全岛,海岛内主要植物物种组成及其重要值如表 1 所示。层间植物以蛇葡萄、粪箕笃、武靴藤(*Gymnema sylvestre*)较为常见。海岛上还分布有能适应盐碱地的红鸡竹。

3.3 地理成分

外马廊山岛科植物地理分布类型可划分为 5 个类型 4 个变型,占世界 15 个科分布类型的 33.3%(表 4);属植物地理分布类型可划分为 10 个类型 4 个变型,占中国 15 个属分布类型的 66.7%,表明该岛植物属的起源有一定复杂性。外马廊山岛的热带成分(2-7 项)15 个科,占科总数的 71.4%,说明热带

表 3 外马廊山岛种子植物属地理成分与周边地区比较

Table 3 Area type of genera of seed plants in Waimalangshan Island and the comparison in nearby areas

地区 Area	外马廊山岛 Waimalangshan Island 30°40' N	南麂岛 Nanji Island 27°27' N (朱弘等, 2015)	东福山岛 Dongfushan Island 30°05' ~ 30°15' N (朱弘等, 2015)	大金山岛 Dajinshan Island 30°41' ~ 30°42' N (朱弘等, 2002)	舟山群岛 Zhoushan Archipelago 29°32' N ~ 31°04' E (高浩杰等, 2015)	舟山群岛 Zhoushan Archipelago 29°32' N ~ 31°04' E (金佩聿等, 1991)	浙江海岛 Zhejiang Island 27°05' ~ 30°51' N (陈征海等, 1995)	浙江大陆 Zhejiang Province 27°12' ~ 31°31' N (郑朝宗, 1987)
热带性属 Tropical genus (%)	56.83	62.11	59.41	51.48	48.98	51.19	51.6	43
温带性属 Temperate genera (%)	40.91	37.89	39.81	41.39	51.02	48.81	47	52.8
热带性属/温带性属 Rate of Tropical genus/ Temperategenera	1.39	1.64	1.49	1.24	0.96	1.05	1.10	0.81
优势科 Dominant families	禾本科 Poaceae	禾本科 Poaceae	菊科 Compositae	蔷薇科 Rosaceae	禾本科 Poaceae	禾本科 Poaceae	禾本科 Poaceae	禾本科 Poaceae
	菊科 Compositae	菊科 Compositae	蔷薇科 Rosaceae	菊科 Compositae	菊科 Compositae	菊科 Compositae	菊科 Compositae	菊科 Compositae
	大戟科 Euphorbiaceae	莎草科 Cyperaceae	毛茛科 Ranunculaceae	桑科 Moraceae	莎草科 Cyperaceae	豆科 Leguminosae	豆科 Leguminosae	豆科 Leguminosae
	防己科 Menispermaceae	豆科 Leguminosae	桑科 Moraceae	禾本科 Poaceae	豆科 Leguminosae	唇形科 Labiatae	茜草科 Rubiaceae	兰科 Orchidaceae
	豆科 Leguminosae	大戟科 Euphorbiaceae	大戟科 Euphorbiaceae	大戟科 Euphorbiaceae	蔷薇科 Rosaceae	蔷薇科 Rosaceae	唇形科 Labiatae	唇形科 Labiatae
	茜草科 Rubiaceae	茜草科 Rubiaceae	百合科 Liliaceae	毛茛科 Ranunculaceae	唇形科 Labiatae	百合科 Liliaceae	兰科 Orchidaceae	百合科 Liliaceae
	莎草科 Cyperaceae	—	报春花科 Primulaceae	豆科 Leguminosae	百合科 Liliaceae	莎草科 Cyperaceae	百合科 Liliaceae	茜草科 Rubiaceae

成分占优势,温带分布(8-14项)的科有6个,占总科数的比例为28.6%,说明温带成分占据一定的比例,科的热带成分明显。外马廊山岛的热带成分(2-7项)25个属,占属总数的49%。说明热带成分占优势,温带分布(8-14项)的属有19个,占总属数的比例为37%,说明温带成分占据一定的比例,这符合其亚热带温热多湿的特点。

