

文章编号: 1674-7054(2013)01-0066-08

杂草入侵背景下的云南嘉利泽湿地 植物群落与种间的关系

徐 沁 沈初泽 唐 骋 吴 岷

(南京大学 生命科学学院 江苏 南京 210093)

摘 要: 对云南嘉利泽泥炭沼泽进行了基于样方调查的植物多样性研究。野外调查表明: 本区含 66 科 137 属的 176 种高等植物; 其中外来入侵物种 17 种。176 种植物中的 82 种, 有 5 种外来杂草。在此基础上, 采用双向指示种分析方法, 对当地植物群落进行了分类, 并采用 χ^2 检验方法研究了 30 个主要物种种对间的关系。结果表明: 1. 采用 TWINSpan 数量分类方法, 将植被划分为 12 个群丛类型, 分别为: 莲-浮萍-满江红-黑麦草, 黑麦草-野豌豆-艾蒿-三叶鬼针草, 芸苔-黑麦草-狗牙根-三叶鬼针草, 芦苇-黑麦草-狗牙根, 蒲公英-黑麦草-三叶鬼针草-芦苇, 狗牙根-三叶鬼针草-苦苣菜属, 艾蒿-狗牙根-三叶鬼针草-空心莲子草-紫茎泽兰, 狗牙根-芦苇-空心莲子草-狐尾藻, 三叶鬼针草-空心莲子草-打碗花, 三叶鬼针草-芦苇-龙葵, 锦葵和毛茛-酸模-三叶鬼针草群丛。2. 30 种主要植物组成的 435 个种对中, 正联结的种对占 42.5%, 负联结的种对占 56.3%, 完全无关联的种对占 1.2%。显著正关联和显著负关联关系的缺乏表明: 本区植物各物种独立性强, 竞争关系也尚未完全建立。本研究暗示了除自然灾害和人为干扰外, 外来入侵物种可能也是造成这种状况的原因之一。

关键词: 植物多样性; 植物群落; 入侵; 种间关联; 杂草; 人为干扰; 泥炭沼泽

中图分类号: Q 948.15

文献标志码: A

种间联结是指不同物种在空间分布上的相互关联性^[1], 通常是由群落生境差异影响物种的分布引起的^[2-3]。依据群落内共同出现的种对对生境选择和要求上的异同以及相互间的吸引或排斥状况, 可将种间关系分成正相关、负相关或不相关 3 种类型^[4]。物种的种间关联性是植物群落重要的数量和结构特征之一, 是测量物种栖息地要求相似性的一种尺度, 对于正确认识群落的结构、功能和分类有重要的指导意义, 并能为植被的经营、自然植被恢复和生物多样性保护提供理论依据^[5]。此外, 在比较植物群落生态关系时, 数量分类方法也可以深刻地揭示植物种、植物群落与环境间的生态关系^[1]。嘉利泽湿地位于云南昆明的嵩明县, 历史上为自然洼地集水后经生物作用演替形成的泥炭沼泽地。其流入水源为果马河、普沙河、弥良河、杨林河、匡郎河、对龙河、肠子河和老贾河, 这些支流经嘉利泽汇合成牛栏江。嘉利泽湿地由于受到长期的人为干扰, 逐渐被改造成鱼塘或者农田, 自然湿地面积不断缩小, 但仍然承担着重要的湿地功能, 栖居着大量的鸟类。由于嘉利泽湿地的面积较小, 一直未受到重视, 故在生态环境调查方面的研究几乎为空白, 缺乏植物区系的调查和植物群落关系的研究。笔者以高分辨率的嘉利泽地区遥感图片为依据, 进行 400 m × 400 m 分格, 每个结点上取 10 m × 1 m 的面积为样带, 对每个样带的植物种类进行调查。然后, 采用 χ^2 检验和双向指示种分析 (two-way indicator species analysis, TWINSpan), 同时对嘉利泽湿地植物群落的植物间的关系以及植物与周围环境的关系进行探索和分析。

收稿日期: 2012-11-05

基金项目: 云南省嵩明县环境保护局委托项目“云南省嵩明县嘉利泽片区生态环境评估”, 国家科技部科技基础性工作专项项目“中国外来入侵物种及其安全性考察”(2006FY111000)

作者简介: 徐沁 (1987-), 女, 上海人, 南京大学生命科学学院 2010 级硕士生。

通信作者: 吴岷, 南京大学生命科学学院教授, E-mail: minwu1969@yahoo.cn

1 材料与方法

1.1 植物调查区域 嵩明县位于云南省中部、昆明市东北部,海拔 1 890 ~ 1 920 m。全县分为嵩阳、杨林、小街、牛栏江 4 镇。此次调查的嘉利泽湿地(E 103°03'20" ~ E 103°05'41", N 25°15'49" ~ N 25°17'13") 地处嵩明县中南部的杨林镇内,属平坦的山间盆地。此区域冬无严寒,夏无酷暑,年平均气温 14 ℃,属北亚热带季风气候,年平均降雨量 1 000 ~ 1 400 mm; 土壤类型主要为赤红壤和泥炭土。嵩明县林地和宜林地占全县总面积的 60%,森林覆盖率达 49.1%。调查区的面积约为 10 km²,包含了河流、退化的泥炭沼泽湿地、农田、在用或废弃鱼塘等生境类型,各类型交错分布。笔者除对样方进行植物物种调查外,还对沿路出现不在样方内的物种进行了补充记录。

