

外来植物入侵对生态旅游的影响

——以云南地区的肿柄菊为例^①

罗达丽¹, 李宁云²

1. 重庆工程职业技术学院 财经与贸易学院, 重庆 402260;

2. 云南省林业科学院, 昆明 650204

摘要: 外来植物入侵对于区域生态环境会产生重要影响, 进而影响到区域旅游产业。该文从物种结构、生态结构、景观结构、旅游结构4个方面出发, 设计了外来物种入侵对生态旅游影响的评价指标体系, 并以肿柄菊(*Tithonia rotundifolia*)入侵对云南地区生态旅游的影响为具体案例开展了实证研究, 实证结果表明: 肿柄菊的入侵对于云南地区生态旅游存在有益的正向影响, 尤其在对生态结构的影响方面作用明显。

关键词: 外来植物; 生态旅游; 肿柄菊; 云南

中图分类号: F590.31

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2019)03-0108-06

区域内生物群落生存、演化和变迁, 都不可避免地受到外来植物的入侵^[1]。而外来植物的入侵, 因入侵范围大小、入侵植物繁殖能力高低, 会对当地原有生物群落结构和物种类型结构造成不同程度的影响, 从而导致当地原有生态环境的变化和重构^[2]。因为人类分布的广泛性, 一个区域遭受外来植物入侵时, 生态环境的变化也就不可避免地影响到人类的生产和生活, 从而形成对人类社会经济的影响^[3]。外来植物入侵会对人类的农业生产造成影响, 外来植物不断扩大自己的生存空间, 就会压缩人类农耕植物和畜牧植物的生存空间, 从这一点来看外来植物的入侵无疑是有害的^[4]。但在另一方面, 很多外来入侵植物不仅生存能力强, 而且具有某些药用价值或者观赏价值, 又可以改变当地原有的景观结构, 以新的景观价值吸引外地游客到来, 从而促进当地生态旅游业的发展。因此, 外来植物的入侵又可能带来有益的影响^[5]。从已有的研究成果来看, 外来植物入侵会改变当地原有的物种结构、生态结构、景观结构、旅游结构, 进而对生态旅游造成全面而深入的影响^[6-8]。这种影响是正向的还是负向的, 成为是否需要对外来入侵植物进行抑制管理的判断依据。

肿柄菊是源自美洲的一种观赏植物, 因其可以提升土壤肥力、改善景观结构并具有一定的药用价值, 被部分东南亚国家引入^[9]。但是, 肿柄菊生存能力强、扩张速度快, 逐渐蔓延到我国云南地区, 成为对云南地区原有生物群落结构威胁最大、破坏最强的外来入侵植物^[10]。仅有少量文献指出了肿柄菊对于生态旅游的影响具有正向意义, 例如可以将其作为观赏性植物来看待^[11]。鉴于有关肿柄菊对生态环境影响的研究一直以其危害性为主, 本文以其为案例探寻这种外来入侵植物对于云南生态旅游的影响, 以期从另一个角度对肿柄菊给出更加全面和客观的评价。

1 外来植物入侵对生态旅游影响的评价指标和方法

1.1 评价指标

生态旅游是依托区域生态环境开展旅游产业的一种经济模式。因此, 区域环境内的物种结构、生态结

① 收稿日期: 2018-09-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(31560092)。

作者简介: 罗达丽(1979-), 女, 副教授, 主要从事旅游管理及旅游职业教育研究。

构、景观结构都直接影响到生态旅游的旅游结构,进而影响到生态旅游的效果。

本文为了考察外来植物入侵对生态旅游的影响,从物种结构、生态结构、景观结构、旅游结构 4 个方面来构建评价指标,结果如表 1 所示。

表 1 外来植物入侵对生态旅游影响的评价指标

总体指标	二级指标	三级指标
O: 外来植物入侵对区域生态旅游的影响	A: 物种结构	A1: 外来植物入侵对区域物种种类的影响
		A2: 外来植物入侵对区域物种数量的影响
		A3: 外来植物入侵对区域物种分布的影响
	B: 生态结构	B1: 外来植物入侵对区域水文条件的影响
		B2: 外来植物入侵对区域土壤条件的影响
		B3: 外来植物入侵对区域空气条件的影响
	C: 景观结构	C1: 外来植物入侵对区域植物景观的影响
		C2: 外来植物入侵对区域动昆景观的影响
		C3: 外来植物入侵对区域景观分布的影响
	D: 旅游结构	D1: 外来植物入侵对游客目标群体的影响
		D2: 外来植物入侵对旅游项目设计的影响
		D3: 外来植物入侵对旅游线路设计的影响

