

# 浙江沿海无居民海岛植物群落物种组成及多样性

张凯迪<sup>1,2</sup>, 魏艳艳<sup>1,2</sup>, 龚元<sup>3</sup>, 郭智娟<sup>1,2</sup>, 赵敏<sup>2</sup>

1. 上海师范大学生命科学学院, 上海 200234
2. 上海师范大学城市生态与环境研究中心, 上海 200234
3. 南京林业大学生物与环境学院, 南京 210037

**摘要:** 无居民海岛是自然资源的宝库, 人类活动对无居民海岛的影响日益剧烈, 掌握它们的植物群落物种组成和多样性现状有利于进行海岛植被多样性的监测和保护。本文运用植物群落生态学方法, 对浙江沿海 5 个无居民海岛的植被物种组成及多样性进行了研究。结果如下: (1) 调查区域共记录到高等植物 77 科, 166 属, 226 种, 其中草本 151 种, 木本植物 75 种。基于双向指示种分析方法 (TWINSPAN) 分析, 将该区域植物群落分为 17 个类型。(2) 17 个群落的物种 Shannon 指数均在 1.91—2.60, Pielou 指数 (均匀度指数) 值在 0.80 附近浮动, Margalef 指数 (丰富度指数) 在 1.86—3.80, 各个群落的丰富度指数与多样性指数变化趋势大体一致, 与群落均匀度无明显关系。植物区系成分多样, 主要为泛热带成分和北温带成分。本研究可为我国沿海无居民海岛的资源保护及其开发利用提供科学数据。

**关键词:** 植物群落; 物种组成; 物种多样性; 无居民海岛

## Floristic composition and diversity of plant communities of the five nonresidential coastal islands of Zhejiang, China

ZHANG Kaidi<sup>1,2</sup>, WEI Yanyan<sup>1,2</sup>, GONG Yuan<sup>3</sup>, GUO Zhijuan<sup>1,2</sup>, ZHAO Min<sup>2</sup>

1. College of Life Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China
2. Shanghai Normal University Urban Ecology and Environment Research Center, Shanghai 200234, China
3. College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China

**Abstract: Background, aim, and scope** Nonresidential coastal islands are the treasure trove of natural resources, and human activities have an increasingly severe impact on nonresidential coastal islands. Mastering the current status of species composition and diversity of their plant communities is beneficial to the monitoring and protection of diversity of the island plants. **Materials and methods** This paper analyzes the vegetation composition and diversity of 5 uninhabited islands along the coast of Zhejiang based on the method of plant community ecology. Such as the sample method to survey plants, two-way indication method to determine the community names and quantitative description of community characteristics. **Results** The results are as follows:

收稿日期: 2018-03-27; 录用日期: 2018-06-25; 网络出版: 2018-09-20

Received Date: 2018-03-27; Accepted Date: 2018-06-25; Online first: 2018-09-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31100354); 上海师范大学旅游学院 / 上海旅游高等专科学校科研项目 (KY2017-BX)

Foundation Item: National Natural Science Foundation of China (31100354); Shanghai Normal University Tourism College and Shanghai Tourism College of Scientific Research Project (KY2017-BX)

通信作者: 赵敏, E-mail: zhaomin@shnu.edu.cn

Corresponding Author: ZHAO Min, E-mail: zhaomin@shnu.edu.cn

引用格式: 张凯迪, 魏艳艳, 龚元, 等. 2019. 浙江沿海无居民海岛植物群落物种组成及多样性 [J]. 地球环境学报, 10(1): 58–68.

Citation: Zhang K D, Wei Y Y, Gong Y, et al. 2019. Floristic composition and diversity of plant communities of the five nonresidential coastal islands of Zhejiang, China [J]. *Journal of Earth Environment*, 10(1): 58–68.

(1) A total of 77 families, 166 genera, and 226 species of advanced plants were recorded in the survey area, including 151 herbs and 75 woody plants. Based on the TWINSpan analysis, the vegetation in this area was divided into 17 types. (2) In the 17 community, the Shannon index was between 1.91 and 2.60, the Pielou index (evenness index) was floating around 0.80, and the values of Margalef index (richness index) is ranged from 1.86 to 3.80. The comparative analysis showed that the richness index of each community is consistent with the trend of diversity index, and has no obvious relationship with community evenness. **Discussion** In the communities of each island, the dominant species are mainly *Eurya japonica*, *Eurya emarginata*, and *Mallotus japonicus*, they can be used as local characteristics of greening tree species because of their strong growth vitality. Due to the different size of the islands and the distance from the land, the plant communities of each island have different characteristics. **Conclusions** The flora of the nonresidential coastal islands of Wenling in Zhejiang Province is characterized by its distinctive coastal features, abundant plant resources, and mainly *Eurya japonica*. The distribution of seed floras is diverse, mainly the holatropical plants and north warm zone. Changes in community richness and diversity are less variable, and the evenness index is also stable at a value that does fluctuate by no more than 1.5. **Recommendations and perspectives** This study provides scientific data for the protection of resources and development and utilization of nonresidential islands along the coast of China.