1.2 样方调查 首先利用高分辨率的嘉利泽遥感图片选定调查范围,画出分界线,然后按照均匀取点的原则,在图上划定 400 m × 400 m 的网格,在网格节点上设定样点,并记录坐标,调查时使用手持 GPS 定点。由于调查范围内鱼塘多且分散,若节点在水中,则稍作调整,取最接近的陆地作为样方。调查区内土地狭窄,故采用样带法,样带大小为 10 m × 1 m。现场鉴定每个样方中植物种类,有效样方共计 52 个。调查时,对未在样方内出现的物种进行记录,以获得当地植物多样性的完整资料;此外,对外来入侵植物的种类也进行了必要的记录^[25],并对其危害程度做出估计,用以分析外来入侵种对本地植物群落可能存在的影响。调查于 2010 年 12 月进行,调查时植物多呈生长或开花状态;少数种类虽已枯萎,但不影响物种的鉴定。

1.3 植物种类 嘉利泽湿地有植物 66 科 137 属 176 种。按生长型划分,可以分为木本植物 41 种,半木本植物 3 种,草本植物 132 种。按生态类型划分,陆生植物 159 种,水生植物 17 种。从土著性划分,176 种中外来入侵植物占 17 种:空心莲子草、落葵薯、三叶鬼针草、芦苇、紫茎泽兰、曼陀罗、凤眼莲、飞蓬、牛膝菊、北美独行菜、紫茉莉、梨果仙人掌、红花酢浆草、蓖麻、喀西茄、阿拉伯婆婆纳、野西瓜苗^[25]。其中,北美独行菜为本区的新纪录外来入侵物种,按科计,所占比例较多的物种属于菊科(Compositae)、豆科(Leguminosae)、禾本科(Poaceae)、茄科(Solanaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、锦葵科(Malvaceae)、十字花科(Brassicaceae)、蓼科(Polygonaceae)、苋科(Amaranthaceae)、桑科(Moraceae)、伞形科(Apiaceae)、唇形科(Lamiaceae)、眼子菜科(Potamogetonaceae)、旋花科(Convolvulaceae)、莎草科(Cyperaceae) 等。调查的 52 个样方中共出现物种 82 个,在剔除频度小于 5% 的物种后,选取 30 个主要物种(见表 1),组成 52 × 30 的 1,0 二元数据矩阵,以该矩阵进行种间关联性、数量分类和排序的分析。在 30 种主要植物中,有一半为常见的湿地植物。

表 1 52 个样方中的主要植物物种

Tab. 1 Dominant plant species in the 52 quadrats

序号	物 种	序号	物 种
1	* 三叶鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	16	尼泊尔老鹳草 <i>Geranium nepalense</i>
2	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	17	锦葵 <i>Malva sinensis</i>
3	酸模 <i>Rumex acetosa</i>	18	满江红 <i>Azolla imbricata</i>
4	打碗花 <i>Calystegia hederacea</i>	19	毛茛 <i>Ranunculus japonicas</i>
5	艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	20	* 凤眼莲 <i>Eichhornia crassipes</i>
6	桑树 <i>Morus alba</i>	21	灯芯草 <i>Juncus effuses</i>
7	* 空心莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	22	浮萍 <i>Lemna minor</i>
8	龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	23	黑麦草 <i>Lolium perenne</i>
9	苦苣菜属 <i>Ixeris</i> sp.	24	蒲公英 <i>Taraxacum</i> sp.
10	茴香 <i>Foeniculum vulgare</i>	25	蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>
11	* 紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	26	车轴草 <i>Trifolium</i> sp.
12	* 芦苇 <i>Phragmites australis</i>	27	萎蒿 <i>Artemisia selengensis</i>
13	垂柳 <i>Salix babylonica</i>	28	芸苔属 <i>Brassica</i> sp.
14	狐尾藻 <i>Myriophyllum verticillatum</i>	29	莲 <i>Nelumbo nucifera</i>
15	野豌豆 <i>Vicia sepium</i>	30	小叶桉树 <i>Eucalyptae</i> sp.

