

生境类型对入侵植物肿柄菊 (*Tithonia diversifolia*) 种群和个体水平特征的影响

崔清国^{1,2} 彭 华³ 李仁强^{1,2} 王艳红^{1,2} 张丽丽^{1,2} 何维明^{1,*}

1. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室,北京 100093 2. 中国科学院研究生院,北京 100049 ;
3. 中国科学院昆明植物研究所,昆明 650204)

摘要 外来植物入侵过程是入侵生态学研究的一个核心问题,被入侵生境中的各种要素对这一过程具有重要影响。为探讨入侵植物肿柄菊 (*Tithonia diversifolia*) 在种群和个体水平对不同生境的反应,调查了肿柄菊单优群落、肿柄菊与飞机草 (*Chromolaena odorata*) 共优群落和肿柄菊与紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*) 共优群落中肿柄菊的相对盖度、相对密度和高度,并开展了一个 3 因素 (小气候、土壤类型和竞争) 两水平的控制实验。结果表明:单优群落中,肿柄菊的相对盖度和相对密度显著大于其它两种群落中肿柄菊的相对盖度和相对密度,单优群落中肿柄菊的高度显著大于肿柄菊与紫茎泽兰共优群落中肿柄菊的高度,而与肿柄菊与飞机草共优群落中肿柄菊的高度无显著差异;肿柄菊的相对盖度、相对密度和高度在两个共优群落间无显著差异。小气候、土壤类型和竞争单个因素对肿柄菊的株高和叶片数没有显著影响,但三者的交互作用却显著影响肿柄菊的株高生长。这些结果表明 3 个因素的综合作用影响肿柄菊的株高生长。

关键词 生境类型;个体生长;入侵植物;种群特征;肿柄菊

文章编号:1000-0933 (2007)11-4671-07 中图分类号:Q948 文献标识码:A

Effects of habitat types on population- and individual-level performance of an invasive plant species *Tithonia diversifolia*

CUI Qing-Guo^{1,2}, PENG Hua³, LI Ren-Qiang^{1,2}, WANG Yan-Hong^{1,2}, ZHANG Li-Li^{1,2}, HE Wei-Ming^{1,*}

1 Key State Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (11) :4671 ~ 4677.

Abstract : Expanding processes of alien invasive plant species play an important role in determining their distribution. These processes are affected by various factors in the invaded communities. *Tithonia diversifolia*, as one of the most serious invasive plant species in Yunnan Province, has attracted attention from ecology, agriculture, and the environment. To answer the relationships between population- and individual-level characteristics of *T. diversifolia* and habitat types, we conducted an investigation and an experiment. We surveyed the exotic's relative cover, relative density and height in the communities dominated by *T. diversifolia* (H1), *T. diversifolia* and *Chromolaena odorata* (H2), and *T. diversifolia* and

基金项目:国家重点基础研究发展规划资助项目 (2003CB415103);国家自然科学基金资助项目 (30770335)

收稿日期:2007-04-25;修订日期:2007-10-11

作者简介:崔清国 (1981 ~) 男,河南新乡人,硕士生,主要从事入侵生态学研究. E-mail: cinkgo@ibcas.ac.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: weiminghe@ibcas.ac.cn

致谢:中国科学院昆明植物研究所周红霞博士和中国科学院植物研究所叶学华博士、曲荣明博士在实验期间和数据处理中给予帮助,特此致谢!

Foundation item : The project was financially supported by State Key Basic Research Program (No. 2003CB415103) and National Natural Science Foundation of China (No. 30770335)

Received date 2007-04-25; **Accepted date** 2007-10-11

Biography : CUI Qing-Guo, Master candidate, mainly engaged in invasion ecology. E-mail: cinkgo@ibcas.ac.cn

Ageratina adenophora (H3), respectively, using ten 1 × 1 m² plots per habitat. The relative cover and relative density of *T. diversifolia* were significantly higher in the H1 than in the H2 and H3; the height of *T. diversifolia* was significantly higher in the H1 than in the H3, but not in the H2; H2 and H3 exhibited similar relative cover, relative density, and height.

