

中度火干扰对具茨山典型植被草本植物 早期恢复特征的影响

闫东锋¹ 郭丹丹¹ 杨喜田¹ 崔雪娜² 寇首道³

1.河南农业大学林学院,郑州 450002; 2.中国科学院华南植物园,广州 510650;
3.河南省新郑市具茨山国家级森林公园管理委员会,新郑 451100

摘要 为了解火干扰后火烧迹地植被恢复规律,对新郑具茨山国家级森林公园侧柏林、草丛 2 种不同植被类型火烧迹地和未火烧地开展植物群落学调查,研究了中度火干扰对该区不同植被类型植被恢复早期草本植物恢复特征的影响。结果表明:所研究的 2 种火烧迹地类型草本植物物种重要值和物种多样性指数值均表现出相同的变化趋势,即火干扰后草本植物物种重要值比未火干扰草本植物重要值显著减小($P < 0.05$),物种种类数量显著增加($P < 0.05$);火干扰后草本植物物种多样性 Simpson 指数(D)、Shannon 指数(H)均显著高于未火干扰相应的物种多样性指数($P < 0.05$);火干扰前后侧柏林和草丛中大多数草本植物为广生态位种群,狭生态位型物种相对较少;侧柏林和草场地火干扰后生态位重叠度较低的种对数增加。

关键词 火干扰; 植被恢复; 物种多样性; 重要值; 生态位; 具茨山国家级森林公园
中图分类号 S 762 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2015)05-0031-06

火干扰是自然界普遍存在的干扰之一,它影响着整个森林生态系统的碳循环过程及碳分配格局^[1]。利用可控制的林火来消除森林地表枯枝落叶层^[2-3],改变林地小气候,促进土壤养分积累,进而可以减少森林火灾危害,为幼苗定居生长提供有利的环境,减少林下植被竞争,消除林木病虫害,改变物种组成和外貌景观,重建森林的生态格局,加快植被演替进程,是群落发展的重要驱动力^[4]。

我国学者针对火干扰对植被的影响进行了大量的研究^[5-6],研究内容主要包括火干扰对植被演替、土壤环境、林火管理、气候变化的影响以及火烧迹地植被的恢复,主要集中在大兴安岭的森林群落以及松嫩平原草地群落,但是关于火干扰对林下草本植物影响的研究较少,特别是从生态位角度开展的研究未见报道。笔者以具茨山国家级森林公园侧柏林和草丛火烧迹地为研究对象,比较分析火干扰前后草本植物物种组成、物种多样性、生态位宽度和生态位重叠度的变化规律,旨在为研究草本植物对火干扰的适应机制和恢复进程,开展火干扰迹地森林资源恢复和经营及林火管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

新郑市具茨山国家级森林公园位于河南省郑州市南部,气候属温带大陆性季风气候,属于暖温带半湿润半干旱地区,多年平均气温为 14.15 °C,气温适中,四季分明,年均降雨量为 751 mm,无霜期 206 d,全年 ≥ 0 °C 活动积温为 5 252.1 °C,历时 307 d。该地区高等植物 81 科 225 属 301 种。由于具茨山国家级森林公园地处新郑市和禹州市交界区和风口区,且林火管理相对薄弱,人为活动频繁,近年来多次发生森林火灾,但强度不大。笔者通过对新郑市具茨山国家级森林公园 2011 年 10 月的火烧迹地进行踏查后发现,中度火烧着火点多、面积广大,中度火烧迹地的植被恢复具有代表性。

1.2 样地设置

在火干扰程度分级中,往往根据火后烧死木株数来判断火烧的程度,中度干扰是指烧死木株数占林木总数的 30%~60%。在火烧 2 a 后,在火烧区选择环境条件基本相似的区域,分别按照侧柏纯林

收稿日期: 2014-12-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(31170580); 河南省教育厅研究计划项目(12A220002); 河南省科技计划项目(142102110081)

