

温州菊科入侵植物的分布特点及其扩散特征

高末¹, 骆争荣², 戈丽清³, 赖秀雅¹, 丁炳扬^{1,†}

(1. 温州大学生命与环境科学学院, 浙江温州 325027; 2. 浙江大学生命科学院, 浙江杭州 310058; 3. 温州市植物检疫站, 浙江温州 325005)

摘要: 通过对温州地区菊科入侵植物的分布特点、适宜生境、原产地、生活习性等几方面的分析, 探讨温州地区外来植物入侵与扩散的一般特征与机制, 为进一步开展入侵生物学与生态学研究提供基础资料。结果表明: 菊科入侵植物绝大多数来自美洲, 多为一、二年生植物; 15种菊科植物除苏门白酒草、豚草、睫毛牛膝菊、大花金鸡菊分布较窄外都已广泛分布且多数适应各种生境, 这表明外来菊科植物在温州已是一类十分普遍的杂草; 温州适宜的气候及环境, 再加上菊科植物所具有的繁殖和传播特性, 使得它们能顺利入侵成功; 种间关联分析表明, 外来菊科植物之间既有相似的生物学特性, 某些种间有着协同作用, 又有各自特有的性质以保证对新生境的适应。

关键词: 温州; 菊科; 分布特点; 扩散特征

中图分类号: Q16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0375(2008)05-0017-08

外来入侵种是指对生态系统、栖境、物种、人类健康带来威胁的外来种^[1]。由于外来种危害的严重性, 20世纪50年代以来对外来生物的研究越来越受生物学家的关注。目前对外来种的成功入侵机制的研究多数从生物入侵过程出发。生物入侵是一个链式过程, 外来种原产地种群中的少数个体越过地理屏障传播到新栖息地, 然后通过自身生物潜力的发挥建立新的种群, 又与新栖息地的环境和生物建立了新的关系^[2]。这一过程会受到诸多因素的影响, 其中有人为因素、环境因素、外来物种的繁殖和传播特性、外来种的协同作用等^[3]。

通过两年的系统调查, 发现温州地区有入侵植物60余种, 其中菊科植物有15种, 约占总数的20%, 是入侵植物种类最多的一个科。其中如野塘蒿、钻形紫菀、大狼把草等在该地区分布广, 极易形成以其为优势种的群落, 占据生存空间、排挤本地物种, 同时难以除去, 消耗了大量的人力物力。菊科植物的危害性及扩散机制极具代表性。本文通过对温州地区菊科入侵植物的分布特点、适宜生境、种间关联性等几方面的分析, 探讨温州地区外来植物入侵与扩散的一般特征与机制, 为进一步开展入侵生物学与生态学研究提供基础资料。

1 研究地区自然概况

温州地处中国大陆环太平洋岸线的中段, 浙江省东南部, 属亚热带海洋性季风气候区, 年平均气温为16-18℃; 最冷月(一月)平均气温是7-8℃, 比杭州高4℃, 比同纬度的长沙高3℃, 极端最低气温为-4.5℃, 多数年份是-1--3℃; 最热月7月份平均气温为25-28℃, 最高气温是42℃。全

收稿日期: 2008-03-20

作者简介: 高末(1986-), 女, 浙江瑞安人, 研究方向: 植物分类学。† 通讯作者, dby@wzu.edu.cn

年大于 0°C 活动积温约 6 500°C, 无霜期 275 天, 是全省热量资源最丰富的地区. 年降水量在 1 500 - 1 900mm 之间.

2 研究方法

2.1 野外调查

在文献查阅的基础上, 对温州全市范围的 3 个市区和 7 个县(市)共 274 个分布点进行全面调查, 于 2005 年 8 月和 2006 年 5 月重复两次调查. 调查时记录样地的地理位置(GPS 测定)、海拔高度、地形特征、土壤类型及周围环境等生境状况, 并采集菊科入侵植物的标本, 记录其种类、多度(五级目测法)、高度、生长状况和物候期等.