**Key words:** plant communities; species composition; species diversity; nonresidential islands

植物作为生态系统的—个重要组成部分, 具有直接、间接以及潜在价值, 如绿色植物能够净化环境城市空气 (Simonich and Hites, 1994), 涵养水源 (Liu et al, 2018), 是全球气候变化的敏感指示器 (Wang et al, 2012) 等, 作为地球生态系统的基础, 其多样性研究一直备受大家的关注。植物物种多样性既是遗传多样性的基础, 同时又是生态系统多样性和景观多样性形成的重要载体。物种组成是植物群落的最基础单元, 研究群落的物种组成则成为研究植物多样的基本步骤。 $\alpha$ 多样性指某个群落或生境内部的多样性, 从物种组成的角度研究群落的组成和结构的多样化程度, 是生物多样性研究的基础, 同时是反映植物群落组成结构的重要指标 (Whittaker and Niering, 1975; Steege and Cornelissen, 1989; 田红等, 2015)。

植物群落存在很强的地域性, 岛屿因其特殊的生态环境及与大陆的长期隔离, 植被类型和植物区系与相近纬度的大陆地区相比, 存在着较大的差异, 形成不少特殊群落。研究海岛植物群落的组成及多样性, 揭示群落客观存在的物种 (丰富度和相对多度) 和结构多样性特征, 对保护海岛植被群落的多样性及海岛植被自我恢复的监测具有重要意义。对浙江海岛植被的相关研究, 主要集中在对其植被资源的调研 (陈征海等, 1995a, 1995b, 1996a, 1996b)、植被资源的开发利用 (王有方, 1995; 王俊和王有方, 1995)、植被区系

特征研究 (施德法等, 1996; 万利琴等, 2008) 等方面, 对海岛群落特征组成及多样性方面的研究几乎没有。本研究通过对浙江温岭沿海的 5 个无居民岛屿的植被资源调查, 分析海岛植物群落的物种组成及多样性特征, 以期为植被保护措施的制定、恢复物种的选择与优化配置, 以及海岛植被的可持续利用提供科学依据。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区域概况

本研究区域位于浙江海域, 海岸线长 317 公里, 大小岛屿 170 个, 岛屿形状大小各异, 所调查的 5 个海岛南北跨距 ( $28^{\circ}12'35.9''$ — $28^{\circ}18'46.6''$ N) 11.41 km, 东西跨距 ( $121^{\circ}38'34.6''$ — $121^{\circ}43'4.3''$ E) 7.5 km (图 1)。属亚热带海洋性季风气候, 季风明显, 四季分明, 冬暖夏凉, 温和湿润, 光照充足, 热量充沛, 全年多大风, 春季多海雾, 夏秋多台风常伴有暴雨。根据温岭市气象站资料, 年平均气温  $17.3^{\circ}\text{C}$ , 最热月平均气温  $28.1^{\circ}\text{C}$ , 出现在 7 月, 最冷月平均气温  $6.4^{\circ}\text{C}$ , 出现在 1 月。极端最高气温  $38.1^{\circ}\text{C}$ , 极端最低气温  $-6.6^{\circ}\text{C}$ 。年日照时数 1760.2 h。年降水量 1717.9 mm, 最大日降水量 311.6 mm。大多为基岩岛, 无平地。岛上岩石为上侏罗熔结凝灰岩。海岛土壤分红壤、粗骨土、水稻土、潮土、风砂土和滨海盐土 6 个土类、15 个亚类、26 个土属、46 个土种。红壤、粗骨土

分布广泛,红壤占海岛总面积的 41%,粗骨土占 12%,前者以丘陵缓坡为主,后者多见于丘陵中上部陡坡(王有方等,1996)。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 调查方法

基于遥感影像解译和现场调查,选取典型的植物群落类型,根据《海岛四项基本要素监视监测技术要求(试行)》规定的方法设置样方和样线。木本植物样方大小为 10 m×10 m,草本植物样方大小为 1 m×1 m,分别位于 10 m×10 m 大样方的四个角。各个岛屿的面积和样方个数如表 1。调查过程中,乔木层记录所有胸径(DBH)≥3 cm 种的株数、高度、胸径和盖度,灌木层、草本层和藤本层记录所有种的多度、盖度,胸径用胸径尺测量,盖度采用目测法,多度目测等级采用 Drude 多度制,同时记录海拔、坡度、坡向、土壤类型等生境因子。样线的长度则不少于 100 m,记录样线两边 5 m 以内所观察的所有物种。

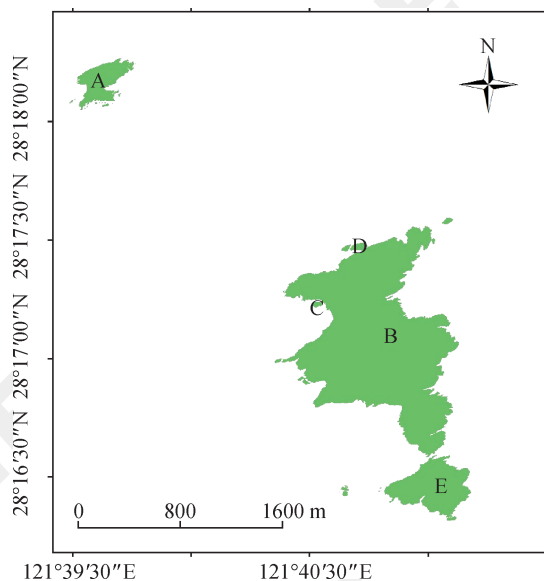


图 1 调查岛屿分布图

Fig.1 Distribution of investigated islands

本次调查的沿海岛屿有三蒜岛、一蒜岛、牛山小、高沙山岛等岛屿,调查样岛为 5 个(图 1),最大的岛屿为 B 岛,面积为 108.50 hm<sup>2</sup>。E 岛面积为 16.19 hm<sup>2</sup>,A 岛面积为 7.38 hm<sup>2</sup>。目前对于植物多样性的研究都是用样方采样法(黄忠良等,1998,2000;彭少麟等,1998;易俗等,2001;彭闪江等,2003),但对大于 1 hm<sup>2</sup> 的岛屿,本次

调研采用样线和样点相结合的方法进行。同步开展遥感影像解译图的野外实地验证和典型植物群落的现场调查。依据海岛植被类型的复杂程度布设样方,保证每个植被类型(群系或植被亚型)至少布设 1 个样方。样方的大小根据群落物种生活型和多样性差异确定,样方的数目与岛屿面积如表 1 所示。

表 1 样点样线数基本情况

Tab.1 Plot and line characteristics

海岛 Island	岛屿面积 Island area /km <sup>2</sup>	样点法: 样点(个) Plots	样线法: 样线(条) Lines
A	0.074	12	10
B	1.085	34	25
C	0.003	4	0
D	0.006	2	0
E	0.162	12	8