岛上含 ≥ 5 种的科仅有禾本科,占3.03%;含2~4种的科有12个,占36.36%;含1种的科有20个,占60.6%。而含1种属的45个属,占90%,含2~4种属的10个属,占10%,植物组成由极小科属为主。通过外马廊山岛种子植物属地理成分与周边的海岛、舟山群岛、浙江海岛等7个研究对象进行对比(表3),其中外马廊山岛的纬度同东福山岛,大金山岛较为接近,热带性属(2-7项)与温带性属(8-14项)的比例也相对接近分别为1.49和1.24。而纬度更低的如南麂岛,其热带成分相对更为明显,热带区系/比例较外马廊山岛更大。在舟山市10个海岛中,舟山群岛、浙江海岛及浙江大陆跨越的纬度范

围更大,包含的植被类型更多,因此其热带性属/温带性属比值更高。外马廊山岛的优势科均为世界广布科,禾本科、菊科、豆科、茜草科、莎草科等,与其他研究对象比较而言,优势科较为相同,但大戟科和防己科更为靠前。

3.4 外马廊山岛群落多样性与相似性

3.4.1 群落多样性 外马廊山岛6个样方植物群落多样性指数见图1和图2。其中,合欢群落乔木层物种丰富,丝绵木优势度明显,Simpson指数最大为0.80,Shannon-Wiener多样性指数大1.05,Pielou均匀度指数高为0.96,群落稳定。丝绵木群落内种数最多,Margalef丰富度指数为1.57,乔木层Simpson指数为0.64,Shannon-Wiener多样性指数最大为1.22,Pielou均匀度指数0.68。黑松群落、滨柃群落和红鸡竹群落主要分布在坚硬的花岗岩边坡上,土壤层薄且盐度高,生境较为恶劣,多样性指标相对较低。榔榆群落、丝绵木群落、合欢群落主要分布在海岛山体中心,土壤层相对较厚,生境稳定。从总体情况看,乔木层的Margalef丰富度指数、Simpson多样

性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度较灌木层大。

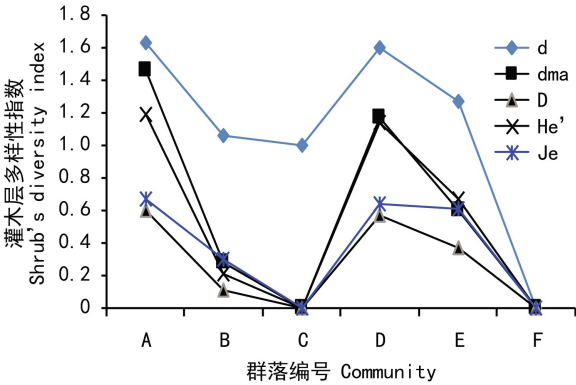


图 1 乔木层多样性指数 d. Berger-Parker 优势度指数; d_{Ma} . Margalef 丰富度指数; D. Simpson 多样性指数; H_e' . Shannon-Wiener 多样性指数; J_e . Pielou 均匀度指数; A. 榔榆—海州常山—换锦花群落; B. 黑松—滨柃—苔草群落; C. 滨柃—苔草群落; D. 丝绵木—海州常山—换锦花群落; E. 合欢—野梧桐—苔草群落; F. 红鸡竹群落。

Fig. 1 Diversity index of tree's layers d. Berger-Parker dominance index; d_{Ma} . Margalef richness index; D. Simpson diversity index; H_e' . Shannon-Wiener diversity index; J_e . Pielou evenness index; A. *Ulmus parvifolia*—*Clerodendrum trichotomum*—*Lycoris sprengeri* Association; B. *Pinus thunbergii*—*Eurya emarginata*—*Cyperus* sp. Association; C. *Eurya emarginata*—*Cyperus* sp. Association; D. *Euonymus maackii*—*Clerodendrum trichotomum*—*Lycoris sprengeri* Association; E. *Albizia julibrissin*—*Mallotus japonicus*—*Cyperus* sp. Association; F. *Phyllostachys mannii* Association.