注: * 为外来入侵物种^[25]

Note: * Alien invasive species^[25]

1.4 植物种间关联性检验 种间关联是指不同种类的植物在空间分布上的互相关联性,通常以物种存在与否为依据^[1]。因此,在处理数据时先将物种在样方中是否出现转化为 52(样方数) × 30(种类数)的 0,1 二元数据矩阵 0 表示物种在样方中未出现,1 表示出现。2 个种是否关联一般采用 χ^2 检验,根据 2 × 2 列联表的 χ^2 统计量来测定成对种间的联结性:

$$\chi^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}, \quad (1)$$

非连续性数据的 χ^2 值用 Yates 的连续校正公式^[2] 计算:

$$\chi^2 = \frac{N[|ad - bc| - \frac{1}{2}]^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}, \quad (2)$$

式(1)和(2)中 N 为样方总数; a, b, c, d 为观测值: a 为 2 个物种同时出现的样方数, b, c 分别为仅有 1 个物种出现的样方数, d 为 2 个物种均缺失的样方数。2 × 2 列联表的自由度为 1,通常 $P > 0.05$,即 $\chi^2 < 3.841$ 时,认为 2 个物种呈独立分布,即中性联结; $0.01 < P < 0.05$,即 $3.841 < \chi^2 < 6.635$ 时,认为种间联结显著; $P < 0.01$ 即 $\chi^2 > 6.635$ 时,认为种间联结极显著。当 $ad > bc$ 时为正联结, $ad < bc$ 则为负联结^[6]。

种间联结性的 χ^2 检验,较精确地反映了种对间关联的显著程度,但是不能区分联结强度的大小,模糊了种间关联性之间的差异性,因此需要进一步测定其关联强度。选用以下 3 个无负值、在 0 与 1 之间变化的无中心指数 [noncentred indices, (3) ~ (5)] 来表示种对相伴随出现的几率和联结性程度,其值愈高,物种种对同时出现的几率愈大,但并非一定表示正关联。3 个指数均在无关联时等于 0,在最大关联时为 1。测定 a, b, c 值含义同上^[7]。

无中心指数:

1. Ochiai (1957) 指数

$$I = \frac{a}{\sqrt{a+b} \sqrt{a+c}}; \quad (3)$$

2. Dice (1945) 指数

$$I = \frac{2a}{2a+b+c}; \quad (4)$$

3. Jaccard (1901) 指数

$$I = \frac{a}{a+b+c}。 \quad (5)$$

1.5 植被的数量分类 采用二向指示种分析 (TWINSpan) 和分类方法进行分析 (TWINSpan for Windows 2.3); 植被数据是由 30 个种在 52 个样方中的存在与否构成的二元数据矩阵 (详见 1.3)。

2 结果与分析

2.1 χ^2 检验与关联指数 通过 χ^2 检验可知,由 30 种主要植物组成的 435 个种对中,正关联的种对占 42.5%,负关联的种对占 56.3%,完全无关联的种对占 1.2%。在正关联的种对中,仅有 5 对表现为显著关联 ($P < 0.05$),1 对表现为极显著 ($P < 0.01$) 关联 (图 1)。它们分别为紫茎泽兰与野豌豆 (11-15, $P < 0.01$),艾蒿与紫茎泽兰 (5-11, $P < 0.05$),野豌豆与满江红 (15-18, $P < 0.05$),满江红与灯芯草 (18-21, $P < 0.05$),浮萍与莲 (22-29, $P < 0.05$),黑麦草与芸苔 (23-28, $P < 0.05$)。一般负关联的种对数较高,但没有表现出显著的负关联。在这 435 个种对中,具有显著关联性的种对数所占比例极小,表明该区域植物种间联结性很松散,物种间彼此独立^[8-9]。

图 2 为 Ochiai 关联指数的半矩阵图,和 Dice 指数、Jaccard 指数都用来描述种对间的关联程度。从图 2 可得,有 188 个种对无关联,其他 247 个种对存在一定的关联性,占总对数的 56.8%。其中,正关联 OI 指数在 0.5 ~ 0.7 的有 8 个种对,说明这些种对的联结程度较高;正关联 OI 指数在 0 ~ 0.3 之间的有 127 个种对,在 0.3 ~ 0.5 之间的有 55 个种对,这些种对的联结程度较低。负关联 OI 指数值在 0.5 以下的种对有 57 对。Dice 指数、Jaccard 指数与 Ochiai 指数相比偏小,但大体一致,分析结果未在文中显示。