### 1.2.2 数据处理

本研究  $\alpha$  多样性的测度采用丰富度指数(richness index)、均匀度指数(evenness index)和多样性指数(diversity index)(马克平和刘玉明,1994)。

物种丰富度指数采用 Margalef (1958) 指数:

$$d_{Ma} = \frac{S-1}{\ln N} \quad (1)$$

多样性指数采用 Shannon 指数:

$$H'_c = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (2)$$

均匀度指数采用 Pielou 指数:

$$J_c = \frac{H'_c}{H'_{\max}} \quad (3)$$

$$H'_{\max} = \ln S \quad (4)$$

式中:  $S$  为物种总数,  $P_i$  为种  $i$  的相对重要值, 即:  $P_i = N_i/N$ ,  $N_i$  为第  $i$  个物种的重要值,  $N$  为群落样地中所有种重要值之和。

重要值的计算: 乔木重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对优势度) / 3; 灌草重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对盖度) / 3。由于植物个体数目计数困难, 本次研究用重要值代替物种个数来计算物种的多样性指数, 更能代表某种植物在整个研究区域的地位(马克平等, 1995)。



## 2 结果与分析

### 2.1 物种组成

#### 2.1.1 种类组成

经统计, 调查的 64 个样方、43 条样线, 高等植物共 77 科, 166 属, 226 种。其中木本植物 37 科, 54 属, 75 种; 草本植物 48 科, 112 属, 151 种。10 个以上 (包括 10 个) 种的科有百合科 (Liliaceae)、豆科 (Leguminosae)、禾本科 (Poaceae)、菊科 (Asteraceae)、蔷薇科 (Rosaceae) 5 个科, 占总科数的 6.49%, 其种数占总种数的 38.94%; 含 6—9 个种的科有 7 个科, 占总科数 9.09%, 其种数占总种数的 17.26%; 含 2—5 种的科有 25 个科, 占总科数的 32.47%, 其种数占总种数 26.11%; 含 1 种的多达 40 科, 占总科数的 51.95%, 其种数占总种数的 17.70% (表 2)。

按生长类型分类, 乔木树种 18 种, 包括常绿乔木 8 种, 落叶乔木 10 种; 灌木树种 71 种, 其中有 25 种常绿灌木 (包括 5 种常绿攀援灌木), 46 种落叶灌木 (包括 17 种落叶攀援灌木)。草本 (包括蕨类植物) 共记录的有 151 种, 其中一、二年生草本 38 种, 多年生草本 114 种。

#### 2.1.2 植物区系分布

种子植物是海岛植物的主要组成部分, 也是植物区系的主体, 根据吴征镒 (1991) 对中国种子植物属分布区类型的划分意见, 将 13 个岛屿的 154 属种子植物根据 15 个分布区类型进行统计分析, 结果表明: 在 15 种分布区类型中仅缺乏地中海区和西亚至中亚分布型、中亚分布型、中国特有分布型, 说明海岛野生种子植物群落区系成分具有一定的多样性和复杂性, 以及在区系发生、区系地理上与世界各大洲植物区系有着广泛的、不同程度的联系, 泛热带分布与世界分布、北温带分布和东亚分布属一起构成台州海岛种子植物区系的主体。

根据表 3, 属的植物地理分布类型中, 各种热带区系成分 (2—7 项) 共 71 属, 占 46.10%。其中以泛热带分布型占优势, 共计 37 属, 占热带区系成分总属数的 52.11% (下同), 常见的代表属有南蛇藤属 (*Celastrus*)、榕属 (*Ficus*)、梔子属 (*Gardenia*)、算盘子属 (*Glochidion*)、菝葜属 (*Smilax*)、花椒属 (*Zanthoxylum*)、密花树属 (*Rapanea*)、崖豆藤属 (*Millettia*) 等; 其次

为旧世界热带分布型 10 属, 占 14.08%, 代表属有野桐属 (*Mallotus*)、合欢属 (*Albizia*)、天门冬属 (*Asparagus*)、海桐花属 (*Pittosporum*) 等; 热带亚洲至热带大洋洲分布型、热带亚洲至热带非洲分布型并列第三位, 各 8 属, 占 11.27%。热带亚洲至热带大洋洲分布型的代表属有堇花属 (*Wikstroemia*)、山菅属 (*Dianella*)、野牡丹属 (*Melastoma*) 等, 热带亚洲至热带非洲分布型的代表属主要有芒属 (*Miscanthus*)、豆腐柴属 (*Premna*)、菅属 (*Themeda*) 等; 热带亚洲分布型 5 属, 占 7.04%, 为葛属 (*Pueraria*)、润楠属 (*Machilus*)、苦蕒菜属 (*Ixeris*) 等; 热带亚洲和热带美洲间断分布型 2 属, 占 2.82%, 分别为柃木属 (*Eurya*)、雀梅藤属 (*Sageretia*)。

各种温带、亚热带成分 (8—15 项) 共 64 属, 占总属的 41.56%, 与热带成分所占比例相差无几。在各种温带成分中, 以北温带分布型占优势, 共 36 属, 占各种温带、亚热带成分总属数的 56.25% (下同), 常见代表属有杜鹃属 (*Rhododendron*)、越橘属 (*Vaccinium*)、盐肤木属 (*Rhus*)、蔷薇属 (*Rosa*)、葡萄属 (*Vitis*)、松属 (*Pinus*)、忍冬属 (*Lonicera*)、百合属 (*Lilium*) 等; 其次是东亚分布型 13 属, 占 20.31%, 代表属有化香树属 (*Platycarya*)、石斑木属 (*Rhaphiolepis*)、欆木属 (*Loropetalum*)、假还阳参属 (*Crepidiastrum*) 等; 东亚和北美洲间断分布型、旧世界温带分布型各 7 属, 占 10.94%。东亚和北美洲间断分布型的属有蛇葡萄属 (*Ampelopsis*)、刺槐属 (*Robinia*)、胡枝子属 (*Lespedeza*) 等, 旧世界温带分布型的属有菊属 (*Dendranthema*)、茼蒿属 (*Chrysanthemum*)、鹅观草属 (*Roegneria*) 等; 温带亚洲分布型 1 属, 占 1.56%, 为瓦松属 (*Orostachys*)。

