

大兴安岭森林火灾对森林生态系统的影响<sup>\*</sup>

罗菊春

(北京林业大学资源与环境学院)

**摘要** 1987年春发生在大兴安岭北部的森林火灾,造成了巨大的损失。人们关心火灾对森林生态系统的影响。我们通过较全面的调查研究,得出一些基本的结论:①经重度火烧的林地,兴安落叶松(*Larix gemelinii*)与樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)的大径级树木未被烧死,而山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platyphylla*)在中度火烧情况下就全部死亡。②火灾后,形成了大面积的天然幼龄林,主要是白桦的萌芽更新。白桦的实生苗虽也很多,但生长慢、难成林。而落叶松因缺少种源则难以更新。樟子松在各种火灾等级的樟子松林地上都有良好的更新。③落叶松林火烧后的10年中,生长率降低,以后恢复到正常状态,但生长量有所提高。樟子松林重度火烧后生长率明显降低,但生长量显著提高。④火烧对森林群落的植物多样性影响不大。⑤火烧后的3年内,斜陡坡与阳坡土薄处,植被恢复慢,水土保持能力大为降低,侵蚀强度大,后来形成较多荒山。而水分条件好的大面积谷地、缓坡地植被恢复较快,环境变化不大。⑥火烧迹地的土壤有机质大为降低,矿质养分也明显降低,坡度越大的地段,土壤更为贫瘠化。

**关键词** 森林火灾, 森林生态系统, 火灾影响, 大兴安岭

中图分类号 S718.55<sup>+7</sup>

Luo Juchun. **Influence of forest fire disaster on forest ecosystem in Great Xing' anling.** *Journal of Beijing Forestry University* (2002)24(5/6)101~107[Ch, 6 ref.] College of Resources and Environment, Beijing For. Univ. 100083, P. R. China.

A serious fire disaster took place in the northern forest region of the Great Xing' anling in northeastern China in the spring of 1987 and this forest fire resulted in serious losses. Now the effect of the heavy fire on forest ecosystem has been widely concerned, while this problem was seldom discussed in the past years. After the all-round investigations from 1987, some conclusions are summarized as follows: (1) In the forest lands suffered from the serious fire, large diameter trees of *Larix gemelinii* and *Pinus sylvestris* var. *mongolica* have not been burned to death, but all of *Populus davidiana* and *Betula platyphylla* died in the mid-degree fire. (2) After the fire disaster, large areas of natural young forests were developed, which mainly originated from the sprouts of *Betula platyphylla*, and there was good natural regeneration in the *Betula platyphylla* and *Pinus sylvestris* var. *mongolica* stands. (3) After *Larix gemelinii* stands were burned, the growth rate decreased firstly, and then restored to the normal level, but the growth volume increased. After the *Pinus sylvestris* var. *mongolica* stands suffered from the serious fire, growth rate always decreased but the growth volume increased obviously. (4) Effect of the fire on plant diversity was very slight. (5) During the three years after fire disaster, vegetation in the thin soil of steep and southern slopes was restored slowly, and soil and water conservation ability reduced sharply. The soil erosion on these slopes was intensive and these slopes mostly developed into barren mountains later. Vegetation restored quickly in the flat and gentle slopes with good water condition, but environment has little changes. (6) Organic matter and mineral nutrition in the forest soil where fire has happened reduced greatly. The steeper the slope is, the poorer the soil is.

**Key words** forest fire disaster, forest ecosystem, influence of fire, Great Xing' anling

2002-05-10 收稿

<http://www.chinainfo.gov.cn/periodical/bjlydx/b/>

<sup>\*</sup> 国家林业局“西林吉林局森林更新恢复规划设计”项目的部分内容。

作者简介: 罗菊春, 男, 1937年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 森林生态学。 电话: 010-62338100 地址: 100083 北京林业大学资源与环境学院。

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

1987年5月6日发生于大兴安岭北部的森林大火,烧了28 d,横扫100余 $\text{km}^2$ ,洗劫了西林吉、图强、阿木尔3个林业局的局址,波及塔河林业局,烧掉了9个林场,31个林场受害,过火面积130多万 $\text{hm}^2$ ,其中104.36万 $\text{hm}^2$ 的有林地被毁。火源发生于西林吉林业局(漠河县城所在地,整个县城被烧光),该局过火林地面积最大,烧了30.5万 $\text{hm}^2$ ,其中重度火烧的林地10.6万 $\text{hm}^2$ ,中度火烧为2万 $\text{hm}^2$ 。这样严重的森林火灾在世界上是罕见的。所造成的直接经济损失可以计算出来,对生态环境的破坏、对动植物资源和森林后备资源的毁坏,是无法估算的。大火扑灭后,大兴安岭的森林覆盖率从76%下滑到61.5%,重度与中度火烧的林地生物多样性殆尽,作为松嫩平原与呼伦贝尔大草原的天然“水库”和天然屏障的大兴安岭(森林与湿地)生态系统的生态效能的降低,用经济是难以衡量的。仅从森林资源角度来看,就可见其损失之严重:新中国成立50年来,大兴安岭生产木材为国家贡献了40个亿,而火烧后国家却得“偿还”70个亿来恢复森林资源。