1.2 评价方法

表 1 中构建了多层次、多指标的外来植物入侵对生态旅游影响的评价指标体系。要采用这一指标体系,实现某区域外来植物入侵对生态旅游影响的科学评价,应配套使用层次分析法。

层次分析法分 3 个步骤来执行评价过程:

第一步,先根据各个指标、各个层次之间的重要程度差异,为不同层次的不同指标进行重要程度量化打分。此处打分的原则,采用 1~9 标度法,如表 2 所示。

表 2 各指标重要性比较的 1~9 标度法

标度	含 义	标度	含 义
1	2 个指标相比,其重要性相同	7	2 个指标相比,前指标强烈重要
3	2 个指标相比,前指标稍重要	9	2 个指标相比,前指标极端重要
5	2 个指标相比,前指标明显重要	2, 4, 6, 8	介于上述判断的中间值

进而将同一层次内的各个指标纳入一个矩阵中,形成重要性评估矩阵。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

(1)

第二步,根据重要性评估矩阵,对同一层次的指标执行归一化处理,进而计算出各个指标对上一层次大指标的权重。

$$W_i = \prod_{j=1}^m a_{ij} \qquad \overline{W}_i = \sqrt[m]{W_i} \qquad w_i = \frac{\overline{W}_i}{\sum_{j=1}^m \overline{W}_j}$$

(2)

第三步,对已经计算出的各个层次各个指标权重的正确性进行验证,即进行一致性校验,校验结果以检验值 CRE 同 0.1 作比较,CRE 在 0.1 以下,权重的计算结构就是可信的,过程为

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$
$$CRE = \frac{CI}{RI}$$

(3)

根据上述处理过程，得到各指标的权重如表 3 所示。

表 3 各指标权重计算结果

总体指标	二级指标及权重	三级指标及权重
指标：O	指标：A，权重：0.24	指标：A1，权重：0.22
		指标：A2，权重：0.52
		指标：A3，权重：0.26
	指标：B，权重：0.31	指标：B1，权重：0.24
		指标：B2，权重：0.48
		指标：B3，权重：0.28
	指标：C，权重：0.26	指标：C1，权重：0.41
		指标：C2，权重：0.28
		指标：C3，权重：0.31
	指标：D，权重：0.19	指标：D1，权重：0.20
		指标：D2，权重：0.28
		指标：D3，权重：0.52

2 肿柄菊入侵对云南生态旅游的影响

2.1 肿柄菊入侵云南的现状分析

云南省位于我国西南边陲，与缅甸、老挝、越南 3 个国家接壤。这 3 个中南半岛上的国家，因为大量存在肿柄菊，导致肿柄菊逐渐越过边境向云南省内蔓延入侵。肿柄菊群落外貌及其在云南省境内的分布如图 1 和图 2 所示。

从图 2 中可以看出，肿柄菊在云南省境内已经形成了广泛分布，密度上从南部边境向北逐渐递减。在云南省内，肿柄菊的分布跨度包含了中温带、南温带、北亚热带、中亚热带、南亚热带、北热带 6 个温度带。从行政区划上看，云南省 12 个州、70 多个县都有肿柄菊分布。从海拔上看，肿柄菊在 1 200 多米的海拔上最易生长，较低海拔和较高海拔都会导致肿柄菊分布数量减少。

