

台州市大陈岛海岛困难地引种 8 个树种造林试验

陈献志¹, 杨在娟², 郭亮³

(1. 浙江省临海市自然资源和规划局, 浙江 临海 317000; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023;
3. 浙江省台州市椒江区农业农村和水利局, 浙江 台州 318000)

摘要: 大陈岛为浙江省台州列岛之一, 存在生态系统脆弱, 造林成活低、树木生长困难和树种单一等问题。选择天竺桂 *Cinnamomum japonicum*, 红楠 *Machilus thunbergii*, 舟山新木姜子 *Neolitsea sericea*, 乌桕 *Sapium sebiferum*, 台湾相思 *Acacia confusam*, 红叶石楠 *Photinia × fraseri*, 湿地松 *Pinus elliottii* 和枫香树 *Liquidambar formosana* 8 个树种, 对其在大陈岛造林后的成活率和保存率及生长状况进行了 5 年的观测, 为大陈岛筛选出适宜作为沿海防护林的树种。结果显示, 造林 5 年后 (2017 年), 红叶石楠、乌桕、枫香树的保存率皆在 82% 以上, 其树高分别为 437.3 cm、437.9 cm 和 412.7 cm, 地径在 7.6~8.0 cm。研究结果表明, 红叶石楠、枫香树、乌桕是海岛地区造林的首选优良树种, 而红楠、普陀樟、舟山新木姜子可作为重要推荐树种, 湿地松可作为备选树种, 台湾相思不适宜在大陈岛海岛造林。

关键词: 大陈岛; 树种选择; 成活率; 保存率;

中图分类号: S725.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776 (2020) 04-0018-06

Experiment on Selection of Tree Species on Dachen Islands of Taizhou

CHEN Xian-zhi¹, YANG Zai-juan², GUO Liang³

(1. Linhai Natural Resources and Planning Bureau of Zhejiang, Linhai 317000, China; 2. Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China; 3. Agriculture, Rural Area and Water Conservancy Bureau of Jiaojiang District, Taizhou 318800, China)

Abstract: In 2012, 2-year *Cinnamomum japonicum*, *Machilus thunbergii*, *Neolitsea sericea*, *Sapium sebiferum*, *Acacia confusam*, *Photinia × fraseri*, *Pinus elliottii* and *Liquidambar formosana* seedlings were selected for afforestation experiment in Dachen Islands of Taizhou, Zhejiang province. Investigations were carried out on survival and preservation rate of seedlings after plantation. The results showed that 3 months later, the survival rate of *P. × fraseri* *L. formosana*, *P. elliottii* and *S. sebiferum* was more than 94%, and lowest was that of *A. confusam*, only 83%. The preservation rate of *P. × fraseri*, *S. sebiferum* and *L. formosana* was more than 82% 5 years later. Their tree height growth was 437.3 cm, 437.9 cm and 412.7 cm respectively, with ground diameter of 7.6-8.0 cm. The experiment demonstrated that *P. × fraseri*, *S. sebiferum* and *L. formosana* was the first choice for afforestation in Dachen Islands. While *M. thunbergii*, *C. japonicum* and *N. sericea* could be recommended for plantation, and *A. confusam* could not tolerate coldness, and was not suitable for afforestation.

Key words: Dachen Islands; tree species selection; survival rate; preservation rate

收稿日期: 2020-02-26; 修回日期: 2020-05-30

基金项目: 浙江省台州市科技计划重大资助项目“台州海岛困难地植被生态修复技术研究”(15ny01); 浙江省林业科研成果推广项目(2015B03)

作者简介: 陈献志, 高级工程师, 从事林业技术推广工作; E-mail: 759640136@qq.com。通信作者: 郭亮, 正高级工程师, 从事森林生态研究; E-mail: 935102103@qq.com。

