

# 平潭大屿岛上台湾相思长势的时空差异性

张琳婷<sup>1</sup>, 傅海峰<sup>2</sup>, 肖兰<sup>1</sup>, 姜德刚<sup>1</sup>

(1. 国家海洋局海岛研究中心 平潭 350400; 2. 滨海湿地生态系统教育部重点实验室(厦门大学)厦门 361102)

**摘要:**为了探讨台湾相思群落生长发育与气候特征的关系,选用11个位于大屿靠海一侧不同地点的台湾相思群落研究对象。通过2016年4—12月对台湾相思标记枝条的生长状况进行长期监测。观测结果表明:11个样点受盐害叶片占比为1.16%~51.48%,受虫害叶片占比为30.27%~59.78%。植株大多受到盐害与虫害的干扰,花数量和花蕾数量处于一个较低的水平。由植物生长状况与气候特征的相关性结果可知,风向和风力随月份变化而变化,12月风力最高达5.93 m/s。月份和风向与受盐害叶片占比、受虫害叶片占比均呈现极显著相关性。在开展海岛植被生态修复时,需要注重冬季养护、病虫害防治和筛选抗风、耐盐雾的海岛适生物种。

**关键词:**无居民海岛;台湾相思;气候;时空差异性;生态修复

中图分类号:Q948;P76

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2018)07-0077-06

## Spatiotemporal Differences in Growth of *Acacia confusa* on Dayu Island, Pingtan

ZHANG Linting<sup>1</sup>, FU Haifeng<sup>2</sup>, XIAO Lan<sup>1</sup>, JIANG Degang<sup>1</sup>

(1. Island Research Center, SOA, Pingtan 350400, China; 2. Key Laboratory of the Coastal and Wetland Ecosystems (Xiamen University), Ministry of Education, Xiamen 361102, China)

**Abstract:** Under the background of island remediation and restoration of Dayu Island, in order to explore the relationship between the growth and development of climatic conditions and the climate characteristics of *Acacia confusa*, eleven *Acacia confusa* communities were selected as study objects in different locations on the sea side of Dayu Island. Through long-term monitoring of the growth of *Acacia confusa*'s branched branches from April to December in 2016, the results showed that the proportion of salt-affected leaves in 11 samples was 1.16%~51.48%, and the percentage of leaves that were damaged by insects was 30.27%~59.78%. Plants were mostly affected by salt damage and insect pests, and the number of flowers and the number of buds were at a lower level. According to the correlation between plant growth and climatic characteristics, the wind direction and wind force varied with the month, and the maximum wind power in December reached 5.93 m/s. The ratios of month and wind direction to the salt-affected leaves accounted,

收稿日期:2017-12-11;修订日期:2018-05-09

基金项目:国家海洋局海洋公益性行业科研专项“海岛植物物种多样性保护及生态优化技术研究与应用”(201505009-5)。

作者简介:张琳婷,研究实习员,硕士,研究方向为滨海耐盐植物资源筛选与应用、海岛生态修复

通信作者:姜德刚,助理研究员,博士,研究方向为海岛生态保护与修复

and to the leaves that were damaged by insects were both showed significant correlations. When carrying out the ecological restoration of island vegetation, We need to pay attention to maintaining in winter, diseases and pests controlling, as well as screening out island species with the character of wind-resistance, salt fog tolerant.

**Key words:** Uninhabited island, *Acacia confusa*, Climate, Spatiotemporal differences, Ecological restoration

## 0 引言

海岛四周环海,与大陆相隔离,在海洋与陆地双重自然力的作用下,海岛环境结构特殊,形成独特的地理景观。海岛生态环境相较于大陆地区较为恶劣,大陆常见的绿化植物在岛屿生长存在困难,而这往往与气候特征相关。学者们认为,海岛的高风速、高盐分是制约植物生长发育的重要因素。物候现象可以作为环境耐性的指示<sup>[1]</sup>。田晶晶等<sup>[2]</sup>通过比较内陆与岛屿的6种植物物候发现,环境异质性对物候期存在显著性影响。生境差异形成不同的小气候,间接影响植物生长发育<sup>[3]</sup>,如盐雾胁迫植物生长和发育<sup>[4]</sup>,不同坡向的植物水分利用效率差异显著<sup>[5]</sup>。这些因素与风力、风向等气候特征相关,却少有人将气候特征与植物生长发育的关系相结合进行探讨。正确理解生境差异与植物生长发育之间的规律,对海岛植被群落合理配置能起到一定的指导作用,亦能降低植物的养护成本。