A field experiment was conducted to identify individual-level responses of *T. diversifolia* to microclimate, soils, and competition, each with two levels (i. e., shrubland microclimate and grassland microclimate, shrubland soil and grassland soil, and with and without competition). There were ten replicates for each combination. A dominant native species *Neyraudia reynaudiana* was chosen to compare its responses with ones of *T. diversifolia*. We created growth containers, changed the soils, and transplanted experimental seedlings. At the end of this experiment, we determined height and leaf number of *T. diversifolia* and *N. reynaudiana*. The interactions of microclimate, soils and competition significantly affected the height, but not number of leaves of *T. diversifolia*, and the height and number of leaves of *T. diversifolia* did not respond to microclimate, soils, and competition alone. There were some differences in individual responses between *T. diversifolia* and *N. reynaudiana*. These findings are showing that multiple factors determine the habitat association of *T. diversifolia*.

Key Words : habitat ; individual growth ; invasive plant ; population character ; *Tithonia diversifolia*

大量外来植物不断地入侵当地生物群落,这是一个在生态学和经济学上都具有重要意义的问题^[1]。现在要找到一个不包含入侵植物的群落是非常困难的^[2]。因此,理解外来植物的入侵过程是保护生物学和生态系统管理面临的中心问题。已有很多研究分析了生物和非生物环境要素对植物入侵过程的影响^[3]。植物群落的可入侵性变化常常与决定当地群落组成和结构的非生物要素密切相关。例如,入侵植物的盖度与土壤养分、水分和光资源有关^[1];严酷环境常常比优越环境具有更强的抵抗外来植物入侵的能力^[3]。另一方面,生物要素对入侵植物也会产生重要的影响。例如,外来种能够定居、传播与它们施与本地种的竞争压力有关^[1],人为干扰通过降低本地种的优势和竞争能力进而促进入侵植物成功定居^[4,5]。

外来入侵植物的成功定居和扩散过程实质上是一个迅速适应新生境的过程^[1]。因此,新生境的各种要素对外来入侵植物的系列行为特征都具有非常重要的影响。例如,不同的小气候意味着不同的空气温度、相对湿度、透光率和风速,进而产生温度和湿度梯度;不同的土壤意味着不同的结构、强度、pH 和养分状况,这些变化影响植物幼苗的生长、发育和分布格局^[6~8]。

肿柄菊 (*Tithonia diversifolia* A. Gray)原产墨西哥和中美洲,曾作为观赏植物、绿肥和防止土壤侵蚀植物被广泛引种到亚洲、非洲、北美和澳洲。目前在东南亚、南非、太平洋一些地区成为入侵草地、河岸、路边的杂草^[9]。作为云南六大入侵植物之一,肿柄菊已经对农业生产造成严重危害^[10];其目前的逃逸地区集中在云南生物多样性最为丰富的热带、亚热带地区,肿柄菊的快速扩展无疑将对该地区的生物多样性造成威胁^[11]。这种状况引出了一个有趣的问题:肿柄菊的种群特征和个体行为如何随生境类型发生变化?为此,作者调查了云南干热河谷地区肿柄菊的种群特征,并开展了一个三因素两水平的野外控制实验,以期揭示生境类型对肿柄菊种群和个体水平行为的影响。

1 材料与方法

1.1 野外调查

1.1.1 研究地区概况

以肿柄菊广泛分布的云南省新平彝族傣族自治县为研究区域。该区位于云南省中部偏西南,北纬 23°38' 15" ~ 24°26'05",东经 101°16'30" ~ 102°16'50",年均降雨量 973 mm,1 月份均温 10.6 °C,7 月份均温 21.5 °C,年均温 17.3 °C,是典型的干热河谷。

1.1.2 群落调查

2006 年 7 月在新平县内选取 3 种典型群落形成的不同生境:肿柄菊单优群落为生境 1 (H1),肿柄菊与飞

机草 (*Chromolaena odorata*) 群落为生境 2 (H2), 肿柄菊与紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*) 群落为生境 3 (H3), 每个生境内设置 10 个 1 × 1 m² 样方, 调查肿柄菊的相对盖度、相对密度和高度。

