

滇中地区路旁紫茎泽兰在不同光水平下的分布格局^{*}

赵金丽^{1,2}, 马友鑫¹, 李红梅¹, 刘文俊¹

(1. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要: 在紫茎泽兰的入侵地滇中地区, 于4条公路(其中高级公路与低级公路各2条)旁共选择13个不同光水平下的样地, 研究了公路旁紫茎泽兰在3种光水平下分布格局的差异. 结果表明3种光水平极显著影响路旁紫茎泽兰的分布($p < 0.001$); 高光水平比中、低光水平更促进路旁紫茎泽兰的入侵与向远距离扩散; 同样在低光水平下, 高等级公路比低级公路更促进紫茎泽兰的入侵与扩散.

关键词: 公路; 紫茎泽兰; 光水平; 分布格局

中图分类号: Q 149 文献标识码: A 文章编号: 0258-7971(2008)06-0641-05

近年来, 随着道路生态学的兴起与发展, 道路对外来植物入侵影响的研究已成为当代生态学热点问题之一. 多项研究表明: 道路是促进外来植物入侵路旁邻近生态系统的重要通道^[1~5]. 紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum*)是世界性恶性杂草, 原产于中美洲的墨西哥和哥斯达黎加, 于20世纪40年代经中缅边境传入我国西南地区, 目前在云南、贵州、四川、广西、西藏等省区大量发生, 并以每年大约60 km的速度, 随西南风向东和北扩散, 严重威胁我国生物多样性与生态环境^[6~9]. 本研究选择云南中部楚雄至大理段为研究区域, 分析了路旁紫茎泽兰在不同光水平下的分布格局, 旨在弄清紫茎泽兰的入侵与公路的关系, 以及限制路旁紫茎泽兰扩散的主要因素, 为进一步对其全面控制提供科学依据.

1 材料和方法

1.1 研究区域 研究地区位于云南省中部楚雄至大理段(图1), 地处横断山脉西南端, 属滇西纵谷区, 以山地、平坝、河谷3种类型. 为揭示公路旁紫茎泽兰在不同光水平下分布格局的差异, 本研究选择了楚雄至大理段紫茎泽兰生长较好的4条公路,

于每条公路一侧尽量选择具有不同植被覆盖度的样地. 每个样地的植被, 按郁闭度的大小(0~30%, 31%~70%和71%~100%)依次分为高、中和低光水平^[3]. 4条公路中2条是三级的省道(高级公路), 另外2条为等外公路(低级公路), 分别是土路和弹石路(表1), 总样地数13个. 对每条公路的不同样地, 除植被覆盖度不同外, 尽量保持其它生态因子的相对一致性, 如海拔、坡向与坡度.

1.2 研究方法

1.2.1 样带与样方设计 在每个样地, 以路肩为起点, 垂直公路方向设置3条平行样带, 分别在距离路肩的0, 2, 4, 9, 14, 24, 34, 50 m处设置1 m×1 m小样方.

1.2.2 地上指标的测定

(1) 密度 在每个小样方内记下紫茎泽兰的群丛分枝数(考虑其无性繁殖的特点), 换算为密度数据(分枝·m⁻²).

(2) 地上生物量 采用收获法, 即收割小样方内紫茎泽兰全部的地上部分, 称量其鲜重, 同时取样称其鲜重带回实验室, 放置于鼓风干燥箱中在80℃恒温下经48 h烘干至恒重, 然后称量, 折算含水量, 换算成单位面积的干重(g·m⁻²).

* 收稿日期: 2008-03-15

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(30570321; 30770385).

作者简介: 赵金丽(1983-), 女, 安徽人, 硕士生, 主要从事入侵生态学方面的研究.

通讯作者: 马友鑫(1960-), 男, 研究员, 主要从事景观生态学方面的研究, E-mail: may@xtbg.ac.cn.