严重火灾对森林资源的更新恢复,对生态环境的影响如何,一直是国内外生态学家和林学家所关注的问题。为了尽快恢复森林,发展森林资源,重建森林生态系统,原国家林业部委派多个高等林业院校与研究所进驻各林业局,进行科技咨询并制定森林更新恢复规划。笔者被派往西林吉林业局,率调查规划组在那里做长达3年之久的外业调查,并做出了全局8个过火林场的森林更新规划设计。2001年8月应大兴安岭林管局资源林政局的邀请,又率队重返西林吉局,做建立自然保护区的综合科学考察与规划,深入到原过火的5个林场进行了调查,其中对火烧迹地14年来的变化进行了研究。对森林火灾带给森林生态系统的影响,今天可暂做一个初步的总结。

## 1 研究地区的自然条件

西林吉林业局位于黑龙江省漠河县境内。其地理坐标为 $N52^{\circ}47' \sim 53^{\circ}20'$ ,  $E121^{\circ}29' \sim 123^{\circ}11'$ 。地处大兴安岭北端,属中低山山地,海拔高度一般为400~600 m,最低处为黑龙江边,仅291 m。山体不高,相对高差一般为100~200 m。山体坡度不大,多在 $25^{\circ}$ 以下,山体间多宽阔的谷地。水系皆为由南至北的流向,区内最大的河流是额木尔河与洛古河,均流入黑龙江。

这里地处高纬,属寒温带湿润气候区,为我国最寒冷的地区之一。其气候严寒、生长期短;春旱,年降雨量小,水热配合较好,冬季漫长,极端最低气温

-52.3 $^{\circ}\text{C}$ ,冰冻期达7个月之久。夏季短暂,湿热,极端最高气温达36.8 $^{\circ}\text{C}$ ,年温差达49.3 $^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温仅1650.4 $^{\circ}\text{C}$ ,年均气温-4.9 $^{\circ}\text{C}$ ,无霜日仅92 d,年降水量403.4 mm,集中在7、8月份。冬季积雪40~50 cm,春季干燥多风,5月份常有5级以上大风,易引起森林火灾。此时也正是造林时期,不利于苗木成活。

这里的土壤类型主要为棕色针叶林土,为本区的地带性土壤。小溪与河流两岸常见河岸冲击土。两岸阶地分布暗色草甸土。山间低地及宽谷中排水不良地多为沼泽土。

这里火烧后(1988年)的主要森林类型及所占比重是落叶松林为70%、白桦林19%、樟子松林8%、山杨2%、河岸杨柳、赤杨林1%。

## 2 研究方法

(1)1988~1990年按不同火烧程度(重、中、轻)调查落叶松林、樟子松林、白桦山杨林等的烧死木情况及其径级分布,一般采用30 m $\times$ 30 m的样地分树种按死亡、存活逐株记载,共做各种森林类型的标准地290块。

(2)1989~1990年在不同火烧程度的不同森林群落类型的标准地中调查天然更新情况,采用样方调查法,每个样方的面积2 m $\times$ 2 m,每个标准地中做样方20~25个,记载样方中的幼苗幼树,对萌芽更新者,记载丛数与萌条根数及更新苗与萌生条生长状况。2001年8月以同样方法对不同火烧程度的迹地做同样的更新调查。

(3)火烧后的第二至第三年与14年后的2001年对不同火烧程度的不同森林群落类型标准地做林下植物多样性调查,样方为2 m $\times$ 2 m(下木)与1 m $\times$ 2 m(活地被物),每个群落做样方15~20个。

(4)2001年做不同程度火烧后不同森林类型的标准地调查,共做样地35块,并做立木生长量测定,用解析木法和用生长锥取胸径生长量,计算火烧前10年,后10年和火烧后14年内的年材积生长量。