相对盖度 (%) = $C_i / \sum C_i \times 100$

式中 C_i 为样方内某种植物的盖度; $\sum C_i$ 为群落中所有植物盖度的总和。

相对密度 (%) = $D_i / \sum D_i \times 100$

式中 D_i 为样方内某种植物的密度; $\sum D_i$ 为群落中所有植物种群密度的总和^[2]。

高度 = $\sum H_i / N$

式中, $\sum H_i$ 为样方内某种植物高度和, N 为样方内某种植物的数量。

1.1.3 数据分析

利用 SPSS 13.0 (SPSS Inc., USA) 进行分析, 肿柄菊的相对盖度、相对密度和高度通过了方差齐次性检验, 显著度分别为 0.261、0.083 和 0.194。采用 SPSS 13.0 (SPSS Inc., USA) 进行单因素方差分析, 如果生境差异显著, 利用 LSD 检验来确定不同生境之间的差异性, 显著水平为 0.05。

1.2 野外实验

1.2.1 实验地点概况

选取肿柄菊入侵严重的云南省新平县杨武镇大开门村为实验地点 (24°00' N, 102°11' E), 山坡为人工播种的坡柳 (*Salix myrtilleacea*) 和橄榄 (*Canarium album*) 占优势的郁闭灌丛, 平地分布有单优肿柄菊亚灌丛, 以及本地种类芦 (*Neyraudia reynaudiana*), 入侵种较多。

1.2.2 实验设计

该实验于 2006 年 7 月 23 日 ~ 2006 年 9 月 23 日进行, 分别选取条件类似的坡柳灌丛 (无肿柄菊) 和草地 (有肿柄菊) 两种生境, 通过挖掘构造 60 cm × 60 cm × 60 cm 的实验小区, 将实验小区内的土壤分别换为坡柳灌丛土壤 (pH 7.90, 全氮 0.303%, 有效磷 0.00018%, 速效钾 0.0033%) 和草地土壤 (pH 7.24, 全氮 0.140%, 有效磷 0.000058%, 速效钾 0.0021%), 将肿柄菊和类芦幼苗移栽入实验小区, 当两个物种种植在一起 (无间隔) 时表示竞争 (Competition), 相距 30 cm 时为无竞争 (Alone) (图 1), 每种处理 10 个重复。实验开始时, 记录每株幼苗的初始株高和叶片数量, 9 周后再次调查每株植物的株高和叶片数量。

1.2.3 数据分析

利用 SPSS13.0 (SPSS Inc., USA) 对数据进行分析, 肿柄菊和类芦株高通过了方差齐次性检验, 显著度分别为 0.160 和 0.187, 将叶片数量进行开平方转换后, 也通过了方差齐次性检验, 显著度分别为 0.373 和 0.149。将小气候、土壤和竞争作为固定变量, 利用 SPSS 13.0 (SPSS Inc., USA) 对株高和叶片数量开方后数据进行三元方差分析, 显著水平为 0.05。

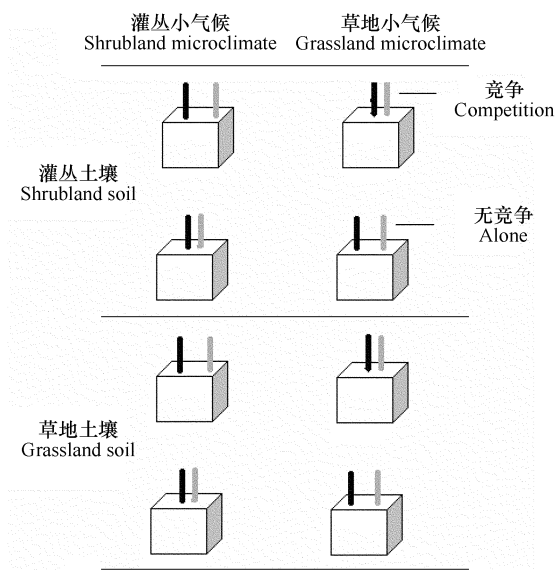


图 1 实验设计图 (两条粗线分别代表两株幼苗 (黑色为肿柄菊, 灰色为类芦), 立方体代表种植幼苗的实验小区)