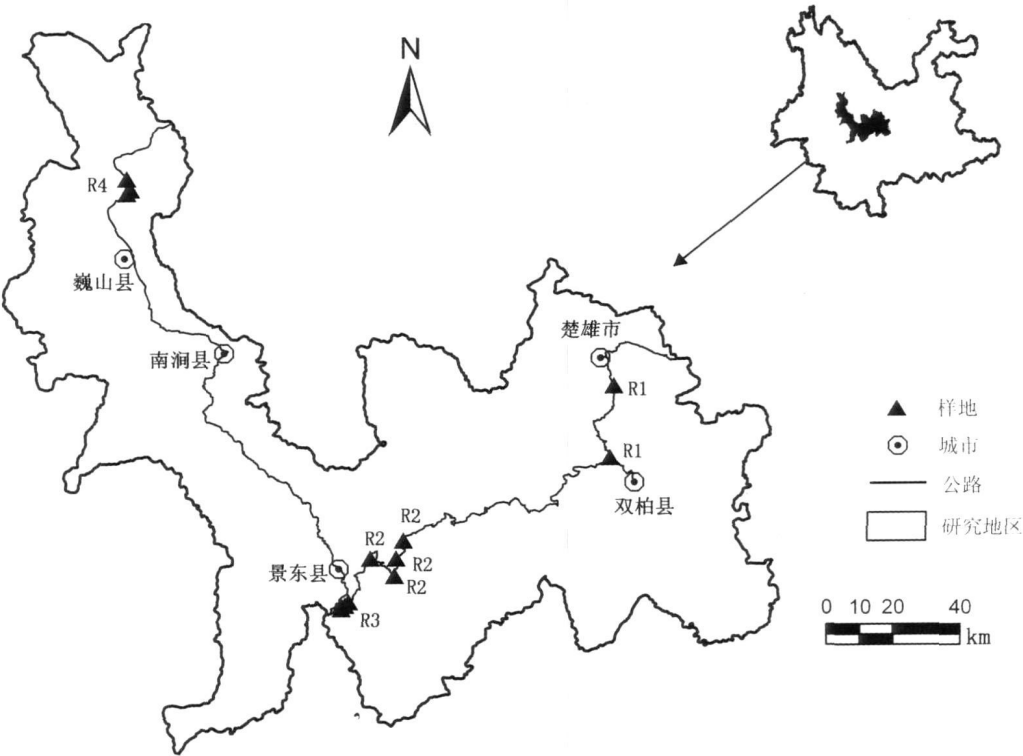


图 1 研究地点示意图

Fig. 1 Study site selection

表 1 研究样地概况

Tab. 1 The conditions of research sites

公路样地	公路性质	公路级别	经纬度	海拔/m	坡度/(°)	坡向	光水平
楚雄- 双柏(R1)	S218	三级	101° 58′ E, 24° 36′ N	1 934	20~ 40	W	中
楚雄- 双柏(R1)	S218	三级	101° 57′ E, 24° 26′ N	2 021	20~ 40	W	低
哀牢山(R2)	土路	等外	101° 06′ E, 24° 53′ N	2 089	20~ 40	SE	低
哀牢山(R2)	土路	等外	101° 01′ E, 24° 53′ N	2 039	20~ 40	W	低
哀牢山(R2)	土路	等外	100° 59′ E, 24° 48′ N	1 848	20~ 40	W	高
哀牢山(R2)	土路	等外	100° 52′ E, 24° 48′ N	1 605	20~ 40	S	中
无量山(R3)	弹石路	等外	100° 44′ E, 24° 34′ N	1 903	20~ 40	W	低
无量山(R3)	弹石路	等外	100° 24′ E, 24° 35′ N	1 725	20~ 40	W	中
无量山(R3)	弹石路	等外	100° 35′ E, 24° 35′ N	1 567	20~ 40	SE	低
无量山(R3)	弹石路	等外	100° 86′ E, 24° 36′ N	1 674	20~ 40	S	高
下关- 巍山(R4)	S224	三级	100° 26′ E, 25° 49′ N	1 973	20~ 40	S	中
下关- 巍山(R4)	S224	三级	100° 27′ E, 25° 50′ N	2 091	20~ 40	S	低
下关- 巍山(R4)	S224	三级	100° 26′ E, 25° 53′ N	2 086	20~ 40	S	高