世界分布型 19 属, 占种子植物总属数的 12.34%, 主要属有黄芩属 (*Scutellaria*)、悬钩子属 (*Rubus*)、酢浆草属 (*Oxalis*)、苔草属 (*Carex*)、堇菜属 (*Viola*) 等。

浙江沿海无人居住岛屿野生种子植物区系, 各种热带成分和温带、亚热带成分相差不多, 前者略占优势 (郭亮等, 1999), 其海岛典型植物群落中的种子植物区系各种热带成分大于温带、亚热带成分, 在属级水平上具有更为明显的热带亲缘特征。

表 2 高等植物科、属、种组成  
Tab.2 Composition of species, genera and families of advanced plant in the sixty-four plots

科名 Family	属 Genera	种 Species	科名 Family	属 Genera	种 Species	科名 Family	属 Genera	种 Species
百合科 Liliaceae	8	15	景天科 Crassulaceae	2	3	山茶科 Theaceae	1	2
败酱科 Valerianaceae	1	1	桔梗科 Campanulaceae	1	1	莎草科 Cyperaceae	2	3
报春花科 Primulaceae	2	3	菊科 Compositae	16	23	山矾科 Symplocaceae	1	1
车前科 Plantaginaceae	1	1	蕨科 Pteridiaceae	1	1	省沽油科 Staphyleaceae	1	1
唇形科 Labiatae	3	5	爵床科 Acanthaceae	1	1	石蒜科 Amaryllidaceae	1	1
大风子科 Flacourtiaceae	1	1	壳斗科 Fagaceae	1	1	石竹科 Caryophyllaceae	2	2
大戟科 Euphorbiaceae	2	4	兰科 Orchidaceae	1	1	柿科 Ebenaceae	1	1
豆科 Leguminosae	12	17	里白科 Gleicheniaceae	1	1	鼠李科 Rhamnaceae	1	1
杜鹃花科 Ericaceae	2	2	蓼科 Polygonaceae	2	3	松科 Pinaceae	1	2
椴树科 Tiliaceae	1	1	鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	3	7	檀香科 Santalaceae	1	1
防己科 Menispermaceae	2	2	陵齿蕨科 Lindsaeaceae	2	2	桃金娘科 Myrtaceae	1	1
凤尾蕨科 Pteridaceae	1	1	马鞭草科 Verbenaceae	3	3	藤黄科 Guttiferae	1	2
海金沙科 Lygodiaceae	1	2	牻牛儿苗科 Geraniaceae	1	1	天南星科 Araceae	2	3
海桐花科 Pittosporaceae	1	1	茅膏菜科 Droseraceae	1	2	卫矛科 Celastraceae	2	5
禾本科 Gramineae	19	22	木麻黄科 Casuarinaceae	1	1	乌毛蕨科 Blechnaceae	1	1
胡桃科 Juglandaceae	1	1	葡萄科 Vitaceae	2	5	五加科 Araliaceae	1	1
胡颓子科 Elaeagnaceae	1	1	漆树科 Anacardiaceae	1	1	苋科 Amaranthaceae	2	2
黄杨科 Buxaceae	1	1	千屈菜科 Lythraceae	1	2	玄参科 Scrophulariaceae	1	1
姬蕨科 Dennstaedtiaceae	1	1	茜草科 Rubiaceae	5	5	旋花科 Convolvulaceae	2	2
夹竹桃科 Apocynaceae	1	1	蔷薇科 Rosaceae	6	11	荨麻科 Urticaceae	2	2
金缕梅科 Hamamelidaceae	1	1	茄科 Solanaceae	1	1	杨梅科 Myricaceae	1	1
金星蕨科 Thelypteridaceae	1	2	忍冬科 Caprifoliaceae	2	2	野牡丹科 Melastomataceae	1	1
堇菜科 Violaceae	1	4	瑞香科 Thymelaeaceae	1	1	鸢尾科 Iridaceae	1	1
紫金牛科 Myrsinaceae	1	2	伞形科 Umbelliferae	5	5	远志科 Polygalaceae	1	1
酢浆草科 Oxalidaceae	1	1	桑科 Moraceae	4	7	芸香科 Rutaceae	1	2
中国蕨科 Sinopteridaceae	1	1	樟科 Lauraceae	1	1			

表 3 种子植物属的分布类型  
Tab.3 Areal-type of seed plant genera

序号 Set	分布区类型 Distribution type	属数 Generas	占总属数的百分比 Generas rate
1	世界分布 Cosmopolitan	19	12.34
2	泛热带分布 Pantropic	37	24.03
3	热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	2	1.30
4	旧世界热带分布 Old World Tropics	11	7.14
5	热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia & Trop. Australasia	8	5.19
6	热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	8	5.19
7	热带亚洲分布 Trop. Asia	5	3.25
8	北温带分布 North Temperate	36	23.38
9	东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	7	4.55
10	旧世界温带分布 Old World Temperate	7	4.55
11	温带亚洲分布 Temp. Asia	1	0.64
12	地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	0	0.00
13	中亚分布 C. Asia	0	0.00
14	东亚分布 E. Asia	13	8.44
15	中国特有分布 Endemic to China	0	0.00
	总计 Total	154	100.00

### 2.1.3 海岛植被群落类型及优势种

用 Ellenberg 的列表法和双向指示种分析法 (TWINSPAN) 相结合对各海岛植被类型进行划分, 并依据《中国植被》的分类和命名原则, 海岛的植被群落类型结果见表 4。