闫东锋,博士,副教授,研究方向:数量生态学与森林经理学。E-mail: yandongfeng2002@126.com

通信作者: 杨喜田,博士,教授,研究方向:恢复生态学。E-mail: xitianyang@yaohoo.com.cn

和草丛 2 种植被类型选取典型样地,共选取面积为 20 m×20 m 的侧柏林火烧样地 4 个,同时选择与火烧林分条件相似的 4 个未发生火烧的侧柏林作为对照样地进行植物群落调查。各样地基本情况见表 1。

1.3 植被调查

在侧柏林样地和草丛样地内,沿样地对角线在样地四角和中心各设置一个面积为 1 m×1 m 的草本样地。调查草本植物草本层的盖度、种类、个体数量、高度、冠幅、基径(丛径)、多度和盖度等。同时,

在各样地选择 2 个 1 m×1 m 草本样方,采用全收获法将草本植物分地上部分和地下部分分别测定其鲜质量,在实验室内烘干,测定生物量。在进行植被调查的同时,现场测定并记录各样地的海拔高度、坡向、坡度和坡位等环境因子,同时记录样地 GPS 坐标;记载群落地段四周的环境情况以及其他的植被类型等,尽可能正确估计周围地区的环境条件以及人类活动对于该植物群落可能产生的影响,特别是火灾后虫害的存在及影响程度。

表 1 试验样地基本情况

Table 1 Basic information of sampling plots

样地号 Plots	主要物种 Main species	海拔/m Elevation	坡向 Slope exposure	坡度/(°) Slope degree	坡位 Slope position	郁闭度 (覆盖度)/% Canopy density (Total overage)	平均 基径/cm DBH	平均 树高/m Tree height
1	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	477	东 East	25	中 Middle	25	5.4	2.6
2	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	485	东 East	23	上 Upper	32	10.5	3.7
3	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	465	东南 East-south	20	中 Middle	28	8.3	2.9
4	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	480	东 East	23	中 Middle	30	9.5	3.2
5	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	475	东 East	25	上 Upper	22	11.9	3.6
6	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	490	东 East	22	中 Middle	35	4.1	2.4
7	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	460	东南 East-south	19	下 Down	28	10.7	3.3
8	侧柏 <i>Platyclus orientalis</i>	488	东 East	20	中 Middle	35	3.8	2.6
9	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	670	西 West	5	下 Down	58		
10	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	637	南 South	8	中 Middle	65		
11	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	665	西 West	8	下 Down	70		
12	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	683	南 South	12	上 Upper	75		
13	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	600	南 South	11	中 Middle	80		
14	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	621	西 West	15	中 Middle	82		
15	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	595	南 South	15	上 Upper	89		
16	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	641	南 South	18	上 Upper	85		

1.4 数据统计方法

本研究选择 3 种最常用的物种多样性指数描述群落的物种多样性^[7-8],即 Simpson 指数(D)、Shannon-Wiener 指数(H)和 Pielou 均匀度指数(R)。

重要值的计算采用公式:重要值 =

$$(\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度})/3 \quad (1)$$

式中,相对密度 = (某物种个体数/全部种的个体数之和) × 100,相对频度 = (某物种出现的样方数/全部种出现的样方数之和) × 100,相对盖度 = (某物种的盖度/全部种的盖度之和) × 100。

基于物种重要值,利用以下 2 种生态位宽度指数进行草本植物生态位宽度测度^[9]:

$$\text{Levins 生态位宽度指数 } B_i = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \log P_{ij} \quad (2)$$

(2)式中, B_i 为种 i 的生态位宽度; r 为资源等

级数; $P_{ij} = n_{ij}/N_i$,其中, $N_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$, n_{ij} 为物种 i 在资源位 j 的重要值, N_i 为物种 i 在所有资源位的重要值之和。

$$\text{Hurlbert 生态位宽度指数 } B_a = \frac{(B_i - 1)}{(r - 1)} \quad (3)$$

(3)式中, $B_i = \sum_{j=1}^r P_{ij}^2$, B_a 为生态位宽度, P_{ij} 和 r 的含义同(2)式,该方程的值域为 $[0, 1]$ 。

