

# 广州外来入侵植物

王忠<sup>1,2</sup>, 董仕勇<sup>1</sup>, 罗燕燕<sup>1,2</sup>, 欧阳婵娟<sup>1,2</sup>, 王瑞江<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:**根据野外调查及相关文献资料,初步探讨了广州市外来入侵植物的种类组成、分布生境、生长特性、危害以及来源。结果表明:广州市现有外来入侵植物73种,隶属于27科59属,其中菊科(19种)、禾本科(8种)、豆科(7种)和苋科(7种)植物占了入侵植物总种数的56.2%。生活型分析发现,在广州有分布的外来入侵植物中,陆生草本植物最多(58种),其次为灌木(10种)、水生草本(3种),乔木种类最少(2种),它们主要生长在人类干扰比较频繁的低海拔地区。另外,基于对外来入侵植物目前在野外的生长和分布状况等生态学特性进行分析,可大致将它们对本地生物多样性危害程度分为3级,其中危害严重的有11种,危害中等的有25种,危害较轻的有37种。从原产地分析来看,61种来自于热带美洲地区,占广州外来入侵植物总种数的83.6%。与国内其他地区外来入侵植物进行比较发现,广州和广西共有种数最多,有62种,然而,对已经造成严重危害的外来植物种类,在数量上广州与香港、深圳和广西相同种类较多,分别有8种、7种和6种。对广州市目前外来植物的入侵风险(潜在威胁)的评估结果表明,对一些在其它地区已经造成严重危害的外来植物,应当加强监控,防止入侵扩散并造成重大生态灾难。还对广州市外来植物入侵的主要途径及防治策略做了简要分析和说明。

**关键词:**外来植物;入侵植物;风险评估;广州

中图分类号:Q948.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3395(2008)01-0029-10

## Invasive Plants in Guangzhou, China

WANG Zhong<sup>1,2</sup>, DONG Shi-yong<sup>1</sup>, LUO Yan-yan<sup>1,2</sup>,  
OUYANG Chan-juan<sup>1,2</sup>, WANG Rui-jiang<sup>1\*</sup>

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Abstract:**Based on field investigation and literature consultation, seventy three species of alien invasive plants belonging to 59 genera of 27 families were identified in Guangzhou. Of them, nineteen alien invasive species belonging to Asteraceae, eight to Poaceae, and seven to Fabaceae and Amaranthaceae, respectively, and they take up 56.2% of the total number of the invasive plants in Guangzhou. With respect to the life form of alien invasive plants distributed in Guangzhou, the most dominant plant are terrestrial herbs (58 species), then shrubs (10 species), aquatic herbs (3 species) and trees (2 species), which distributed in the area of heavily disturbed and low altitude. In addition, based on the growing, dispersal status and other ecological features of the invasive plants in the field, eleven alien invasive species were evaluated to be at the highest degree of threat to the local biodiversity, twenty five at the medium, and 37 at the lowest. Constitutional analysis of the original locality of the alien invasive species revealed that 61 species were from Tropical America and took up 83.6% of the total species in Guangzhou. Comparing with other domestic regions in terms of the number of the alien invasive plants, Guangzhou and Guangxi share the most and have 62 species. However, concerning the species that have caused serious threat to local biodiversity, Guangzhou shared eight species with Hong Kong, seven species with Shenzhen, and six species with Guangxi. Moreover, we also evaluated the potential threat for those alien plants that grow in Guangzhou

收稿日期:2007-05-24 接受日期:2007-09-12

基金项目:广州市陆生野生动植物资源调查项目(GZ-ZY[2004]0806);广州市海岛及其周围海域资源调查项目(0809-0641GZT33A69/01)资助

\* 通讯作者 Corresponding author

and have caused serious biodiversity damages in other domestic regions. Our result reveals that the government should pay much attention to monitoring these invasive species so as to prevent them from dispersing and causing ecology disaster in Guangzhou. Furthermore, the invasive pathways and preventive strategies of alien plants are also summarized here.

**Key words:** Alien plants; Invasive plants; Threat assessment; Guangzhou

物种的自然分布具有一定的区域性,其自然散布的范围受到各种生态因子、地理障碍和个体生物学特性等因素的制约。但是在人类活动的影响下,物种往往可以进入到其自然分布范围及扩散潜力以外的地区,成为本地区的外来物种(Alien species)<sup>[1]</sup>。虽然外来物种对生态系统的结构和功能有其正面的影响<sup>[2]</sup>,但当其在自然或半自然生态系统或生境中建立了种群,改变或威胁本地生物多样性的时候,就成为外来入侵种(Invasive species)<sup>[3]</sup>。近年来,外来物种的入侵对生态环境的破坏已经成为生物多样性丧失的主要原因之一<sup>[4]</sup>。早在 19 世纪,达尔文就已经关注生物入侵现象<sup>[5]</sup>,随着经济的发展,交通运输条件的不断改善,国际贸易和旅游业的迅速发展,人们的活动范围和强度逐渐加大,外来物种入侵的机会越来越大,所造成的风险也越来越高<sup>[6]</sup>。

自古以来,广州一直都是华南地区乃至全国重要的通商口岸,对外交流以及地区和国际间的进出口贸易比较频繁。近年来,在广州城市面貌不断改善的同时,生态景观结构也发生了很大变化。在 1995 年到 2004 年的 10 年间,广州市耕地面积以平均每年 3.29% 的速度在减少,而居民工矿用地和交通路网用地等都在增加,人类活动对广州的自然生态系统的干扰也日益严重<sup>[7]</sup>。同时,大量外来园林和观赏植物的引进无疑也增加了广州遭受外来物种入侵的风险。此外,广州地区气候温暖,适合生长的生物种类相对比较多,这使得广州成为我国外来植物入侵的脆弱区域之一。根据近年来对广州市植物资源状况进行的调查,我们对广州市外来入侵植物进行了总结,并对其入侵现状、原因及威胁程度进行了分析和探讨,以期将来广州市植物资源的管理、发展和可持续利用提供参考。