1.2.3 统计分析 首先将密度与生物量数据进行对数转换, 从而降低不同样地间的方差异质性并提高模型的适合度. 然后, 应用 General linear models (GLM) 对每条公路的不同光水平下的紫茎泽兰(包括密度与生物量)进行两因素方差分析, 并对3种光水平进行多重比较. 最后, 再次应用 General linear models (GLM) 对3种光水平下4条公路旁的紫茎泽兰(包括密度与生物量)进行两因素方差分析, 并对各光水平下的两等级公路旁的紫茎泽兰(包括密度与生物量)进行 t 检验. 图表在 EXCEL 和 Sigmaplot 10.0 中完成, 统计过程使用 SPSS13.0.

2 结果与分析

2.1 3种光水平对路旁紫茎泽兰分布格局的影响

选择的4条公路除第1条公路没有高光水平的样地外, 其余3条公路均包括高、中和低光水平的样地. 各公路的两因素方差分析结果显示, 除第1条公路光水平对紫茎泽兰地上生物量的效应不显著($p = 0.219$)外, 光水平与公路距离对各公路的紫茎泽兰(包括地上生物量与密度)的主效应与交互效应均极显著($p < 0.001$), 这结果表明: 不同光水平对路旁紫茎泽兰地上部分的分布格局的影响非常显著, 并且随着距公路距离的远近变化, 这种影响仍显著.

图2结果显示, 在第3条公路(因为该公路的样地与样方数最多, 最具统计学意义)的3种光水平下, 紫茎泽兰随公路距离变化的总体分布格局相似, 即紫茎泽兰在靠近公路的某一距离处达到峰值后, 随着距离的增加而降低. LSD 多重比较发现,

高光水平与中、低光水平差异极显著($p < 0.001$), 并且通过比较发现, 高光水平下, 紫茎泽兰的平均生物量与平均密度几乎都大于中、低光水平(图2). 随着光水平的逐渐降低, 紫茎泽兰地上部分(包括地上生物量与密度)的峰值由9 m 向2 m 处平移, 而扩散的最远距离由高光水平的大于50 m 缩短至中光水平的14 m 以及低光水平的9 m. 这说明高光水平比中、低光水平更促进紫茎泽兰的入侵与向远距离扩散.

2.2 2种公路等级对路旁紫茎泽兰分布格局的影响

两因素方差分析结果显示, 低光水平下, 公路距离与公路等级对紫茎泽兰(包括地上生物量与密度)的主效应与交互效应都极显著($p < 0.001$, 表2), 而在中、高光水平下, 除了公路距离对紫茎泽兰(包括地上生物量与密度)影响显著($p < 0.001$), 公路等级的主效应以及公路等级与公路距离的交互效应几乎都不显著($p > 0.05$). 因此, 公路等级极显著影响低光水平下路旁紫茎泽兰地上部分的分布, 并且随着距公路距离的远近变化, 这种影响仍显著.

T 检验结果显示, 中、高光水平下, 2种等级公路旁紫茎泽兰(包括地上生物量与密度)分布无显著差异($p > 0.05$), 而在低光水平下, 二者差异极显著($p < 0.001$). 通过比较低光水平下紫茎泽兰在两种等级公路旁的分布格局, 结果(图3)表明: 紫茎泽兰在不同等级公路旁, 随公路距离变化的总体分布格局相似, 即紫茎泽兰在靠近公路的某一距离处达到峰值后, 随着距离的增加而降低; 而高级