生态位重叠度指标采用 Pianka 测度指标

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij} P_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n P_{ij}^2 \sum_{i=1}^n P_{ik}^2}} \quad (4)$$

(4)式中 O_{jk} 为生态位重叠指数, P_{ij} 和 P_{ik} 为由种类 j 或种类 k 所利用的整个资源中第 i 种资源所占比例(本研究即是各样方中物种的重要值)。

生态位宽度和生态位重叠度测度指标计算,采用 R 3.0.2 中 niche overlap2.spaa_0.1.2 程序包进行。

2 结果与分析

2.1 火干扰对草本植物物种重要值的影响

火干扰发生后,研究区侧柏纯林和草丛环境条

件均发生了不同程度的变化,但是由于其特有的林分结构、土壤环境,对火干扰具有不同的反应机制。重要值是反映物种在群落中的优势度,可以反映物种演替变化趋势,由公式(1)计算出不同植被类型火干扰前后草本植物重要值,结果见表 2。从表 2 可知,侧柏林未过火样地草本植物重要值主要集中在少数物种上,如细叶苔草、荩草、鸦葱、野艾蒿、委陵菜等,其中细叶苔草重要值最大,为 0.487,过火后其重要值降至 0.251。侧柏林火干扰后保留种有细叶苔草、荩草、委陵菜、鸦葱、泥胡菜、车前、野艾蒿和茜

草等 8 种,这些植物对环境的适应能力较强;所增加的草本植物种有宽叶隐子草、茅莓、灰藜、达胡里胡枝子、尖叶胡枝子、小花山桃草、风毛菊、狗牙根、猪毛菜、白茅、鹅观草等;苦苣菜、地肤、臭草在火干扰后消失,为衰退种。草丛过火后增加的草本植物种有宽叶隐子草、小花山桃草、狗牙根、刺儿菜、费菜,而泥胡菜、瓦松已绝迹于草丛火烧迹地。侧柏林和草丛火干扰后草本种类数量显著增加,但所增加的物种重要值并不高,这意味着其稳定性较低,将来仍有被那些火干扰前存在的草本植物种群替代的可能。

表 2 不同植被类型火干扰前后草本植物重要值

Table 2 Important values before and after burning herbage plants of various vegetation types

物种 Species	侧柏林 <i>Platykladus orientalis</i> forest		草丛 Herbage		物种 Species	侧柏林 <i>Platykladus orientalis</i> forest		草丛 Herbage	
	火干扰	对照	火干扰	对照		火干扰	对照	火干扰	对照
	Burn	Check	Burn	Check		Burn	Check	Burn	Check
细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	0.251	0.487	0.347	0.42	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	0.023		0.022	
荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>	0.159	0.126	0.129	0.138	风毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	0.010			
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	0.044	0.058	0.03	0.125	猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.010			
苦苣菜 <i>Ixeris chinensis</i>		0.011	0.061	0.101	车前 <i>Plantago depressa</i>	0.021	0.009		
宽叶隐子草 <i>Cleistogeneis hackeli</i> var. <i>nakaii</i>	0.022		0.046		白茅 <i>Impereta cylindrica</i>	0.134			
鸦葱 <i>Scorzonera austriaca</i>	0.031	0.105	0.100	0.076	野艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	0.039	0.084		
泥胡菜 <i>Hemistepta lyrata</i>	0.043	0.035		0.017	茜草 <i>Rubia coedifolia</i>	0.010	0.034		
茅莓 <i>Rubus parvifolius</i>	0.083				鹅观草 <i>Roegneria kamoji</i>	0.010			
灰藜 <i>Chenopodium serotinum</i> L.	0.035				臭草 <i>Melica scabrosa</i>		0.039		
达胡里胡枝子 <i>Lespedeza virgata</i>	0.010		0.015	0.008	刺儿菜 <i>Cephalanoplos sedetum</i>			0.048	
尖叶胡枝 <i>Lespedeza dahurica</i>	0.021				费菜 <i>Sedum aizoon</i>			0.013	
地肤 <i>Kochia scoparia</i>		0.010	0.030	0.027	地丁 <i>Gueldenstaedtia multiflora</i>			0.058	0.041
小花山桃草 <i>Gaura parviflora</i> Douglas	0.044		0.034		地梢瓜 <i>Cynanchum thesioides</i>			0.015	0.010
瓦松 <i>Orostachys fimbriatus</i>			0.053	0.020	蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>				0.017