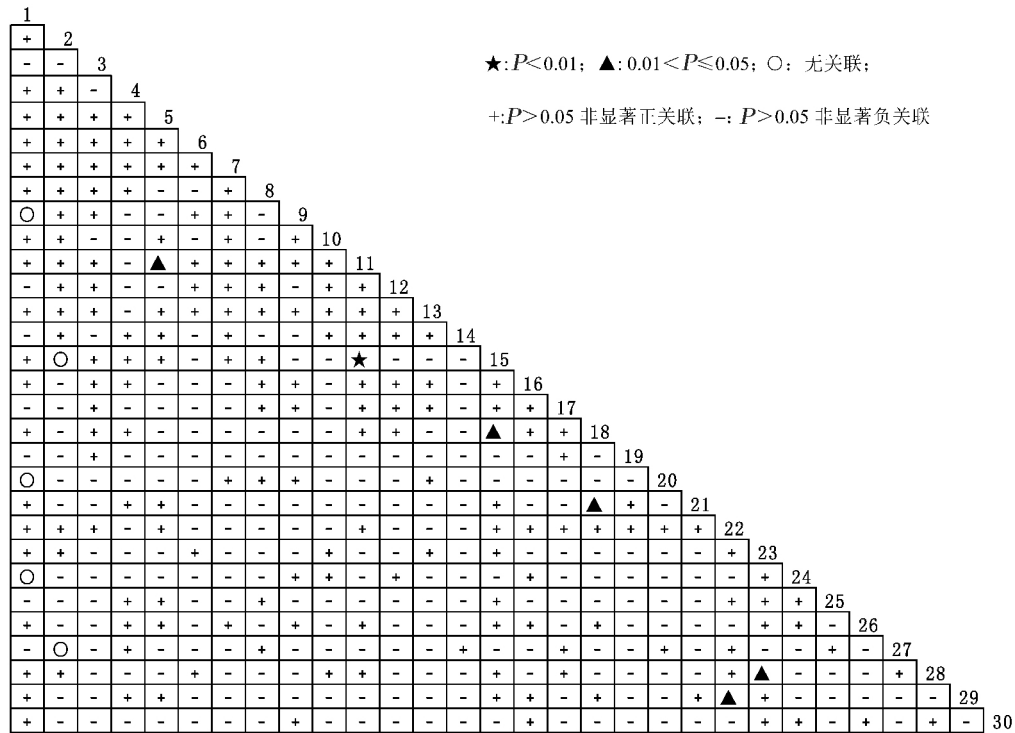
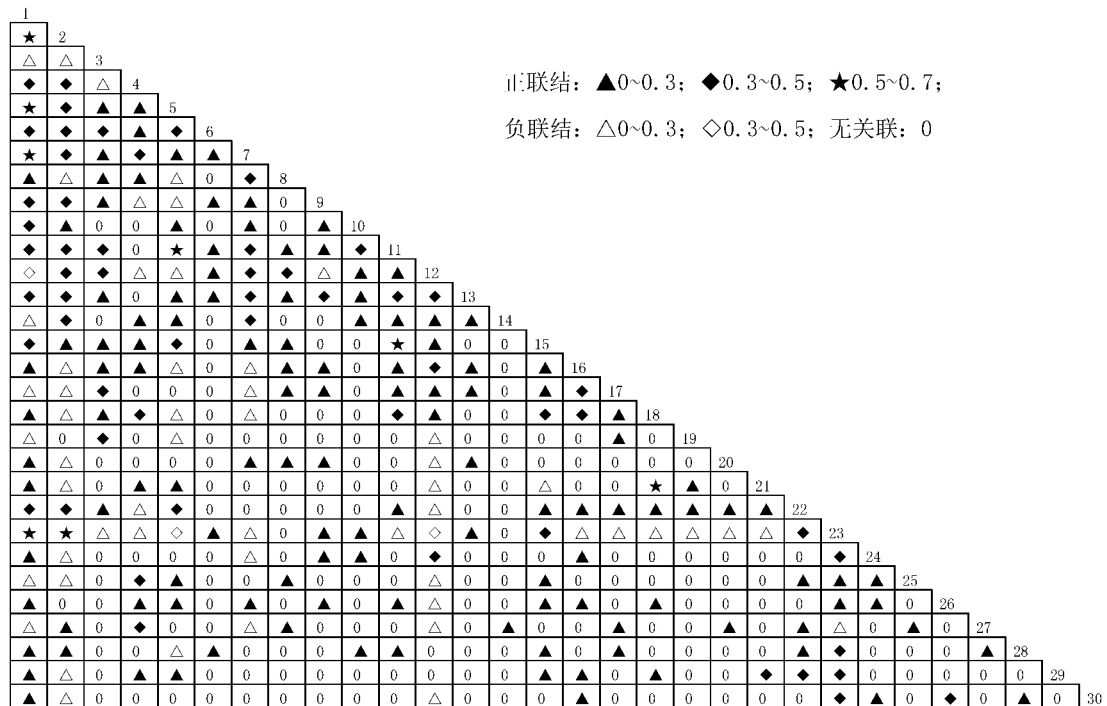
图 1 嘉利泽湿地植物群落 30 个主要物种的校正 χ^2 检验半矩阵图Fig. 1 Semi-matrix of χ^2 correction test of interspecific association among plant communities in Jialize Peat Bog

图 2 30 个主要物种的种间 Ochiai 关联指数半矩阵图

Fig. 2 Semi-matrix of Ochiai association index for 30 main species

种间关联性检验与种间关联度测定是进行种间关联性研究的 2 个重要方面, 它们既相互联系补充, 同时又相互区别, 高的关联程度不一定意味着显著的关联性, 反之亦然。通过图 1 和图 2 可知, 关联程度较高的 8 个种对中, 仅有艾蒿与紫茎泽兰(5 - 11), 紫茎泽兰与野豌豆(11 - 15), 满江红与灯芯草(18 - 21) 三对是同时显著关联的, 而在显著正相关的 6 个种对中, 野豌豆和满江红(15 - 18), 浮萍和莲(22 -

