

# 火干扰对云南苍山地表蜘蛛群落生活型组成及季节动态的影响

马艳滢<sup>1</sup> 杨自忠<sup>2</sup> 冯 萍<sup>1</sup> 李 巧<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> (西南林业大学林学院, 云南昆明 650224)

<sup>2</sup> (云南省药用昆虫及蛛形类资源开发利用工程实验室, 云南大理 671000)

**摘要:** 为揭示不同蜘蛛类群对火干扰的敏感程度及蜘蛛群落外貌对环境变化产生的响应, 本文选取苍山针阔混交林2007年火烧迹地作为调查样地, 以无火烧记录的样地为对照, 运用陷阱法调查地表蜘蛛群落生活型及季节动态。研究结果显示: (1)火烧迹地中朱氏狂蛛(*Zelotes zhui*)(相对优势度  $DV' = 33.03$ )、晨豹蛛(*Pardosa chionophila*)( $DV' = 22.53$ )和西菱头蛛一种(*Sibianor* sp.1)( $DV' = 8.75$ )占明显优势; 而对照样地中龙隙蛛一种(*Draconarius* sp.2)( $DV' = 63.50$ )占绝对优势; (2)火烧迹地的定居型蜘蛛相对多度为25.82%, 显著少于游猎蜘蛛( $P < 0.001$ ); 而对照样地的定居型蜘蛛相对多度为92.07%, 显著高于游猎蜘蛛( $P < 0.001$ ); (3)火烧迹地地表蜘蛛优势类群随季节更替明显, 在夏季和冬季多度为低谷期; 对照样地优势类群稳定, 为漏斗蛛科蜘蛛。研究表明, 火干扰改变了苍山针阔混交林地表蜘蛛群落生活型组成, 降低了定居型蜘蛛的相对多度和地表蜘蛛群落的季节稳定性。

**关键词:** 地表蜘蛛, 森林火灾, 优势种, 生活方式, 季节消长, 自然保护区

## The influence of fire disturbance on the biotype structure and seasonal dynamics of ground-dwelling spider on Cangshan Mountain, Yunnan Province

Yanyan Ma<sup>1</sup>, Zizhong Yang<sup>2</sup>, Ping Feng<sup>1</sup>, Qiao Li<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224

<sup>2</sup> Key Laboratory of Medical Insects and Spiders Resources for Development & Utilization of Yunnan Province, Dali University, Dali 671000

**Abstract:** In order to demonstrate the influence of fire disturbance on the function, structure and seasonal dynamics of ground-dwelling spider assemblages, we chose a burned site and an unburned control site. Both study sites were in broadleaf-conifer mixed forest on Cangshan Mountain, Yunnan Province. The results showed that (1) *Zelotes zhui* (relative dominance value ( $DV'$ ) = 33.03), *Pardosa chionophila* ( $DV' = 22.53$ ) and *Sibianor* sp. 1 ( $DV' = 8.75$ ) were obviously dominant at the burned site and that *Draconarius* sp. 2 ( $DV' = 63.50$ ) was absolutely dominant at the control site; (2) At the burned site, the relative abundance of web-builders was significantly lower than that of hunters ( $P < 0.001$ ), whereas the relative abundance of web-builders was significantly higher than that of hunters at the control site; and (3) As season changed, the dominant group fluctuated significantly at the burned, with the lowest abundance during the part of the summer with the maximum rainfall and during the coldest winter; the spider assemblages were stable at the control site, with agelenids consistently the dominant group. These results indicated that fire disturbance changes the community function and structure of ground-dwelling spiders in mixed broadleaf-conifer forest in Cangshan Mountain, increases the relative abundance of hunters and reduces the stability of ground-dwelling spider assemblages.

**Key words:** dwelling-spider, forest fire, dominant species, life type, seasonal variation, nature reserve

收稿日期: 2013-07-12; 接受日期: 2014-02-20

基金项目: 国家自然科学基金(31060070)、中国博士后科学基金(20090450677)、云南省森林灾害预警与控制重点实验室开放基金(ZK11B301)、云南省科技厅应用基础研究面上项目(2009CD092)和云南省重点学科森林保护建设经费(XKZ200905)

\* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: lqfcb@126.com

森林火灾是最具代表性的自然干扰因素之一(Pyne *et al.*, 1996)。由于物种对火干扰的敏感程度不同, 火干扰在一定程度上会影响群落的结构和多样性(陈利顶和傅伯杰, 2000), 而具有相同生态系统功能的物种组群, 可能以大致相似的方式回应相似的环境变化(Root, 1973; Hawkins & MacMahon, 1989; Cardoso *et al.*, 2011)。蜘蛛是节肢动物中重要的捕食者, 对环境变化敏感(Nyffeler, 2000; 宋大祥等, 2001)。火灾干扰后的演替历史、季节和生境类型均可影响火烧地蜘蛛群落的多样性(杨自忠等, 2012); 一些蜘蛛类群能在火烧迹地快速建群(Niwa & Peck, 2002; Koponen, 2005; Hore & Uniyal, 2008), 但这些物种往往随着恢复时间的增加而逐渐减少; 而若干蜘蛛类群在火干扰后很长一段时间内都没有得到恢复(马艳滢等, 2013)。