在《全国生态岛礁“十三五”规划》正式颁布实施后,海岛生态整治修复的大背景下,平潭大屿作为首批“福建省最具特色的20个美丽海岛”之一,是2016年中央海岛和海域保护资金预算第一批下达作为生态保护与修复的海岛。开展海岛生态保护监测示范基地的建设<sup>[6]</sup>,具有一定的生态保护与开发利用价值。为了减轻城市化对植物生长发育的影响,本研究选取无居民海岛平潭大屿上的台湾相思(*Acacia confusa*)群落作为研究对象,监测大屿不同区域的台湾相思在不同季节的生长状况,探究海岛生境时空差异性与植物生长发育之间的关系,为大屿生态修复设计优化及景观改造提供科学依据,提高海岛保护和开发利用水平,同时推广海岛植被生态群落的优化配置模式,促进海岛经济的可持续发展,有利于促进海洋生态文明建设。

## 1 研究区概况与方法

### 1.1 研究区概况

大屿(25°27'N, 119°40'E)隶属于福建省平潭综合实验区,为无居民海岛。平潭地区主要受亚热带海洋性季风气候影响,夏季偏南风为主、其余季节主要以东北风为主<sup>[7]</sup>,地带性植被为常绿阔叶林。大屿为大陆岛,由花岗岩组成,土层较薄,淡水资源缺乏,面积约为0.25 km<sup>2</sup>。东岸为礁石,中部有大面积的沙滩。岛上主要植被以台湾相思和黑松群落为主;台湾相思生长茂密,盖度较大<sup>[8]</sup>。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 研究对象

台湾相思在大屿上分布较广,生长茂密且能形成稳定的群落,故选为本研究的对象。在大屿上设置固定样点以观察台湾相思物候及生长情况。为减轻内部微环境对研究结果的干扰,样点均选择在靠海一侧,每个样点间距200~400 m,样点环岛一周,共设置11个监测样点。每个样点选取5株作为重复,每株上选取3个枝叶健康的枝条,并进行编号。

#### 1.2.2 观测方法

本研究以选定枝条凋落作为一个观测周期。台湾相思的花期在4—6月<sup>[9]</sup>,观测时间从2016年4月8日开始,每隔1个月左右监测一次,具体时间取决于适宜出海进行野外观测的天气状况。8次观测时间分别为4月8日、5月15日、6月18日、7月16日、8月17日、9月20日、10月26日、12月8日,至2017年1月16日再上岛收集数据时,挂有标志牌的枝条基本凋落,结束观测实验。观测内容包括记录标记枝条总叶片数、受盐害叶片数、受虫害叶片数、虫瘿叶片数、残缺叶片数、花的数量和花蕾数量等指标。通过顶芽到标记处以衡量枝条生长长

度。记录样点的生境信息如坡向、土壤等条件。风向、风力、日最高气温和日最低气温等气象数据从平潭岛的气象站获取。选用固定的观测人员以避免系统误差。

### 1.3 数据处理

试验所得数据运用 Excel 2010、SPSS 19.0 进行统计和 ANOVA 单因素方差分析。

## 2 结果分析

### 2.1 物候观测月的气象状况

在物候观测的 4—12 月中,4—8 月的最高温度呈现上升趋势,9—12 月的最高气温逐渐减低。月最高气温在 8 月,达到 31.7℃,月最低气温在 12 月,达到 13.7℃。主要风向为东北风,集中在 4—5 月和 8—12 月,占全年风向的 52.46%。而主要风向为西南风主要集中在 6—7 月,占全年风向的 20.22%。风力呈现不规则性波动,风力最小的月份在 4 月和 6 月,分别是 4.76 m/s 和 4.80 m/s,而在夏季后,风力逐渐呈增大的趋势,风力最大在 12 月,达 5.93 m/s。