## 1 自然地理概况

广州市地处广东省中部,位于 22°26′–23°56′ N, 112°57′–114°03′ E 之间,北依南岭南延余脉,

南濒南海珠江入海口,总面积 7 434.4 km<sup>2</sup>。广州市地貌复杂,总体地势北高南低,北回归线从中部穿过,属南亚热带季风海洋性气候,年均温 21.4℃,年降雨量 1 695 mm,无霜期长达 290–346 d<sup>[8]</sup>。广州市的地带性植被为亚热带常绿季雨林<sup>[9]</sup>,植物区系上属于亚热带向热带的过渡区域,植物种类丰富,群落结构复杂。广州市特殊的地理位置及环境状况,为许多热带和亚热带植物的生长提供了条件。

## 2 研究方法

野外调查方法主要依据《广州市陆生野生动植物资源本底调查技术规程》(评审稿,未发表)和《海岛调查技术规程》<sup>[10]</sup>,同时进行资料收集、标本采集、库存标本查阅及专家访问。野外调查范围为广州市行政管辖区域,即越秀区、海珠区、荔湾区、天河区、白云区、黄埔区、花都区、番禺区、南沙区、萝岗区 10 区和从化市、增城市 2 个县级市,调查对象包括陆生以及珠江口岛屿的所有植物种类。采集及引证标本均保存于中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)。

## 3 结果和分析

### 3.1 外来入侵植物的种类组成

根据对上述区域内的植物资源历时 2 a 的采集和调查,在参考相关资料的基础上<sup>[3, 11–13]</sup>,我们确定了广州市现有入侵植物 73 种,隶属于 27 科 59 属(表 1)。在这些入侵植物中,空心莲子草 *Alternanthera philxeroides*、飞机草 *Eupatorium odoratum*、薇甘菊 *Mikania micrantha*、假高粱 *Sorghum halepense* 和凤眼莲 *Eichornia crassipes* 5 种植物属于国家环保总局公布的首批 9 种外来入侵植物<sup>[11]</sup>。另外,薇甘菊、三裂蟛蜞菊 *Wedelia trilobata*、银合欢 *Leucaena leucocephala*、凤眼莲和马缨丹 *Lantana camara* 5 种植物被 IUCN 列入世界上最有害的 100 种外来入侵种<sup>[12]</sup>。

菊科 Asteraceae、禾本科 Poaceae、豆科 Fabaceae

和苋科 *Amaranthaceae* 的植物,组成了广州市外来入侵植物的主体。73 种外来入侵植物中,菊科植物有 19 种,禾本科植物有 8 种,豆科和苋科植物各有 7 种,总计达 41 种,占广州外来入侵植物总种数的 56.2%。另外 32 种植物中,旋花科 *Convolvulaceae* 和茄科 *Solanaceae* 植物各有 4 种,十字花科 *Brassicaceae*、大戟科 *Euphorbiaceae* 和马鞭草科 *Verbenaceae* 植物各有 2 种,藜科 *Chenopodiaceae*、唇形科 *Lamiaceae*、酢浆草科 *Oxalidaceae* 等 18 科植

物各有 1 种(表 1)。从种的数量和危害程度上看,植物均较为突出。朱世新等<sup>[14]</sup>统计我国约有 29 种菊科外来入侵植物,其中的 17 种已见于广州的森林、农田、路边及公园等生境,特别是薇甘菊、假臭草 *Eupatorium catarium*、三裂虻蜞菊、鬼针草 *Bidens pilosa*、钻形紫菀 *Aster subulatus* 等植物已经对广州的森林、农田、湖泊等生态系统的生物多样性造成严重威胁。

表 1 广州市外来入侵植物名录

Table 1 Checklist of the alien invasive plants in Guangzhou

科 Family	植物 Species	原产地 <sup>1</sup> Original locality	习性 <sup>2</sup> Habit	危害程度 <sup>3</sup> Harmful degree	凭证标本 Voucher
苋科 <i>Amaranthaceae</i>	美洲虾钳菜 <i>Alternanthera paronychioides</i>	巴西 Brazil	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 5681
	空心莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	南美洲 SAm	水生草本 AH	+++	王忠(Z. Wang) 723
	刺花莲子草 <i>Alternanthera pungens</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	+	据记载 <sup>[15]</sup> , #From literature
	刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 156
	皱果苋 <i>Amaranthus viridis</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 4988
	青葙 <i>Celosia argente</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 6340
	银花苋 <i>Gomphrena celosioides</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	邓良(L. Teng) 10614
伞形科 <i>Apiaceae</i>	刺芫荽 <i>Eryngium foetidum</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	邓良(L. Teng) 8756
天南星科 <i>Araceae</i>	大藻 <i>Pistia stratiotes</i>	巴西 Brazil	水生草本 AH	++	陈少卿(S. H. Chun) 7971
菊科 <i>Asteraceae</i>	藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	中南美洲 CAm/SAm	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 3082
	熊耳草 <i>Ageratum houstonianum</i>	墨西哥 Mexico	陆生草本 TH	++	陈少卿(S. H. Chun) 8228
	钻形紫菀 <i>Aster subulatus</i>	北美洲 NAm	陆生草本 TH	+++	陈炳辉(B. H. Chen) 3560
	鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+++	王忠(Z. Wang) 1320
	香丝草 <i>Conyza bonariensis</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	+	叶华谷(H. G. Ye) 65
	小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	北美洲 NAm	陆生草本 TH	++	邓良(L. Teng) 10251
	苏门白酒草 <i>Conyza sumatrensis</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	+	据记载 <sup>[15]</sup> , #From literature
	野苘蒿 <i>Crassocephalum crepidioides</i>	热带非洲 TAF	陆生草本 TH	++	王忠(Z. Wang) 762
	一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	北美洲 NAm	陆生草本 TH	++	王忠(Z. Wang) 1189
	假臭草 <i>Eupatorium catarium</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	+++	王忠(Z. Wang) 772
	飞机草 <i>Eupatorium odoratum</i>	中美洲 CAm	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 106
	牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	+	陈炳辉(B. H. Chen) 6239
	薇甘菊 <i>Mikania micrantha</i>	中美洲 CAm	陆生草质藤本 TH	+++	王忠(Z. Wang) 1351
	裸柱菊 <i>Soliva anthemifolia</i>	大洋洲 Oceania	陆生草本 TH	+	邓良(L. Teng) 10405
	苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	欧洲 European	陆生草本 TH	+	陈少卿(S. H. Chun) 7018
	金腰箭 <i>Synedrella nodiflora</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	林有润(Y. R. Lin) 06-350
	肿柄菊 <i>Tithonia diversifolia</i>	中美洲 CAm	陆生草本 TH	+	邓良(L. Teng) 10756
	羽芒菊 <i>Tridax procumbens</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	黄成(S. Wang) 161000
	三裂虻蜞菊 <i>Wedelia trilobata</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+++	王忠(Z. Wang) 1187
	落葵科 <i>Basellaceae</i>	心叶落葵薯 <i>Anredera cordifolia</i>	热带美洲 TAm	陆生草质藤本 TH	+
十字花科 <i>Brassicaceae</i>	臭芥 <i>Coronopus didymus</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	+	陈少卿(S. H. Chun) 7155
	北美独行菜 <i>Lepidium virginicum</i>	美洲 America	陆生草本 TH	+	梁其荣(Q. R. Liang) 191