Fig. 1 Layout of the Experiment (Two thick lines stand for two seedlings (black line for *Tithonia diversifolia* and gray one for *Neyraudia reynaudiana*), and the cubes stand for the growth containers for seedlings)

2 结果

2.1 群落类型与种群特征

群落类型对肿柄菊的相对盖度 ($P = 0.007$)、相对密度 ($P < 0.001$)和高度 ($P = 0.025$)均有极显著或显著的影响。单优群落中肿柄菊的相对盖度 (0.87 ± 0.05)和相对密度 (0.64 ± 0.10)显著大于其它两种群落 (肿柄菊与飞机草共优群落、肿柄菊与紫茎泽兰共优群落)中肿柄菊的相对盖度 (0.57 ± 0.13 , 0.67 ± 0.06)和相对密度 (0.17 ± 0.04 , 0.11 ± 0.03)。单优群落中肿柄菊的高度显著大于肿柄菊与紫茎泽兰共优群落中肿柄菊的高度 ($1.89 \text{ m} \pm 0.14 \text{ m}$, $1.16 \text{ m} \pm 0.10 \text{ m}$) ($P = 0.002$) ,而与肿柄菊与飞机草共优群落中肿柄菊的高度无显著差异 ($1.89 \text{ m} \pm 0.14 \text{ m}$; $1.63 \text{ m} \pm 0.28 \text{ m}$) ($P = 0.352$)。肿柄菊的相对盖度、相对密度和高度在两个共优群落间无显著差异 (图 2)。

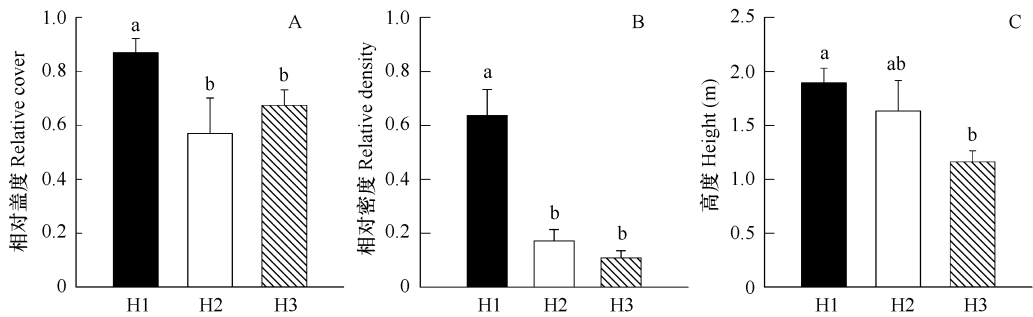


图 2 不同生境中肿柄菊的相对盖度 (A)、相对密度 (B)、高度 (C)变化 (H1 代表肿柄菊单优群落, H2 代表肿柄菊与飞机草群落, H3 代表肿柄菊与紫茎泽兰群落)。数据为 :平均值 ± 标准误 ($n = 10$)

Fig. 2 Changes in relative cover, relative density, and height of *Tithonia diversifolia* with habitats (H1 stands for *T. diversifolia* community, H2 for *T. diversifolia* + *Chromolaena odorata* community, and H3 for *T. diversifolia* + *Ageratina adenophora* community). Data = means ± SE ($n = 10$)