表 1 2016 年气象状况

月份	最高气温 /℃	最低气温 /℃	风向		风力 /(m·s <sup>-1</sup> )
			东北风/d	西南风/d	
4	21.55	16.45	15	10	4.76
5	25.97	21.39	14	11	5.31
6	30.20	25.57	3	21	4.80
7	31.52	26.84	5	18	5.40
8	31.71	26.87	12	8	4.42
9	28.83	25.27	15	2	5.77
10	26.26	23.16	17	1	5.74
12	17.32	13.77	22	0	5.93

### 2.2 植物长势空间差异性

11 个样点的物候与生长状况见表 2。叶片数在 17.7~54.2 片,盐害叶片数在 0.3~27.9 片,虫害叶片数在 7.1~32.4 片,虫瘿叶片在 0.4~23.6 片。而花的数量和花蕾数量在 0~22.8 朵,生长长度为 11.61~37.05 cm。样点 4 叶片数最多,盐害叶片数、虫害叶片数、花数量和花蕾数量等也相应较多。样点 6 叶片数量最少,其生长势态也相应较小。

表 2 不同样点的物候与生长状况

样点	方位	枝条总叶数 /片	受盐害叶片占比 /%	受虫害叶片占比 /%	虫瘿叶片数 /片	花的数量 /朵	花蕾数量 /朵	生长长度 /cm
1	南侧	22.5±25.3	1.16	49.78	0.4±0.9	1.1±4.4	2.0±5.8	14.45±6.77
2	东侧	22.9±26.0	28.82	59.39	0.6±2.4	0.0±0.0	0.3±1.7	15.41±7.72
3	东侧	26.5±24.2	23.40	37.74	1.8±2.6	0.7±3.3	1.2±4.9	15.99±6.71
4	东侧	54.2±64.7	51.48	59.78	23.6±58.3	22.7±58.9	22.8±58.8	37.05±53.68
5	西侧	19.1±16.4	26.70	46.60	2.3±2.5	0.0±0.2	2.1±7.8	11.61±5.40
6	南侧	23.3±22.9	15.45	57.51	1.0±1.7	0.0±0.1	0.0±0.1	16.27±9.77
7	西侧	28.4±48.5	7.39	48.24	1.8±4.0	0.0±0.2	0.4±1.2	17.10±30.55
8	东侧	19.3±11.2	32.12	36.79	1.8±2.0	0.1±0.5	0.2±1.1	14.26±6.34
9	西侧	24.0±25.4	23.33	45.00	0.8±1.3	0.0±0.0	0.0±0.0	16.50±7.2
10	南侧	17.7±17.0	16.95	51.41	0.6±1.8	0.0±0.1	0.2±1.2	14.54±7.88
11	东侧	26.1±37.3	36.40	30.27	0.3±0.7	0.0±0.2	0.6±2.9	14.44±7.97

### 2.3 植物长势月际差异性

不同月份间的受盐害叶片占比、受虫害叶片占比、虫瘿叶片占比、花数量、花蕾数量、侧枝数量、顶芽到标记处的数量变化及单因素方差分析结果见表 3。单因素方差分析显示,9 月和 12 月受盐害叶

片占比最高,其余月份受盐害叶片占比差异不明显。6 月受虫害叶片占比最高。不同月份受虫瘿叶片比例差异不明显。花数量 5 月和 6 月最大,但与其月份间差异不明显。花蕾数量最大在 5 月,与其他月份差异明显。10 月侧枝数量达到最高,12 月

与10月的侧枝数量差异明显。4月和5月侧枝数量最低。顶芽到标记处,12月达到最大,9月、10月与12月差异不明显。

2.4 植物生长发育与气候特征的相关性

植物的生长与时间存在一定的相关性,不同月份同一种植物的生长存在一定的差异性,因子间的相关性见表4。风向、风力与最高气温随月份变化而变化。月份与风向具有极显著相关性( $r=$