生活型是蜘蛛群落研究的重要内容(Brierton *et al.*, 2003; Denno *et al.*, 2004)。但国内的研究(邱丹和杨春梅, 2005; 张锋和朱立敏, 2008; 陈连水等, 2008)和国外相比, 在数据分析方面存在差距。由于森林火灾很可能引起地表蜘蛛群落生活型发生变化, 为了解不同蜘蛛类群对火干扰的敏感程度及群落结构对环境变化产生的响应, 本文选取苍山针阔混交林2007年火烧迹地作为调查样地, 以无火烧记录的样地为对照, 探讨火干扰对苍山针阔混交林地地表蜘蛛群落物种组成结构及生活型的影响。本研究是火灾干扰对苍山地区地表蜘蛛群落影响的系列文章之一(杨自忠等, 2012; 马艳滢等, 2013), 重点是蜘蛛生活型的变化, 希望此系列研究能对理解火干扰对蜘蛛群落的影响以及该地区生态系统功能恢复监测与保护提供一些基础资料。

## 1 研究地概况

苍山位于滇中高原和横断山区交界处, 是云岭山脉南端的重要组成部分, 生物多样性较丰富。苍山干湿季节明显, 雨季(夏、秋季)受西南季风影响, 温暖湿润, 雨量充沛, 多集中于5–10月, 降水量1,548.5 mm, 占全年的84%, 其中6–8月最多; 冬季受西风环流南支急流的影响, 构成明显的干季, 自11月至次年4月, 天气晴朗干燥, 降水稀少, 其中12月到次年2月雨量最少。该区气候温和, 历年各月平均气温变化平稳, 年均温15℃左右, 一年中最热月和最冷月分别出现在7月和1月(孙明, 2008)。

研究地设在云南苍山国家级自然保护区内。据史料记载, 苍山自1929年起就有护林措施, 并没有大规模的砍伐记录及其他人为干预的林业管理措施。研究地为东坡的针阔混交林带, 该林带主要分布在海拔2,500–3,300 m范围内, 落叶层厚度为85.42 mm, 年均地表湿度为75.58%; 物种丰富, 乔木主要包括华山松(*Pinus armandi*)、云南松(*P. yunnanensis*)、高山栎(*Quercus aquifolioides*)、元江栲(*Castanopsis orthacantha*)等。灌木以杜鹃属(*Rhododendron* spp.)和栎属(*Quercus* spp.)植物为优势种; 草本主要以大丁草(*Gerbera piloselloides*)、麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、拳参(*Polygonum bistorta*)、兔儿风(*Ainsliaea latifolia*)、蕨(*Pteridium aquilinum*)等为优势种(况明生等, 2002; 孙明, 2008; 马艳滢等, 2013)。2007年3月由于用火不慎造成了苍山火灾, 火灾过后该林带产生了大量的枯立木, 地表凋落物被烧毁, 落叶层厚度仅为32.86 mm, 年均地表湿度为51.67%, 火烧迹地恢复的植被中以草本植物占明显优势, 如: 头花蓼(*Polygonum capitatum*)、兔儿风、麦冬、旋叶香青(*Anaphalis contorta*)、鸭跖草(*Rhoeo spathacea*)、银莲花(*Anemone hollandia*)等, 其中也有云南松、薄皮木(*Leptodermis oblonga*)、糙毛杜鹃(*Rhododendron trichocladum*)、矮杨梅(*Myrica nana*)等乔灌木更新的幼苗(李恒等, 2009; 马艳滢等, 2013)。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

样地设置参见马艳滢等(2013), 根据苍山火烧记录, 选择2007年针阔混交林火烧迹地作为调查样地(距本文调查年份间隔2年), 以没有火烧记录的林分作为对照样地。样地海拔均位于2,500–2,700 m间。每个样地约2 ha, 两样地间距2 km, 每个样地内设置3个样方, 各样方间距200 m以上, 样方大小均为30 m×20 m。

### 2.2 取样方法及物种鉴定

以陷阱法进行取样(Uetz & Unzicker, 1976; Curtis, 1980; 喻国辉和陈建, 2001), 陷阱是口径80 mm、高150 mm的塑料杯; 每个样方按“五点法”分别在四角和中央共设置5个样点; 每个样点由5个陷阱组成, 呈“十字形”排列, 间距5 m。以80 mL 3–5%的甲醛溶液作为陷阱溶液, 放置30 d, 取出陷阱内

的蜘蛛,用75%酒精保存,于2009年1–12月的每月下旬采集,共采集12次。合并25个陷阱数据(即样方数据)为1个样本,进行数据分析。

对采集到的蜘蛛,主要依据Platnick(2012)分类系统鉴定到种;无法鉴定到种的标本,按形态种(morphospecies)对待,幼蛛在文中不参与数据分析。

## 2.3 数据处理

### 2.3.1 群落组成及优势种

根据以下公式计算物种相对优势度(Pinzón & Spence, 2010):

$$DV_i' = \left( DV_i / \sum_{i=1}^s DV_i \right) \times 100$$

式中,  $DV_i = w_i \times AP_i$ , 其中  $w_i = k_i/K$ ,  $AP_i = n_i/N$ ;  $w_i$  为物种  $i$  的出现比例,  $AP_i$  为物种  $i$  的相对多度,  $k_i$  为物种  $i$  在抽样中的出现次数,  $K$  为总抽样量,  $n_i$  为物种  $i$  的个体数量,  $N$  为群落总个体数量。