2.2 数据处理

在实验室对标本进行鉴定, 利用相关软件(Origin Graph 7.5 及 Microsoft Excel 2003)对数据进行统计分析并制作分布图.

计算种间关联:

(1) χ^2 检验

由于取样的非连续性, 采用 Yates 的连续校正公式计算 χ^2 统计量:

$$\chi^2 = N(|ad - bc| - N/2)^2 / ((a+b)(c+d)(a+c)(b+d)),$$

当 $\chi^2 < \chi_{0.05,1}^2 = 3.841$ 时, 种间联结独立; 当 $\chi^2 \geq \chi_{0.01,1}^2 = 6.635$ 时, 种间有显著的生态联结;

当 $3.841 = \chi_{0.05,1}^2 \leq \chi^2 < \chi_{0.01,1}^2 = 6.635$ 时, 种间有一定的生态联结. 因为 χ^2 本身没有负值, 因此判定正联结、负联结的方法是: 若 $a > (a+b)(a+c)/n$ (即 $ad > bc$) 为正联结, 反之为负联结^[4-5].

(2) 种间联结程度的测定

$I = a / (a+b)^{1/2}(a+c)^{1/2}$, I 的值域为 [0, 1], 该指数在“无关联时”等于 0, 在“最大关联时”等于 1^[6].

此处根据样地调查资料, 建立 2×2 联列表, 分别计算 a 、 b 、 c 、 d 值. 其中, a 为 2 个种都出现的样方数; b 、 c 分别为仅有种 2 或种 1 出现的样方数; d 为两个种均没出现的样方数; N 为总取样单位.

3 结果与分析

3.1 温州菊科入侵植物的种类

通过调查已知温州有 14 种菊科入侵植物, 它们的生活习性、原产地和入侵途径见表 1. 需要指出的是, 本文所指入侵种事实上包括部分处于野生状态但并未爆发性扩散或没有明显危害的归化种, 为叙述方便统称为入侵种. 从表 1 可见, 生活习性上以一二年生植物为多, 此类型植物其生活史策略多为 r -选择, r -选择类型的植物更加适应多变的环境, 易于在新的生境中建立种群^[7]. 原产地则以美洲为主, 除野塘蒿(学名见表 1, 下同)原产地是南美洲或欧洲南部及地中海外, 其余都是美洲. 从入侵途径上看, 除作为观赏等用途引进的 4 种外, 几乎都是随人类活动而无意引进的, 其中以随交通工具进入的为主, 这与许多菊科植物的果实具冠毛、钩刺等附属物的特征相适应.

表 1 温州菊科入侵植物概况

Table 1 Profiles of Invasive Plants of Compositae in Wenzhou

序号和种名	生活习性	原产地	入侵途径
1. 藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	一年生	南美洲	作为桔园的绿肥引进
2. 豚草 <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	一年生	北美洲	随交通工具进入
3. 钻形紫菀 <i>Aster subulatus</i>	一年生	北美洲	无意引进
4. 大狼把草 <i>Bidens frondosa</i>	一年生	美洲	无意引进
5. 鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	一年生	热带美洲	随植物引种特别是园林植物引种带入
6. 野塘蒿 <i>Conyza bonariensis</i>	一或二年生	南美洲或欧洲南部及地中海	无意引进或自然扩散
7. 小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	一或二年生	北美洲	随交通工具进入
8. 苏门白酒草 <i>Conyza sumatrensis</i>	一或二年生	南美洲	不详
9. 大花金鸡菊 <i>Coreopsis grandiflora</i>	多年生	北美洲	作为观赏植物引进
10. 野茼蒿 <i>Crassocephalum crepidioides</i>	一年生	热带美洲	不详
11. 一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	一或二年生	北美洲	随交通工具进入
12. 睫毛牛膝菊 <i>Galinsoga ciliate</i>	一年生	南美洲	随交通工具进入
13. 加拿大一枝黄花 <i>Solidago canadensis</i>	多年生	北美洲	作为观赏植物引进
14. 裸柱菊 <i>Soliva anthemifolia</i>	一年生	南美洲	随植物引种特别是园林植物引种带入