5 个岛屿的群落类型总共有 17 种, 分别为位于 B 海岛的柃木 + 天仙果 — 欆木 + 柃木 — 鸭嘴草群落、柃木 + 化香 — 胡颓子 + 算盘子群落、柃木 — 化香 + 欆木群落、柃木 + 木麻黄 — 竹子 + 柃木群落、楮树 + 黑松 — 薜荔 + 杜鹃 — 芒群落; 位于 A 海岛的滨柃 — 菝葜 + 日本野桐 — 韩信草群落、日本野桐 + 柃木 — 葛藤 + 天仙果群落、日本野桐群落、滨柃 + 柃木 — 日本野桐群落、日本野桐 — 葛藤群落; 位于 E 海岛的日本野桐 + 黑松 — 杜鹃 + 天仙果 — 芒群落、日本野桐 — 了哥王 + 杜鹃 — 五节芒群落、杜鹃 + 滨柃群落以及台闽算盘子 — 芒群落、日本野桐 — 柃木 — 芒群落、以及位于 D 海岛的雀梅藤 — 沿阶草群落和位于 C 海岛的滨柃 — 结缕草群落。

分析构成不同植物群落类型的物种重要值 (表 4), 群落中物种优势种比较突出。从乔木层重要值看, 各个群落的乔木优势种主要有柃木 (*Eurya japonica*)、黑松 (*Pinus thunbergii*)、滨柃 (*Eurya emarginata*)、日本野桐 (*Mallotus japonicus*) 4 种,

其中柃木、日本野桐出现的频度极高, 这些树种是构成台州沿海无居民海岛植物群落的典型树种; 天仙果 (*Ficus erecta* var. *beecheana*)、化香 (*Platycarya strobilacea*) 等则在群落中占绝对优势; 其次则是木麻黄 (*Casuarina equisetifolia*)、苦楮树 (*Castanopsis sclerophylla*)、马尾松 (*Pinus massoniana*)、白檀 (*Symplocos paniculata*)、厚叶石斑木 (*Rhaphiolepis umbellata*) 等在相应的群落中占有较重的地位或出现的频率较高。

灌木层的优势种主要由柃木、日本野桐、滨柃、杜鹃 (*Rhododendron simsii*)、葛藤 (*Pueraria montana*)、菝葜 (*Smilax china*)、天仙果、算盘子 (*Glochidion puberum*)、欆木 (*Loropetalum chinense*) 等构成, 其中滨柃、日本野桐最具优势, 偶见萹芨 (*Cudrania cochinchinensis*)、薜荔 (*Ficus pumila*) 等。

构成草本层的主要优势种有芒 (*Miscanthus sinensis*)、藏苔草 (*Carex thibetica* Franch)、韩信草 (*Scutellaria indica*)、山菅 (*Dianella ensifolia*)、五节芒 (*Miscanthus floridulus*)、大吴风草 (*Farfugium japonicum*)、鸭嘴草 (*Ischaemum aristatum* var. *glaucum*) 等, 蕨类植物在草本层中出现的频率较低, 极具优势的为芒、五节芒等草本植物。