以物种出现比例  $w$  为横坐标, 相对多度  $AP_i$  为纵坐标作优势种分布图。在图中根据(max-min)/2作四分线对样地中优势种与常见种进行划分, 右上角出现比例与相对多度均较高的为优势种; 右下角出现比例较高的为亚优势种; 根据(max-min)/4对物种较多的左下角区域做二分线进行常见种与稀有种的划分, 靠近原点的区域为稀有种(Pinzón & Spence, 2010)。

### 2.3.2 群落生活型

根据生活型的不同, 将地表蜘蛛分为定居型和游猎型2类(宋大祥等, 2001; Brierton *et al.*, 2003; Denno *et al.*, 2004)。利用  $t$  检验来比较火烧迹地和对照样地内定居型和游猎型蜘蛛相对多度和物种数量间的差异。为了保证数据的正态性, 采用反正弦对相对多度数据进行转换, 采用K-S检验相对多度和物种数量的正态性, 如果不符合正态分布, 将数据进一步采用对数转换。 $t$  检验和K-S检验均采用SPSS16.0完成。

### 2.3.3 火干扰对群落季节消长的影响

根据2.3.1优势物种所在科做地表蜘蛛优势类群季节变化, 利用Excel绘制成季节消长图。

## 3 结果

### 3.1 地表蜘蛛群落物种组成及分布

共采集成体蜘蛛5,244头, 隶属于24科100种, 其中火烧迹地有19科58种, 对照样地有23科65种。

大部分物种相对多度和出现频率较低, 位于稀有种区域(图1); 优势种、亚优势种和常见种仅26种(表1)。

结合表1和图1可知, 苍山火烧迹地和对照样地地表蜘蛛优势种、亚优势种和常见种组成明显不同。火烧迹地中朱氏狂蛛(*Zelotes zhui*)( $DV'=33.03$ )、晨豹蛛(*Pardosa chionophila*)( $DV'=22.53$ )和西菱头蛛一种(*Sibianor* sp.1)( $DV'=8.75$ )占明显优势; 而对照样地中龙隙蛛一种(*Draconarius* sp.2)( $DV'=63.50$ )占绝对优势。两个样地中, 亚优势种相同的仅有不定龙隙蛛(*Draconarius incertus*), 常见种相同的仅有苍山伪遁蛛(*Pseudopoda cangshana*)和大疣蛛一种(*Macrothele* sp.1)。与对照样地相比, 火烧迹地优势种相对优势度明显较低。此外, 火烧迹地的3种优势种均属于游猎型蜘蛛, 而对照样地的优势种则为定居型蜘蛛(表1)。

### 3.2 火干扰对地表蜘蛛群落生活型组成及分布的影响

在两样地中定居型蜘蛛与游猎型蜘蛛多度的分布差异很明显(图2): 火烧迹地的游猎型蜘蛛相对多度为74.18%, 显著高于定居型蜘蛛( $F=1.328$ ,  $P<0.001$ ); 而对照样地的游猎型蜘蛛相对多度仅为7.93%, 显著少于定居型蜘蛛( $F=2.327$ ,  $P<0.001$ )。因此, 火烧迹地地表蜘蛛群落的生活型属于游猎型, 对照样地属于定居型。从物种数组成比例来看, 火烧迹地定居型蜘蛛与游猎型蜘蛛物种数组成差异并不明显( $F=0.750$ ,  $P=0.714$ ), 而对照样地定居型蜘蛛物种数明显大于游猎型蜘蛛( $F=12.536$ ,  $P<0.001$ )。

### 3.3 火干扰对地表蜘蛛群落季节消长的影响

根据优势物种所在科作地表蜘蛛优势类群季节变化图(图3), 结果显示两样地优势类群的季节动态明显不同。火烧迹地多度的季节消长相对紊乱, 优势类群随季节更替波动明显, 3–5月以狼蛛科、拟平腹蛛科和漏斗蛛科蜘蛛为主, 9–11月以平腹蛛科、跳蛛科和漏斗蛛科蜘蛛为主。而对照样地多度一年内变化表现出一定的规律性: 从3–9月份地表蜘蛛的数量在逐渐减少, 9–12月份蜘蛛数量在逐渐增加, 并达到最大; 但优势类群地位稳定, 始终为漏斗蛛科蜘蛛。漏斗蛛科蜘蛛在两类样地中均是主要类群, 但在火烧迹地中更容易受季节变化的影响。

两样地地表蜘蛛数量在一年中均有两次高峰期, 火烧迹地的高峰期出现在春秋两季(3–5月和

表1 苍山火烧迹地和对照样地地表蜘蛛优势种(D)、亚优势种(S)和常见种(C)组成及其相对优势度  
Table 1 Relative dominance values (DV) for the dominant (D), sub-dominant (S) and common (C) ground-dwelling species in the burned and control forest of Cangshan Mountain, Yunnan