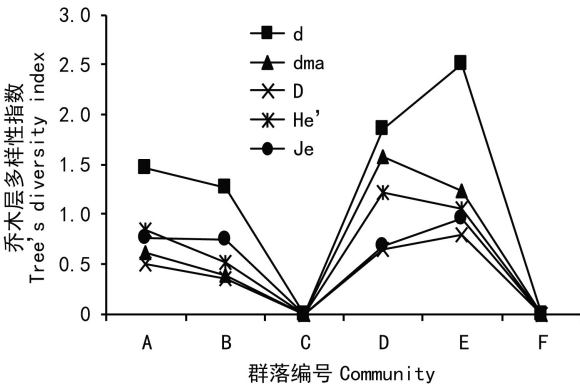


图 2 灌木层多样性指数

Fig. 2 Diversity index of shrub's layers

3.4.2 群落间相似性 Bray-Curtis 指数反映不同群落之间的相似性程度,更加强调群落个体数量。由表 4 可知,群落 A 与 B 群落的乔木层相似性指数达

表 4 不同样方的乔木层与灌木层 Bray-Curtis 相似性指数
Table 4 Similarity of tree's and shrub's layers in different sample plots

		乔木层相似性 Tree layer's similarity				
灌木层相似性 Shrub layer's similarity	A	1.20	0.00	0.22	0.00	0.00
	0.29	B	0.00	0.25	0.00	0.00
	0.29	5.00	C	0.00	0.00	0.00
	0.17	0.00	0.00	D	0.25	0.00
	0.57	0.00	0.00	4.00	E	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	F

注: A~F 代表群落同图 1,2。

Note: A~F represent different communities as Fig. 1,2.

1.20,其余的相似不高,低于 0.25。群落 B 与群落 C 的灌木层相似性最高达 5.00,群落 D 与群落 E 相似性指数为 4.00,群落 A 与群落 E 的灌木层相似性指数为 0.57,其余群落间相似性不高。

3.5 与邻近海岛植被多样性比较

外马廊山岛的植物群落多样性与附近海岛及浙江西北次生林的植物群落多样性比较(表 5),比较 Shannon-wiener 指数和 Simpson 指数发现外马廊山岛较纬度相近的大金山岛低。而低纬度的普陀山,舟山市的 10 个海岛植物群落的 Shannon-wiener 指数和 Simpson 指数以及浙西北次生林的大陆植物群落也较外马廊山岛的大。

4 讨论

4.1 海岛植物特色

外马廊山岛由于面积较小,在 0.176 km² 的范围内仅有 63 种植物。而海岛面积对植物种类具有一定相关性(MacArthur & Wilson, 1967; 陈玉凯, 2014; 孙雀等, 2008; 周劲松等, 2011)。主要原因在于易变的海岛环境亦限制植物种群的扩散与交流(Lomolino, 2000)。小面积的海岛往往具有特殊环境,对适应性强或适应于特殊生境的易形成具有特色的乡土树种(陈征海等, 1995; 孔雀等, 2008; Nott et al, 1995; Spencer et al, 1996),岛上具有较大开发潜力与应用价值的特色植物,如普陀狗娃花(*Heteropappus arenarius*),滨柃,厚叶石斑木(*Rhaphiolepis umbellata*)等。滨柃适生于海岛迎风坡岩石缝隙或土壤层厚度小等生境恶劣的地方,长势强劲。厚叶

表 5 与邻近地区植被多样性比较

Table 5 Comparison of the diversity of plant communities to nearby islands

项目 Item	外马廊山岛 Waimalangshan Island	大金山岛 Dajinshan Island (朱春玲等,2010)	普陀山 Mount Putuo (徐悦等,2013)	舟山群岛 Zhoushan archipelago (高浩杰等,2015)	浙西北次生林 Secondary forest of northwest of Zhejiang (周本智等,2005)
海岛面积 Island area (km ²)	0.175	0.229	12.5	—	—
群落面积 Community area (m ²)	2 400	2 600	6 000	3 200	5 400
Shannon-wiener 指数 Shannon-wiener index					
乔木层 Tree layer	0.91	1.49	4.35	1.44	2.57
灌木层 Shrub layer	0.8	1.9	3.11	1.86	2.73
Simpson 指数 Simpson index					
乔木层 Tree layer	0.58	0.72	—	0.67	0.85
灌木层 Shrub layer	0.41	0.77	—	0.76	0.87

石斑木抗风性强,较耐盐耐干旱,对土壤适应性强,适于海岛迎风海岸。普陀狗哇花为乡土特色植物,生长在海岛背风崖壁缝隙中,极具观赏性。将能适应于海岛恶劣生境,且极具乡土特色植物进行合理开发与应用,对海岛植物遗传多样性保护,沿海绿化应用和海岛植被生态修复具有重要意义。