浙江省是我国岛屿最多的省份, 约占全国岛屿总数的 40%。海岛经常受到台风和暴雨袭击, 水土流失严重, 土层浅薄, 甚至形成岩体裸露的基岩岛屿, 大气降水难于形成地下水, 易受干旱、风害、盐雾等气候影响, 致使海岛造林成活率低、树木生长困难, 成为特殊的造林困难地^[1-3]。中国海岛可以分成五个组别^[4]: 庙岛群岛组、浙江海岛组、闽粤岛屿组、台湾岛组和海南岛组。浙江海岛组主要由北亚热带的浙江及附近海岛组成, 主要有舟山群岛、台州列岛、大金山岛和普陀山等, 由于岛屿与大陆长期隔离, 植物群落具有较强的地域性, 形成植被类型和植物区系与大陆相比有着较大的差异^[5]。

有关浙江海岛困难地造林树种的选择, 已有不少的研究, 主要有造林树种抗逆性试验^[6], 树种引种和筛选试验^[7], 土壤立地条件研究^[8-9]。这些研究为海岛造林提供了重要的技术支撑。目前, 有关浙江中南部台州列岛困难地适生树种的选择研究鲜见报道, 特别是造林后对树种的长期观测尤其缺少。大陈岛位于浙江省东部沿海岛屿群中部的台州湾东南洋面, 1993 年被批准为浙江省省级森林公园^[10], 又是国家一级渔港, 浙江省地质公园, 旅游资源丰富, 山海、军事、垦荒、人文、渔村等特色文化显著。为打造多彩的大陈岛, 建设海上森林, 将森林景观融入大陈岛旅游, 本研究于 2012 年在大陈岛开展了 8 个树种的造林试验, 旨在为大陈岛造林树种的选择提供实践依据。

1 研究区概况

试验地点设在浙江省台州市大陈岛, 地处浙江省东部沿海岛屿群的中部, 台州湾东南洋面, 地理坐标在 121°44'55" ~ 121°55'10" E, 28°23'24" ~ 28°37'02"N, 距台州市区 54 km, 陆域面积 14.6 km², 由上大陈岛、下大陈岛等 29 个岛礁组成。属中亚热带季风气候, 四季分明、水分充沛, 与邻近大陆相比, 具有冬暖夏凉、雾多风大等特点。年平均气温为 16.7℃, 极端最低气温为 -3.3℃, 极端最高气温为 33.5℃, 年平均降水量为 1 387.5 mm, 蒸发量为 1 438.2 mm, 年平均相对湿度为 83.1%。具典型的季风性气候特征, 冬季以偏北大风为主, 春、夏季偏南大风增多, 盛夏以偏南大风为主; 冷空气、台风和地面倒槽是出现大风的主要影响系统。地貌为剥蚀海岛丘陵和海岸地貌, 主峰凤尾山海拔 228.6 m, 坡度在 10 ~ 40°。土壤类型主要为红壤等, 有机质丰富, 矿化度低, pH 值 6.0 ~ 6.3^[11]。森林植被经常遭受台风损毁, 自我维持和修复能力弱。目前, 岛上以人工种植の木麻黄 *Casuarina equisetifolia* 林为主^[12], 北坡等风口分布有原生的柃木 *Eurya japonica* 和滨柃 *E. emarginata* 等灌木, 上大陈岛朝南山岙有樟 *Cinnamomum camphora* 林。

2 材料与方法

2.1 材料

根据大陈岛海岛困难地块的土壤特点以及气候条件, 以抗风、耐干旱、适应性强、水土保持能力强等为主要考虑因素, 选择了天竺桂 *C. japonicum*, 红楠 *Machilus thunbergii*, 舟山新木姜子 *Neolitsea sericea*, 乌桕 *Sapium sebiferum*, 台湾相思 *Acacia confusa*, 红叶石楠 *Photinia × fraseri*, 湿地松 *Pinus elliottii*, 枫香树 *Liquidambar formosana* 8 个树种的 2 年生泥球苗作为参试树种, 同一树种苗木规格要求基本一致, 苗木产地为舟山和台州本地苗圃。