科名 Family	物种名 Species	生活型 Biotype	物种编号 Species identifier	相对优势度 Relative dominance values (DV)	
				火烧迹地 Burned	对照样地 Control
巨蟹蛛科 Sparassidae	苍山伪遁蛛 <i>Pseudopoda cangshana</i>	H	22	0.77C	0.18C
狼蛛科 Lycosidae	晨豹蛛 <i>Pardosa chionophila</i>	H	3	22.53D	0.41C
漏斗蛛科 Agelenidae	龙隙蛛一种 <i>Draconarius</i> sp.2	W	1	2.31C	63.50D
	不定龙隙蛛 <i>Draconarius incertus</i>	W	10	5.29S	1.45S
	隙蛛一种 <i>Coelotes</i> sp.3	W	20		0.62C
	光先隙蛛 <i>Coelotes guangxian</i>	W	18	0.98C	
	龙隙蛛一种 <i>Draconarius</i> sp.1	W	19	0.95C	
	隙蛛一种 <i>Coelotes</i> sp.1	W	24	0.57C	
	船形新漏斗蛛 <i>Neagelena cymbiforma</i>	W	25	0.38C	
卵形蛛科 Oonopidae	卵形蛛一种 <i>Oonops</i> sp.1	H	17		0.81C
	伽马蛛一种 <i>Gamasomorpha</i> sp.1	H	21		0.61C
皿蛛科 Linyphiidae	中指蛛一种 <i>Centromerus</i> sp.1	W	7		5.54S
	皿蛛一种 <i>Linyphia</i> sp.5	W	12		2.44S
	皿蛛一种 <i>Linyphia</i> sp.9	W	13	2.13C	
拟平腹蛛科 Zodariidae	马利蛛一种 <i>Mallinella</i> sp.2	H	9	5.83C	
平腹蛛科 Gnaphosidae	朱氏狂蛛 <i>Zelotes zhui</i>	H	2	33.03D	
	大理掠蛛 <i>Drassodes daliensis</i>	H	11	4.04S	
弱蛛科 Leptonetidae	弱蛛一种 <i>Leptoneta</i> sp.1	W	4		12.76S
跳蛛科 Salticidae	卡氏方胸蛛 <i>Thiania cavaleriei</i>	H	26		0.20C
	西菱头蛛一种 <i>Sibianor</i> sp.1	H	6	8.75D	
	兰戈纳蛛一种 <i>Langona</i> sp.1	H	8	6.40S	
肖蛸科 Tetragnathidae	柔弱粗螯蛛 <i>Pachygnatha tenera</i>	W	5		7.11S
逍遥蛛科 Philodromidae	逍遥蛛一种 <i>Philodromus</i> sp.2	H	23	0.77C	
异纺蛛科 Hexathelidae	大疣蛛一种 <i>Macrothele</i> sp.1	W	16	1.75C	0.32C
圆颚蛛科 Corinnidae	大理刺足蛛 <i>Phrurolithus daliensis</i>	H	15	1.94C	1.15S
栅蛛科 Hahniidae	栅蛛一种 <i>Hahnia</i> sp.2	W	14		1.57C

H: 游猎型蜘蛛; W: 结网型蜘蛛 H, Hunting spider; W, Web-building spider

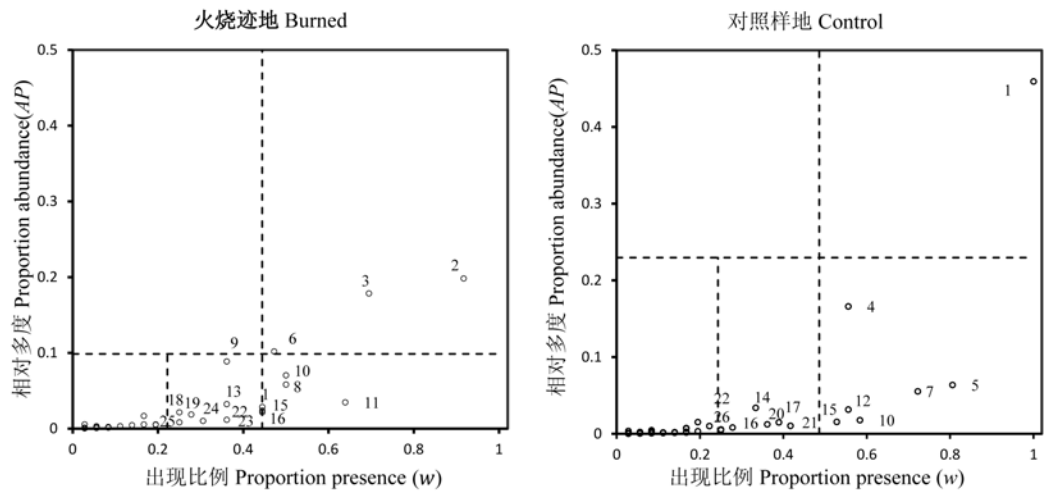


图1 苍山火烧迹地和对照样地地表蜘蛛群落物种组成。图中数字所代表的物种名见表1。  
Fig. 1 Composition of ground-dwelling spider community in burned and control forest, Cangshan Mountain, Yunnan. The species identifier number see Table1.

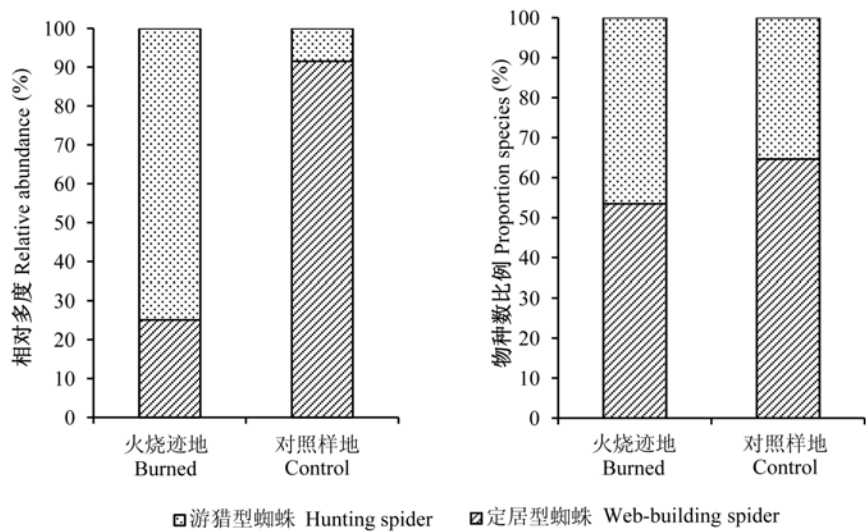


图2 苍山火烧迹地和对照样地地表蜘蛛群落生活型组成  
Fig. 2 Biotype (web-building spider vs hunting spider) of ground-dwelling spider community in burned and control forest, Cangshan Mountain, Yunnan