续表 1(Continued)

科 Family	植物 Species	原产地 <sup>1</sup> Original locality	习性 <sup>2</sup> Habit	危害程度 <sup>3</sup> Harmful degree	凭证标本 Voucher
仙人掌科 Cactaceae	仙人掌 <i>Opuntia dillenii</i>	热带美洲 TAm	肉质灌木 S	+	陈焕镛(W. Y. Chun) 8171
藜科	土荆芥 <i>Chenopodium ambrosioides</i>	中南美洲	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 5645
Chenopodiaceae		CAm/SAm			
旋花科	五爪金龙 <i>Ipomoea cairica</i>	南美洲 SAm	陆生草质藤本 TH	+++	陈炳辉(B. H. Chen) 3257
Convolvulaceae	牵牛 <i>Ipomoea nil</i>	热带美洲 TAm	陆生草质藤本 TH	+	邓良(L. Teng) 9707
	圆叶牵牛 <i>Ipomoea purpurea</i>	热带美洲 TAm	陆生草质藤本 TH	++	陈焕镛(W. Y. Chun) 7946
	金钟藤 <i>Merremia boissiana</i>	热带亚洲 TAs	陆生草质藤本 TH	+++	陈炳辉(B. H. Chen) 4193
大戟科	飞扬草 <i>Euphorbia hirta</i>	热带非洲 TAF	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 3553
Euphorbiaceae	蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	非洲 Africa	陆生草本 TH	+	陈炳辉(B. H. Chen) 3261
豆科 Fabaceae	金合欢 <i>Acacia farnesiana</i>	热带美洲 TAm	灌木或小乔木	+	叶华谷(H. G. Ye) 36
			S/A		
	含羞草决明 <i>Chamaecrista mimosoides</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	陈少卿(S. H. Chun) 6438
	银合欢 <i>Leucaena leucocephala</i>	热带美洲 TAm	灌木或小乔木	+	陈炳辉(B. H. Chen) 49
			S/T		
	箭仔树 <i>Mimosa binucronata</i>	热带美洲 TAm	灌木 S	+++	王忠(Z. Wang) 766
	含羞草 <i>Mimosa pudica</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	叶华谷(H. G. Ye) 308
	望江南 <i>Senna occidentalis</i>	热带美洲 TAm	灌木 S	+	陈炳辉(B. H. Chen) 234
	决明 <i>Senna tora</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	梁其荣(Q. R. Liang) 198
唇形科 Lamiaceae	山香 <i>Hyptis suaveolens</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	邓良(L. Teng) 10240
锦葵科 Malvaceae	赛葵 <i>Malvastrum coromandelianum</i>	美洲 America	陆生草本 TH	+	陈炳辉(B. H. Chen) 76
紫茉莉科	紫茉莉 <i>Mirabilis jalapa</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	陈少卿(S. H. Chun) 6920
Nyctaginaceae					
酢浆草科	红花酢浆草 <i>Oxalis debilis</i> var. <i>corymbosa</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	++	王忠(Z. Wang) 1341
Oxalidaceae					
西番莲科	龙珠果 <i>Passiflora foetida</i>	热带美洲 TAm	陆生草质	+	陈少卿(S. H. Chun) 6732
Passifloraceae			藤本 TH		
商陆科	美洲商陆 <i>Phytolacca americana</i>	北美洲 NAm	陆生草本 TH	+	王忠(Z. Wang) 1190
Phytolaccaceae					
胡椒科 Piperaceae	草胡椒 <i>Peperomia pellucida</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	陈少卿(S. H. Chun) 6337
禾本科	地毯草 <i>Axonopus compressus</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	+	陈炳辉(B. H. Chen) 3180
Poaceae	大黍 <i>Panicum maximum</i>	东非 EAF	陆生草本 TH	++	余汉平(H. P. Yu) 16027
	铺地黍 <i>Panicum repens</i>	巴西 Brazil	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 2923
	两耳草 <i>Paspalum conjugatum</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	叶华谷(H. G. Ye) 142
	红毛草 <i>Rhynchosyris repens</i>	南非 SAF	陆生草本 TH	++	黄成(S. Wang) 16073
	棕叶狗尾草 <i>Setaria palmifolia</i>	印度 India	陆生草本 TH	+	陈炳辉(B. H. Chen) 2888
	假高粱 <i>Sorghum halepense</i>	地中海 MS	陆生草本 TH	+	陈少卿(S. H. Chun) 8040
	香根草 <i>Vetiveria zizanioides</i>	地中海 MS	陆生草本 TH	+	邓良(L. Teng) 9686
雨久花科	凤眼莲 <i>Eichhornia crassipes</i>	巴西 Brazil	水生草本 AH	+++	陈炳辉(B. H. Chen) 6038
Pontederiaceae					
茜草科 Rubiaceae	阔叶丰花草 <i>Borreria latifolia</i>	南美洲 SAm	陆生草本 TH	++	陈炳辉(B. H. Chen) 2867
玄参科	野甘草 <i>Scoparia dulcis</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	王忠(Z. Wang) 743
Scrophulariaceae					
茄科 Solanaceae	曼陀罗 <i>Datura stramonium</i>	墨西哥 Mexico	亚灌木 S	+	王忠(Z. Wang) 1356
	牛茄子 <i>Solanum surattense</i>	美洲 America	亚灌木 S	+	陈少卿(S. H. Chun) 6247
	水茄 <i>Solanum torvum</i>	热带美洲 TAm	灌木 S	+	陈炳辉(B. H. Chen) 4949
	假烟叶树 <i>Solanum erianthum</i>	巴西 Brazil	乔木 A	+	陈炳辉(B. H. Chen) 3212
海桑科	无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i>	孟加拉国	乔木 A	++	王瑞江(R. J. Wang) s.n.
Sonnertiaceae		Bangladesh			