2.2 方法

2.2.1 林地清理与造林 大陈岛试验林地在试验前为灌木林地和木麻黄疏林地, 造林区域位于凤尾村甲午岩、北岙村中咀和南岙村丁钓头 3 处, 灌木林主要是野梧桐 *Mallotus japonicus* 萌生灌丛和葛 *Pueraria montana* 蔓生灌丛, 有白檀 *Symplocos paniculata*, 柃木 *Eurya japonica*, 倒卵叶算盘子 *Glochidion obovatum* 等灌木伴生, 草本层有五节芒 *Miscanthus floridulus*, 野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia* 等; 木麻黄疏林有胡颓子 *Elaeagnus pungen*,

野梧桐, 矮小天仙果 *Ficus erecta* var. *beecheana* 等灌木伴生, 草本层有白茅 *Imperata cylindrica*, 五节芒等。造林区域坡度在 $12^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、坡向南偏东、土层厚度在 $30 \sim 40$ cm、海拔为 56 m 左右。种植前采取带状清理方式, 清理带宽为 1 m, 间距为 1.5 m, 株距为 2.2 m, 种植穴规格为 $0.4\text{ m} \times 0.4\text{ m} \times 0.4\text{ m}$ 。于 2012 年 3 月, 采用随机块状混交的方式种植, 于 6 月、 10 月各抚育 1 次, 连续抚育 3 a。

2.2.2 生长调查 于 3 处造林区域分别选择 1 处典型地块设置 1 块样地, 3 个样地的大小分别为 $66\text{ m} \times 40\text{ m}$, $60\text{ m} \times 40\text{ m}$, $53\text{ m} \times 50\text{ m}$, 每个样地中各树种共种植 100 株以上, 每种树种不少于 12 株, 并记录各树种种植前的苗高和地径。定期调查幼树成活率、保存率和生长情况。分别于种植后 3 个月 (2012 年 6 月) 和 7 个月 (2012 年 10 月) 时调查幼树成活率; 分别于 2013 年 4 月、 2014 年 4 月、 2015 年 4 月、 2016 年 4 月和 2017 年 4 月调查幼树保存率及各树种的苗高和地径 (每处样地分别随机调查各树种 10 株, 同一树种不足 10 株的样地全部调查)。

2.2.3 数据统计 采用 SAS 软件中的 GLM 程序进行性状方差分析, 以检测树种间的差异。

3 结果与分析

3.1 幼树成活率

由表 1 可知, 苗木种植后 3 个月, 各树种成活率差异显著 ($P < 0.05$), 其中, 以红叶石楠、枫香树、湿地松和乌桕的成活率最高, 皆在 94% 以上; 台湾相思的成活率最低, 为 83% 。种植 5 年 (2017 年) 后, 各树种的保存率排序为: 红叶石楠>乌桕>枫香树>红楠>天竺桂>舟山新木姜子>湿地松>台湾相思, 其中, 红叶石楠、乌桕与枫香树保存率之间的差异不显著, 皆在 82% 以上, 台湾相思的保存率为 0% , 全部死亡。究其原因, 主要为 2016 年 (种植后第 4 年) 试验地大陈岛遭受寒潮低温, 台湾相思当年保存率仅为 8.9% , 存活下来的幼树也受到重创, 继而在受寒潮影响第 2 年全部死亡。该结果表明, 台湾相思较其它树种不耐寒。

表 1 种植后试验树种的保存率比较分析
Table 1 Survival and preservation rate of different tree species on different time

树种	成活率/%		保存率/%				
	3个月	7个月	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a
天竺桂	92.7±1.2ab	90.3±1.5ab	89.7±1.5ab	87.7±0.9ab	85.7±0.9a	82.0±1.5a	78.7±1.2a
红楠	92.7±0.9ab	90.3±0.3ab	89.0±0.6b	87.7±0.3ab	86.0±1.0a	84.7±0.9a	81.7±1.1b
舟山新木姜子	91.0±1.0b	90.0±1.0a	89.0±1.0b	83.7±0.9c	81.0±0.6b	77.3±1.5b	75.0±1.2c
乌桕	94.7±0.9ab	94.0±0.6bd	92.3±0.7ac	90.0±0.6ad	87.0±0.6a	84.7±0.9a	83.0±0.6b
台湾相思	83.7±2.0c	80.3±1.8c	78.7±1.5d	73.0±0.6e	69.7±1.2c	8.7±0.9c	0 d
红叶石楠	96.0±1.5a	95.7±1.5d	94.0±0.6c	90.0±1.5ad	86.3±1.5a	85.0±1.2a	84.3±0.9b
湿地松	94.7±1.2ab	93.0±1.5abd	90.0±1.5ab	86.0±1.7bc	80.7±1.5b	73.0±0.5d	68.7±1.5e
枫香树	95.7±1.5a	93.0±1.2abd	92.7±0.9ac	90.7±0.3d	87.0±1.0a	85.0±1.2a	82.7±1.8b