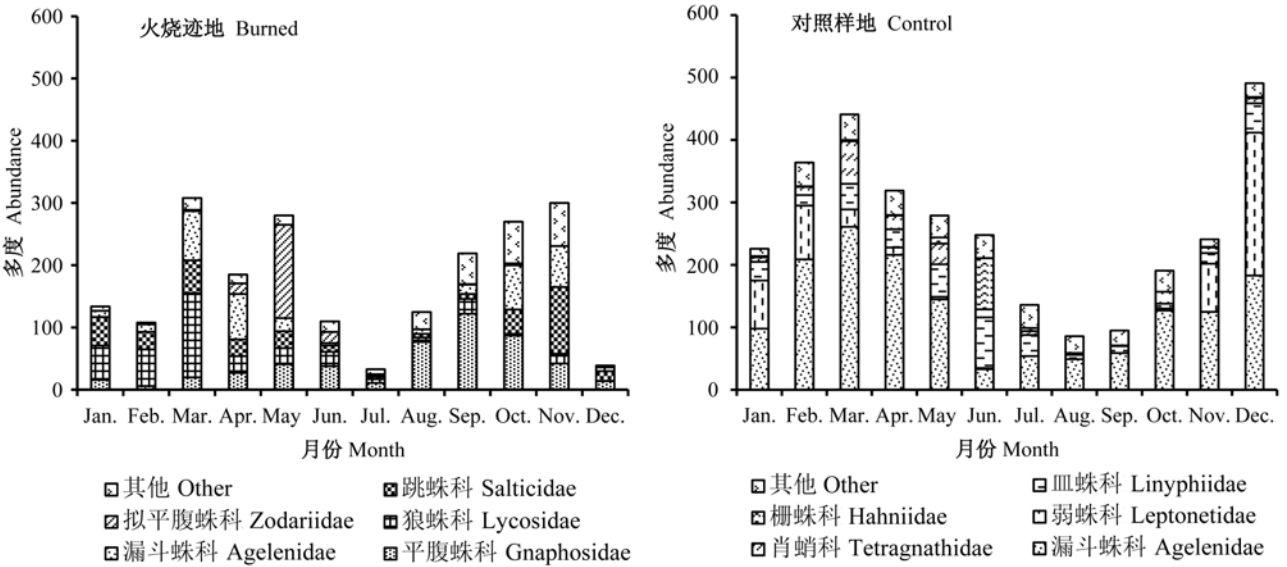


图3 苍山火烧迹地和对照样地地表蜘蛛优势类群季节变化  
Fig. 3 Seasonal variation of the dominant group of the ground-dwelling spider in burned and control sites, Cangshan Mountain, Yunnan

9–11月); 在夏季降雨量最大的7月和冬季温度较低的12月表现出了多度的低谷期。而对照样地仅在降雨量最大后的8、9月表现出低谷期, 受冬季气温影响并不如火烧迹地强烈。

4 讨论与结论

4.1 地表蜘蛛群落物种组成及分布

本文结合物种在样本中的出现比例进行分析,

发现大部分物种相对多度及出现频率均较低, 这符合“生物群落中富含大量稀有种和较少优势种”的原则, 说明群落中每个物种在决定群落性质和功能上具有不同的地位(Ricklefs, 2001; 覃林, 2009); 也说明了在特定的营养级内, 每个物种生态位的差异性不仅表现在物种多度上, 也表现在频度上(Pinzón & Spence, 2010)。例如火烧迹地频繁出现的大理掠蛛 (*Drassodes daliensis*), 对照样地频繁出现的大理刺

足蛛(*Phrurolithus daliensis*)和不定龙隙蛛, 因出现频度较高而在群落中占据优势地位。而在蜘蛛群落研究中通常抽样次数较少, 因此在物种组成分析中, 仅考虑物种多度, 即将个体数量占个体总数10%以上的物种定义为优势种, 1–10%的物种为常见种, 1%以下的则为稀有种(劣旺禄等, 1999; 杨万勤等, 2006; 张志升等, 2010), 这样可能会忽略一些数量不占优势的物种在群落中的优势地位。