2.2 火干扰对草本植物物种多样性的影响

由表 2 和表 3 可知,2 种植被类型火干扰前草本植物种类数分别为 11 种和 12 种,但火干扰后侧柏林内草本植物种类数达到 19 种,增加了 11 种,3 个物种消失,而草丛内草本植物种类数达到 15 种,增加了 5 种,另有 2 个物种消失。侧柏林、草丛火干扰前后 Simpson 指数(D)、Shannon 指数(H)所反映出的物种多样性变化趋势相同,即火干扰显著增加了多样性指数值(P<0.05),其中侧柏林草本植物 Simpson 指数(D)、Shannon 指数(H)分别增加了 0.312、0.784;草丛地内草本植物 2 个多样性

指数分别由 0.409 增至 0.655、1.146 增至 1.540。火干扰均使 2 种植被类型草本植物物种丰富度指数显著增加(P<0.05),火干扰后侧柏林草本植物物种丰富度指数由 1.366 增加至 2.386,而草丛地草本植物物种丰富度指数由 1.598 增加至 2.110。侧柏林火干扰前草本植物均匀度为 0.467,火干扰后提高至 0.685,但差异性并不显著(P<0.05)。草丛火干扰前草本植物均匀度为 0.514,火干扰后增至 0.640,且差异不显著(P<0.05)。因此,火干扰虽然增加了草本植物物种多样性,但是对各物种多度空间分布的均匀程度并无显著影响。

表 3 不同植被类型火干扰前后草本植物物种多样性指数¹⁾

Table 3 Species diversity indexes before and after burning herbage plants of various vegetation types

多样性指数 Species diversity index	侧柏林 <i>Platyclusus orientalis</i> forest		草丛 Herbage	
	火干扰 Burn	对照 Check	火干扰 Burn	对照 Check
	19	11	15	12
物种数 Species number	19	11	15	12
物种丰富度 Species rich degree	2.386±0.233 a*	1.366±0.133 b*	2.110±0.307 a*	1.598±0.162 b*
Simpson 指数 Simpson index(D)	0.735±0.065 a*	0.423±0.028 b*	0.655±0.021 a*	0.409±0.088 b*
Shannon 指数 Shannon index(H)	1.753±0.036 a*	0.969±0.103 b*	1.540±0.142 a*	1.146±0.281 b*
Pielou 均匀度 Pielou evenness degree(R)	0.685±0.043 a*	0.467±0.034 a*	0.640±0.058 a*	0.514±0.038 a*

1)不同小写字母表示相同植被类型火干扰前后草本物种多样性指数差异显著($P<0.05$); * 表示不同植被类型草本物种多样性指数差异显著($P<0.05$)。Different small letters meant the species diversity indexes were significantly different at $P<0.05$ before and after burning different vegetation types; * meant the species diversity indexes were significantly different at $P<0.05$ in different vegetation types.

2.3 火干扰对草本植物生态位的影响

1)草本植物生态位宽度。利用公式(2)、(3)分别计算侧柏林、草丛中干扰前后所有草本植物的生态位宽度值(表 4),由表 4 可以看出,侧柏林火干扰前草本植物生态位宽度值在 0.9 以上的有车前、苎草、泥胡菜、细叶苔草、野艾蒿等 5 种植物,火干扰后生态位宽度值 0.9 以上的有苎草、茅莓、达胡里胡枝

子、风毛菊、猪毛菜、车前、狗牙根、白茅、小花山桃草、鹅观草等 10 种植物。可见,火干扰没有对车前、苎草的生态位宽度造成显著影响,而对野艾蒿的生态位宽度影响显著,其 B_i 由 0.937 6 降为 -0.980 0, B_a 由 0.937 6 降为 0.010 0。草生地草本植物火干扰前生态位宽度值(B_i 、 B_a)均较高,除地丁(0.510 3)外,其他草本植物生态位宽度值均在 0.9