注: 表中同一列中不同字母表示多重比较结果差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

3.2 种植 1 年后幼树生长情况

调查分析 8 个树种造林 1 年后的苗高和地径生长量, 结果见表 2。由表 2 表明, 造林 1 年后, 乌桕的平均株高达到 158.6 cm, 其年株高生长量达 38.3 cm。其次为台湾相思、枫香树、红叶石楠, 其平均株高在 $90.4 \sim 108.3$ cm, 株高年生长量在 $24.1 \sim 47.3$ cm。株高生长较差的为天竺桂、舟山新木姜子和湿地松, 其株高年生长量皆在 20 cm 以下。造林后第 1 年株高生长量能反应树种对土壤的适用性, 各树种株高年生长量由高到低的排序为: 红叶石楠>乌桕>台湾相思>枫香树>红楠>天竺桂>舟山新木姜子>湿地松, 这说明红叶石楠具有很好的生长潜力。

造林 1 年后, 乌桕的地径达 21.1 mm, 其地径年平均生长量为 7.0 mm, 显著高于其它树种 ($P < 0.05$), 而其它树种地径平均年生长量在 $3.1 \sim 6.4$ mm。 8 个树种造林 1 年后地径年生长量由高到低排序为: 乌桕>红叶石楠、台湾相思>湿地松>红楠、舟山新木姜子>枫香树>天竺桂。

表 2 试验树种在种植 1 年前后的生长分析
Table 2 Height and ground diameter growth different tree species planted one year later

树种	树高/cm			地径/mm		
	2012 年	2013 年	年生生长量	2012 年	2013 年	年生生长量
天竺桂	46.9±0.4	63.7±0.3	16.8±0.3c	6.3±0.0	9.4±0.1	3.1±0.1a
红楠	55.6±0.7	77.6±0.7	22.0±0.1d	7.1±0.1	12.0±0.1	4.9±0.1b
舟山新木姜子	52.2±0.5	67.7±0.4	15.5±0.3b	6.3±0.1	11.2±0.1	4.9±0.1b
乌桕	120.3±0.8	158.6±0.7	38.3±0.5g	14.1±0.1	21.1±0.4	7.0±0.2e
台湾相思	74.2±0.6	108.3±0.6	34.1±0.2f	6.9±0.1	13.3±0.1	6.4±0.1d
红叶石楠	43.1±0.7	90.4±0.7	47.3±0.2h	6.2±0.0	12.6±0.1	6.4±0.2d
湿地松	46.7±0.6	61.3±0.5	14.6±0.2a	5.3±0.1	11.2±0.2	5.9±0.2c
枫香树	67.4±0.5	92.1±0.5	24.1±0.2e	7.0±0.1	11.8±0.1	4.8±0.2b

3.3 种植后 5 年间各树种生长指标比较

从图 1 可看出, 8 个树种造林后 5 年间株高均随着时间延长逐年增加, 保持较快生长速度的树种为乌桕、红叶石楠、湿地松和枫香树, 其他树种的株高生长相对较慢。台湾相思尽管在 2015 年之前保持较好的生长速度, 但受 2016 年 1 月极度冻害影响后大量死亡, 株高与上一年相比几乎未增加(主要是顶端枝条全枯死, 仅有少数幼树部分枝条保留少量绿叶); 存留的幼树在 2017 年也全部死亡。