29) 黑麦草和芸苔 (23-28) 3 对虽然显著性较高,但是关联程度只处于一般的水平。

2.2 TWINSpan 数量分类 对嘉利泽湿地 52 个样方用 TWINSpan 进行等级分类(见图 3),结合调查区域的实际生态意义,采用第 6 级的划分结果,将嘉利泽植物群落划分为 12 个群丛类型。群落的命名主要依据 TWINSpan 划分的指示种作为群丛划分结果的名称。

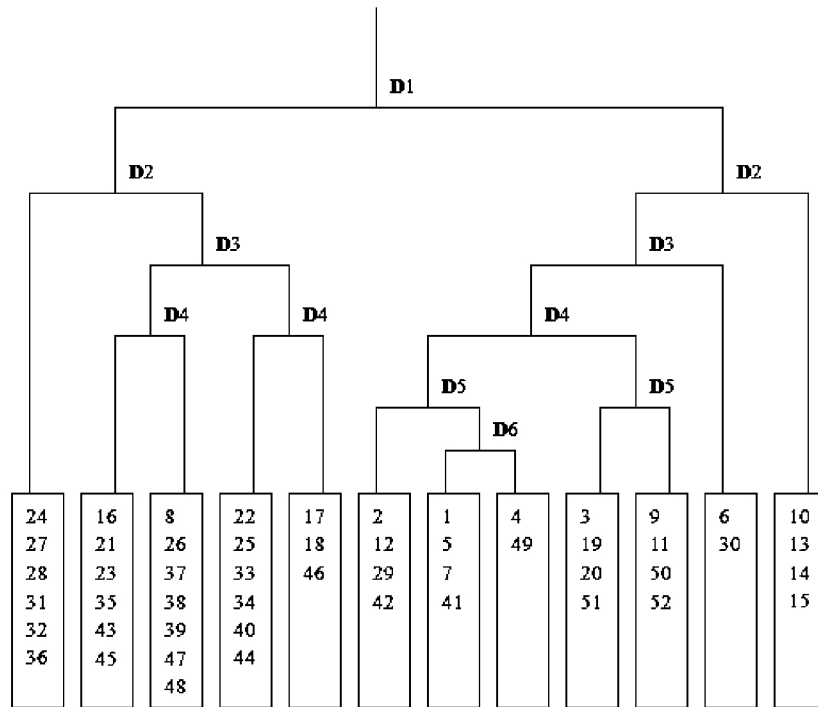


图 3 嘉利泽泥炭沼泽植物群落 52 个样方的 TWINSpan 分类树状图

Fig. 3 TWINSpan classification of plant community at the 52 quadrats in Jialize Peat Bog

1 号群丛: 莲 - 浮萍 - 满江红 - 黑麦草 (*Nelumbo nucifera*-*Lemna minor*-*Azolla imbricata*-*Lolium perenne*) 对应的样方为 24 27 28 31 32 36; 主要为水生植物群丛, 伴生种有灯芯草、三叶鬼针草等。

2 号群丛: 黑麦草 - 野豌豆 - 艾蒿 - 三叶鬼针草 (*Lolium perenne*-*Vicia sepium*-*Artemisia argyi*-*Bidens pilosa*) 对应的样方为 16 21 23 35 43 45; 主要伴生种有狗牙根。

3 号群丛: 芸苔 - 黑麦草 - 狗牙根 - 三叶鬼针草 (*Brassica* sp.-*Lolium perenne*-*Cynodon dactylon*-*Bidens pilosa*) 对应的样方为 8 26 37 38 39 47 48; 伴生种有桑树和小叶桉树 2 种乔木。

4 号群丛: 芦苇 - 黑麦草 - 狗牙根 (*Phragmites australis*-*Lolium perenne*-*Cynodon dactylon*) 对应的样方为 22 25 33 34 40 44; 伴生种有三叶鬼针草、空心莲子草等。

5 号群丛: 蒲公英 - 黑麦草 - 三叶鬼针草 - 芦苇 (*Taraxacum* sp.-*Lolium perenne*-*Bidens pilosa*-*Phragmites australis*) 对应的样方为 17 18 46。

6 号群丛: 狗牙根 - 三叶鬼针草 - 苦苣菜属 (*Cynodon dactylon*-*Bidens pilosa*-*Ixeris* sp.) 对应的样方为 2 12 29 42。

7 号群丛: 艾蒿 - 狗牙根 - 三叶鬼针草 - 空心莲子草 - 紫茎泽兰 (*Artemisia argyi*-*Cynodon dactylon*-*Bidens pilosa*-*Alternanthera philoxeroides*-*Ageratina adenophora*) 对应的样方为 1 5 7 41。

8 号群丛: 狗牙根 - 芦苇 - 空心莲子草 - 狐尾藻 (*Cynodon dactylon*-*Phragmites australis*-*Alternanthera philoxeroides*-*Myriophyllum verticillatum*) 对应的样方为 4 49。