续表 1(Continued)

科 Family	植物 Species	原产地 <sup>1</sup> Original locality	习性 <sup>2</sup> Habit	危害程度 <sup>3</sup> Harmful degree	凭证标本 Voucher
梧桐科 Sterculiaceae	蛇婆子 <i>Waltheria americana</i>	热带美洲 TAm	亚灌木 S	+	梁其荣(Q. R. Liang) 246
荨麻科 Urticaceae	小叶冷水花 <i>Pilea microphylla</i>	热带美洲 TAm	陆生草本 TH	++	王忠(Z. Wang) 1340
马鞭草科	马缨丹 <i>Lantana camara</i>	热带美洲 TAm	灌木 S	+++	陈炳辉(B. H. Chen) 3155
Verbenaceae	假马鞭草 <i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	中南美洲 CAm/SAm	陆生草本 TH	+	王忠(Z. Wang) 1355

1: SAm: 南美洲 South America; NAm: 北美洲 North America; TAm: 热带美洲 Tropical America; CAm: 中美洲 Central America; TAF: 热带非洲 Tropical Africa; EAF: 东非 East Africa; SAF: 南非 South Africa; TAs: 热带亚洲 Tropical Asia; MS: 地中海 Mediterranean Sea.

2: A: 乔木 Arbor; S: 灌木 Shrub; TH: 陆生草本 Terrestrial herb; AH: 水生草本 Aquatic herb.

3: +: 危害程度较轻 The lowest damaged degree; ++: 危害程度中等 The medium damaged degree; +++: 危害程度严重 The highest damaged degree; #: 仅据文献记载广州有分布。The species listed here is based on previous record only.

### 3.2 外来入侵植物的危害状况

根据外来入侵植物目前在野外的生长、分布状况,其所造成的危害大致可以划分为严重、中等和较轻 3 种程度。其中,危害严重的有 11 种,中等危害的有 25 种,危害较轻的有 37 种(表 1),分别占总种数的 15.1%、34.2% 和 50.7%。造成严重危害的有空心莲子草、凤眼莲、薇甘菊、假臭草、三裂蜚螞菊、鬼针草、钻形紫菀、金钟藤 *Merremia boissiana*、五爪金龙 *Ipomoea cairica*、簕仔树 *Mimosa bimucronata*、马缨丹,这些植物分布范围广,排挤甚至杀死本地物种,形成单优群落,其种群扩散地区生物多样性明显降低。以薇甘菊为例,自 20 世纪 80 年代在深圳出现后,迅速在珠江三角洲地区蔓延,广州市已在白云山、花都、南沙及南海发现<sup>[16-18]</sup>。珠江口上横挡岛(面积 7.9 hm<sup>2</sup>)20% 的低矮灌丛被薇甘菊所覆盖,并且有向林内延伸的趋势。再如金钟藤,为旋花科鱼黄草属植物,具大型单叶,叶的直径可达 20 cm 以上,攀援生长,1994 年首次报道出现在广州龙眼洞林场<sup>[19]</sup>,2005 年已经在该地区大面积疯长,成片地密密麻麻地覆盖在森林上层,其下的各种原生森林植物,由于竞争不到阳光和生长空间,已呈现萎缩消亡状态,被称为“森林杀手”<sup>[20]</sup>。除薇甘菊和金钟藤外,其它 9 种危害较严重的入侵植物在广州都可见到它们的优势或单优群落,严重破坏了本地区森林生态系统的生物多样性,如果不加以防治,势必会使大片的森林消亡,造成重大的生态灾难。

中等危害程度的植物,主要分布在村舍、农田、路边、绿化草坪等生境,植物个体较为常见,但并不能形成单优群落,如刺苋 *Amaranthus spinosus*、含羞草 *Mimosa pudica*、红花酢浆草 *Oxalis de-*

*bilis* var. *corymbosa*、阔叶丰花草 *Borreria latifolia* 等;或者形成优势群落,但分布范围较小,如飞机草 *Eupatorium odoratum* 仅见于海岛,无瓣海桑 *Sonneratia apetala* 见于南沙湿地公园。

危害程度较轻的种类,植物个体零星分布,或为栽培种类偶尔逸生,如假马鞭 *Stachytarpheta jamaicensis*、龙珠果 *Passiflora foetida*、美洲商陆 *Phytolacca americana* 等。这些种类对生物多样性暂时未造成明显危害,但需要严密监控。

### 3.3 外来入侵植物的生活型

参考《中国植被》生活型分类系统<sup>[21]</sup>,广州外来入侵植物的生活型可以分为乔木、灌木、陆生草本和水生草本 4 种类型。其中,陆生草本数量最多,有 58 种(包括 7 种草质藤本),占广州市外来入侵植物总种数的 79.5%;其次为灌木,有 10 种,占 13.7%;水生草本和乔木分别有 3 种和 2 种,各占 4.1% 和 2.7%。

外来植物到达新地区的初始阶段,种群往往很小,并且要面对人类高强度、高频度的干扰,其必须具有本土物种所不具备的有利特征才能在竞争中取得优胜并成功扩散<sup>[22]</sup>。草本植物具有寿命短、结果时间长、种子数量大、种子体积小易传播等生活史特征,这些特征在竞争中具有明显优势并与入侵性密切相关<sup>[1, 23]</sup>。此外,草本植物体积较小,易于携带,作为观赏、饲料植物等用途引种时易于存活,这些都可能是其易被人类引种到其他地区并成功入侵的原因。水生漂浮与攀援藤本植物具有极强的繁殖扩张能力,对各种生态系统有更大的破坏与威胁。如广州市 3 种外来入侵水生草本中,空心莲子草和凤眼莲已经严重影响了广

州市水生生态系统;而薇甘菊、金钟藤、五爪金龙等攀援藤本植物对广州市陆地生态系统造成了极大危害。

### 3.4 外来植物的原产地分析

对广州市外来入侵植物的原产地进行分析发现(表 1),原产于美洲的种类有 61 种,占总种数的 83.6%,来自非洲的有 5 种,占 6.8%,来自亚洲和欧洲的各有 3 种,各占 4.1%,来自大洋洲的仅有 1 种,占 1.4%。资料统计显示,中国目前有记录的外来入侵植物达 177 种,原产美洲地区的种数最多,有 108 种,占全国外来入侵植物总种数的 61.0%,而来自欧洲的有 45 种,占 25.4%,来源于亚洲、非洲和大洋洲的分别有 23 种、16 种和 2 种(资料中有 15 种植物来源于 2 个或 2 个以上大洲,分别计算在各大洲内)<sup>[3, 13]</sup>。