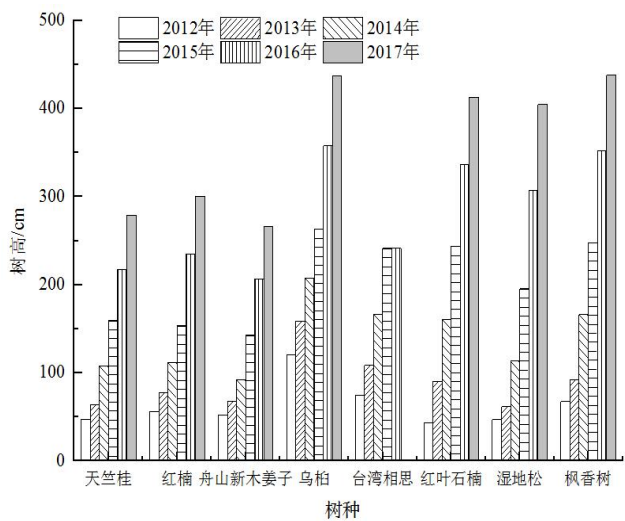


图 1 各树种树高生长动态变化比较

Figure 1 Height growth of eight tested tree species

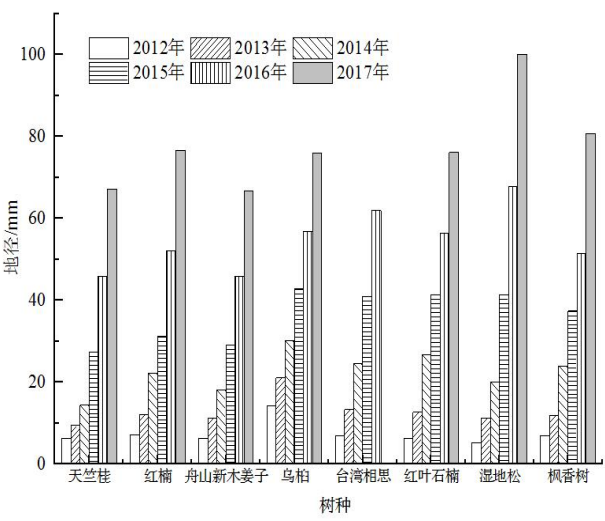


图 2 各树种地径生长动态变化比较

Figure 2 Ground diameter of tested tree species

从图 2 看出, 2015 年时(种植第 4 年), 天竺桂、红楠和舟山新木姜子的地径总体处于同一水平, 基本保持在 35 mm 左右, 而乌桕、台湾相思、红叶石楠、湿地松和枫香树基本保持在 40 mm 左右。2017 年时(种植第 6 年), 湿地松的地径最大, 明显高于其他树种, 达 100 mm; 枫香树、红楠、乌桕和红叶石楠的地径其次, 分别为 80 mm, 77 mm, 76 mm 和 76 mm; 而舟山新木姜子和天竺桂不仅树高在 8 个树种中相对较低, 地径也低于其它树种, 均不到 70 mm。

从图 3 看出, 造林后 5 年间, 除天竺桂外所有树种的树高年生长量均在造林第 5 年(2016 年)达最高值, 而天竺桂仍呈线性增加。造林第 2 年树高年生长量最高的为红叶石楠(为 47.3 cm), 第 3 年为枫香树(为 74.1 cm), 第 4 年为红叶石楠(为 83.1 cm), 第 5 年为湿地松(为 111.9 cm), 第 6 年仍为湿地松(为 97.5 cm)。红楠和舟山新木姜子则相对生长缓慢, 而天竺桂在种植后 5 年间树高年生长量仍在逐年增加, 可作为海岛造林的优良树种。

由图 4 可知,对于地径年生长量,除台湾相思外,其它 7 个树种造林后地径年生长量几乎一直处于增长状态,在 2016 年受寒害影响不大,因此可推断寒害对树高的影响大于对地径的影响。在 8 个树种中仍然是湿地松表现出较好的生长趋势,2017 年,湿地松的地径年生长量为 2013 年的 5.33 倍;其次为枫香树,其地径也具有较好的生长潜力,尽管在 2013–2016 年其年生长量保持在 12~14 mm,但在 2017 年其地径年生长量大幅增加(为 29 mm);2017 年,天竺桂、舟山新木姜子、红叶石楠和乌桕地径年生长量保持在 19~21 mm。