4.2 海岛植物地理成分与生活型

外马廊山岛的 63 种植物,共 33 科 51 属,分别占世界 15 个科分布类型 33.3%,占中国属分布类型的 66.7%,表明属的起源相对科起源具有一定的复杂性。极小科和极小属为主要组成成分。其热带性属为 56.83%,温带性属为 40.91%,热带成分较为明显,其地理成分符合亚热带季风气候的特点。外马廊山岛的热带性属/温带性属比值为 1.39,其热带成分更为明显,这符合盛束军等(1998)的结论:浙江北部沿海岛屿(29°34'~31°7' N)与我国东南各地区植物区系更接近,热带成分更为明显。外马廊山岛与东福山岛和大金山岛的纬度较为接近,其属的地理分布类型较为接近。刘利(2015)认为应将舟山群岛、大金山岛等划分为华东植物区系,本研究较为倾向该结论。相对于外马廊山岛、舟山市、舟山群岛、浙江海岛和浙江大陆跨越纬度范围更大,因此热带性属与温带性属的比值接近 1,体现南北过渡的特征,即亚热带的地理特点。通过舟山群岛与浙江海岛同浙江大陆的植物属地理成分对比发现,海岛植被的热带性属/温带性属比值较大陆植被大。

外马廊山岛 5 种以上的科仅有禾本科,2~4 种的科有菊科、大戟科、防己科等。优势科多为世界广

布型(表 3),与其他岛屿及浙江整体海岛的情况相似,但个别科如大戟科、防己科等较其他研究对象顺序较为靠前。岛上森林植物群落优势种及其科分布类型为松科(8)、山茶科(2)、卫矛科(2)、大戟科(2)、马鞭草科(3)、禾本科(1)。分布类型主要集中在泛热带,这与其亚热带地理位置相符合,但相对于陆地亚热带常绿阔叶林的建群种与优势种的樟科、山茶科、壳斗科、金缕梅科等主要科较为不同。外马廊山岛上高位芽植物占 58.18%,地面芽植物占 20.00%,表明该岛植物在生长季环境为高温湿润,且需经历一段时间寒冷季节,较符合亚热带季风气候下的常绿阔叶林植被特点。位于南亚热带常绿阔叶林的高位芽植物与地面芽植物比例分别为 63.0%、12.0%;位于浙江常绿阔叶林的高位芽植物与地面芽植物比例分别为 76.7%和 13.1%(冷平生,2003),较外马廊山岛的高位芽植物与地面芽植物比例大。

海岛植被与大陆植被在优势种或建群种的科和生活型的差异主要表现在植物生境的差异。由于海洋季风性气候的影响,海岛海拔较低,气温低,气温与降水变化较小,因此海岛较同纬度的大陆的气温相对较高,属热带成分更为明显。而由于海洋性气候,其冬季寒冷持续的时间较长,导致高位芽植物比例较大陆植被小,地面芽植物比例较大陆植被大。

4.3 海岛植物群落与生态干扰

在本研究中,向阳面主要有黑松—滨柃—苔草群落从山底部至顶部,相对于在海岛山体中部的榔榆、丝绵木、合欢群落,Shannon-Wiener 指数更大。

而背阳面主要生长有红鸡竹群落、滨柃—苔草群落,从底部至顶部。边坡由于斜度较大,土壤层厚度薄,加上迎风面对植物生长造成较大的影响,植物物种丰富度、多样性较小。海岛的中心部位主要分布的群落为椰榆群落、丝绵木群落、合欢群落,生长环境较边坡好,土壤层相对较厚,生境相对稳定,因此 Margalef 指数、Shannon-Wiener 指数等均较生长在边坡的黑松群落、滨柃群落和红鸡竹群落大。整体而言,乔木层 Margalef 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度较灌木层大。乔木层为了适应海洋风速大的情况,整体高度较矮,较高的郁闭度遮挡林下的阳光,造成林下灌木与草本物种丰富度较低。不同植物群落间异质性相对较高。群落异质性与环境梯度具有一定联系,而外马廊山岛最高点海拔不足 100 m,海拔对植物分布的影响差异性不明显。环境因子微差异对植物群落多样性与异质性的影响有待进一步研究。