(5)火烧后的第二年与2001年对不同火烧程度的迹地观察植被覆盖度,土壤侵蚀状况,调查土壤剖面特征与分析土壤性质变化情况,了解火烧对环境的影响。

## 3 研究结果

### 3.1 火烧对森林群落结构的影响

#### 3.1.1 群落层次结构的变化

经过重度火烧的林地,白桦与山杨最不耐火,当年全部死亡。樟子松在第二年死亡株数仍在增加。而兴安落叶松抗火性强,大径木(胸径20 cm以上,活

枝下高 8 m 以上)和部分中径木(胸径 16~20 cm, 活枝下高 6~8 m 者)未烧死, 当年未能放叶, 好像已经死亡, 但在第二、三年却普遍发了新芽, 存活了下来。遗憾的是大量的大径级活立木被当作死亡木采伐掉, 因此原林分中混生白桦较多的落叶松林与樟子松林被皆伐后, 形成了白桦次生单纯群落, 原为落叶松、樟子松纯林者, 皆伐后土薄地段成了荒山, 而立地好的地段后来营造了人工林, 但整个林业局可造林的面积不及 15%。

轻度火烧的各类森林, 林中小径木和全部幼林被烧死, 而且杨桦萌生条较少, 使林分成了划一的单层结构。

中度火烧过的各类森林中, 杨桦被全部烧死, 但萌生条很多, 仍形成单优结构。落叶松和樟子松林的小径木也被大部烧死, 林分更趋单层化, 但原林分中有 30% 以上的白桦林分, 由于白桦全部烧死, 促进了树桩的萌芽更新, 结果形成了与白桦混交的复层林。

### 3.1.2 火烧对林分年龄结构的影响

灾后第二年, 该林业局完成了全局的森林二类调查, 2000 年又做了一次资源复查。我们对黑龙江沿岸的漠河林场、大草甸子林场、洛古河林场、金沟林场及河湾林场的小班按龄组统计, 结果见表 1。可以看到幼龄林无论在面积与蓄积上都占优势, 近熟林次之, 中龄林已很少, 而成熟林, 过熟林全无。幼龄林多为火灾后普遍发生的白桦萌生林, 近熟林中多是未烧死的中大径木, 中龄林少是因多被烧死之故。成过熟林为零, 是因为过去虽有少量大龄的林分, 但烧后已被皆伐, 而更主要的是在西林吉局早已很少有原始林。我们在做各类型森林的解析木中(1988 年做落叶松的解析木就有 38 株)发现, 虽然林分中有少量的散生木(落叶松和樟子松), 即上一代林木, 年龄多为 130~140 年生, 而一般的林木的年龄都在 100 年左右与 60~72 年生两个世代。笔者在最老的落叶松(298 年生)解析木圆盘中发现有明显的炭化痕迹(炭质年轮), 从年轮上判断, 大兴安岭北部在 20 世纪初期曾发生过两次大的森林火灾, 一次在 1904 年, 另一次约在 1924 年。火烧范围从漠河波及到西部满归林业局, 大面积森林被焚, 但留下一些大径的树木未被烧死, 作为母树, 产生了一代新林, 因此漠河林区的森林“5·6”大火前多为近熟林, 很少原始林。上个世纪 20 年代以来仍有不少的火灾, 但多为局部的, 轻度或中度的, 形成了一些幼龄林(按规定白桦、山杨在 20 年以内, 落叶松与樟子松在 40 年生以内皆为幼龄)。

从表 1 也不难看出, 由于幼龄林占优势, 近熟林较多, 中龄林很少, 西林吉林业局在今后要严格控制

年伐量, 否则将近熟林伐完后, 无后备资源可采。等到现有幼龄林接续, 至少要 40 年。

表 1 各龄组面积与蓄积统计比较

TABLE 1 Comparison of stand area and volume in forest age class

	龄组				
	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林	过熟林
面积/%	55.93	1.26	42.81	0.00	0.00
蓄积/%	60.97	1.17	37.86	0.00	0.00

### 3.1.3 火烧对林分径级结构的影响

为了掌握火灾对森林群落的破坏状况, 我们按照当时林管局提出的火烧程度的等级将所有过火林地划分为三类: ①重度火烧, 即烧死木蓄积量占林分总蓄总量的 60% 以上; ②中度火烧, 为烧死木蓄积占林分总蓄量 31%~60%; ③轻度火烧, 指烧死木蓄积不及林分总蓄积的 30%。我们还特别划分出极重度火烧, 即整个林分存活株数已很少, 成了疏林。现从不同的火烧等级与不同的森林类型在火烧后的第二年至第四年进行的调查中选 5 块不同火烧等级, 林分中又混生有樟子松与山杨、白桦的落叶松林列于表 2。可以看出: 极重度火烧的林地中的落叶松、樟子松凡胸径 < 30 cm 的已全被烧死(只个别的处于特殊的位置被存活了下来), 重度火烧者则落叶松与樟子松凡 20 cm 以上的已很少死亡, 白桦、山杨最不耐火烧, 无论多大都无法存活。中度火烧的林地从表 2 可知, 白桦、山杨全部被火烧死, 落叶松与樟子松的中小径木也被烧死, 只保留了中大径木。从中度火烧的 189-048 标准地可以看到, 小于 18 cm 的落叶松林木大量的被烧死, 样地中白桦已被完全烧死。轻度火烧者, 只是 12 cm 以下的被大量烧死, 胸径大于 18 cm 的未受影响, 而且樟子松与白桦都有存活的。