数据分析表明,无论在中国还是在广州市范围内,源自热带美洲的外来植物均占据明显优势,原因可能是由于新旧大陆分离时间较长,导致两地生物之间交流较少,植物区系差别较大,缺乏相互依存、相互制约的条件<sup>[24-25]</sup>。广州市外来入侵植物中,来自美洲地区的种类所占比例要高于全国水平,而来自欧洲的种类则要明显低于全国水平,这是因为广州地处亚洲热带北缘,属亚热带海洋性季风气候区,较之来自欧洲的喜好温凉气候的植物<sup>[26]</sup>,广州的地理气候条件更适宜于来自美洲、非洲等热带或亚热带地区植物的生长。

### 3.5 外来入侵植物的生境状况

调查发现,广州市外来植物入侵主要是人为干扰比较严重的地区及海岛等相对独立的生境,

常见的三裂虻蜞菊、五爪金龙、马缨丹、红花酢浆草主要分布在路边、低矮灌丛,禾本科杂草主要分布在农田、撂荒地,假臭草常见于废弃的果园,薇甘菊、飞机草主要分布在沿海岛屿,飞扬草 *Euphorbia hirta*、金钟藤等则已见于发育较好的森林。受人类干扰严重的地区,生物多样性明显降低,群落结构简单,外来种的竞争压力减小<sup>[27]</sup>,有利于外来入侵种的定居和扩散。岛屿一般比同等面积的大陆物种少,空生态位较多,因而比大陆更容易遭受入侵<sup>[1, 28-29]</sup>。花都的王子山、从化的大岭山、三角山和桂峰山等自然生态系统较好的地区受外来植物入侵影响较小,外来入侵植物如红花酢浆草、假臭草、苋属 *Amaranthus* spp. 等仅限于林缘、路旁等低海拔地区,尚未进入林内,原因可能为生物多样性高的地区能充分利用限制性资源,抵御潜在竞争种的入侵<sup>[28, 30]</sup>,从而增加生态系统对外来种入侵的抵抗能力<sup>[29]</sup>。

## 4 讨论

### 4.1 广州市与国内其它地区外来入侵植物的比较

认识区域尺度上外来入侵植物的分布格局及其成因对预测入侵的影响和入侵种的管理具有重要意义<sup>[31]</sup>。因此,我们选择具有代表性的区域:以深圳<sup>[25]</sup>、香港<sup>[32]</sup>、广西<sup>[33]</sup>为代表的华南地区,以云南<sup>[34]</sup>、重庆<sup>[35]</sup>为代表的西南地区,以浙江<sup>[36]</sup>、厦门<sup>[37]</sup>为代表的华东地区及以山东<sup>[38]</sup>、北京<sup>[39]</sup>为代表的华北地区,从入侵植物种类及危害程度方面与广州市进行对比(图 1),探讨广州市外来入侵植物的特点及所面临的风险。

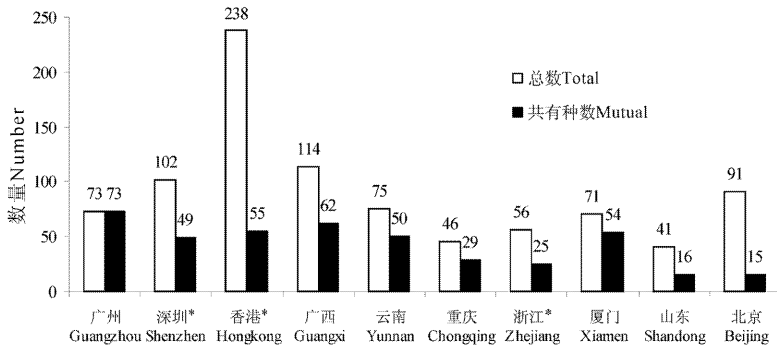


图 1 广州市与国内其它地区外来入侵植物种数比较

Fig. 1 Comparison of the number of the alien invasive plants between Guangzhou and other national regions in China

\* : 原文所列植物名录除了包括外来入侵植物外,还包括本地有害植物或其它未造成入侵的外来植物。Besides the alien invasive plants, the checklist in its original papers also contains some native dangerous and other alien but not invasive plant species.

虽然在区域水平上分析入侵植物的分布格局应同时考虑环境因子和人类活动的共同影响<sup>[40]</sup>,但主导因子显然应该是纬度梯度<sup>[31]</sup>。通过广州市与上述地区的共有种类的对比,反映出随着纬度差异变大,共有种类减少,危害程度也有很大差别。从两地共有种数来看,广州与广西的共有种数最多,有 62 种,与香港、厦门、云南、深圳等地的共有种数较为相近,分别为 55、54、50 和 49 种,而与重庆、山东和北京的共有种较少,分别为 29、16 和 15 种。忽略由于统计原则不同而导致的外来入侵植物种类不同的情况,原因可能为广州与广西、香港、厦门、云南和深圳同处亚热带地区,纬度差别不大,气候比较类似。与华北地区相比,两地区的外来入侵植物无论是共有种数还是危害程度的差别都比较大,一些原产热带地区的外来植物,它们在广州有广泛的分布和较严重的危害,但它们不适应华北地区的气候条件,在那里危害较轻,或者根本无法生存。

在已经造成严重危害的 11 种外来入侵植物中,广州与香港、深圳和广西相比,分别有 8 种、7 种和 6 种是相同的种类。分析表明,空心莲子草、凤眼莲、马缨丹等在华东、华南及西南地区均造成严重危害;薇甘菊、三裂蜚螞菊、假臭草等现阶段仅局限于广州、深圳、香港及珠海<sup>[41]</sup>等珠江三角洲地区,但对当地生物多样性造成了严重的破坏;在广州市造成严重危害的金钟藤在其他地区没有相关报道。广州与厦门、云南入侵植物共有种数虽然较多,但产生严重危害的植物种类却差别较大,在云南严重发生的紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum*),厦门地区的互花米草(*Spartina alterniflora*)、猫爪藤(*Macfadyena unguis-cati*)、加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)等,在广州市尚不明显,但不能说明上述物种不会在广州造成危害,可能只是因为扩散速度或引种的原因而尚未出现在广州,如紫茎泽兰,1935 年由缅甸传入云南南部后<sup>[34]</sup>,以每年大约 60 km 的速度向东和向北扩散,现已在云南、贵州、广西、四川和西藏广泛分布<sup>[31]</sup>,并且其同属植物假臭草已在广州市造成严重危害。这些种类将是广州市需严加防范的物种,应该严密监控,及早制定防治措施,防止新的外来物种的入侵。