表 4 不同植被类型火干扰前后草本植物生态位宽度指数

Table 4 Ecological niche width indexes of before and after burning herbage plants of various vegetation types

物种 Species	火干扰侧柏林 Burn <i>Platyclusus orientalis</i> forest		对照侧柏林 Check <i>Platyclusus orientalis</i> forest		草丛火干扰 Burn herbage		草丛对照 Check herbage	
	B_i	B_a	B_i	B_a	B_i	B_a	B_i	B_a
	细叶苔草 <i>Carex rigescens</i>	0.834	0.834	0.988	0.988	0.974	0.974	0.992
苎草 <i>Arthraxon hispidus</i>	0.988	0.988	1.000	1.000	0.983	0.983	0.977	0.977
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	0.809	0.809	0.377	0.377	0.999	0.999	0.999	0.999
鸦葱 <i>Scorzonera austriaca</i>	-0.980	0.010	0.684	0.684	0.770	0.770	0.979	0.979
泥胡菜 <i>Hemistepta lyrata</i>	0.532	0.532	0.991	0.991			1.000	1.000
茅莓 <i>Rubus parvifolius</i>	0.969	0.969						
灰藜 <i>Chenopodium serotinum</i> L.	-0.980	0.010						
达胡里胡枝子 <i>Lespedeza virgata</i>	0.971	0.971			0.553	0.553	1.000	1.000
尖叶胡枝子 <i>Lespedeza dahurica</i>	-0.980	0.010						
风毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	0.999	0.999						
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.996	0.996						
车前 <i>Plantago depressa</i>	0.999	0.999	1.000	1.000				
宽叶隐子草 <i>Cleistogeneis hackeli</i> var. <i>nakaii</i>	-0.980	0.010			1.000	1.000		
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	0.992	0.992			1.000	1.000		
白茅 <i>Impereta cylindrica</i>	1.000	1.000						
野艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	-0.980	0.010	0.938	0.938				
小花山桃草 <i>Gaura parviflora</i> Douglas	1.000	1.000			0.756	0.756		
茜草 <i>Rubia coedifolia</i>	-0.980	0.010	-0.980	0.010				
鹅观草 <i>Roegneria kamoji</i>	1.000	1.000						
臭草 <i>Melica scabrosa</i>			-0.980	0.010				
地肤 <i>Kochia scoparia</i>			0.349	0.349	0.975	0.975	0.926	0.926
苦苣菜 <i>Ixeris chinensis</i>			0.406	0.406	0.777	0.777	0.997	0.997
地丁 <i>Gueldenstaedtia multiflora</i>					0.999	0.999	0.510	0.510
地梢瓜 <i>Cynanchum thesioides</i>					0.986	0.986	1.000	1.000
瓦松 <i>Orostachys fimbriatus</i>					0.837	0.837	1.000	1.000
蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>							1.000	1.000
刺儿菜 <i>Cephalanoplos sedetum</i>					-0.980	0.010		
费菜 <i>Sedum aizoon</i>					-0.980	0.010		

以上,说明草丛内草本种类和数量分布较均匀;火干扰后生态位宽度值在0.9以上的有细叶苔草、委陵菜、宽叶隐子草、地肤、苧草、狗牙根、地丁、地梢瓜,而刺儿菜、费菜生态位宽度指标值较低, B_i 分别为-0.980 0、-0.979 9, B_a 均为0.010 0。整体来看,在研究区内,火干扰前后草本植物生态位宽度值均较高,说明此地区广生态位型的物种比较多,狭生态位型物种较少。