3.2 温州菊科入侵植物的分布

根据菊科入侵植物的分布点数占所有调查点的比率, 将全部种类分成广布种、常见种和偶见种(表 2)。广布种(出现频率达 50% 以上)包括钻形紫菀、野塘蒿、小蓬草和野茼蒿 4 种; 常见种(出现频率介于 5%~50% 之间)包括一年蓬、藿香蓟、大狼把草、裸柱菊、鬼针草和加拿大一枝黄花; 偶见种(出现频率小于 5%)包括豚草、苏门白酒草、睫毛牛膝菊和大花金鸡菊。广布种均是入侵时间很长的外来杂草, 虽然它有广泛的分布区, 但个体数量上存在明显差别, 如野塘蒿、小蓬草两种以“一般”的点最多, 且前者“多”和“较多”的点明显多于“少”和“较少”的点; 而野茼蒿则以“少”的点占多数, 说明它们在群落中地位和危害性的不同。对于部分分布点较少的常见种和偶见种, 虽然它们现在种群数量或分布点还不是很多, 危害也还不是很严重, 但许多种类已表现出迅速扩散的迹象。如加拿大一枝黄花自 1998 年首次在乐清柳市镇发现以来, 现已在温州的 9 个区县(市)中发现, 且在局部地点已成群落的优势种; 1993 年出版的《浙江植物志》记载大狼把草和睫毛牛膝菊只有很少的分布点, 但前者在温州已是十分常见, 后者也在温州多个地点发现其踪迹。它们极有可能发生大面积爆发性扩散, 从而对温州的生态环境和经济建设产生严重的影响, 我们应该对此密切关注。温州部分菊科入侵植物的分布见图 1。

在水平分布上, 大部分广布种和部分常见种(如藿香蓟)没有显示出自北至南或自西至东的地域性差异。但有些广布种和常见种虽然在各区县均有分布, 但显示出明显地域性特征, 如裸柱菊更多地分布于永嘉、文成、泰顺等西部地区; 钻形紫菀则以东部平原最为集中, 加拿大一枝黄花主要见于东部平原, 特别是 104 国道线两侧, 体现出它们对生态条件的不同需求。偶见种 4 种中, 有些属近年入侵温州的新归化种, 如苏门白酒草, 1993 年出版的《浙江植物志》首次记载浙江有分布, 现在温州的局部地区出现; 大花金鸡菊是我省广泛栽培的观赏花卉, 但我们在调查中发现, 瑞安平阳坑已有成片的逸生植株; 有些种虽然入侵温州已有较长时间, 但由于对生境的

特殊要求而局限于少数地点,如豚草只见于东部沿海及岛屿.

表2 温州菊科入侵植物多度的分布状况

Table 2 Distribution of Invasive Plants' Amount of Compositae in Wenzhou

植物名称	分布点数量					总分布点数	出现频率
	多	较多	一般	较少	少		
藿香蓟	40	6	20	12	29	107	39%
豚草	—	—	—	1	5	6	2%
钻形紫菀	16	12	33	32	38	139	51%
大狼把草	10	9	12	20	40	91	33%
鬼针草	4	5	16	10	47	82	30%
野塘蒿	59	29	82	34	26	230	84%
小蓬草	6	13	53	37	25	134	49%
苏门白酒草	1	—	—	—	6	7	3%
大花金鸡菊	2	1	—	—	—	3	1%
野苘蒿	4	—	23	31	77	135	49%
一年蓬	12	22	16	18	34	102	37%
睫毛牛膝菊	—	—	3	3	7	13	47%
加拿大一枝黄花	6	—	3	4	4	17	62%
裸柱菊	11	10	19	33	26	91	33%