2.2 小气候、土壤和竞争对株高的影响

灌丛小气候对肿柄菊的株高生长的影响大于草地小气候 ($7.47 \text{ cm} \pm 1.00 \text{ cm}$; $5.30 \text{ cm} \pm 0.82 \text{ cm}$) ,但差异并不显著 ($P = 0.086$) ;灌丛小气候对类芦的株高生长的影响明显大于草地小气候 ($11.30 \text{ cm} \pm 1.83 \text{ cm}$; $4.98 \text{ cm} \pm 0.85 \text{ cm}$) ($P = 0.001$) ;灌丛土壤和草地土壤对肿柄菊和类芦的株高生长的影响均不显著 ($6.44 \text{ cm} \pm 0.76 \text{ cm}$; $6.22 \text{ cm} \pm 1.09 \text{ cm}$, $P = 0.817$; $8.22 \text{ cm} \pm 1.28 \text{ cm}$; $7.54 \text{ cm} \pm 1.68 \text{ cm}$, $P = 0.864$) ;竞争对肿柄菊和类芦的株高生长无显著影响 ($6.48 \text{ cm} \pm 0.98 \text{ cm}$; $6.19 \text{ cm} \pm 0.88 \text{ cm}$, $P = 0.862$; $8.53 \text{ cm} \pm 1.56 \text{ cm}$; $7.33 \text{ cm} \pm 1.37 \text{ cm}$, $P = 0.410$) ;小气候、土壤和竞争的交互作用显著影响了肿柄菊 ($P = 0.044$) 和类芦 ($P = 0.008$) 的株高生长 (图 3A、B)。

2.3 小气候、土壤和竞争对叶片数量的影响

灌丛小气候和草地小气候对肿柄菊和类芦叶片数量的影响均不显著 (6.73 ± 1.46 ; 4.66 ± 1.06 , $P = 0.251$; 5.53 ± 1.13 ; 5.06 ± 0.86 , $P = 0.756$) ;灌丛土壤和草地土壤对肿柄菊和类芦叶片数量的影响也不显著 (4.46 ± 0.89 ; 6.94 ± 1.67 , $P = 0.173$; 5.88 ± 1.88 ; 4.60 ± 0.63 , $P = 0.350$) ;竞争不影响肿柄菊 ($P = 0.604$) 和类芦的叶片数量 ($P = 0.074$) ;小气候、土壤和竞争的交互作用对肿柄菊和类芦的叶片数量影响均不显著 ($P > 0.05$) (图 3C、D)。

3 讨论

肿柄菊是云南危害非常严重的一种入侵植物^[10]。入侵植物的个体和种群特征对其生境选择具有重要影响,因此在不同等级研究入侵植物的特征是必要的。本文从种群和个体两个水平初步研究了生境类型对肿柄菊种群特征和个体生长的影响。在自然生境中,不同群落组成对肿柄菊的种群特征具有重要影响 (图 2) ,这在一定程度上揭示了不同群落的可入侵性。在人工构造的生境中,影响肿柄菊个体生长的原因是小气候、土壤类型和竞争三者之间的共同作用,而任何单个环境要素都不具有主导作用。