2) 草本植物生态位重叠度。由公式(4)可计算出生态位重叠指数,侧柏林火干扰前生态重叠指数为1的仅有2对,生态重叠指数为0的有8对,分别占总对数(55)的3.64%和14.55%。而侧柏林火干扰后各草本植物种群生态重叠指数为1的有9对,占总对数171对的5.26%;有25对群落生态重叠指数为0,占总对数171对的14.62%。草丛火干扰前草本物种生态重叠指数为1的有11对,占总对数66对的16.67%,重叠指数 <0.50 的只有5对,任意一对物种生态重叠指数都不为0,表明草丛内各草本植物种群资源利用性相似性高。而火干扰后生态重叠指数为1的有3对,为0的有6对,分别占总对数105对的2.86%和5.71%;重叠指数 <0.5 的共有18对,占总对数的17.14%。

3 讨论

火干扰发生后,研究区侧柏纯林和草丛环境条件均发生了不同程度的变化,但是由于其特有的林分结构、土壤环境,对火干扰具有不同的反应机制。侧柏林未过火样地草本植物重要值主要集中在少数物种,如细叶苔草、苧草、鸭葱等,原因可能是火干扰后光照环境改变,空气湿度降低,有利于阳生物种生存,而阴生物种生长受限。草本植物具有较强的萌生能力,种的更新要经历萌发、定居等过程,需要较长时间才能完成演替,但火干扰后,由于林内光照增加,土壤理化条件得到改善,那些具较强萌生能力的草本植物会迅速地进行原位更替,而那些阴生的草本植物由于适应不了光照较多的立地条件而暂时无法生存^[10-11]。研究区2种植被类型草本植物中具有较强萌生能力的种类所占比例较大,在外界干扰胁迫之后,这些草本植物种群具有较大的恢复力和较强的稳定性,但是各优势草本物种抵抗火干扰的能力不同,部分优势种可以通过萌芽较快地恢复,虽增加了不少新物种,但重要值均较低,稳定性不高,若想恢复至稳定状态,仍需要较长时间。

火干扰使2种植被类型草本植物物种丰富度指数均显著增加($P < 0.05$),火干扰后侧柏林地草本植物丰富度指数均有所增加,这表明,火干扰后林内微环境的改变有利于一些新物种的进入。与火干扰前相比,侧柏林火干扰后草本植物均匀度有所增加,但差异并不显著,因此,火干扰虽然增加了草本植物物种多样性,但是对各物种多度空间分布的均匀程度并无显著影响,说明火干扰后物种种类恢复较快,但稳定性较小。对于如侧柏林这样的乔木林分,部分乔木及灌木在火干扰后死亡,林冠郁闭度减少,光照增强,温度增加,火烧后土壤可溶性养分迅速集聚增加^[12],适合适应能力强的草本植物迅速侵入,尤其是阳生植物;对于如草丛这样有优势种的植被类型,火干扰后,群落内植被覆盖大大减少,处于优势地位的草本植物在短期内无法处于绝对优势地位,这可为其他草本植物的快速生长创造条件,但长期来看仍有可能被那些火干扰前处于绝对优势地位的草本植物所代替,因此,一定强度的地表火干扰可以增加群落物种多样性和生态系统复杂性,对群落正向演替有促使作用,这与相关研究结果一致^[13-14]。

种群的生态位宽度是该种群所利用的各种资源的总和^[15],生态位宽度的大小取决于物种对环境的生理适应性、种间竞争强度和环境因子的分布状况,种群生态位宽度越大,则其对环境的适应能力越强,对各种资源的利用越充分^[16],且往往在群落中处于优势地位。侧柏林和草丛火干扰前后对草本物种生态位宽度变化不显著,且各草本物种生态位宽度值较大,说明此地区广生态位型的物种比较多,狭生态位型物种较少。

参 考 文 献

- [1] 殷丽,田晓璐,康磊,等. 林火碳排放研究进展[J]. 世界林业研究, 2009, 22(3): 46-51.
- [2] 朱学灵,刘晓静,崔向慧,等. 宝天曼自然保护区栎类林群落不同火烧演替序列物种多样性特征[J]. 林业科学, 2012, 48(8): 31-38.
- [3] HERNANDEZ D L, HOBBI E S. Effects of fire frequency on oak litter decomposition and nitrogen dynamics[J]. *Oecologia*, 2008, 158: 535-543.
- [4] MIESEL J R, GOEBEL C, CORACE R G, et al. Fire effects on soils in Lake States Forests: a compilation of published research to facilitate long-term investigations [J]. *Forests*, 2012, 3(4): 1034-1070.
- [5] MITCHELL C P J, KOLKA R K, FRAVER S. Singular and