通过不同的海岛植物群落多样性的比较可知,大金山岛保存最好的群落 Simpson 指数为 0.83, Shannon-Wiener 指数为 2.28, Pielou 指数为 0.87(朱春玲等, 2010); 外马廊山岛最好的植物群落 Shannon-Wiener 指数仅为 1.22, Pielou 指数较高。相比普陀山的多种植被类型,最好的植物群落的 Shannon-Wiener 指数为 4.35(徐悦等, 2013), Shannon-Wiener 指数与 Simpson 指数差距明显。相比舟山市 10 个海岛的植物群落与浙西北次生林的大陆植物群落,外马廊山岛的乔木和灌木层均低于该水平。

从 Shannon-Wiener 指数的不同水平进行比较,相对于普陀山,舟山市 10 个海岛而言,外马廊山岛的 Shannon-Wiener 指数较低的原因在于海岛面积较小,植物种类较少,与大陆距离较远,传粉的方式与传粉者数量受到限制,因此植物种群的繁衍与扩展具有局限性。海岛植被与大陆植被的多样性具有差距(Spencer et al, 1996),大陆植被由于山体,沟谷等多生境而形成适宜植物生长的小气候,正是由于生境的差异所导致外马廊山岛与浙江西北次生林的多样性差距。相对于无居民海岛且面积相近的大金山岛,Shannon-Wiener 指数, Simpson 指数的差异性可能由于海岛景观格局或植物群落演替阶段不同造成的。不同的海岛景观格局对植物保护程度不同,对多样性造成影响不同。而植物群落演替过程中,多样性先增大后减小,均匀度变大,由于演替后期植

物种间竞争激烈,适生的物种生存下来,生长势弱的物种则被淘汰。因此,外马廊山岛植物群落要演替顶级群落,还需要很长一段时间。

由于人为活动干扰或风媒作用等因素,海岛出现外来植物 5 种,占总数的 9.09%。黑松、冬青卫矛和红鸡竹为早期海岛绿化造林引进树种,而假还阳参和肉叶耳草伴随风媒或候鸟迁徙运动等可能因素出现该岛。外来物种如黑松、红鸡竹在海岛上形成一定群落,并在群落中占优势。黑松群落乔木层优势种黑松($IV=63\%$), Berger-Parker 指数为 1.27, 优势度明显。红鸡竹能在海岛背风面作为建群种形成红鸡竹群落。由于引进外来植物造成许多海岛 70% 的原生植物灭绝(Davis et al, 1986)。海岛景观破碎度大,植物群落间相似性指数小、异质性大。黑松群落与滨柃群落、丝绵木群落与合欢群落的灌木层相似性指数较大,分别为 5.00 和 4.00, 主要由于群落间共同种少,而个体相对较多造成。其余样方的群落间相似性很小或为 0。外来植物适生能力强、繁殖快,容易在异质性高的群落间对抗干扰程度低的原生植物造成竞争胁迫(覃凤飞等, 2003)。由于外马廊山岛面积小、海岛环境恶劣,应对环境变化和适生能力强的外来树种,乡土树种竞争能力较弱。因此,对海岛进行植被修复时,对树种的选用应适当考虑。

参考文献:

- CARLQUIST, S. 1974. *Island biology* [M]. New York: Columbia University Press: 1-660.
- CHEN YK, 2014. The influence of "Island effect" on the distribution patterns of plant diversity [D]. Haikou: Hainan University, 83. [陈玉凯, 2014. "岛屿效应"对植物多样性分布格局的影响 [D]. 海口: 海南大学: 83.]
- CHEN ZH, TANG ZL, QIU BL, 1995. Study on flora of the Zhoushan Archipelago [J]. *Plant Divers Resour*, 17(4): 405-412. [陈征海, 唐正良, 裘宝林, 1995. 浙江海岛植物区系的研究 [J]. *植物分类与资源学报*, 17(4): 405-412.]
- DAVIS SD, DROOP SJM, GREGERSON P, et al, 1986. *Plants in danger: what do we know?* [Z]. Switzerland: International Union for the Conservation of Nature, Gland: 461.
- Delecti Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae, 1959-2004. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* [M]. Beijing: Science Press. [中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社.]
- Editorial Board of Flora of Zhejiang, 1992-1993. *Flora of Zhejiang* (Vol. 1-7) [M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press. [浙江植物志编辑委员会, 1992-1993. 浙江植物志 (第 1-7 卷) [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社.]
- FANG JY, WANG RP, SHEN ZH, et al, 2009. Methods and protocols for plant community inventory [J]. *Biodivers Sci*, 17(6):