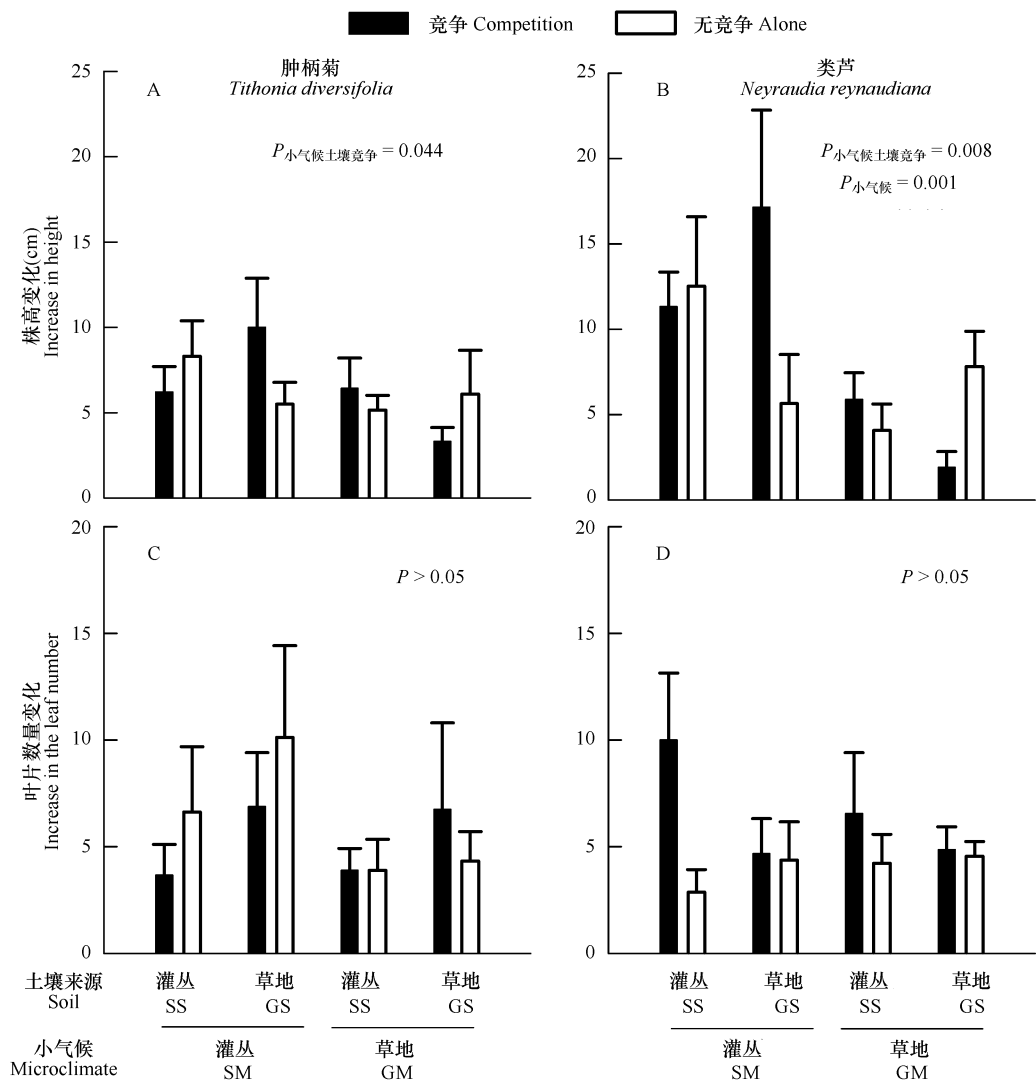


图3 不同生境中肿柄菊株高 (A)、类芦株高 (B)、肿柄菊叶片数量 (C)、类芦叶片数量 (D)变化 (平均值 ± 标准误 ($n = 10$))

Fig.3 Changes in the height and number of leaves of *Tithonia diversifolia* and *Neyraudia reynaudiana* (SS, GS, SM, and GM stand for shrubland soil, grassland soil, shrubland microclimate, and grassland microclimate, respectively) (means ± SE ($n = 10$))

对植物而言,不同生境中的各种环境因素(如小气候、土壤养分)可能存在差异。小气候的不同会引起光照、日最高温度、日最低温度、日平均温度、水分状况、风速等的改变,而土壤的改变则会引起土壤质地、结构和化学性质的差异。草地小气候和灌丛小气候的差异主要体现在:前者能够吸收更多的太阳辐射和降水,吸收较少的地面长波辐射,风速较大,蒸散较高,昼夜温度、湿度差异较大^[6,13]。灌丛土壤和草地土壤的差异主要体现在不同的养分含量上,前者具有更高的氮、有效磷和速效钾等无机养分。

此外,不同生境中种间或种内的竞争压力也可能存在差异。例如,被入侵植物群落中的物种组成不同,因此对相同资源的需求存在差异;另一方面,这些群落中的资源可利用性也存在差异,这会导致物种之间关系发生改变。在低资源生境中,物种间的竞争强度较小,而在高资源生境中,种间竞争强度较高。