表 4 植被群落类型及优势种  
Tab.4 Vegetation community types and dominant species

位置 Location	群落名称 Community	乔木优势种 (重要值) Superior species of arbor (important value)	灌木优势种 (重要值) Superior species of shrub (important value)	草本优势种 (重要值) Superior species of herb (important value)
A	滨铃—菝葜+日本野桐— 韩信草 <i>Eurya emarginata</i> — <i>Mallotus japonicus</i> + <i>Mallotus</i> <i>japonicus</i> — <i>Scutellaria indica</i>	滨铃 <i>Eurya emarginata</i> (44.65)、 黑松 <i>Pinus thunbergii</i> (24.43)、 铃木 <i>Eurya japonica</i> (20.86)	菝葜 <i>Smilax china</i> (20.48)、 日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> <i>Mallotus japonicus</i> (18.22)、 葛藤 <i>Pueraria montana</i> (17.26)	韩信草 <i>Scutellaria indica</i> (21.87)、 大吴风草 <i>Farfugium</i> <i>japonicum</i> (10.5)
	日本野桐+铃木—葛藤+天仙 果 <i>Mallotus japonicus</i> + <i>Eurya japonica</i> — <i>Pueraria montana</i> + <i>Ficus erecta</i> var. <i>beecheana</i>	铃木 <i>Eurya japonica</i> (29.82)、 黑松 <i>Pinus thunbergii</i> (24.88)、 日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (46.7)	葛藤 <i>Pueraria montana</i> (31.75)、 天仙果 <i>Ficus erecta</i> var. <i>beecheana</i> (27.15)、 日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (24.7)	金芒草 <i>Miscanthus</i> <i>flavidus</i> (19.91)、 常春藤 <i>Hedera nepalensis</i> (18.65)
	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i>	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (47.92)、 滨铃 <i>Eurya emarginata</i> (28.6)、 铃木 <i>Eurya japonica</i> (18.44)	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (38.84)、 蓑苳 <i>Cudrania</i> <i>cochinchinensis</i> (17.47)	大吴风草 <i>Farfugium</i> <i>japonicum</i> (7.8)、 麦冬 <i>Ophiopogon</i> <i>japonicus</i> (7.81)
	滨铃+铃木—日本野桐 <i>Eurya emarginata</i> + <i>Eurya</i> <i>japonica</i> — <i>Mallotus japonicus</i>	滨铃 <i>Eurya emarginata</i> (36.9)、 铃木 <i>Eurya japonica</i> (35.23)	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (36.26)、 光叶蔷薇 <i>Rosa luciae</i> (16.66)	山菅 <i>Dianella ensifolia</i> (10.92)
	日本野桐—葛藤 <i>Mallotus</i> <i>japonicus</i> — <i>Pueraria montana</i>	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (54.96)、 铃木 <i>Eurya japonica</i> (28.78)	葛藤 <i>Pueraria montana</i> (43.45)、 菝葜 <i>Smilax china</i> (29.22)	藏苔草 <i>Carex thibetica</i> Franch (13.83)
	铃木+天仙果—榿木+ 铃木—鸭嘴草 <i>Eurya japonica</i> + <i>Ficus erecta</i> var. <i>beecheana</i> — <i>Loropetalum chinense</i> + <i>Eurya japonica</i> — <i>Ischaemum aristatum</i> var. <i>glaucum</i>	铃木 <i>Eurya japonica</i> <i>Eurya japonica</i> (30.43)、 天仙果 <i>Ficus erecta</i> var. <i>beecheana</i> (32.87)	赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i> (21.09)、 铃木 <i>Eurya japonica</i> (19.84)、 杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> (19.67)	鸭嘴草 <i>Ischaemum aristatum</i> var. <i>glaucum</i> (17.05)、 五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i> (13.64)
	铃木+化香—胡颓子+算盘子 <i>Eurya japonica</i> + <i>Platycarya</i> <i>strobilacea</i> — <i>Elaeagnus</i> <i>pungens</i> + <i>lochidion puberum</i>	铃木 <i>Eurya japonica</i> (47.06)、 化香 <i>Platycarya strobilacea</i> (37.09)、 黑松 <i>Pinus thunbergii</i> (21.78)、 木麻黄 <i>Casuarina</i> <i>equisetifolia</i> (38.14)	胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i> (34.91)、 算盘子 <i>lochidion puberum</i> (23.71)	结缕草 <i>Zoysia japonica</i> (33.15)
	铃木—化香+榿木 <i>Eurya japonica</i> — <i>Platycarya</i> <i>strobilacea</i> + <i>Loropetalum</i> <i>chinense</i>	铃木 <i>Eurya japonica</i> (47.14) 化香 <i>Platycarya</i> <i>strobilacea</i> (28.43)、 滨铃 <i>Eurya emarginata</i> (22.77)	化香 <i>Platycarya strobilacea</i> (25.59)、 榿木 <i>Loropetalum chinense</i> (19.74)	藏苔草 <i>Carex thibetica</i> Franch (10.27)
	铃木+木麻黄—竹子+铃木 <i>Eurya japonica</i> + <i>Casuarina</i> <i>equisetifolia</i> — <i>Phyllostachys</i> <i>heterocyclus</i> + <i>Eurya japonica</i>	铃木 <i>Eurya japonica</i> (63.71)、 木麻黄 <i>Casuarina equisetifolia</i> (480.25)、 黑松 <i>Pinus thunbergii</i> (24.23)	竹子 <i>Phyllostachys heterocyclus</i> (48.37)、 铃木 <i>Eurya japonica</i> (33.78)	芒 <i>Miscanthus</i> <i>sinensis</i> (10.22)
	楮树+黑松—薜荔+杜鹃—芒 <i>Castanopsis sclerophylla</i> + <i>Pinus</i> <i>thunbergii</i> — <i>Ficus pumila</i> + <i>Rhododendron simsii</i> — <i>Miscanthus sinensis</i>	楮树 <i>Castanopsis sclerophylla</i> (47.99)、 黑松 <i>Pinus thunbergii</i> (31.68)、 铃木 <i>Eurya japonica</i> (28.73)	薜荔 <i>Ficus pumila</i> (36.52)、 杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> (19.05)、 滨铃 <i>Eurya emarginata</i> (15.59)	芒 <i>Miscanthus</i> <i>sinensis</i> (11.06)

(待续 To be continued)



(续表 4 Continued Tab.4)

位置 Location	群落名称 Community	乔木优势种 (重要值) Superior species of arbor (important value)	灌木优势种 (重要值) Superior species of shrub (important value)	草本优势种 (重要值) Superior species of herb (important value)
C	滨柃 — 结缕草 <i>Eurya emarginata</i> — <i>Zoysia japonica</i>		滨柃 <i>Eurya emarginata</i> (41.31)、 光叶蔷薇 <i>Rosa luciae</i> (35.48)、 天门冬 <i>Asparagus cochinchinensis</i> (15.29)	结缕草 <i>Zoysia japonica</i> (36.64)、 台湾景天 <i>Sedum formosanum</i> N. E. Brown (27.83)
D	雀梅藤 — 沿阶草 <i>Sageretia thea</i> — <i>Ophiopogon bodinieri</i>		雀梅藤 <i>Sageretia thea</i> (32.2)、 台闽算盘子 <i>Glochidion rubrum</i> (20.44)、 光叶蔷薇 <i>Rosa luciae</i> (15.44)	沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i> (26.47)、 委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i> (18.73)
	日本野桐 + 黑松 — 杜鹃 + 天仙果 — 芒 <i>Mallotus japonicus</i> + <i>Pinus thunbergii</i> — <i>Rhododendron simsii</i> + <i>Ficus erecta</i> var. <i>beecheana</i> — <i>Miscanthus sinensis</i>	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (35.19)、 黑松 <i>Pinus thunbergii</i> (24.77)、	天仙果 <i>Ficus erecta</i> var. <i>beecheana</i> (24.40)、 杜鹃 <i>Rhododendron</i> <i>simsii</i> (20.88)	地稔 <i>Melastoma</i> <i>dodecandrum</i> (13.52)、 芒 <i>Miscanthus sinensis</i> (18.25)
	日本野桐 — 了哥王 + 杜鹃 — 五节芒 <i>Mallotus japonicus</i> — <i>Wikstroemia</i> <i>indica</i> + <i>Rhododendron simsii</i> — <i>Miscanthus floridulus</i>	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (20.36)	了哥王 <i>Wikstroemia indica</i> (22.80)、 杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> (24.41)、 滨柃 <i>Eurya emarginata</i> (17.78)	五节芒 <i>Miscanthus</i> <i>floridulus</i> (14.09)、 芒 <i>Miscanthus</i> <i>sinensis</i> (11.37)
E	杜鹃 + 滨柃 <i>Rhododendron simsii</i> + <i>Eurya emarginata</i>		滨柃 <i>Eurya emarginata</i> (23.73)、 杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> (34.16)、 菝葜 <i>Smilax china</i> (18.31)	五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i> (14.58)、芒 <i>Miscanthus</i> <i>sinensis</i> (10.35)
	台闽算盘子 — 芒 <i>Glochidion rubrum</i> — <i>Miscanthus</i> <i>sinensis</i>	日本野桐 <i>Mallotus</i> <i>japonicus</i> (2.52)	台闽算盘子 <i>Glochidion rubrum</i> (26.31)、 滨柃 <i>Eurya emarginata</i> (16.55)	芒 <i>Miscanthus sinensis</i> (17.27)
	日本野桐 — 柃木 — 芒 <i>Mallotus japonicus</i> — <i>Eurya</i> <i>japonica</i> — <i>Miscanthus sinensis</i>	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i> (23.19)、 黑松 <i>Pinus thunbergii</i> (9.77)	柃木 <i>Eurya japonica</i> (21.18)、 滨柃 <i>Eurya emarginata</i> (17.33)	芒 <i>Miscanthus sinensis</i> (19.14)、 白茅 <i>Imperata cylindrica</i> (15.55)