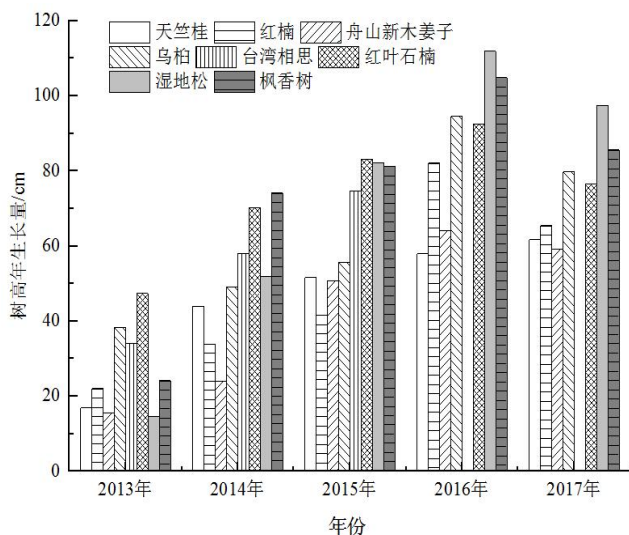


图 3 各树种树高年生长量变化比较

Figure 3 Annual height growth of tested tree species

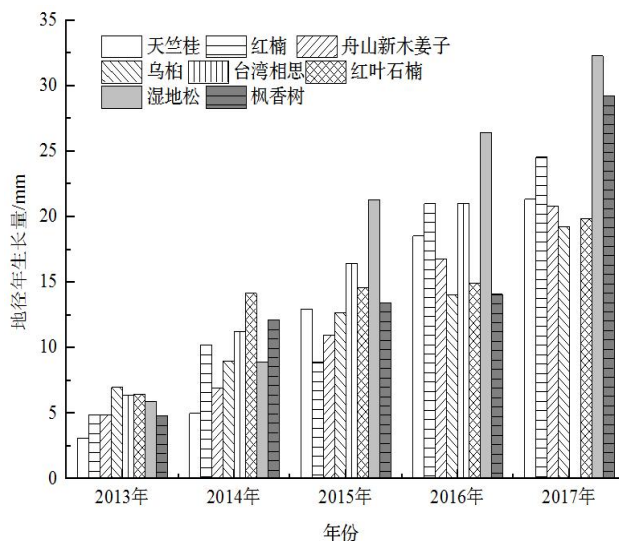


图 4 各树种地径年生长量变化比较

Figure 4 Annual ground diameter growth of tested tree species

4 结论和讨论

4.1 讨论

由于海岛的大风、干旱、土壤瘠薄和盐雾等因子制约了树木的成活和生长,海岛困难地造林适宜树种选择是基础和关键。高平仕等^[13]在舟山群岛上的造林试验也显示湿地松的生长快于普陀樟(天竺桂),但保存率不高,建议适当提高湿地松的造林密度,以提高林地立木数量。台湾相思具有抗逆性强、抗风耐旱和萌蘖力强的优点,且生长快、有混交优势,被作为海岛林相改造的优良树种^[14]。本研究也发现台湾相思的株高和地径生长尽管在 8 个树种中处于中上水平,但遇寒潮则难以在台州地区越冬,不适合台州湾及以北的海岛造林,应往南推广应用。

综合造林树种的株高生长和地径生长及其保存率,本研究认为红叶石楠、乌桕、枫香树成活率高、生长快,是适宜大陈岛海岛困难地生长的优良造林树种。舟山新木姜子和红楠均属樟科 Lauraceae,根系发达,具有较强的耐盐性和抗风能力,是适应海岛环境的特色树种^[15]。本研究发现红楠、天竺桂、舟山新木姜子的前期生长较慢,保存率和生长皆略逊于红叶石楠、乌桕和枫香树,但若以增加海岛林木多样性为培育目标,这 3 个树种也可作为大陈岛海岛困难地的候选造林树种。