#### 4.2 外来植物的入侵风险评估

如果对外来植物处置不慎,这些植物很有可

能逸为野生,并在适当的时候成为入侵植物,危害本地生物多样性的安全。广州市用作行道树的白千层(*Melaleuca quinquenervia*)(因尚未见野生植株,未将其列入广州市外来入侵物种名单),原产澳大利亚,该植物在美国佛罗里达形成生态入侵并造成了严重的破坏,被 IUCN 列入世界上最有害的 100 种植物名单<sup>[42]</sup>,目前已有零星白千层在香港逸为野生的报道<sup>[32, 43]</sup>。银合欢原产热带美洲,适应性强,华南及西南广泛引种作为能源、饲料及荒山造林树种<sup>[44]</sup>,但其繁殖扩散能力强,可以进入郁闭度较大的林分内<sup>[45]</sup>,而且通过化感作用影响其它树种的生长<sup>[3]</sup>,在太平洋岛屿生态系统风险评价体系中的分值为 15,为高风险(High risk)物种<sup>[46]</sup>,并且在台湾垦丁国家森林公园造成了严重危害<sup>[47]</sup>。无瓣海桑(*Sonneratia apetala*)最初被用作红树林造林,但逸为野生后生长迅速,并能分泌化感物质<sup>[48]</sup>,排挤我国国产红树林植物,在深圳及香港地区已逐渐危害红树林生态系统<sup>[25, 32]</sup>,广州南沙湿地公园营造的无瓣海桑林已明显比当地的秋茄(*Kandelia candel*)等红树林植物生长迅速。上述物种虽暂时未造成严重破坏,但外来种形成入侵具有滞后性,形成入侵前往往会潜伏几年、几十年甚至更长时间<sup>[23]</sup>。因此,我们应用欧健和卢昌义提出的外来植物入侵风险评价体系<sup>[37]</sup>,结合广州市实际情况,对白千层、银合欢及无瓣海桑进行评估,其分值分别为 52、59、51,风险等级均为“有一定风险,需要进一步获取相关信息或采取防范监控措施”,因此,对一些可能会造成生态危害的外来植物应该严密监控、加强研究,及早制定防控措施。

近年来,广州市对北部山区开发力度逐步加大,已分别在从化大岭山和流溪河建立了国家级森林公园,并准备把花都王子山森林公园开发为广州“第二个白云山”。市民在享受天然“氧吧”的同时,对本地生物多样性产生了严重的干扰,使得外来植物入侵森林内部有了可乘之机。调查发现,在上述 3 个公园内登山道两侧的疏林及草地中不时可见假臭草、红花酢浆草等植物,因此,因旅游开发而导致的外来植物的入侵问题,应该引起有关部门的高度重视。

#### 4.3 外来植物入侵的主要途径及防治和管理策略

外来植物入侵主要有 3 条途径:人类有意引种后扩散、人类活动无意引入和自然传入。有意引

人的物种主要用于观赏、药用、饲料、恢复植被、水土保持等目的。如作为观赏植物引入的红花酢浆草、作为药用植物引入的美洲商陆 *Phytolacca americana*、作为饲料引入的凤眼莲、作为草坪引入的地毯草 *Axonopus compressus*、作为红树林造林引入的无瓣海桑等。无意引入主要是通过进口粮食、蔬菜种子混入、引种苗木混入及国际旅行无意携带等途径,如假高粱 *Sorghum halepense*、皱果苋 *Amaranthus viridis* 就是通过种子混入进口的粮食或蔬菜种子中而引入国内,草胡椒 *Peperomia pellucida*、飞扬草可能是通过苗木引种进入,而牛膝菊 *Galinsoga parviflora* 则是黏附在游客的行李上带入国内的。借助自然力量传入的有飞机草、藿香蓟 *Ageratum conyzoides* 等,可能是从缅甸或中南半岛进入国内<sup>[54]</sup>,然后扩散进入广州市的,而薇甘菊则可能从东南亚地区通过气流传入广东<sup>[49]</sup>。与人类有意或无意引入的物种相比,自然扩散进入的仅是少数几种,因此,人类活动是造成外来物种入侵的主要动因<sup>[50]</sup>,资料统计,我国 96.9% 的外来入侵种是通过有意或无意引进造成的<sup>[51]</sup>。随着国际交流活动日益频繁,人类有意或无意引入物种造成入侵的机率还会增加。

针对广州市外来入侵植物现状及所面临的入侵风险,我们提出以下防治和管理对策:

(1) 开展外来入侵物种调查,建立外来入侵物种数据库,并对外来植物进行有效控制和管理。对于广州市已存在的外来入侵物种,在详细调查的基础上建立外来入侵植物数据库,加强野外监测,并对其生物学特性、种群状况、危害程度及扩散潜力进行进一步的研究,加大资金和人力投入,积极开展生物防治、低污染的化学防治、机械根除等综合治理措施。

(2) 加强周边地区合作,实行信息资源共享,建立外来植物入侵预警评估体系。根据广州市实际情况,尽快建立适合广州市的外来植物入侵风险评价体系,对于广州市尚未发现但在国内部分地区造成严重危害的植物,应严防此类植物进入广州;对于尚未有入侵报道的外来植物的引入,应对其进行评估并列出可能造成入侵的风险等级,视等级情况权衡引入的利弊。

(3) 加强边境检验检疫,杜绝外来有害植物的种子随进口物资而无意引入。广州市毗邻港澳,是华南地区重要的通商口岸,海陆空交通发达。

国外入境的交通工具、货物及旅游者携带的行李等是外来物种进入的主要载体,加强边境检验检疫,阻断外来物种入侵的通道,防止无意引入新的外来入侵植物。

(4) 大力发展乡土植物,进行生态系统恢复,降低外来入侵植物造成的危害。外来入侵植物对当地自然生态系统影响较小,保持和恢复乡土植被是一项长期有效且生态代价较小的措施。旅游开发的同时,切实做好自然生态系统的保护工作。在外来植物易入侵的荒地、路旁、村镇、林缘等地段,培植本土野生植物,既可降低防治成本,又可保持生物多样性,最后达到根除外来入侵植物的目的。