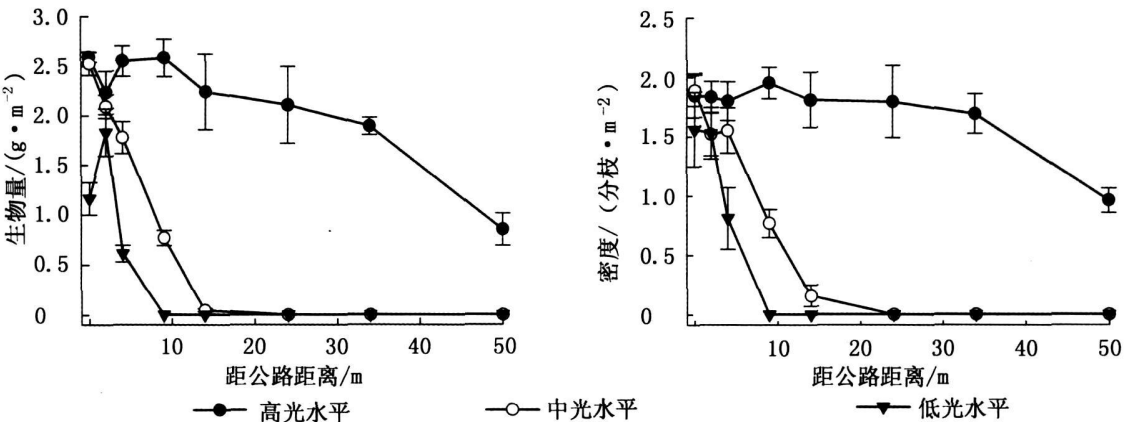


图2 紫茎泽兰的平均生物量与平均密度(1标准误差)在3种光水平下的分布格局

Fig. 2 Pattern of mean biomass and density(1SE) of *Eupatorium adenophorum* along road in different light level

表 2 紫茎泽兰两因素方差分析

Tab. 2 Analysis of variance on the biomass and density of *Eupatorium adenophorum*

效应	生物量			密度		
	Df (自由度)	F (方差)	p	Df (自由度)	F (方差)	p
公路距离	7	43.988	< 0.001	7	61.050	< 0.001
公路等级	1	71.982	< 0.001	1	73.926	< 0.001
距离×等级	7	15.923	< 0.001	7	15.326	< 0.001

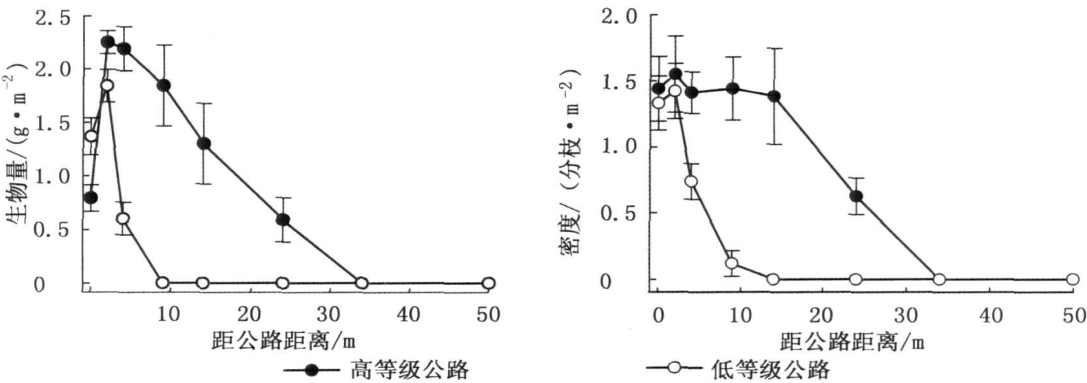


图 3 紫茎泽兰的平均生物量与平均密度(1 标准误差)在 2 种等级公路旁的分布格局

Fig. 3 Pattern of mean biomass and density (1 SE) of *Eupatorium adenophorum* along high- grade roads and low - grade roads respectively

公路旁紫茎泽兰地上部分(包括地上生物量与密度)的平均值在不同距离处几乎均明显大于低级公路,并且高级公路旁紫茎泽兰扩散的距离也大于低级公路,同样都在低光水平下,紫茎泽兰在高级公路旁可扩散至 34 m,而在低级公路旁的扩散距离则为 9 m. 这说明高等级公路比低级公路更促进紫茎泽兰的入侵与扩散.