#### 4.2 火干扰对地表蜘蛛群落生活型组成及分布的影响

在物种生活型组成比较中, 虽然火烧迹地中游猎型蜘蛛和定居型蜘蛛物种多样性没有明显差异, ( $P=0.794$ ), 但相对多度差异显著, 游猎型蜘蛛显著高于定居型蜘蛛。游猎型蜘蛛一般主动捕食或坐等捕食, 能在相对较短的时间内躲避或转移, 偏好于在落叶层上层活动(Humphreys, 1987; Uetz, 1992)。而定居型蜘蛛大部分结网捕食, 通过精密丝网的振动感知猎物, 常分布于捕食对象密度高的地方, 受掠食性天敌影响较大(宋大祥等, 2001)。对照样地植被盖度较高, 地表凋落物较厚, 微气候条件湿润稳定, 为定居型蜘蛛的结网、隐蔽和捕食提供了良好生境条件(Turnbull, 1973)。而游猎型蜘蛛则受垂直空间结构的限制, 且地表较弱的光环境也会阻碍游猎型蜘蛛的视觉导向, 尤其是狼蛛科和跳蛛科(Uetz, 1975; Land, 1985; Persons & Uetz, 1996; Wagner *et al.*, 2003), 从而制约了游猎型蜘蛛的发展。火干扰后, 开阔的地表生境为视觉导向的游猎型蜘蛛提供了良好的捕食条件, 却减少了定居型蜘蛛的生存空间。研究也表明, 游猎蜘蛛与结网蜘蛛对生境结构多样性反应强烈(Hurd & Fagan, 1992; Langellotto & Denno, 2004; Horváth *et al.*, 2005)。除此之外, 游猎捕食类群对结网捕食类群还存在着种团内捕食(intraguild predation)(Balfour *et al.*, 2003; Finke & Denno, 2003)。在食物资源有限的火烧迹地中, 游猎捕食蜘蛛可能对结网捕食蜘蛛造成抑制(Denno *et al.*, 2004)。

而不同恢复期地表蜘蛛群落多样性研究显示: 这两个样地(火烧迹地初期与对照样地)的地表蜘蛛群落各物种多样性指数均没有显著性差异(马艳滢等, 2013)。Kaynas和Gurkan(2008)在地中海地区研究火干扰对昆虫丰富度的影响也发现了相似的现象。可见即使物种数量恢复, 火干扰仍对生态系统

功能有着深刻的影响。Pullin(2001)也认为, 在自然保护中, 哪些物种能够存在, 通常要比有多少物种存在更为重要。

#### 4.3 火干扰对地表蜘蛛群落季节消长的影响

两样地地表蜘蛛物种组成和数量的季节消长表现出了明显的不同: 火烧迹地优势类群组成不稳定, 易受季节变化影响发生更替; 而对照样地优势类群相对稳定, 与陈彦林等(2007)研究具有相似的结果。从优势类群组成来看, 火烧迹地地表蜘蛛群落优势类群都包含平腹蛛科和跳蛛科蜘蛛, 且在春秋两季都出现物种多度高峰期, 这与Chatzaki等(1998)在地中海有刺常绿灌木地表蜘蛛群落的研究结果相似, 不同的是, Chatzaki等的研究显示地中海有刺常绿灌木群落蜘蛛优势类群稳定, 平腹蛛科蜘蛛两次高峰期均为优势类群, 且开阔样地与有优势植被覆盖样地之间地表蜘蛛没有显著差异。可见, 火干扰降低了地表蜘蛛群落的季节稳定性。与火烧迹地生境相似, 受人为干扰较大的农田生态系统中也发现不同季节地表蜘蛛优势类群不同(Solow, 1993; Sudhikumar *et al.*, 2005)。

蜘蛛群落对季节性降雨和气温变化较敏感(Russell-Smith, 2002; Sudhikumar *et al.*, 2005)。这是由于不同的蜘蛛对温湿度喜好不同, 而能改变小生境的气候因子对蜘蛛群落影响较大(Kato *et al.*, 1995; 宋大祥等, 2001; Sudhikumar *et al.*, 2005)。而植被结构的复杂性与多样性也是引起蜘蛛群落物种组成和多度变化的原因之一(Rypstra, 1983; Uetz, 1991; Halaj *et al.*, 1998; Downie *et al.*, 1999; New, 1999); Wagner等(2003)还认为蜘蛛的季节性变化可能与春秋蜘蛛的行为和繁殖特性不同有关。

本研究中, 火烧迹地地表蜘蛛群落在雨季和冬季都表现出剧烈的波动, 反映了季节性降雨和气温变化对它的深刻影响。究其原因, 由于火烧迹地植被和土壤有机质被烧毁, 地表裸露, 地表蜘蛛筑的巢被雨水冲刷毁坏, 降低了地表蜘蛛群落的稳定性, 表现为火烧迹地地表蜘蛛多度急剧下降。而在冬季, 火烧迹地不能为地表蜘蛛提供适宜的越冬场所, 地表蜘蛛多度也表现为急剧下降。而未经火烧的森林却能在雨季过后迅速恢复原来的群落结构, 在冬季也保持着较高的蜘蛛多度。