外来植物的盖度和相对盖度与本地物种的多度存在显著的负相关关系,与光、水和养分等资源的可利用性也密切相关^[14]。以前的研究表明,在不同的群落或生境中,植物的株高和盖度均表现出显著差异^[15]。本研究支持这一发现。入侵植物的扩散过程与其种群动态特征密切相关。入侵植物在新生境中的优势度越大,其空间扩散的能力越强^[16]。在不同的生境中,肿柄菊的相对盖度、相对密度和高度等均表现出显著的差异,这表明生境类型可通过影响肿柄菊的种群动态进而影响肿柄菊的入侵能力。

生境影响植物的株高生长和相对生长率^[17],环境异质性影响着外来种的生长^[14]。不同生境通过改变空气温度、相对湿度、透光率、风速、土壤结构、化学性质等影响植物生长^[17~18]。已有研究表明:土壤湿度对肿柄菊的株高、叶面积以及干生物量等有显著影响^[19]。有趣的是:本地植物与入侵植物对小气候、土壤类型和竞争的响应存在差异(图3)。这些结果指示:生境类型对本地植物和入侵植物的生长可能具有差别效应。这种差别效应对改变群落的组成和优势度具有不可忽视的价值^[16]。

一个物种扩散到一种新的生境中,必然面对原来存活于此生境中的物种的竞争,主要包括对光、水分、空间和养分的竞争^[20]。本地种的竞争可以对抗外来种的入侵,降低外来种的存活率或阻止外来种的扩散^[21],但也有研究表明,竞争与土壤养分、物理干扰等相互作用时,才会对入侵起重要作用^[22]。本文结果表明,小气候、土壤和竞争单个因子的作用对肿柄菊的株高和叶片数量没有显著影响,这可能与肿柄菊的适应性有关。与本地种或外来非入侵种相比,入侵种对环境因子如营养供给、水和光等反应的可塑性更高^[23~25],肿柄菊属于密集型克隆生长植物,密集型克隆植物通常对生境的选择范围较宽,能极度地利用局部资源,忍受环境压力的能力较强^[26]。此外,小气候、土壤和竞争的交互作用对肿柄菊的株高生长具有显著影响,换言之,生境类型对肿柄菊的株高生长有显著的影响。这种影响可改变植物的种间竞争。

References :

[1] Callaway R M , Maron J L. What have exotic plant invasions taught us over the past 20 years ?Trends in Ecology and Evolution ,2006 ,21 :369 — 374.

[2] Holm L , Doll J , Holm E , *et al.* World Weeds : natural histories and distribution. New York : John Wiley & Sons Inc. ,1997. 1 — 37.

[3] Williamson J , Harrison S. Biotic and abiotic limits to the spread of exotic revegetation species. Ecological Applications ,2002 ,12 :40 — 51.

[4] Hobbs R J , Huenneke L F. Disturbance , diversity , and invasion : implications for conservation. Conservation Biology ,1992 ,6 :324 — 337.

[5] Corbin J D , D’Antonio C M. Competition between native perennial and exotic annual grasses : implications for an historical invasion. Ecology ,2004 ,85 :1273 — 1283.

[6] Chen J Q , Franklin J F , Spies T A. Growing-season microclimatic gradients from clear-cut edges into old-growth Douglas-fir forests. Ecological Applications ,1995 ,5 :74 — 86.

[7] Hill S J , Tung P J , Leishman M R. Relationships between anthropogenic disturbance , soil properties and plant invasion in endangered Cumberland Plain Woodland , Australia. Australia Ecology ,2005 ,30 :775 — 788.

[8] Green P T , Lake P S , O’Dowd D J. Resistance of island rainforest to invasion by alien plants : influence of microhabitat and herbivory on seedling performance. Biological Invasion ,2004 ,6 :1 — 9.

[9] Sonke D. Tithonia weed — a potential green manure crop. Echo Development Notes ,1997 ,57 5 — 6.

[10] Xu C D , Dong X D , Lu S G. Invasive plants in Honghe River basin of Yunnan Province. Chinese Journal of Ecology ,2006 ,25 (2) :194 — 200.