注: 总调查点数为 274

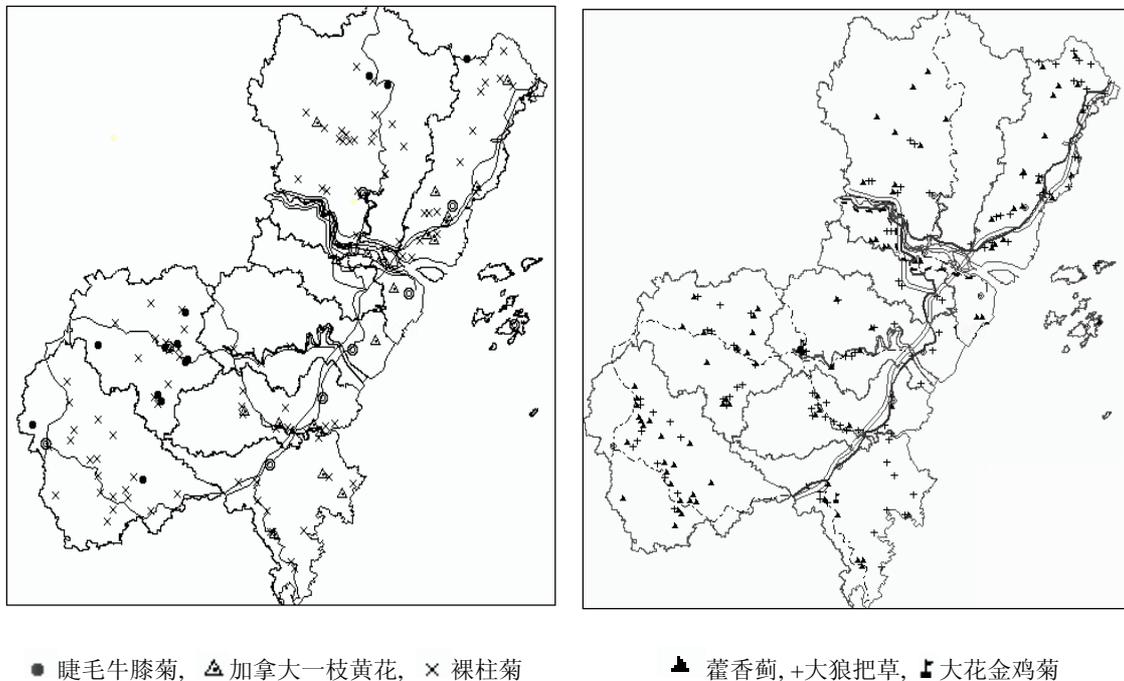
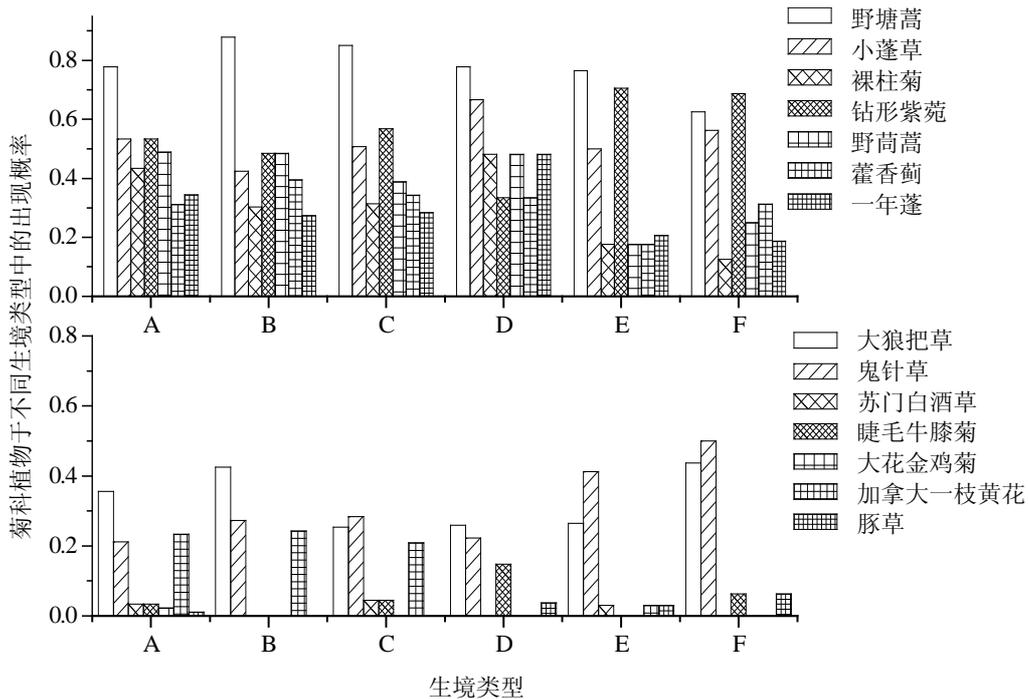