- combined effects of blowdown, salvage logging, and wildfire on forest floor and soil mercury pools[J]. Environ Sci Technol, 2012, 46: 7963-7970.
- [6] 李媛, 程积民, 魏琳, 等. 云雾山典型草原火烧不同回复年限土壤化学性质变化[J]. 生态学报, 2013, 33(7): 2132-2136.
- [7] 孙龙, 赵俊, 胡海清. 中度火干扰对白桦落叶松混交林土壤理化性质的影响[J]. 林业科学, 2011, 47(2): 103-109.
- [8] 闫东锋, 朱滢, 杨喜田. 宝天曼栎类天然林物种多样性与稳定性[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(4): 628-633.
- [9] 胡正华, 于明坚, 彭传正, 等. 古田山自然保护区黄山松林主要种群生态位研究[J]. 生态环境, 2004, 13(4): 619-621, 629.
- [10] KASHIAN D M, CORACE R G I, SHARTELL L M, et al. Variability and persistence of post-fire biological legacies in jack pine-dominated ecosystems of northern Lower Michigan [J]. For Ecol Manag, 2012, 263: 148-158.
- [11] RYAN K C. Dynamic interactions between forest structure and fire behavior in boreal ecosystems [J]. Silva Fennica, 2002, 36(1): 13-39.
- [12] 刘发林, 张思玉, 杨继敏, 等. 低强度地表火对马尾松次生林物种多样性的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(5): 32-36.
- [13] 闫东锋, 杨喜田. 宝天曼木本植物群落数量排序与环境解释[J]. 生态环境学报, 2010, 19(12): 2826-2831.
- [14] 严超龙, 陶建平, 汤爱仪, 等. 重庆茅庵林场火烧迹地早期恢复植被特征研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(5): 140-144.
- [15] 张娟红, 何彤慧, 程志, 等. 宁夏平原沟渠湿地植物群落数量特征比较研究[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(1): 153-157.
- [16] 张建利, 吴华, 喻理飞, 等. 基于群落数量特征的喀斯特湿地森林群落优势种分析[J]. 生态环境学报, 2013, 22(1): 58-65.

Characteristics of herbaceous plant vegetation recovery of typical vegetation at its early recovery stage in moderate burned areas in Juci Mountain National Forest Park

YAN Dong-feng¹ GUO Dan-dan¹ YANG Xi-tian¹ CUI Xue-na² KOU Shou-dao³

1. Forestry College of Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

3. Management Committee of Juci Mountain National Forest Park of Xinzheng City, Xinzheng 451100, China

Abstract In order to find the changing rules of vegetation restoration after fire disturbance, the effects of early herbal recovery characteristics of different vegetation types in Juci Mountain National Forest Park after moderate fire disturbance were studied through community surveying the burned area and unburned area of *Platycladus orientalis* forest and herbage. Results showed that the important values and species diversity indexes of the two types of burned area studied had the same changing trends. Species importance values of the two burned types declined significantly comparing with that of unburned area ($P < 0.05$). The number of herbaceous plant species of two burned types increased significantly comparing with that of unburned area ($P < 0.05$). The values of species diversity Simpson index (D), Shannon index (H) of the two burned types were significantly higher than that of unburned area ($P < 0.05$). Studying the niche of the two vegetation types before and after fire disturbance showed that the majority of *Platycladus orientalis* forest and herbage were the wide niche populations, and the narrow niche-type species was relatively smaller than that of wide niche-type species. The numbers of species-pairs with lower values of niche overlap increased.

Key words fire disturbance; vegetation recovery; species diversity; important value; ecological niche; Juci Mountain National Forest Park