蜘蛛是重要的害虫天敌, 对维持森林生态系统健康具有重要作用。本文仅仅考察了火干扰对蜘蛛

群落结构及季节动态的影响, 而如何尽快恢复火干扰后的蜘蛛群落仍值得深入研究。

**致谢:** 大理学院普海波、杨庭榜、张奎昌、赵跃、刘文海、张利祥、贺渊等同学参加野外标本采集工作, 特此致谢。

## 参考文献

- Balfour RA, Buddle CM, Rypstra AL, Walker SE, Marshall SD (2003) Ontogenetic shifts in competitive interactions and intra-guild predation between two wolf spider species. *Ecological Entomology*, **28**, 25–30.
- Brierton BM, Allen DC, Jennings DT (2003) Spider fauna of sugar maple and white ash in northern and central New York State. *Journal of Arachnology*, **31**, 350–362.
- Cardoso P, Pekár S, Jocqué R, Coddington JA (2011) Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE*, **6**, e21710.
- Chatzaki M, Trichas A, Markakis G, Mylonas M (1998) Seasonal activity of the ground spider fauna in a Mediterranean ecosystem (Mt. Yountas, Crete, Greece). In: *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology* (ed. Beeches B), pp. 235–243. British Arachnological Society, Buckinghamshire.
- Chen LD (陈利顶), Fu BJ (傅伯杰) (2000) Ecological significance, characteristics and types of disturbance. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **20**, 581–586. (in Chinese with English abstract)
- Chen LS (陈连水), Yuan FH (袁凤辉), Rao J (饶军), Yan HM (颜亨梅) (2008) An analysis of spider diversity in Shuijiang Nature Reserve in Jiangxi Province, China. *Acta Arachnologica Sinica* (蛛形学报), **17**, 117–120. (in Chinese with English abstract)
- Chen YL (陈彦林), Wang B (王彬), Li HX (李洪鲜), Yan LB (晏利波), Li Q (李巧) (2007) Impact of fire disturbance on arthropod communities in forests of *Pinus yunnanensis* and *Pinus yunnanensis* var. *pygamaea*. *Journal of Southwest Forestry College* (西南林学院学报), **27**(6), 57–61. (in Chinese with English abstract)
- Curtis DJ (1980) Pitfalls in spider community studies (Arachnida, Araneae). *Journal of Arachnology*, **8**, 271–280.
- Denno RF, Mitter MS, Langellotto GA, Gratton C, Finke DL (2004) Interactions between a hunting spider and a web-builder: consequences of intraguild predation and cannibalism for prey suppression. *Ecological Entomology*, **29**, 566–577.
- Downie IS, Wilson WL, Abernethy VJ, Mccracken DI, Foster GN, Ribers I, Murphy KJ, Waterhouse A (1999) The impact of different agricultural land use on epigeal spider diversity in Scotland. *Journal of Insect Conservation*, **3**, 273–286.
- Finke DL, Denno RF (2003) Intraguild predation relaxes natural enemy impacts on herbivore populations. *Ecological Entomology*, **28**, 67–73.
- Halaj J, Ross DW, Moldenke AR (1998) Habitat structure and prey availability as predictors of the abundance and community organization of spiders in western Oregon forest canopies. *Journal of Arachnology*, **26**, 203–220.
- Hawkins CP, MacMahon JA (1989) Guilds: the multiple meanings of a concept. *Annual Review of Entomology*, **34**, 423–451.
- Hore U, Uniyal VP (2008) Effect of prescribed fire on spider assemblage in Terai grasslands, India. *Turk Journal Arachnology*, **1**(1), 15–36.
- Horváth R, Lengyel S, Szinetár C, Jakab L (2005) The effect of prey availability on spider assemblages on European black pine (*Pinus nigra*) bark: spatial patterns and guild structure. *Canadian Journal of Zoology*, **83**, 324–335.
- Humphreys WF (1987) Behavioural temperature regulation. In: *Ecophysiology of Spiders* (ed. Nentwig W), pp. 56–65. Springer-Verlag, Berlin.
- Hurd LE, Fagan WF (1992) Cursorial spiders and succession: age or habitat structure? *Oecologia*, **92**, 215–221.
- Kato M, Inoue T, Hamid AA, Nagamitsu T, Merdek MB, Nona AR, Hino T, Yamane S, Yumoto T (1995) Seasonality and vertical structure of light attracted insect communities in a dipterocarp forest in Sarawak. *Researches on Population Ecology*, **37**, 59–79.
- Kaynas BY, Gurkan B (2008) Species richness and abundance of insects during post-fire succession of *Pinus brutia* forest in Mediterranean region. *Polish Journal of Ecology*, **56**, 165–172.
- Koponen S (2005) Early succession of a boreal spider community after forest fire. *Journal of Arachnology*, **33**, 230–235.
- Kuang MS (况明生), Xie SY (谢世友), Zeng Y (曾艳), Li LL (李林立), Feng SG (冯绍国), Zhang YZ (张远瞩) (2002) Study on the Palaeovegetation and Palaeoclimate since late Pleistocene in the Dianchang Mountain area in Dali of Yunnan Province. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science)* (西南师范大学学报(自然科学版)), **27**, 759–765. (in Chinese with English abstract)
- Land MF (1985) The morphology and optics of spider eyes. In: *Neurobiology of Arachnids* (ed. Barth FG), pp. 53–78. Springer-Verlag, Berlin.
- Langellotto GA, Denno RF (2004) Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. *Oecologia*, **139**, 1–10.
- Li H (李恒), Yang ZZ (杨自忠), Li JH (李继红), Dong XD (董晓东), Wang HB (王浩波), Feng JM (冯建孟) (2009) Effects of successions of communities on plant species diversity in post-fire area in Cangshan Mountain. *Journal of Chuxiong Normal University* (楚雄师范学院学报), **24**, 70–73. (in Chinese with English abstract)
- Lie WL (劣旺禄), Zhu MS (朱明生), Song DX (宋大祥) (1999) Studies on the structure and diversity of soil spider communities in Zhangjiakou area, Hebei Province, China. *Acta Arachnologica Sinica* (蛛形学报), **8**, 49–54. (in