海岛恶劣的环境条件通常不利于树木生长,但可通过人工造林不断改善和提升大陈岛森林植被的外貌景观,实现建设海上多彩森林的目的,将森林景观融入大陈旅游,推动海岛经济发展。海岛山地中下坡土壤较厚处,宜营造以天竺桂、红楠、枫香树和乌桕等乔木树种为主的乔灌结构模式。在海风影响较小的地段,可引种舟山新木姜子、樟等树种。中坡土壤一般处,宜营造以木麻黄、大叶桉 *Zelkova schneideriana*、湿地松、枫香树和乌桕等乔木树种为主的乔灌结构模式。以上三个模式可在林缘和公路旁配置红叶石楠小乔木,既色彩鲜艳又避免遮挡驾驶员视线。

4.2 结论

在台州大陈岛引种 8 个树种实施造林试验, 通过对其株高生长、地径生长、保存率等指标的 5 年的观测, 发现红叶石楠、乌桕和枫香树造林 5 年后的保存率均在 82% 以上; 高生长最好的树种为枫香树和乌桕, 其次为红叶石楠和湿地松; 地径生长最好的树种依次为枫香树、红楠、乌桕和红叶石楠。另外, 湿地松虽然造林第 5 年时树高和地径相对低于枫香树、乌桕和红叶石楠, 但其年生长量逐年增长, 具有较大的生长潜力, 后续可继续跟踪调查其生长情况。总体而言, 红叶石楠、枫香树、乌桕是海岛地区造林的首选优良树种, 而红楠、普陀樟、舟山新木姜子可作为重要推荐树种, 湿地松可作为备选树种, 台湾相思对低温冻害较为敏感, 不适宜在大陈岛海岛造林。

参考文献:

- [1] 徐元芹, 刘乐军, 李培英, 等. 我国典型海岛地质灾害类型特征及成因分析[J]. 海洋学报, 2015, 37(9): 71-83.
- [2] 刘乐军, 高珊, 李培英, 等. 福建东山岛地质灾害特征与成因初探[J]. 海洋学报, 2015, 37(1): 137-146.
- [3] 郑俊鸣, 张嘉灵, 郑建忠, 等. 中国海岛植被修复的适生植物[J]. 世界林业研究, 2017, 30(3): 86-90.
- [4] 刘利. 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, 2015, 35(8): 1676-1682.
- [5] 徐庆, 潘云芬, 程元启, 等. 安徽升金湖淡水森林湿地适生树种筛选[J]. 林业科学, 2008, 44(12): 7-14.
- [6] 赵颖, 王国明, 王美琴, 等. 脯氨酸、叶绿素含量与海岛树种抗逆性之间的关系[J]. 浙江林业科技, 2013, 33(5): 35-39.
- [7] 贺位忠, 李玉芬, 高大海, 等. 舟山海岛困难地造林树种选择与配套技术研究[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(4): 39-42.
- [8] 张晓勉, 高智慧, 张勇, 等. 基于 GIS 海岛土壤有机质和全氮空间变异特征的初步研究[J]. 浙江林业科技, 2012, 32(5): 16-20.
- [9] 陶吉兴. 浙江海岛适地适树技术研究[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20(4): 346-352.
- [10] 娄依卫, 郭亮. 大陈岛森林公园旅游景观资源特征及评价[J]. 浙江林业科技, 2016, 36(3): 88-93.
- [11] 郭亮, 孙海平, 陈献志, 等. 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, 1999, 25(4): 368-372.
- [12] 郭亮, 陶秀富. 大陈岛木麻黄栽培技术探讨[J]. 华东森林经理, 2005, 19(4): 22-24.
- [13] 高平仕, 沈爱华, 费引海, 等. 岱山县临海一面坡造林树种对比试验[J]. 浙江林业科技, 2009, 29(5): 59-61.
- [14] 吕志宝. 海岛林相改造的好树种—台湾相思[J]. 浙江林业, 2003, 5(6): 15.
- [15] 王凤英, 田旗, 彭红玲, 等. 舟山群岛 2 种濒危植物生境特征与迁地保护研究[J]. 浙江农林大学学报, 2014, 31(3): 417-423.