9 号群丛: 三叶鬼针草 - 空心莲子草 - 打碗花 (*Bidens pilosa*-*Alternanthera philoxeroides*-*Calystegia hederacea*) 对应的样方为 3 19 20 51。

10 号群丛: 三叶鬼针草 - 芦苇 - 龙葵 (*Bidens pilosa*-*Phragmites australis*-*Solanum nigrum*) 对应的样方为 9 11 50 52; 伴生种为空心莲子草。

11 号群丛: 锦葵 (*Malva sinensis*) 对应的样方为 6 30 伴生种有紫茎泽兰、苦苣菜属 1 个种和酸模等。

12 号群丛: 毛茛 - 酸模 - 三叶鬼针草 (*Ranunculus japonicus-Rumex acetosa-Bidens pilosa*) 对应的样方为 10, 13, 14, 15。

这 12 个群丛可以分为 3 类, 第 1 类为 1~5 号, 对应的水生植物较多, 且其他陆生植物对水份的要求也较高; 第 2 类为 6~8 号, 对应的植物多为中生植物, 偏好湿润环境; 第 3 类为 9~12 号, 对应的植物耐干旱的能力较强。在这 12 个群丛中, 三叶鬼针草、狗牙根及黑麦草作为群丛指示种出现的次数很高, 说明当地植物物种组成单一、外来入侵成分高且入侵成功率高, 生物多样性较低下。

3 讨 论

3.1 种对关联 种对间呈正关联, 主要是由于它们具有相近的生物学特性, 对生境具有相似的生态适应性和相互重叠的生态位所致^[10], 体现出成熟生态系统的特征。比如, 满江红、灯芯草、浮萍、莲都是比较常见的水生植物, 它们之间的关系自然比较密切; 而艾蒿、紫茎泽兰、野豌豆都是偏好温暖气候、湿润环境的, 对水份要求的一致性增强了这些物种的联系。种对间的负关联, 则主要是由于它们具有不同的生物学特性, 对生境具有不同的生态适应性和相互分离的生态位所致^[11-12]。在调查结果中, 没有出现显著负关联的种对, 但是非显著负关联的种对数要多于非显著正关联的。这可能是因为调查范围内生境类型比较多样, 湿地环境与昆明的气候都比较适宜植物的生长, 且不同类型的植物各自占据着宽松的生态位, 植物的生存压力较小所致。不同植物种间的相互关联很弱, 说明群落的结构非常松散, 这从群落数量分类结果中也可以看出。正关联是在相对高的物理干扰、压力或捕食的环境中出现, 相关联的物种可以提高单独生长不易存活物种的生长和存活率, 例如, 互惠共生或资源划分方面的互补。负相关为物种间对非生物资源存在强烈的竞争, 表现为一个物种的成功影响了其他物种的表现^[13-15], 例如, 种间竞争、干扰。不同种个体种间关联程度的客观测定, 能有效地反映组成群落物种间相互依存和相互制约的复杂关系, 对于揭示群落结构与功能, 了解群落特性和群落演替、植物种间替代关系的机制、草场退化和人工草地产量下降的原因都有重要意义^[16-19]。

种对间联结性可以反映群落的演替阶段。在 Kikvidze 和 Zaal 的研究^[20]中, 种对间无关联的情况出现在先锋阶段的植物斑块内, 少数正关联或负关联的种对出现在随后的演替阶段中期, 大多数表现相关联的种对出现在演替的最终阶段; 顶极物种之间往往表现为正关联。在多数情况下, 正关联被理解为物种能一起生长是因为有不同的生活型或生活策略。种对的负关联有 2 种原因, 一是物种生态位接近, 存在竞争关系; 另一种是在群落演替的过程中物种之间相互取代, 物种生态位分化导致种对间的负关联^[20]。笔者调查的嘉利泽湿地为泥炭沼泽湿地, 由于人为的开发及自然灾害^[23], 许多土著植物及其固有的生态系统被剧烈破坏, 同时随着大量非本地物种的引入, 群落原有的结构受到剧烈的破坏, 调查结果显示, 嘉利泽湿地内植物的种对关联微弱, 没有显著的相关性。这说明嘉利泽泥炭沼泽湿地的群落演替处于上次破坏后^[23]的先锋阶段, 稳定的物种关联或竞争关系尚未建立。

3.2 生物入侵与种间关联 调查结果显示, 调查区内 90.91% 的物种为土著种, 而 9.09% 的物种属于外来入侵物种, 其中三叶鬼针草、紫茎泽兰和空心莲子草的入侵程度较高, 从群落数量分类的结果可以看出, 在 12 类群丛中, 有 8 个群丛有三叶鬼针草, 3 个群丛有空心莲子草, 1 个群丛包含紫茎泽兰。外来物种的成功入侵, 会改变群落的物种组成, 致使物种多样性减少, 对整个群落结构有重大影响^[21]。