图1 温州菊科入侵植物的分布图

Fig 1 Distribution of Invasive Plants of Compositae in Wenzhou

3.3 温州菊科入侵植物适宜的生境

温州菊科入侵植物可以入侵除山地森林以外的各类生境, 每个种在各种生境分布比例如图 2. 从图 2 中可以发现大部分广布种和常见种于各种生境类型都有分布, 但相较而言, 某些种更适于在特定生境下生长, 野塘蒿、野苘蒿和加拿大一枝黄花在前三类较干燥的环境中居多; 钻形紫菀、大狼把草则在后二类湿生生境中更为集中; 豚草只出现于沿海滩涂和荒地. 这体现了它们对生境条件适应上的差异.



A (公)路边及草丛; B 旱地及地边草丛; C 房屋及路边旷地; D 溪边草丛; E 江河海边; F 水田及田边草丛

图 2 外来入侵菊科植物于不同生境类型中的分布情况

Fig 2 Distribution of Invasive Plants of Compositae in Different Types of Habitations

3.4 种间关联

温州菊科入侵植物种间关系 χ^2 检验结果见表 3.

表 3 温州菊科入侵植物种间关系 χ^2 检验结果

Table 3 χ^2 Test Results among Invasive Plants of Compositae in Wenzhou

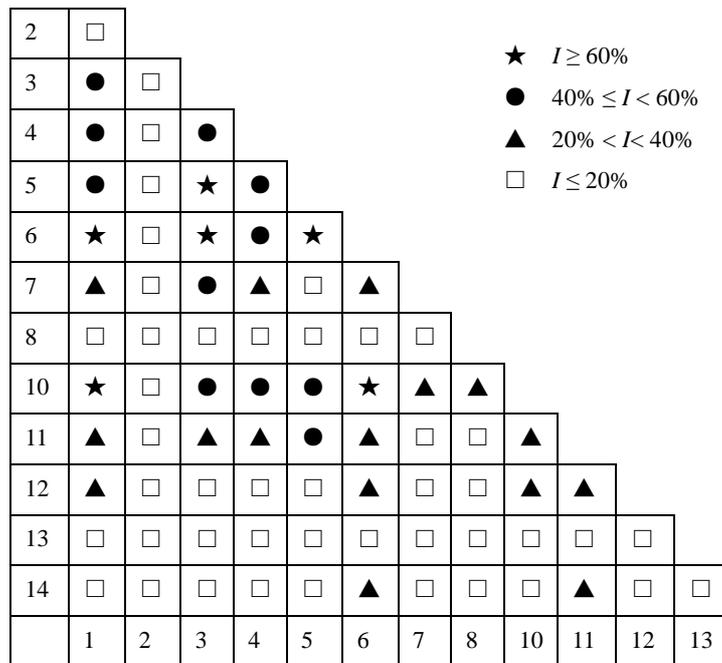
联结性 Association	外来菊科植物种对
显著正联结 Significantly positive association	10#1 10#6
正联结 Positive association	12#1 7#3 14#11
显著负联结 Significantly negative association	8#2 13#2
负联结 Negative association	12#2 13#8 14#10