作为一种外来入侵植物，肿柄菊在云南省境内的蔓延过程中与当地植物争夺生存空间并逐步形成共生的局面。从不同植物覆盖区域的分布情况上看，肿柄菊在草地区域上分布最广，其次是稀疏林地区域、农田区域、灌木区域、原始森林区域、建筑用地区域。这样的分布与肿柄菊喜光有关，如果原有植被高且密，不利于阳光射入，肿柄菊就难于生长和扩散。

2.2 肿柄菊入侵对云南生态旅游的实证研究

肿柄菊的入侵和大量繁殖，对云南地区的固有生态造成了相当程度的影响，一些固有植物的生存空间受到了极大的压缩。因此，近年来有关肿柄菊入侵的研究，更多地集中在对其破坏力的分析方面。

但从另一个角度看，肿柄菊是一种景观植物，株棵高度适宜，花盘大而亮丽，生长速度快，并能沿公路蔓延扩张，形成自然的生态区域边界，这些对于生态景观来讲却是有利的。为此，本文从肿柄菊入侵对云南生态旅游的影响出发，运用前节构建的指标体系分析这种影响的优劣情况。



图 1 肿柄菊群落的外观样貌

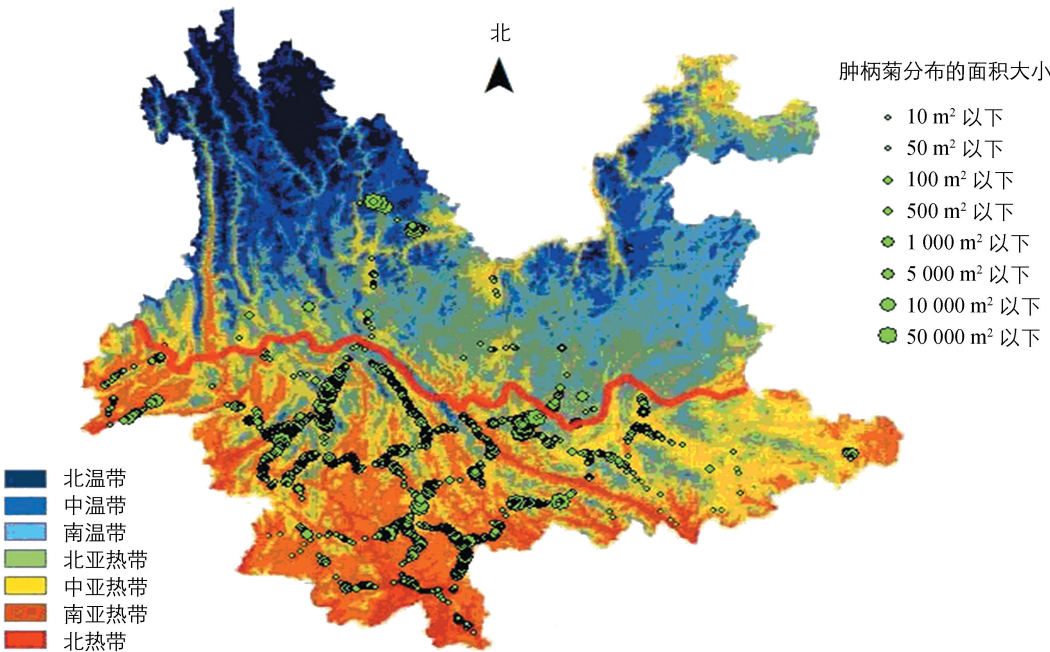


图 2 肿柄菊在云南省境内的分布情况

在实证研究过程中聘请领域内的 10 位专家学者，依据表 1 中的各项指标进行指标重要性打分和肿柄菊入侵对云南生态旅游影响强弱打分。依据层次分析法计算出各指标权重和三级指标分值(表 4)。