$-0.260, P < 0.01$ ),与风力具有极显著相关性( $r=0.660, P < 0.01$ ),与最高气温具有显著相关性( $r=-0.268, P < 0.01$ )。风向与盐害叶片占比具有极显著相关性( $r=-0.313, P < 0.01$ ),风力与盐害叶片占比具有极显著相关性( $r=0.357, P < 0.01$ )。受虫害叶片占比与月份具有极显著相关( $r=-0.342, P < 0.01$ )。

表3 台湾相思生长发育变化

月份	受盐害叶片占比/% (Mean±Sd)	受虫害叶片占比/% (Mean±Sd)	虫瘿叶片占比/% (Mean±Sd)	花的数量/朵 (Mean±Sd)	花蕾数量/朵 (Mean±Sd)	顶芽到标记处生长长度/cm (Mean±Sd)
4	0.29±0.27ab	0.47±0.10bc	0.05±0.07a	0.00±0.00a	0.00±0.00b	9.82±0.74d
5	0.12±0.09b	0.51±0.16ab	0.08±0.06a	1.06±2.39a	3.60±4.80a	12.06±1.33d
6	0.12±0.08b	0.60±0.15a	0.07±0.05a	0.16±0.19a	0.63±0.62b	13.01±1.41cd
7	0.07±0.04b	0.46±0.10bc	0.06±0.05a	0.00±0.00a	0.07±0.13b	15.86±2.55bc
8	0.10±0.08b	0.47±0.08bc	0.04±0.03a	0.00±0.00a	0.08±0.14b	17.12±2.68b
9	0.40±0.28a	0.42±0.17bc	0.03±0.03a	0.00±0.00a	0.01±0.02b	17.85±3.09ab
10	0.25±0.20b	0.32±0.14c	0.05±0.09a	0.00±0.00a	0.00±0.00b	19.69±4.51ab
12	0.44±0.34a	0.40±0.22c	0.03±0.03a	0.00±0.00a	0.00±0.00b	22.60±7.09a

注:①同列字母不同表示差异显著;②顶芽到标记处生长长度:计算枝条生长的长度,用于表示长势差异。

表4 植物生长状况与气候特征的相关性

项目	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0.526**	0.320**	-0.342**	-0.213*	-0.173	-0.261*	0.758**	-0.260*	0.660**	-0.268*	-0.152
B	1.000	-0.043	-0.323**	-0.220*	-0.109	-0.174	0.638**	-0.126	0.381**	0.022	0.102
C		1.000	-0.309**	-0.013	-0.091	-0.128	0.129	-0.313**	0.357**	-0.414**	-0.374**
D			1.000	0.073	0.016	0.027	-0.301**	0.271*	-0.317**	0.164	0.113
E				1.000	0.055	0.195	0.206	0.124	-0.108	0.082	0.063
F					1.000	0.762**	-0.123	-0.047	-0.007	-0.005	-0.018
G						1.000	-0.226**	-0.057	-0.022	0.006	-0.014
H							1.000	0.175	0.490**	-0.155	-0.069
I								1.000	-0.188	0.509**	0.475**
J									1.000	-0.411**	-0.298**
K										1.000	0.990**

注:A 月份;B 叶片数/片;C 盐害叶片占比/片;D 虫害叶片占比/片;E 虫瘿叶片占比/片;F 花的数量/朵;G 花蕾数量/朵;H 生长长度/cm;I 风向;J 风力/( $m \cdot s^{-1}$ );K 最高气温/°C;L 最低气温/°C。\*表示显著差异( $P < 0.05$ );\*\*表示极显著差异( $P < 0.01$ )。