文献 [22] 表明, 空心莲子草入侵前乡土植物群落总体呈显著正关联, 群落中的正联结种对多; 空心莲子草入侵后, 群落总体呈负关联, 种对正联结数量较入侵前明显减少, 出现显著负联结种对, 群落中由于物种的种间竞争增大, 导致一些物种在群落中不能稳定存在; 空心莲子草的入侵导致本地群落稳定性下降, 某些物种数量减少, 甚至被替代。在嘉利泽湿地植物群落内最严重的外来入侵物种是三叶鬼针草, 其出现于本区大多数泥炭沼泽的泥岸边, 因此有理由推断, 伴随着人为干扰, 外来入侵植物将侵占本土植物的生存资源, 并迅速改变嘉利泽湿地植物群落的物种组成和结构。

参考文献:

- [1] 张金屯. 数量生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [2] GREIG-SMITH P. Quantitative Plant Ecology (3rd) [M]. Oxford: Blackwell Scientific publications, 1983: 105-112.

- [3] 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——种间联结测试的探讨与修正[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 9(4): 274–285.
- [4] HUBALEK Z. Coefficient of association and similarity, based on binary (presence-absence) data: an evaluation[J]. Biological Reviews, 1982, 57: 669–689.
- [5] 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.
- [6] 黄宝强, 罗毅波, 于飞海, 等. 四川黄龙沟森林植被中兰科植物群落优势种种间联结和相关分析[J]. 植物生态学报, 2007, 31(5): 865–872.
- [7] 刘喆, 岳明. 太白山独叶草及其伴生种的种间关联研究[J]. 武汉植物学研究, 2007, 25(5): 445–450.
- [8] 张桂萍, 张峰, 茹文明. 旅游干扰对历山亚高山草甸优势种群种间相关性的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(11): 2869–2874.
- [9] 袁月, 傅德平, 吕广辉. 新疆艾比湖湿地植被优势种种间关系研究[J]. 湿地科学, 2008, 6(4): 486–491.
- [10] 刘丽艳, 张峰. 山西桑干河流域湿地植被优势种群种间关系研究[J]. 生态环境, 2006, 15(6): 1278–1283.
- [11] 吴东丽, 上官铁梁, 薛红喜, 等. 溇沱河湿地植物群落的种间关系研究[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2003, 26(1): 71–75.
- [12] 张丽霞, 张峰, 上官铁梁. 芦芽山植物群落种间关系的研究[J]. 西北植物学报, 2001, 21(6): 1085–1091.
- [13] CALLAWAY R M, DELUCIA E H, MOORE D et al. Competition and facilitation: contrasting effects of *Artemisia tridentata* on desert vs. montane pines[J]. Ecology, 1996, 77: 2130–2141.
- [14] KIKVIDZE Z, NAKHUTSRISHVILI G. Facilitation in subnival vegetation patches [J]. Journal of Vegetation Science, 1998, 9: 261–264.
- [15] NUÑEZ C I, AIZEN M A, EZCURRA C. Species associations and nurse plant effects in patches of high-andean vegetation [J]. Journal of Vegetation Science, 1999, 10: 357–364.
- [16] 李存焕. 短花针茅草原植物群落生产力与气候波动的关系[J]. 内蒙古草业, 2000(1): 36–40.
- [17] 邢福, 郭继勋. 糙隐子草草原 3 个放牧演替阶段的种间联结对比分析[J]. 植物生态学报, 2001, 25(6): 693–698.
- [18] 姜彦景, 赵魁义. 三江平原毛苔草群落近 30 年演替过程中的种间联结性分析[J]. 生态学杂志, 2008, 27(4): 509–513.
- [19] 李军保, 刘洪来, 朱进忠, 等. 伊犁河谷春秋草地围封恢复过程中种间关联性研究[J]. 草业科学, 2009, 26(6): 18–24.
- [20] KIKVIDZE Z. Plant species associations in alpine-subnival vegetation patches in the Central Caucasus [J]. Journal of Vegetation Science, 1993(4): 297–302.
- [21] 彭少麟, 向言词. 植物外来种入侵及其对生态系统的影响[J]. 生态学报, 1999, 19(4): 560–568.
- [22] 郭连金, 王涛. 空心莲子草入侵对乡土植物群落种间联结性及稳定性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(5): 851–856.
- [23] LI Y, XU Q, TANG C et al. A newly recorded locality of extinct *Margarya* (Viviparidae) species in China: a case of extinction caused by earthquake [J]. Tentacle, 2011, 19: 21–22.
- [24] 张树仁. 中国常见湿地植物[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [25] 万方浩, 谢丙炎, 褚栋, 等. 生物入侵: 管理篇[M]. 北京: 科学出版社, 2008.