[11] Wang S H , Sun W B , Cheng X. Attributes of plant proliferation , geographic spread and the natural communities invaded by the naturalized alien plant species *Tithonia diversifolia* in Yunnan , China. Acta Ecologica Sinica ,2004 ,24 :444 — 449.

[12] Dong M , Wang Y F , Kong F Z , *et al.* Survey , Observation and Analysis of Terrestrial Biocommunities. Beijing : Standards Press of China ,1996. 15 — 16.

[13] Ghuman B S , Lal R. Effects of partial clearing on microclimate in a humid tropical forest. Agricultural and Forest Meteorology ,1987 ,40 :17 — 29.

[14] Stohlgren T J , Jarnevich C , Chong G W , *et al.* Scale and plant invasions : a theory of biotic acceptance. Preslia ,2006 ,78 :405 — 426.

[15] Yin H , Piao S J , Wang Z J , *et al.* Ecological characteristics of *Artemisia halodendron* community and population on Horqin sandy land. Chinese Journal of Applied Ecology ,2006 ,17 (7) :1169 — 1173.

[16] Elton C S. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. London : Methuen & Co Ltd ,1958. 181.

[17] Chen J Q , Franklin J F , Spies T A. Vegetation Responses to Edge Environments in Old-Growth Douglas-Fir Forests. Ecological Applications ,1992 ,2 :387 — 396.

[18] Manuel C. Molles Jr. Ecology : Concepts and Applications. 2nd ed. Singapore : The McGraw-Hill Book Co. ,2002. 82 — 156.

[19] Tongma S , Kobayashi K , Usui K. Allelopathic activity of Mexican sunflower [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray] in soil under natural field

conditions and different moisture conditions. Weed Biology and Management ,2001 ,1 :115 — 119.

[20] Shang Y C. General Ecology. 2nd ed. Beijing : Peking University Press ,2002. 157.

[21] Fagan W F , Bishop J G. Trophic interactions during primary succession : herbivores slow a plant reinvasion at mount St. Helens. The American Naturalist ,2000 ,155 :238 ~ 251.

[22] Burke M J , Grime J P. An experimental study of plant community invasibility. Ecology ,1996 ,77 :776 — 790.

[23] Durand L Z , Goldstein G. Photosynthesis , photo-inhibition and nitrogen use efficiency in native and invasive tree ferns in Hawaii. Oecologia ,2001 ,126 :345 — 354.

[24] Baruch Z , Fernandez D. Water relations of native and introduced C4 grasses in a neo-tropical savanna. Oecologia ,1993 ,96 :179 — 185.

[25] Luken J O , Tholemeier T C , Kuddes L M , et al. Performance , plasticity and acclimation of the non-indigenous shrub *Lonicera maackii* (Caprifoliaceae) in contrasting light environments. Canadian Journal of Botany ,1995 ,73 :1953 — 1961.

[26] Song M H , Dong M. Importance of clonal plants in community. Acta Ecologica Sinica ,2002 ,22 :1960 — 1967.

参考文献 :

[10] 徐成东 ,董晓东 ,陆树刚. 红河流域的外来入侵植物. 生态学杂志 2006 25 (2) :194 ~ 200.

[11] 王四海 ,孙卫邦 ,成晓. 逃逸外来植物肿柄菊在云南的生长繁殖特性、地理分布现状及群落特征. 生态学报 2004 24 (3) :444 ~ 449.

[12] 董鸣 ,王义凤 ,孔繁志 ,等. 陆地生物群落调查观测与分析. 北京 :中国标准出版社 ,1996. 15 ~ 16.

[15] 尹航 ,朴顺姬 ,王振杰 ,等. 科尔沁沙地差巴嘎蒿群落及种群生态特征. 应用生态学报 2006 17 (7) :1169 ~ 1173.

[20] 尚玉昌. 普通生态学. 第 2 版. 北京 :北京大学出版社 2002. 157.

[26] 宋明华 ,董鸣. 群落中克隆植物的重要性. 生态学报 2002 22 :1960 ~ 1967.