### 3 分析与讨论

#### 3.1 大屿的台湾相思长势空间差异性

11个样点分布于岛上的不同方位。不同侧的小气候对植物的生长发育产生显著不同<sup>[3]</sup>。在观测月份中,风向呈现周期性变化。夏季的6—7月主要风向为西南风,其余月份的风向主要为东北风,且风力显著大于夏季。受盐害叶片的变化趋势与季节风向转换有关,风向与盐害叶片占比具有极显著相关( $r = -0.313, P < 0.01$ )。与西侧样点相比,东侧样点的台湾相思受盐雾危害更为严重(表2)。其中样点2、3、4、8、11位于海岛东侧,易受到伴随东北风而来的海上盐雾的危害;而样点1、5、6、7、9、10位于海岛西侧或南侧,易受到伴随西南风而来的海上盐雾的危害。样点5、10位于为岛内部沙地东西两侧,该区域为岛上的风道,风向和风力与海岛外部不同,还需进一步监测。不同坡向的植物水分利用效率差异显著,对植物生长和分布造成显著影响<sup>[5]</sup>。样点4分布在海岛东北侧,其生长状况较其他样点要强势,可能与离海岸线距离较远有关。

#### 3.2 大屿的台湾相思长势的时间变化

7个生长指标的变异系数均较大(表2),表明指标呈现一定的波动状态,可能与植物发育的季节性及叶片较短的生命周期有关。植物的生长发育受到时间变化的影响显著。月份与受盐害叶片占比呈现极显著相关( $r = 0.320, P < 0.01$ ),即台湾相思受盐危害表现出明显的季节性变化。土壤含盐量相对较低,植物盐害主要来源于空气盐雾<sup>[10-11]</sup>。风力与受盐害叶片占比具有极显著相关性( $r = 0.357, P < 0.01$ ),12月正是观测时间中风力最大的月份(表1),同时受盐害叶片占比亦达到最大值(表3)。过大的风速将对植物生长造成危害<sup>[12]</sup>。而风不是威胁植物生长的主要因素,风作为盐雾的扩散媒介,加剧植物受盐害的程度<sup>[10]</sup>。由此进一步论证本研究的观点,在风力越大时,植物受盐害程度越显著。

受虫害叶片占比在30.27%~59.78%,处于较高的水平。说明大屿上的生物类群过于单一,生态系统较不稳定,台湾相思群落易受到虫害的干扰。台湾相思受虫害叶片的不同样点均呈现出较大的

波动性(表2),且月份间存在差异性(表3)。受虫害叶片占比与月份具有极显著相关( $r = -0.342, P < 0.01$ ),受虫害叶片占比在6月时达到最大。这可能与虫的发育有关,夏季高温的条件有利于昆虫的繁衍。

受虫害叶片对植物生长造成影响。受虫害叶片占比对侧枝数量呈极显著负相关( $r = -0.284, P < 0.01$ ),对顶芽到标记处呈极显著负相关( $r = -0.301, P < 0.01$ )。植物受到虫害干扰后,光合生理表现下降,直接影响植物正常生长<sup>[13-14]</sup>。植物受虫害之后,花数量和花蕾数量往往受到影响<sup>[13,15]</sup>,但受虫害叶片占比与花数量和花蕾数量相关性不大。在11个样点中,仅有样点4的花朵数量和花蕾数量较大,其余样点均表现不佳,可能是台湾相思林分退化的一种表现。

受虫害叶片占比与受盐害叶片占比呈现极显著负相关( $r = -0.309, P < 0.01$ )。盐雾附着于叶片表面,在光照作用下形成结晶,沉降在植物叶片表面的盐雾导致 $\text{Na}^+$ 和 $\text{Cl}^-$ 作为极性溶质穿透叶角质层而被吸收积累<sup>[16]</sup>,直观表现出叶片盐害症状,叶尖和叶缘枯焦,叶片褐变、衰老至脱落<sup>[17]</sup>。受盐害叶片长势不佳,而昆虫更倾向危害取食健康的叶片<sup>[13]</sup>。由此,受虫害叶片与受盐害叶片占比呈现负相关关系。

### 4 建议

植被恢复的目标不是种植尽可能多的物种,而是创造良好的条件,利用自然本身的修复力量,促进一个群落发展成为由当地物种组成的稳定自然生态系统,这对生境的改善和长时间稳定重要的作用<sup>[17]</sup>。通过台湾相思长势的时空差异性分析,为平潭大屿后期的园林景观改造及植被生态修复提出以下建议。