- Chinese with English abstract)
- Ma YY (马艳滢), Li Q (李巧), Feng P (冯萍), Yang ZZ (杨自忠) (2013) Diversity of ground-dwelling spider community in different restoring times of post-fire forest, Cangshan Mountain, Yunnan Province. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **33**, 964–974. (in Chinese with English abstract)
- New TR (1999) Untangling the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation. *Journal of Insect Conservation*, **3**, 251–256.
- Niwa CG, Peck RW (2002) Influence of prescribed fire on Carabid beetle (Carabidae) and spider (Araneae) assemblages in forest litter in Southwestern Oregon. *Environmental Entomology*, **31**, 785–796.
- Nyffeler M (2000) Ecological impact of spider predation: a critical assessment of Bristowe's and Turnbull's estimates. *Bulletin of the British Arachnological Society*, **11**, 367–373.
- Persons MH, Uetz GW (1996) The influence of sensory information on patch residence time in wolf spiders (Araneae: Lycosidae). *Animal Behaviour*, **51**, 1285–1293.
- Pinzón J, Spence JR (2010) Bark-dwelling spider assemblages (Araneae) in the boreal forest: dominance, diversity, composition and life-histories. *Journal of Insect Conservation*, **14**, 439–458.
- Platnick NI (2012) *The World Spider Catalog*, version 13.0. Museum of Natural History. <http://research.Amnh.org/iz/spiders/catalog>.
- Pullin AS (translated by Jia JB (贾竞波)) (2001) *Conservation Biology*. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese)
- Pyne SJ, Andrews PL, Laven RD (1996) *Introduction to Wildland Fire*. John Wiley and Sons. New York.
- Qin L (覃林) (2009) *Statistical Ecology* (统计生态学). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Qiu D (邱丹), Yang CM (杨春梅) (2005) A preliminary study on the spider's community in rapefield in Xining. *Plant Protection* (植物保护), **31**, 52–55. (in Chinese with English abstract)
- Ricklefs RE (2001) *The Economy of Nature*, 5th edn. WH Freeman, New York.
- Root RB (1973) Organization of a plant–arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, **50**, 81–105.
- Russell-Smith A (2002) A comparison of the diversity and composition of ground-active spiders in Mkomazi Game Reserve, Tanzania and Etosha National Park, Namibia. *Journal of Arachnology*, **30**, 383–388.
- Rypstra AL (1983) The importance of food and space in limiting web-spider densities: a test using field enclosures. *Oecologia*, **59**, 312–316.
- Solow AR (1993) A simple test for change in community structure. *Journal of Animal Ecology*, **62**, 191–193.
- Song DX (宋大祥), Zhu MS (朱明生), Chen J (陈军) (2001) *The Fauna of Hebei, China (Araneae)* (河北动物志: 蜘蛛类). Hebei Science and Technology Publishing House, Shijiazhuang. (in Chinese)
- Sudhikumar AV, Mathew MJ, Sunish E, Sebastian PA (2005) Seasonal variation in spider abundance in Kuttanad rice agroecosystem, Kerala, India (Araneae). *European Arachnology*(Suppl. 1), 181–190.
- Sun M (孙明) (2008) *Cangshan Annals* (苍山志). The Nationalities Publishing House of Yunnan, Kunming. (in Chinese)
- Turnbull AL (1973) Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology*, **18**, 305–348.
- Uetz GW (1975) Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. *Environmental Entomology*, **4**, 719–724.
- Uetz GW (1991) *Habitat Structure: the Physical Arrangement of Objects in Space*. Chapman and Hall, London.
- Uetz GW (1992) Foraging strategies of spiders. *Trends in Ecology and Evolution*, **7**, 155–159.
- Uetz GW, Unzicker JD (1976) Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *Journal of Arachnology*, **3**, 101–111.
- Wagner JD, Toft S, Wise DH (2003) Spatial stratification in litter depth by forest-floor spider. *The Journal of Arachnology*, **31**, 28–39.
- Yang C (杨持) (2008) *Ecology* (生态学). Higher Education Press, Beijing. (in Chinese)
- Yang WQ (杨万勤), Zhang J (张健), Hu TX (胡庭兴), Sun H (孙辉) (2006) *Forest Soil Ecology* (森林土壤生态学). Sichuan Science and Technology Press, Chengdu. (in Chinese)
- Yang ZZ (杨自忠), Feng JM (冯建孟), Ma YY (马艳滢), Feng P (冯萍), Zhang YG (张耀光) (2012) Quantitative analysis of spider community and diversity after fire in Cangshan Mountain. *Acta Arachnologica Sinica* (蛛形学报), **21**, 122–128. (in Chinese with English abstract)
- Yu GH (喻国辉), Chen J (陈建) (2001) Sampling using pitfall traps in ecological research on spider. *Acta Arachnologica Sinica* (蛛形学报), **10**, 52–56. (in Chinese with English abstract)
- Zhang F (张锋), Zhu LM (朱立敏) (2008) Community structure and diversity of spider in Zhangshiyan scenic area of Hebei Province, China. *Chinese Journal of Ecology* (生态学杂志), **27**, 1937–1940. (in Chinese with English abstract)
- Zhang ZS (张志升), Wei G (魏国), Liu ZH (刘钟华), Zhang YF (张玉富), Zhang YG (张耀光) (2010) Study on the diversity of the spider community of the Changning National Nature Reserve for the Bamboo Forest Sea of Sichuan, China. *Sichuan Journal of Zoology* (四川动物), **29**, 492–495. (in Chinese with English abstract)