表 4 外来植物入侵对生态旅游影响的评价指标

总体指标	二级指标及权重	三级指标及权重打分
指标：O, 分值：7.06	指标：A, 权重：0.24, 分值：5.26	指标：A1, 权重：0.22, 分值：6.64
		指标：A2, 权重：0.52, 分值：5.18
		指标：A3, 权重：0.26, 分值：4.27
	指标：B, 权重：0.31, 分值：8.58	指标：B1, 权重：0.24, 分值：7.88
		指标：B2, 权重：0.48, 分值：9.26
		指标：B3, 权重：0.28, 分值：8.01
	指标：C, 权重：0.26, 分值：6.74	指标：C1, 权重：0.41, 分值：8.44
		指标：C2, 权重：0.28, 分值：3.25
		指标：C3, 权重：0.31, 分值：7.64
	指标：D, 权重：0.19, 分值：7.33	指标：D1, 权重：0.20, 分值：6.63
		指标：D2, 权重：0.28, 分值：5.25
		指标：D3, 权重：0.52, 分值：8.72

从表 4 中的结果可以看出，在肿柄菊入侵对云南地区物种结构的影响方面，物种数量(指标 A2)受到的影响最强，指标权重为 0.52；在肿柄菊入侵对云南地区生态结构的影响方面，土壤条件(指标 B2)受到的影响最强，指标权重为 0.48；在肿柄菊入侵对云南地区景观结构的影响方面，植物景观(指标 C1)受到的影响最强，指标权重为 0.41；在肿柄菊入侵对云南地区旅游结构的影响方面，旅游线路(指标 D3)受到的影响最强，指标权重为 0.52。

这一结果与实际情况相符合。在肿柄菊入侵过程中因其大量地蔓延繁殖，一部分植物的生存空间被压缩，导致这些物种数量减少；肿柄菊对土壤肥力有较好的提升作用，从而对土壤条件形成了正向影响；肿柄菊的生长和扩张，形成了新的植物景观区域；肿柄菊沿公路沿线有较好的蔓延趋势，并形成了新的生态边界，易于旅行社制定更为合适的旅游线路。

进一步根据表 4 中的数据计算肿柄菊入侵对云南生态旅游的影响，评价结果以 1~10 分为 10 个等级，各自代表影响的强弱。其中分值 5 代表影响为中性，高于 5 的为正向影响，并且越高代表正向影响越明显；低于 5 的为负向影响，并且越低代表负向影响越明显。本文的实证结果如下：

- 1) 肿柄菊入侵对云南地区物种结构的影响，即二级指标 A，最终评分为 5.26，接近中性的 5 分。
- 2) 肿柄菊入侵对云南地区生态结构的影响，即二级指标 B，最终评分为 8.58，为明显的正向影响。
- 3) 肿柄菊入侵对云南地区景观结构的影响，即二级指标 C，最终评分为 6.74，为正向影响。
- 4) 肿柄菊入侵对云南地区旅游结构的影响，即二级指标 D，最终评分为 7.33，为正向影响。
- 5) 肿柄菊入侵对云南地区生态旅游的影响，即总体指标 O，最终评分为 7.06，为正向影响。

综合上述评价结果可以看出，肿柄菊入侵对云南地区生态旅游的影响是正向的、有益的，尤其在生态结构和旅游结构方面正向作用比较突出。

3 结 论

肿柄菊入侵对云南地区的生态结构、景观结构、旅游结构都有正向影响，从而对云南地区的生态旅游也产生了总体上的正向影响。出现上述的实证结果，与专家们对于肿柄菊认识的改变有很大关系。在肿柄菊进入云南地区之初，更多的观点是将其作为破坏性的入侵植物来看待，但随着时间的推移，肿柄菊对于云南地区物种结构也没有造成过度破坏，故其中性影响得到了比较普遍的认可。同时，肿柄菊具有较强的观赏性，并且沿公路自然生长成为天然的边界分割标志，此外还具有一定的药用价值，因此其对于生态结构、景观结构、旅游结构的正向影响得到了更多的认同。

4 对策和建议

根据实证研究的结果发现，肿柄菊入侵并未造成云南地区物种种类明显减少，却在一定程度上提升了土壤肥力，改善了当地的水文条件和空气条件；肿柄菊入侵丰富了当地的植物景观，并形成了沿公路的自然生态区域化分。为了充分利用肿柄菊入侵的优势，更好地推动云南地区生态旅游业发展，笔者给出如下的对策和建议：