(1)在海岛植被生态修复过程中,应注意月份变动,风向、风力变化对植物生长发育的影响。在夏季应注重病虫害防治,在冬季应对大屿东北侧的植物搭设风障,以降低对植物生长的危害,提高植物的存活率。同时,还需加强对岛上植被生长状况以及环境因子的监测,为将来的植被修复工作提供资料。

(2) 筛选耐盐雾、抗风的海岛适生物种进行构建海岛植被, 以提升物种多样性和群落的稳定性, 以降低虫害的干扰, 减小台湾相思林分退化的影响, 促进生态系统的稳定。海岛生态环境相对封闭, 具有风力大、盐雾危害严重及淡水资源缺乏等特点, 在园林景观或生态修复的设计及实施过程中, 应避免直接大量使用大规格的苗木。引种前应采取耐盐锻炼、耐盐雾锻炼等技术措施以适应大屿恶劣的海岛环境。

### 参考文献

- [1] LAUCHLI A, GRATTAN S. Plant Responses to Saline and Sodic Conditions: 2nd ed[M]. American: Agricultural Salinity Assessment and Management, 2012: 169-205.
- [2] 田晶晶, 蔡永立, 赵小雷, 等. 沿海岛屿与内陆 6 种绿化树种物候差异性研究: 以上海崇明岛和闵行为例[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2015, 33(3): 71-79.
- [3] 姚国坤, 黄寿波, 范兴海. 条栽茶树树冠小气候与茶树生长发育的关系[J]. 浙江农业大学学报, 1992(1): 14-20.
- [4] 赵颖, 王国明, 叶波, 等. 盐雾胁迫对舟山海岛 7 个造林树种存活和生长的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2016, 25(3): 36-44.
- [5] 廖凌娟, 黎清, 陈贻竹, 等. 海岸带迎风坡环境干扰对造林植物叶片解剖、气孔和水分利用效率的影响[J]. 植物科学学报, 2011, 29(5): 613-624.
- [6] 陈慧, 张琳婷, 叶志勇. 平潭大屿植物资源调查与园林应用的探讨[J]. 中国城市林业, 2016, 14(6): 18-23.
- [7] 福建省平潭县地方志编纂委员会. 平潭县志[M]. 北京: 方志出版社, 2000.
- [8] 郑俊鸣, 方笑, 朱雪平, 等. 平潭大屿岛植物资源及其多样性研究[J]. 安徽农业大学学报, 2016, 43(4): 640-645.
- [9] 福建植物志编辑委员会. 福建植物志: 第 1-6 卷[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985-1995.
- [10] 陈洋芳. 我国南方滨海地区植被修复的主要难题: 盐雾危害[D]. 厦门: 厦门大学, 2017.
- [11] HE B, CAI Y, RAN W, et al. Spatial and seasonal variations of soil salinity following vegetation restoration in coastal saline land in eastern China[J]. Catena, 2014, 118: 147-153.
- [12] 赵哈林, 何玉惠, 岳广阳, 等. 风吹、沙埋对沙地植物幼苗生长和光合蒸腾特性的影响[J]. 生态学杂志, 2010, 29(3): 413-419.
- [13] 陈建明, 俞晓平, 程家安, 等. 植物耐虫性研究进展[J]. 昆虫学报, 2005(2): 262-272.
- [14] 刘娟. 云南松受蛀干害虫胁迫后生理生化响应及其机理研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2010.
- [15] FREEMAN R S, BRODY A K, NEEFUS C D. Flowering phenology and compensation for herbivory in *Ipomopsis aggregata* [J]. Oecologia, 2003, 136(3): 394-401.
- [16] KEKERE O. Responses of *Kyllinga peruviana* Lam. to sea water spray[J]. Journal of Plant Studies, 2014, 3(2): 30-38.
- [17] 王文卿, 陈琼. 南方滨海耐盐植物资源(一)[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2013: 5-20.