## 2.2 物种多样性

利用 PAST 1.24b 软件进行数据分析 (郭水良等, 2015), 得出各个群落的多样性指数 (表 5), 物种丰富度的最小值出现在滨柃 — 结缕草群落, 丰富度只有 1.86, 物种多样性指数 1.91, 明显小于其他群落值。这主要是因为该群落位于面积、海拔最小的岛屿, 受潮水的影响, 以及土壤瘠薄, 很多植被不适于这样的生长环境; 物种丰富度的最大值出现在日本野桐 + 柃木 — 葛藤 + 天仙果群

落, 为 3.80, 物种多样性指数为 2.53, 此群落位于距离大陆最近的岛屿; 物种多样性指数最高的群落为雀梅藤 — 沿阶草群落, 最高值为 2.60。

不同群落的丰富度指数与物种多样性指数的变化趋势大体一致, 而与均匀度指数无明显关系。均匀度指数最大 0.90, 最小 0.76, 分别出现在日本野桐 — 柃木 — 芒群落和日本野桐 — 葛藤群落。日本野桐 — 柃木 — 芒群落中, 日本野桐处于明显优势地位, 灌木层的滨柃与柃木分布也



很均匀。日本野桐—葛藤群落中，灌木层葛藤、菝葜占优势地位，另外还散布着其他各种灌木。

其他群落的均匀度指数都在 0.80—0.88 浮动，比较接近。

表 5 所有样地群落多样性指数  
Tab.5 Indices of species diversity of the all communities

序号 Set	群落名称 Community	物种丰富度 Species richness	Shannon 指数 Shannon index	均匀度指数 Evenness index
1	铃木+天仙果—榿木+铃木—鸭嘴草 <i>Eurya japonica</i> + <i>Ficus erecta</i> var. <i>beeheyana</i> — <i>Loropetalum chinense</i> + <i>Eurya japonica</i> — <i>Ischaemum</i> <i>aristatum</i> var. <i>glaucum</i>	3.73	2.49	0.85
2	铃木+化香—胡颓子+算盘子 <i>Eurya japonica</i> + <i>Platycarya strobilacea</i> — <i>Elaeagnus pungens</i> + <i>lochidion puberum</i>	3.38	2.30	0.80
3	铃木—化香+榿木 <i>Eurya japonica</i> — <i>Platycarya strobilacea</i> + <i>Loropetalum chinense</i>	3.55	2.39	0.82
4	铃木+木麻黄—竹子+铃木 <i>Eurya japonica</i> + <i>Casuarina equisetifolia</i> — <i>Phyllostachys</i> <i>heterocycla</i> + <i>Eurya japonica</i>	3.37	2.16	0.78
5	楮树+黑松—薜荔+杜鹃—芒 <i>Castanopsis sclerophylla</i> + <i>Pinus thunbergii</i> — <i>Ficus pumila</i> + <i>Rhododendron simsii</i> — <i>Miscanthus sinensis</i>	3.11	2.20	0.81
6	滨铃木—菝葜+日本野桐—韩信草 <i>Eurya emarginata</i> — <i>Mallotus japonicus</i> + <i>Mallotus</i> <i>japonicus</i> — <i>Scutellaria indica</i>	2.61	2.09	0.81
7	日本野桐+铃木—葛藤+天仙果 <i>Mallotus japonicus</i> + <i>Eurya japonica</i> — <i>Pueraria montana</i> + <i>Ficus erecta</i> var. <i>beeheyana</i>	3.80	2.53	0.83
8	日本野桐 <i>Mallotus japonicus</i>	2.23	2.01	0.83
9	滨铃木+铃木—日本野桐 <i>Eurya emarginata</i> + <i>Eurya japonica</i> — <i>Mallotus japonicus</i>	3.06	2.32	0.84
10	日本野桐—葛藤 <i>Mallotus japonicus</i> — <i>Pueraria montana</i>	3.34	2.23	0.76
11	日本野桐+黑松—杜鹃+天仙果—芒 <i>Mallotus japonicus</i> + <i>Pinus thunbergii</i> — <i>Rhododendron</i> <i>simsii</i> + <i>Ficus erecta</i> var. <i>beeheyana</i> — <i>Miscanthus sinensis</i>	2.99	2.35	0.84
12	日本野桐—了哥王+杜鹃—五节芒 <i>Mallotus japonicus</i> — <i>Wikstroemia indica</i> + <i>Rhododendron</i> <i>simsii</i> — <i>Miscanthus floridulus</i>	2.97	2.29	0.85
13	杜鹃+滨铃木 <i>Rhododendron simsii</i> + <i>Eurya emarginata</i>	3.43	2.36	0.82
14	台闽算盘子—芒 <i>Glochidion rubrum</i> — <i>Miscanthus sinensis</i>	3.02	2.44	0.88
15	日本野桐—铃木—芒 <i>Mallotus japonicus</i> — <i>Eurya japonica</i> — <i>Miscanthus sinensis</i>	3.56	2.58	0.90
16	滨铃木—结缕草 <i>Eurya emarginata</i> — <i>Zoysia japonica</i>	1.86	1.91	0.83
17	雀梅藤—沿阶草 <i>Sageretia thea</i> — <i>Ophiopogon bodinieri</i>	3.66	2.60	0.88