3 讨论

公路沿线频繁的人工干扰与车辆交通,有利于外来植物种子的传播与扩散^[3],路旁生境一方面作为外来植物从边缘扩散进入自然干扰环境的起始点^[10],另一方面也是外来植物繁殖体的储存地^[3],为外来植物未来大规模的入侵与扩散提供了可能.紫茎泽兰的地上部分(包括地上生物量与密度)在靠近公路的某一距离处达到峰值后,随着距离的增加而降低的分布格局表明,在云南中部地区公路可能是紫茎泽兰入侵与扩散的主要渠道之一^[11].高级别的公路由于频繁的交通运输与路面养护活动,更易引入外来植物的种子,由于路面填

充物的增加,使得高级别公路边缘的土壤深度增加、纹理更细、肥性更好^[12],因此,作为省道的三级公路比等外公路(土路和弹石路)更促进紫茎泽兰的入侵与扩散.

研究表明,开放式的林冠极易被外来种入侵^[3],说明树的缺乏有利于外来物种的扩散和定居^[5].高光水平、草地生境、开发式林冠以及森林边缘都是促进很多外来物种的定居的重要因素^[1,3,5].路旁不同的光水平影响紫茎泽兰的分布,高光水平促进更多的紫茎泽兰的入侵与定居,并促进紫茎泽兰向远距离扩散,说明光水平可能是阳性植物紫茎泽兰向远距离扩散的主要限制因素.因此,对紫茎泽兰的控制应关注路旁生境,提高路旁生境的树木郁闭度将是控制紫茎泽兰向远距离扩散的有效途径之一.

参考文献:

[1] TYSER R W, WORLEY C A. Alien flora in grasslands adjacent to road and trail corridors in Glacier National Park, Montana(U S A) [J]. Conservation Biology, 1992, 6: 253 262.

[2] FORMAN R T T. Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States[J]. Conservation Biology, 2000, 14(1) : 31-35.

[3] PARENDES L A, JONES J A. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the H. J. Andrews experimental forest, Oregon [J]. Conservation Biology, 2000, 14: 64-75.

[4] GELBARD J L, BELNAP J. Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape[J]. Conservation Biology, 2003, 17: 420-432.

[5] HANSEN M J, CLEVENGER P. The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors[J]. Biological Conservation, 2005, 125: 249-259.

[6] 刘伦辉, 谢寿昌, 张建华. 紫茎泽兰的分布、危害与控制的研究[J]. 生态学报, 1985, 5: 1-11.

[7] 赵国晶, 马云萍. 云南省紫茎泽兰的分布与危害的调查研究[J]. 杂草科学, 1989, 3(2) : 37-40.

[8] 强胜. 世界性恶性杂草—紫茎泽兰研究的历史及现状[J]. 武汉植物学研究, 1998, 16(4) : 366-372.

[9] 向业勋. 紫茎泽兰的分布、危害及防除意见[J]. 杂草科学, 1991, 5(4) : 10-11.

[10] MURCIA C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation trends in[J]. Ecology & Evolution, 1995, 10: 58-62.

[11] LU Z J, MA K P. Spread of the exotic croftonweed (*Eupatorium adenophorum*) across southwest China along roads and streams[J]. Weed Science, 2006, 54: 1068-1072.

[12] GREENBERG C H, CROWNONVER S H, GORDON D R. Roadside soil: a corridor for invasion of xeric scrub by nonindigenous plants[J]. Natural Areas Journal, 1997, 17: 99-109.

Distribution pattern of *Eupatorium adenophorum* varies with light level along roads in the middle area of Yunnan

ZHAO Jin-li^{1,2}, MA You-xin¹, LI Hong-mei¹, LIU Wei-jun¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223, China;

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

Abstract: To study the differences of distribution pattern of *Eupatorium adenophorum* varies with three light level along roads, 13 sites in different light level were selected along 4 roads (Among them there were two high-grade roads and two low-grade roads respectively) in the middle area of Yunnan, which was the invaded area of *Eupatorium adenophorum*. The following results were obtained: light level had a very significant effect on distribution pattern of *Eupatorium adenophorum* along roads ($p < 0.001$); *Eupatorium adenophorum* might invade more seriously and farther in areas that had high light levels than those had medium or low light level. Plant communities adjacent to high grade roads might be more invaded by *Eupatorium adenophorum* than those adjacent to low grade roads.

Key words: road; *Eupatorium adenophorum*; light level; distribution pattern