- 533-548. [方精云, 王襄平, 沈泽昊, 等, 2009. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范 [J]. 生物多样性, 17(6):533-548.]
- GAO HJ, WANG GM, YU QJ, 2005. Distribution characteristics and species diversity of seed plants in Zhoushan, Zhejiang [J]. *Plant Sci J*, 33(1):61-71. [高浩杰, 王国明, 郁庆君, 2015. 舟山市种子植物物种多样性及其分布特征 [J]. 植物科学学报, 33(1):61-71.]
- JIN PY, CHEN XH, ZHANG XH, et al, 1991. Research on the regional botanical system in Zhoushan Islands [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 11(3):1-30. [金佩聿, 陈翔虎, 张晓华, 等, 1991. 舟山群岛植物区系的研究 [J]. 浙江林业科技, 11(3):1-30.]
- LENG PS, 2003. Landscape ecology [M]. Beijing: China Agriculture Press; 196. [冷平生, 2003. 园林生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社; 196.]
- LIU L, 2015. Phytogeographical patterns, relationships and characters of coastal islands in China [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 35(8):1676-1682. [刘利, 2015. 中国沿海主要岛屿植物区系的性质及其相互关系与分布格局 [J]. 西北植物学报, 35(8):1676-1682.]
- LOMOLINO MV, 2000. Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship [J]. *J Biogeogr*, 27: 17-26.
- LU YJ, 2012. Shengsi County was elected the list of the first batch of desert islands [Z]. Beijing: Chinese Literature Press; 630-631. [陆燕君, 2012. 嵊泗县入围国家第一批无居民海岛名录 [Z]. 北京: 中国文史出版社: 630-631.]
- MAC ARTHUR RH, WILSON EO, 1967. The theory of island biogeography [M]. Princeton: Princeton University Press; 1-496.
- NOTT M P, ROGERS E, PIMM S, 1995. Modern extinction in the kilo-death range [J]. *Curr Biol*, 5(1): 14-17.
- QIN FF, AN SQ, ZHUO YW, et al, 2003. Effect of landscape fragmentation on plant populations [J]. *Chin J Ecol*, 22(3):43-48. [覃凤飞, 安树青, 卓元午, 等, 2003. 景观破碎化对植物种群的影响 [J]. 生态学杂志, 22(3):43-48.]
- RAUNKIAER C, 1934. The life forms of plants and statistical geography [M]. Oxford: Clarendon; 632.
- REN SH, CAI KQ, 2008. The development and utilization of tourist climate resources in Shengsi Islands [J]. *Ocean Dev Manag*, 25(5):112-114. [任淑华, 蔡克勤. 嵊泗列岛旅游气候资源开发利用 [J]. 海洋开发与管理, 2008, 25(5):112-114.]
- SHENG SJ, ZHENG CZ, DING BY, 1998. A study on the floristic relationships between the coastal islands of north Zhejiang and adjacent regions [J]. *J Zhejiang Univ (Sci Ed)*, 25(1):63-69. [盛束军, 郑朝宗, 丁炳扬, 1998. 浙江北部沿海岛屿与毗邻地区植物区系的亲缘关系研究 [J]. 浙江大学学报(理学版), 25(1):63-69.]
- SPENCER CH, BARRETT B, EMERSON J, et al, 1996. The reproductive biology and genetics of island plants [J]. *Phil Trans Roy Soc B-Biol Sci*, 351(1341):725-733.
- SUN Q, LU JB, WU JG, et al, 2008. Effects of island area on plant species distribution and conservation implications in the Thousand Island Lake region [J]. *Biodivers Sci*, 16(1):1-7. [孙雀, 卢剑波, 邬建国, 等, 2008. 千岛湖库区岛屿面积对植物分布的影响及植物物种多样性保护研究 [J]. 生物多样性, 16(1):1-7.]