### 3 讨论

#### 3.1 植物群落优势种及应用

从群落中的各个层次的物种重要值可以了解到, 乔木层的优势种主要是柃木、日本野桐。柃木常为常绿灌木或小乔木, 由于其具有耐干旱瘠薄、抗海风海雾等强抗逆性, 故多分布于海岛, 其种子繁多、萌发率高、生长力强是其成为优势种的主要原因。另外, 日本野桐、滨柃等树种与柃木具有相似的生态习性, 无论是小乔木还是灌木, 都占有绝对的优势, 是滨海植物中常见树种。灌木层中滨柃、檵木、杜鹃等, 在灌木层中出现的概率极高, 生长状态较陆地栽培的品种更加适合沿海绿化。隔离的岛屿环境更是为这些树种基因型提供了一个良好的储存环境, 为滨海特有植物的研究提供了一个天然基因库。同时这些树种, 对于当地特色化绿化改造、提高树林质量、促进海岛植被的恢复和更新具有重要的指导意义。

#### 3.2 不同岛屿群落物种多样性差异

岛屿面积及距离大陆的距离不一, 导致每个岛屿的海岛生态环境存在差异, 从而使得每个岛屿的群落呈现别样的特征。滨柃—菝葜+日本野桐—韩信草群落、日本野桐+柃木—葛藤+天仙果群落、日本野桐群落、滨柃+柃木—日本野桐群落、日本野桐—葛藤群落这五个群落位于同一个距离大陆最近的 A 岛屿上, 岛上的主要优势种为日本野桐, 占据了岛上大多树种的生存空间, 其物种丰富度、多样性指数都较低, 主要是因为岛屿距离大陆较近, 这种较小的隔离度不足以限制绝大多数物种的扩散 (He and Legendre, 2002), 且易受大陆植被的影响。另外, 岛上有明显的废弃建筑, 且有人为活动, 所以, 物种丰富度较其他群落都较低。其他群落均位于距离大陆 7 km 左右的岛屿, 其中滨柃—结缕草群落位于样岛 C 上, 该岛屿面积只有最大岛屿 B 岛面积的 1/136, 植被生存的空间狭小, 物种存活率低, 演替更新受限, 故而物种丰富度及多样性都是最低的。物种多样性指数最高的雀梅藤—沿阶草群落, 虽然该群落所在的岛屿面积较小, 且无乔木, 但紧挨着的 C 岛刚好为其挡去了海风, 为不同植被类型提供了良好的生态环境。对于沿海无居民海岛群落的植物组成及多样性研究, 可以为广大学者研究群落的种间关系提供参考。

### 4 结论

浙江温岭沿海无居民海岛的植物类群滨海特色明显, 植物资源丰富, 以柃木为主要优势种, 同时日本野桐、滨柃、黑松等也广布于各个岛屿; 种子植物区系分布多样, 主要是泛热带分布、北温带分布区系; 群落丰富度及多样性变化趋势一致, 且浮动较小, 均匀度也稳定在一个数值上下, 浮动不超过 1.5。部分岛屿的人为痕迹较明显, 对岛上的植被组成及多样性造成了损害。无居民海岛植被的调研, 对于海岛植被多样性的保护和监测以及生态多样性的研究都有重大的指导意义。

#### 参考文献

- 陈征海, 唐正良, 胡明辉, 等. 1996b. 浙江海岛盐生植被研究 (II)——天然植被类型及开发利用 [J]. 生态学杂志, 15(5): 6–11. [Chen Z H, Tang Z L, Hu M H, et al. 1996b. A study on the halophilous vegetation of the islands of Zhejiang Province (II): main types of natural vegetation and their exploitation and utilization [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 15(5): 6–11.]
- 陈征海, 唐正良, 裘宝林. 1995a. 浙江海岛植物区系的研究 [J]. 云南植物研究, 17(4): 405–412. [Chen Z H, Tang Z L, Qiu B L. 1995a. A study on the flora of the islands of Zhejiang Province [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 17(4): 405–412.]
- 陈征海, 唐正良, 张晓华, 等. 1995b. 浙江海岛砂生植被研究 (I): 植被的基本特征 [J]. 浙江林学院学报, 12(4): 388–398. [Chen Z H, Tang Z L, Zhang X H, et al. 1995b. Sand vegetations of the islands in Zhejiang (I): basic characteristics of vegetations [J]. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 12(4): 388–398.]
- 陈征海, 唐正良, 张晓华, 等. 1996a. 浙江海岛盐生植被研究 (I): 植被的基本特征 [J]. 生态学杂志, 15(1): 14–19. [Chen Z H, Tang Z L, Zhang X H, et al. 1996a. A study of the halophilous vegetation on the islands of Zhejiang Province (I): basic characteristics of the vegetation [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 15(1): 14–19.]
- 郭亮, 孙海平, 陈献志, 等. 1999. 浙江省台州市海岛植物区系的研究 [J]. 浙江大学学报 (农业与生命科学版), 25(4): 368–372. [Guo L, Sun H P, Chen X Z, et al. 1999. Study on the flora of offshore islands in Taizhou City of Zhejiang Province [J]. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, 25(4): 368–372.]
- 郭水良, 于晶, 陈国奇. 2015. 生态学数据分析——方法、程序与软件 [M]. 北京: 科学出版社. [Guo S L, Yu J, Chen G Q. 2015. Ecological data analyses—methods,