- 1) 充分利用肿柄菊在云南地区已经形成的分布结构和特征，顺其自然地分割成多个肿柄菊景观区，凭借肿柄菊及其群落的景观价值吸引游客到来。
- 2) 肿柄菊沿公路蔓延扩张的速度最快，会沿公路两侧形成自然的景观带。可以根据这些自然形成的景观带建设景观大道，供游客在公路旅途中观赏。
- 3) 深入开发肿柄菊的药用价值，建立药用价值园区，与景观园区形成助力生态旅游产业发展的双向机制。
- 4) 对肿柄菊入侵造成其他物种恶意破坏的地区，也应该采取抑制措施或隔离手段，保护云南地区物种的多样性。

参考文献：

[1] MENUZ D R, KETTENRING K M. The Importance of Roads, Nutrients, and Climate for Invasive Plant Establishment in Riparian Areas in the Northwestern United States [J]. *BiolInvasions*, 2013, 22(5): 601-1612.

[2] OTTO R, ARTEAGA M A, DELGADO J D, et al. Road Edge Effect and Elevation Patterns of Native and Alien Plants on an Oceanic Island (Tenerife, Canary Islands) [J]. *Folia Geobot*, 2013, 49(1): 65-82.

[3] 刘 莉. 外来植物入侵的经济与环境影响评价——基于米草和加拿大一枝黄花的实证 [D]. 南京：南京农业大学，2007.

[4] EMRY D J, ALEXANDER H M, TOURTELLOT M K. Modelling the Local Spread of Invasive Plants: Importance of Including Spatial Distribution and Detectability in Management Plans [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2017, 48(5): 1391-1400.

[5] NATALE E S, ZALBA S M, REINOSO H, et al. Assessing Invasion Process Through Pathway and Vector Analysis:

- Case of Saltcedar (*Tamarix* spp.) [J]. *Management of Biological Invasions*, 2018, 23(1): 37-44.
- [6] 冯建孟, 董晓东, 徐成东. 中国外来入侵植物物种多样性的空间分布格局及与本土植物之间的关系 [J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2010, 32(6): 50-57.
- [7] 陆琴燕, 刘永, 李纯厚. 外来植物入侵红树林生态系统风险评估体系的构建及应用 [J]. *广东农业科学*, 2013, 40(10): 171-175.
- [8] 芦 峥. 老君山国家公园外来植物沿旅游道路的分布特征 [D]. 昆明: 云南大学, 2016.
- [9] 王四海, 孙卫邦, 成 晓, 等. 外来植物肿柄菊(*Tithonia rotundifolia*)的繁殖特性及其地理扩散 [J]. *生态学报*, 2008, 28(3): 1308-1313.
- [10] 朱 枫, 王四海, 陈 剑, 等. 外来入侵植物肿柄菊在云南的分布特征及其影响因素 [J]. *生态学杂志*, 2018, 7(3): 1-13.
- [11] 黄 磊. 东山岛沙质海岸带植物配置和景观动态研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2010.

Influence of Exotic Plant Invasion on Ecotourism ——A Case Study of *Tithonia rotundifolia* in Yunnan

LUO Da-li¹, LI Ning-yun²

1. Department of Finance and Trade, Chongqing Vocational Institute of Engineering, Chongqing 402260, China;

2. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China

Abstract: The invasion of exotic plants has an important impact on the regional ecological environment, and then affects the regional tourism industry. In a study reported in this paper, starting from the four aspects of species structure, ecological structure, landscape structure and tourism structure, the authors designed an evaluation index system of the impact of exotic species invasion on ecotourism. Then an empirical case study was carried out of the invasion of *Tithonia rotundifolia*, an exotic plant species in Yunnan. The empirical results showed that the invasion of *T. rotundifolia* had a positive effect on the ecotourism in Yunnan, especially on the local ecological structure.

Key words: exotic plant; ecotourism; *Tithonia rotundifolia*; Yunnan

责任编辑 夏 娟