注: 表中植物种类编号与表 1 中一致

由表 3 的 χ^2 检验结果可知, 在由 13 个种 (大花金鸡菊仅有 3 个分布点未作计算) 组成的 78 个种对中只有 5 个种对 (10#1 10#6 12#1 7#3 14#11) 呈现正联结, 5 个种对 (8#5 13#2 12#2 13#8

14#10) 呈现负联结, 其余 68 个种对, 其 $\chi^2 < 3.841$, 均表现出种间联结独立的结果.

由图 3 的 Ochiai 关联度指数测定的结果可以看出, $I \geq 60\%$ 的种对有 6 个, $40\% \leq I < 60\%$ 的种对有 11 个, $20\% < I < 40\%$ 的种对有 16 个, $I \leq 20\%$ 的种对有 45 个. 其中豚草、苏门白酒草、加拿大一枝黄花、睫毛牛膝菊、裸柱菊与其它物种间的 I 值基本小于 20%.



注: 图中植物种类编号与表 1 中一致

图 3 温州菊科入侵植物的 Ochiai 关联度指数种间联结程度测定半矩阵图

Fig 3 Ochiai Semi-matrix Diagram about the Interspecific Association Coefficients of Invasive Plants of Compositae in Wenzhou

从显示的结果看, 种间正联结显著的种 (1、3、5、6、10) 多为优势种, 且这些种对生境的要求是较为一致的, 这就证明了某些成功的入侵种之间是存在着协同作用的^[3]; 有些物种与其它种之间联结性低或不存在联结性 (2、8、12、13、14), 主要是由其自身的分布数量和对生境的要求及对其它物种的排斥等原因所决定的. 其中豚草、苏门白酒草极少的分布决定了与其它种的无联结性. 另外像加拿大一枝黄花能够向体外分泌代谢的化学物质, 对其它的物种会产生化感作用^[8], 从而对其它种产生排斥作用, 呈现出低的联结性.

4 讨 论

4.1 菊科入侵植物的扩散特征

菊科入侵植物要完成整个链式入侵过程, 受诸多因素的影响, 这包括自身生物学特性 (果实形态特点和传播方式)、人为因素及种间关联等. 菊科入侵种的分布特点与入侵过程有密切的相关性.

(1) 菊科入侵植物依靠人类活动 (如交通运输) 进入温州这个新栖息地. 此阶段入侵种未扩散, 表现为小范围特殊生境分布, 如苏门白酒草、睫毛牛膝菊、大花金鸡菊.

(2) 入侵种依靠繁殖与传播特性结合人类活动逐渐扩散. 文中的14种外来菊科植物都可以种子的形式进行繁殖. 种子产量高、质轻、粒小, 如加拿大一枝黄花的结实量高达20 000粒/株, 种子(瘦果)千粒重约为0.050g, 经常作为农田杂草生存, 极易混在农产品中被带往它处而传播开来; 种子多数具有翅、冠毛或钩刺等附属物, 像野塘蒿、钻形紫菀、藿香蓟等, 它们的种子具冠毛, 大狼把草、鬼针草的种子具钩刺等有利传播的特征.

从分布范围上看, 果实具冠毛或钩刺的外来菊科植物, 可通过动物或人的活动传播, 较无类似附属物的外来菊科植物而言, 分布更广且无明显区域性, 例如大狼把草比裸柱菊分布更广. 处于扩散阶段的加拿大一枝黄花, 在2003年首次发现后, 经过短短几年时间, 分布区域明显扩大, 且其分布多沿交通路线^[9], 这表明加拿大一枝黄花是依靠人类活动进行传播的. 所以, 在菊科入侵植物的传播过程中, 其自身的生物学特性及人为因素起了重要作用.