(5) 加强生物入侵研究,进行成本-收益论证,开发入侵物种的利用价值。外来入侵植物虽然有害,但有些种类当初就是作为有用植物引入的,在对其进行充分研究的基础上,开发其药用、饲料、燃料、绿肥等利用价值,替代本土植物,可有效减少对本土植物的利用,变害为宝。

(6) 加强生物入侵宣传,提高公众防范意识,形成群防群治的良好氛围。生物入侵的防治是一项复杂、长久的工程,需要公众的参与。政府应该利用各种信息传播媒介开展宣传,使公众认识到生物入侵的危害性,了解人类活动与生物入侵的关系,提高其对早期生物入侵的警惕性。

总之,虽然对广州市生物多样性造成严重破坏的植物种类目前尚局限于人类干扰强度大、频度高的地区,对自然生态系统影响较小,但广州市所承担的生物入侵风险却不容乐观。根据“十数定律(Tens rule)”<sup>[52]</sup>,一个地区的外来物种,从偶见种群到建成种群到最后成为入侵种三步中的每一步的概率都大约为 10%,然而,我们仍不能为“千分之一”的概率而掉以轻心,必须要认识到随着城市规模的不断扩大和自然生态系统的过度干扰,以及大量外来植物的存在和不断引进,外来物种入侵的风险也在不断增加。因此,严格控制和评估外来物种的引入,大力保护本地自然生态系统,是避免生物多样性遭受毁灭性破坏的当务之急。

**致谢** 在野外调查过程中,我们得到了中国科学院华南植物园陈炳辉高级工程师、李世晋博士、黄向旭工程师、周联选工程师以及陈有卿和李素英两位女士的大力支持和帮助,特此致谢!同时,也十分感谢广州市林业局、广州市野生动植物保护管理办公室以及广州市各区林业部门对我



们调查工作的支持和帮助。

## 参考文献

- [1] Li B(李博), Hsu P S(徐炳声), Chen J K(陈家宽). Perspectives on general trends of plant invasions with special reference to alien weed flora of Shanghai [J]. Biodiv Sci(生物多样性), 2001, 9(4):446-457. (in Chinese)
- [2] Peng S L(彭少麟), Xiang Y C(向言词). The invasion of exotic plants and effects of ecosystems [J]. Acta Ecol Sin(生态学报), 1999, 19(4):560-568. (in Chinese)
- [3] Li Z Y(李振宇), Xie Y(解焱). Invasive Alien Species in China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2002: 98-188. (in Chinese)
- [4] Diamond J. Overview of recent extinctions [C]// Western D, Peal M C. Conservation for the Twenty First Century. New York: Oxford University Press, 1989:37-71.
- [5] Ludsin S A, Wolfe A D. Biological invasion theory: Darwin's contributions from the origin of species [J]. BioScience, 2001, 51(9): 780-789.
- [6] Zhang R Z(张润志), Zhang D Y(张大勇), Ye W H(叶万辉), et al. Research progress and prospects of invasive alien species [J]. Plant Protect(植物保护), 2004, 30(3):5-9. (in Chinese)
- [7] Yang P(杨鹏). A study on the landscape pattern change and its driving forces during the course of urbanization in Guangzhou City, China [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2006. (in Chinese)
- [8] 广州市地方志编纂委员会. 广州市志, 卷二 [M]. 广州: 广州出版社, 1998.
- [9] 广东省植物研究所. 广东植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1976.
- [10] 国家海洋局 908 专项办公室. 海岛调查技术规程 [M]. 北京: 海洋出版社, 2005.
- [11] State Environmental Protection Administration of China (SEPA). Authority Files [EB/OL] [http://www.zhb.gov.cn/info/gw/huangfa/200301/t20030110\\_85446.htm](http://www.zhb.gov.cn/info/gw/huangfa/200301/t20030110_85446.htm), 2003. (in Chinese)
- [12] Global Invasive Species Database (GISD)[DB/OL]. <http://www.issg.org/database>
- [13] Xu H G(徐海根), Qiang S(强胜). Inventory Invasive Alien Species in China [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2004:45-259. (in Chinese)
- [14] Zhu S X(朱世新), Qin H N(覃海宁), Chen Y L(陈艺林). Alien species of Compositae in China [J]. Guihaia(广西植物), 2005, 25(1):69-76. (in Chinese)
- [15] Ye H G(叶华谷), Peng S L(彭少麟). Plant Diversity Inventory of Guangdong [M]. Guangzhou: World Publishing Corporation, 2006:115-411. (in Chinese)
- [16] 孔国辉, 吴七根, 胡启明. 外来杂草微甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.)在我国的出现 [J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(1): 27.
- [17] Feng H L(冯惠玲), Cao H L(曹洪麟), Liang X D(梁晓东), et al. The distribution and harmful effect of *Mikania micrantha* in Guangdong [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2002, 10(3):263-270. (in Chinese)
- [18] Huang Z L(黄忠良), Cao H L(曹洪麟), Liang X D(梁晓东), et al. The growth and damaging effect of *Mikania micrantha* in different habitats [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2000, 8(2):131-138. (in Chinese)
- [19] 徐声杰, 李伟雄. 木质藤本植物——金钟藤的防除方法 [J]. 广东林业科技, 1994, 1:46.
- [20] Chen B H(陈炳辉), Wang R J(王瑞江), Huang X X(黄向旭), et al. *Merremia boissiana* —— A newly recorded species from Guangdong, China [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2005, 13(1):76-77. (in Chinese)
- [21] 中国植被编辑委员会. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [22] Thompson J D. The biology of an invasive plant —— what makes *Spartina angelica* so successful? [J] BioScience, 1991, 41:393-401.
- [23] Huang J H(黄建辉), Han X G(韩兴国), Yang Q E(杨亲二), et al. Fundamentals of invasive species biology and ecology [J]. Biodiv Sci(生物多样性), 2003, 11(3):240-247. (in Chinese)
- [24] Guo Q F(郭勤峰). Perspectives on trans-pacific biological invasions [J]. Acta Phytoecol Sin(植物生态学报), 2002, 26(6):724-730.
- [25] Yan Y H(严岳涛), Xing F W(邢福武), Huang X X(黄向旭), et al. Exotic plants in Shenzhen, China [J]. Guihaia(广西植物), 2004, 24(3):232-238. (in Chinese)
- [26] Qiang S(强胜), Cao X Z(曹学章). Survey and analysis of exotic weeds in China [J]. J Plant Res Environ(植物资源与环境学报), 2000, 9(4):34-38. (in Chinese)
- [27] Xiang Y C(向言词), Peng S L(彭少麟), Zhou H C(周厚诚), et al. The impacts of non-native species on biodiversity and its control [J]. Guihaia(广西植物), 2002, 22(5):425-432. (in Chinese)
- [28] Huang H J(黄红娟), Ye W H(叶万辉). Exotic invasion and species biodiversity [J]. Chin J Ecol(生态学杂志), 2004, 23(2): 121-126. (in Chinese)
- [29] Elton C S. The Ecology of Invasion by Animals and Plants [M]. London: Methuen, 1958.
- [30] Tilman D. Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity [J]. Ecology, 1997, 78(1):81-92.
- [31] Wu X W(吴晓雯), Luo J(罗晶), Chen J K(陈家宽), et al. Spatial patterns of alien invasive plants in China and its relationship with environmental and anthropological factors [J]. J Plant Ecol(植物生态学报), 2006, 30(4):576-584. (in Chinese)
- [32] Ng S C(吴世捷), Corlett R(高力行). The bad biodiversity: Alien plant species in Hong Kong [J]. Biodiv Sci(生物多样性), 2002, 10(1):109-118. (in Chinese)
- [33] Xie Y Z(谢云珍), Wang Y B(王玉兵), Tan W F(谭伟福). Invasive plants in Guangxi province [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2007, 15(2):160-167. (in Chinese)
- [34] Xu C D(徐承东), Lu S G(陆树刚). The invasive plants in Yunnan [J]. Guihaia(广西植物), 2006, 26(3):227-234. (in Chinese)
- [35] Shi S Z(石胜璋), Tian M J(田茂洁), Liu Y C(刘玉成). Investigation and study of alien invasive plants in Chongqing [J]. J South-