- WAN LQ, DING BY, GUO SL et al., 2008. Difference of spermatophyte flora among main islands of Zhoushan archipelago and its influencing factors [J]. *J Zhejiang Univ: Agric & Life Sci Ed*, 34(6):677-683. [万利琴, 丁炳扬, 郭水良等, 2008. 舟山群岛主要岛屿间种子植物区系的差异及其影响因素 [J]. 浙江大学学报·农业与生命科学版, 34(6):677-683.]
- WEI N, WANG ZS, LENG X, et al, 2008. Conservation of oceanic island biodiversity: a review [J]. *Chin J Ecol*, 27(3):460-468. [魏娜, 王中生, 冷欣, 等, 2008. 海洋岛屿生物多样性保育研究进展 [J]. 生态学杂志, 27(3):460-468.]
- WU ZY, 1980. Chinese vegetation [M]. Beijing: Science Press; 144-156. [吴征镒, 1980. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社; 144-156.]
- WU ZY, SUN H, ZHOU ZK, et al, 2011. Floristics of seed plants from China [M]. Beijing: Science Press; 1-485. [吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等, 2011. 中国种子植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社; 1-485.]
- XU Y, QIAN YF, YI LT, et al., 2013. Study on forest community structure and biodiversity in Putuoshan Island [J]. *J Zhejiang For Sci And Technol*, 33(5):74-80. [徐悦, 钱逸凡, 伊力塔等, 2013. 普陀山森林群落结构与生物多样性研究 [J]. 浙江林业科技, 33(5):74-80.]
- YANG YC, DA LJ, QIN XK, 2002. A study on the flora of Dajinshan Island in Shanghai, China [J]. *Plant Sci J*, 20(6):433-437. [杨永川, 达良俊, 秦祥堃, 2002. 上海大金山岛种子植物区系的研究 [J]. 植物科学学报, 20(6):433-437.]
- ZHANG JT, 2011. Quantitative Ecology [M]. 2nd ed. Beijing: Science Press; 1-372. [张金屯, 2011. 数量生态学(第2版) [M]. 北京: 科学出版社: 1-372.]
- ZHENG CZ, 1987. Characteristics of Zhejiang flora [J]. *J Zhejiang Univ(Sci Ed)*, 14(3):348-361. [郑朝宗, 1987. 浙江植物区系的特点 [J]. 浙江大学学报(理学版), 14(3):348-361.]
- ZHOU BZ, FU MY, LI ZC, et al., 2005. Plant species diversity of natural secondary forest community in Northwest [J]. *For Res*, 18(4):406-411. [周本智, 傅懋毅, 李正才等, 2005. 浙西北天然次生林群落物种多样性研究 [J]. 林业科学研究, 18(4):406-411.]
- ZHOU JS, WANG ST, LIU LC, 2011. Study on plant diversity of Changzhou Island, Guangzhou [J]. *Subtrop Plant Sci*, 40(1):56-60. [周劲松, 王树钊, 刘李成, 2011. 广州长洲岛植物多样性研究 [J]. 亚热带植物科学, 40(1):56-60.]
- ZHU CL, HAN YJ, XIE JZ, et al, 2008. Investigation and analysis on characteristics of forest communities in Dajinshan Island, Shanghai [J]. *Chin For Sci Technol*, 22(6):57-59. [朱春玲, 韩玉洁, 谢锦忠, 等, 2008. 上海大金山岛森林群落调查与特征分析 [J]. 林业工程学报, 22(6):57-59.]
- ZHU H, GE BJ, YE XY, 2015. Seed plant flora of Dongfushan Island in Zhoushan, Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 32(1):150-155. [朱弘, 葛斌杰, 叶喜阳, 2015. 浙江舟山外马廊山岛种子植物区系初探 [J]. 浙江农林大学学报, 32(1):150-155.]
- ZHU H, KU WP, RONG JT, et al., 2015b. Species diversity and floristic characteristics of vascular plants in Nanji Island, Zhejiang Province [J]. *Plant Divers Resour*, 37(6):713-720. [朱弘, 库伟鹏, 戎建涛, 等, 2015. 浙江南麂岛陆生维管束植物多样性及区系特征 [J]. 植物分类与资源学报, 37(6):713-720.]