(3) 温州地区气候极佳, 水热资源可以被各种植物充分利用. 从种间关联分析可以看出, 外来菊科植物之间既有相似的生物特性, 某些种间存在协同作用, 不同种又有各自特有的性质以保证对新生境的适应, 如藿香蓟植株具刺激性气味, 裸柱菊几乎全年可开花结果.

以上因素的综合作用, 使得外来菊科植物能迅速且大量地繁殖传播, 同时找到适宜的生存环境, 进而完成整个入侵过程.

4.2 对外来入侵植物防治的建议

对于温州初次发现的可进行营养繁殖的大花金鸡菊和处于快速扩散阶段的加拿大一枝黄花等^[9], 应引起足够的重视, 切断它们入侵的链式过程. 铲除过程应充分结合其自身特性, 首先要在营养期进行, 这样可以确保在种子产生前, 将其进入新生境形成新种群的途径切断; 其次对已经形成的种群, 则需对地下部分也进行清除, 从而阻断其营养繁殖的过程. 菊科入侵种多存在于人为干扰较大的生境类型中, 因此应该减少闲置抛荒地, 使外来种的生长空间受限而缩小分布范围. 更重要的是要从源头上控制外来植物的入侵, 即在温州应该加强监控体系建设, 引种前应充分做好风险评估, 做好对各种现有外来植物的动态监测工作, 总结经验以完善防控手段与措施.

参考文献

- [1] 万方浩, 郭建英, 王德辉. 中国外来入侵生物的危害与管理对策[J]. 生物多样性, 2002, 10(1): 119-125.
- [2] 徐承远, 张文驹, 卢宝荣, 等. 生物入侵机制研究进展[J]. 生物多样性, 2001, 9(4): 430-438.
- [3] 徐汝梅, 叶万辉. 生物入侵理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 78-89.
- [4] 王伯荪, 彭少麟. 南亚热带常绿阔叶林种间联结测定技术研究 I: 种间联结测式的探讨与修订[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 9(4): 274-285.
- [5] 郭志华, 卓正大, 陈洁, 等. 庐山常绿阔叶、落叶阔叶混交林乔木种群种间联结性研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(5): 424-432.
- [6] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995: 79-87.
- [7] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 77-79.
- [8] 董梅, 陆建忠, 张文驹, 等. 加拿大一枝黄花: 一种正在迅速扩张的外来入侵植物[J]. 植物分类学报, 2006, 44(1): 72-85.
- [9] 袁亦文, 王映雪, 方吉, 等. 温州市加拿大一枝黄花发生现状及入侵成因分析[J]. 植物检疫, 2006, 20(4): 228-229.

Distribution and Spread Characteristics of Invasive Plants of Compositae in Wenzhou

GAO Mo¹, LUO Zhengrong², GE Liqing³, LAI Xiuya¹, DING Bingyang¹

(1. College of Life and Environmental Science, Wenzhou University, Wenzhou, China 325027;

2. College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou, China 310058;

3. Station of Plant Quarantine in Wenzhou, Wenzhou, China 325005)

Abstract: In order to study the general characteristic and mechanism of alien plants' invasion and spread, the distributive characteristics, habitat, origin and habit of Compositae invasive plant were analyzed. The results showed: Most invasive plants of Compositae came from America, which were almost annual or biennial species; 15 species of Compositae distribute wide and benefit in different forms of habitats, except for the 4 species: *Conyza sumatrensis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Galinsoga ciliate*, *Coreopsis grandiflora*, which proves that they are very widespread weeds in Wenzhou; The characteristics of reproduction and radiation which Compositae have, in addition to the fitting climate and environment of Wenzhou, made them invade big and successful; The analysis results of interspecies relationship about these invasive plants of Compositae show that similar biology characteristic make cooperating effect among certain species as well as have some specialities so that to accommodate themselves to adapt their new habitation.

Key word: Wenzhou; Compositae; Distribute characteristics; Spread characteristics

(编辑: 王一芳)