- west China Norm Univ (Nat Sci)(西南师范大学学报:自然科学版), 2004, 29(5):863-866. (in Chinese)
- [36] Li G Y(李根有), Jin S H(金水虎), Ai J G(袁建国). Species, characteristics and control measures of injures plants in Zhejiang Province [J]. J Zhejiang For Coll(浙江林学院学报), 2006, 23(6):614-624. (in Chinese)
- [37] Ou J(欧健), Lu C Y(卢昌义). The research of alien plants risk assessment system in Xiamen Municipality [J]. J Xiamen Univ (Nat Sci)(厦门大学学报:自然科学版), 2006, 45(6):883-888. (in Chinese)
- [38] Wu T(吴彤), Meng C(孟陈), Dai J(戴洁), et al. Exotic plants in Shandong Province [J]. J Shandong Norm Univ (Nat Sci)(山东师范大学学报:自然科学版), 2006, 21(4):105-109. (in Chinese)
- [39] Liu Q R(刘全儒), Yu M(于明), Zhou Y L(周云龙). A preliminary study on the invasive plants in Beijing [J]. J Beijing Norm Univ (Nat Sci)(北京师范大学学报:自然科学版), 2002, 38(3):399-404. (in Chinese)
- [40] Rose M, Hermanutz L. Are boreal ecosystems susceptible to alien plant invasion? Evidence from protected areas [J]. Oecologia, 2004, 139:467-477.
- [41] 黄辉宁, 李思路, 朱志辉, 等. 珠海市外来入侵植物调查 [J]. 广东园林, 2005, 27(6):24-27.
- [42] Turner C E, Center T D, Burrows D W, et al. Ecology and management of *Melaleuca quinquenervia*, an invader of wetlands in Florida USA [J]. Ecol Manag Wetland Plant Invas, 1998, 5:165-178.
- [42] Hau B. Is the Paper Bark tree becoming invasive in Hong Kong? [J] Porcupine, 2001, 24:19-20.
- [43] Zhao Y(赵英), Chen X B(陈小斌), Jiang C S(蒋昌顺). Advances on studies *Leucaena* Benthams in China [J]. Chin J Trop Agri(热带农业科学), 2006, 26(4):55-58. (in Chinese)
- [44] Zong Y C(宗亦臣), Zheng Y Q(郑勇奇), Zhang C H(张川红), et al. Natural regeneration of *Leucaena leucocephala* in Yuanmou Dry-hot Valley [J]. Chin J Ecol(生态学杂志), 2007, 26(1):135-138. (in Chinese)
- [45] Daehler C. Pacific Island Ecosystems at Risk (PIER) [EB/OL] [http://www.hear.org/pier/wra/pacific/leucaena\\_leucocephala\\_html-wra.htm](http://www.hear.org/pier/wra/pacific/leucaena_leucocephala_html-wra.htm) (2005-03-05)
- [46] Chung Y L(钟玉龙), Lü M L(吕明伦). Using SPOT imagery to map the invasive distribution of *Leucaena leucocephala* in Kenting National Park [J]. Taiwan J For Sci(台湾林业科学), 2006, 21:166-177. (in Chinese)
- [47] Li M(李玫), Liao B W(廖宝文), Zheng S F(郑松发), et al. Primary studies on allelopathy of *Sonneratia apetala* [J]. Ecol Sci(生态科学), 2002, 21(3):197-200. (in Chinese)
- [48] Yang Q H(杨期和), Ye W H(叶万辉), Deng X(邓雄), et al. Characteristics of exotic plant invasion and their damages in China [J]. Ecol Sci(生态科学), 2002, 21(3):269-274. (in Chinese)
- [49] Mack R N, Lonsdale W M. Humans as global plant dispersers: Getting more than we bargained for [J]. BioScience, 2001, 51(2):95-102.
- [50] Xu H G(徐海根), Qiang S(强胜), Han Z M(韩正敏), et al. The distribution and introduction of pathway of alien invasive species in China [J]. Biodiv Sci(生物多样性), 2004, 12:626-638. (in Chinese)
- [51] Williamson M, Fitter A. The varying success of invaders [J]. Ecology, 1996, 77(6):1661-1666.