Plant Community and Interspecies Association of Jialize Peat Bog Suffering Wild Grass Invasion

XU Qin, SHEN Chuze, TANG Cheng, WU Min

(School of Life Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The present work initiated a sampling-based phytodiversity survey of the Jialize peat bog, a ten-square kilometers wetland near Kunming, China. The field investigation performed on the bog including 52 quadrates and their neighboring regions was conducted in December, 2010. The bog recorded to the inventory a total of 176 plant species that belong to 137 genera and 66 families, of which 17 plant species are invasive. The 52 sampling quadrates registered 82 plant species, about 60% of the total plant species in the bog, of which five are in-

vative. The plant communities in the bog were classified by using two-way indicator species (TWINSpan) method , and their interspecific associations of 30 dominant species were analyzed by using χ^2 -test. Twelve communities are classified , namely Comm. *Nelumbo nucifera*-*Lemna minor*-*Azolla imbricata*-*Lolium perenne* , *Lolium perenne*-*Vicia sepium*-*Artemisia argyi*-*Bidens pilosa* , *Brassica* sp. -*Lolium perenne*-*Cynodon dactylon*-*Bidens pilosa* , *Phragmites australis*-*Lolium perenne*-*Cynodon dactylon* , *Taraxacum* sp. -*Lolium perenne*-*Bidens pilosa*-*Phragmites australis* , *Cynodon dactylon*-*Bidens pilosa*-*Ixeris* sp. , *Artemisia argyi*-*Cynodon dactylon*-*Bidens pilosa*-*Alternanthera philoxeroides*-*Eupatorium adenophorum* , *Cynodon dactylon*-*Phragmites australis*-*Alternanthera philoxeroides*-*Myriophyllum verticillatum* , *Bidens pilosa*-*Alternanthera philoxeroides*-*Calystegia hederacea* , *Bidens pilosa*-*Phragmites australis*-*Solanum nigrum* , *Malva sinensis* , and *Ranunculus japonicus*-*Rumex acetosa*-*Bidens pilosa*. In the plant communities 435 species dyads consisting of 30 dominant plant species were selected and run with χ^2 -test. Of the species dyads 42.5% , 56.3% and 1.2% were positively , negatively and null associated , respectively. No significant levels of either positive or negative associations are found in the plant species dyads , suggesting that the plant species under survey act as the pioneers and experience the initial stage of colonizing the region of the Jialize peat bog , suffering human activities and invasive grasses as recorded , and that this area is far from a biodiverse steady ecosystem.

Key words: peat bog; phytodiversity; community; invasion; interspecific relationship; wild grass; human disturbance

(上接第 60 页)

- [10] 张凤琪 董明. 几种中草药对葡萄茎尖组培苗长势的影响 [C]// 中国园艺学会. 中国园艺学会成立 70 周年纪念优秀论文选编. 北京: 中国园艺学会 ,1999: 240 - 244.
- [11] 穆兰 廖辉伟 尹贇 等. 一种筛选常用中草药用作抑菌剂的新方法 [J]. 中国食品添加剂 2008(6) : 112 - 117 ,122.
- [12] 贺嘉. 蝴蝶兰脱毒快繁关键技术及其生理基础的研究 [D]. 南京: 南京农业大学 2010.
- [13] 靖晶. 蝴蝶兰组织培养与脱除病毒技术研究 [D]. 北京: 北京林业大学 2011.
- [14] 许传俊 黄珺梅 曾碧玉 等. 病毒唑对大花蕙兰 CyMV 和 ORSV 脱毒效果初探 [J]. 亚热带植物科学 2012 41(1) : 7 - 9.
- [15] 苏小记 贾丽娜. 2.0% 氨基寡糖素水剂防治烟草病毒病药效试验 [J]. 陕西农业科学 2005(3) : 55 - 56.
- [16] 严凯 宋宝安 杨松 等. 0.5% 氨基寡糖素 AS 对烟草 TMV 的抑制及作用机制的初步研究 [J]. 农药 2007 46(4) : 280 - 282.
- [17] 赵小明 杜昱光 白雪芳. 氨基寡糖素诱导作物抗病毒病药效试验 [J]. 中国农学通报 2004 20(4) : 245 - 247.
- [18] 侯娜. 东方百合脱毒技术的研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学 2008.

Detoxification Effect of Virus Inhibitors on Viruses in *Phalaenopsis*

LI Zhengmin¹ , WANG Anshi² , WANG Jian¹ , TAO Chu¹

(1. College of Horticulture and Landscape , Hainan University , Haikou 570228 , China;

2. Post-Entry Quarantine Station for Tropical Plants , Hainan Entry - Exit Inspection and Quarantine Bureau , Haikou 570311 , China)

Abstract: *Cymbidium mosaic virus* (CyMV) and *Odontoglossum ringspot virus* (ORSV) are the most serious viruses which affect the quality of *Phalaenopsis* plants. It is of a great significance to control CyMV and ORSV. Proliferation buds of *Phalaenopsis* inoculated with both the CyMV and ORSV viruses were used as explants and cultured on proliferation medium added with different virus inhibitors. The result showed that amino-oligosaccharin gave the highest CyMV and ORSV elimination rate , up to 83.33% and 66.67% , respectively , followed by ribavirin with the respective elimination rates of 83.33% (CyMV) and 50% (ORSV) . The Chinese Herbs inhibitor was the worst.

Key words: *Phalaenopsis*; virus-free; CyMV; ORSV