### 3.2 火烧对林分生长的影响

火烧对林分生长无疑会带来一定的影响。现以林分立地相同(海拔范围, 540~550 m, 东南坡, 中上部, 缓坡地), 皆为杜鹃(*Rhododendron* spp.)落叶松林的火烧过的和未被火烧的两块标准地做比较分析, 结果见表 3。

从表 3 不难看出, 中度火烧过的林分山杨已不存在, 白桦与落叶松的株数显著减少, 落叶松胸径小于 12 cm 的已不存在, 而未火烧的林分小于 12 cm 的株数达 2 026 株  $hm^2$ , 因而火烧后, 林分的株数仅留下 828 株  $hm^2$ , 林分蓄积量只剩 166.893  $m^3$ ; 而未被火烧的林分株数达 4 377 株, 林分蓄积量达 204.166  $m^3$ 。

由于火烧过的林地已淘汰了小直径的立木, 存活的是大径木, 因而林分平均直径被显著提高, 随之使林分平均高得以提高。

表 2 兴安落叶松林不同强度火烧后活立木与死亡木径级与株数分布

TABLE 2 Distribution of diameter and stem-numbers of dead and living trees in *Larix gemelinii* forest

胸径/cm	极重度		重度		中度		轻度(1)		轻度(2)	
	活立木	死亡木	活立木	死亡木	活立木	死亡木	活立木	死亡木	活立木	死亡木
4		67		33		313	11			
6		267		78	12	400	22	22	8	175
8		500		78	214	200	78	55	25	75
10		283		78	113	50	55	33	75	108
12		133		133	37	100	78	22	58	50
14		200		100	62		78	11	125	8
16		67	22	67	13	25	167	11	58	17
18	17	50	33			12	110	11	100	
20		17	44	22	37		22		42	
22		17	11				55		67	
24					13		33		75	
26					12		33		33	
28									58	
30							11		16	
32	16	17			12					
落叶松株数/hm <sup>2</sup>	33	1 618	110	589	525	1 100	755	167	742	433
樟子松株数/hm <sup>2</sup>	133	750	44	88	0	0	33	0	8	0
	(18~38 cm)	(10~28 cm)	(22~28 cm)	(14~24 cm)			(30~34 cm)		(32 cm)	
白桦(山杨)株数/hm <sup>2</sup>	0	117	0	110	0	1 275	11	0	92	508
		(4~8 cm)		(4~8 cm)		(4~14 cm)	(8 cm)		(6~16 cm)	(4~18 cm)
所有树种株数/hm <sup>2</sup>	166	2 502	154	787	525	2 375	799	167	842	941
标准地号	L89-004		L89-005		L89-048		L89-10		L89-30	

表 3 兴安落叶松林火烧与未火烧的林分生长状况比较

TABLE 3 Comparison of living conditions between fired and unfired forestlands of *Larix gemelinii*

比较项目	标准地号	
	01-8 26-1(未火烧)	01-8 26-2(中度火烧)
林型	缓坡—杜鹃落叶松林	缓坡—杜鹃落叶松林
林分年龄	75 年生	74 年生
树种组成	7L2Ps1B+P	10L-B
平均胸径/cm	17.7	20.8
平均树高/m	18.2	19.3
林分中树种/(株数·hm <sup>-2</sup> )*	L3649, B468, P208, Ps52, 共 4377	L614, B214, 共 828
林分中树种蓄积/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	L151.788, B18.664, P8.137, Ps25.576, 共 204.166	L164.246, B2.593, 共 166.839
林分近 10 年生**	生长量 L33.4117/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> ), 生长率 12.72%	L28.904 生长率 13.67%
1987 年后 14 年生	生长量 L45.945, 生长率 7.60%	L39.332, 生长率 8.47%
1987 年前 14 年生	生长量 L52.974, 生长率 6.84%	L37.432, 生长率 8.69%

注: \*L 为兴安落叶松, B 为白桦, Ps 为樟子松, P 为山杨。

\*\*林分 10 或 14 年生的生长量不是指全林, 而仅指林分中落叶松每公顷的定期生长量(m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)。

### 3.3 火烧对森林更新的影响

过去已有不少的研究指出大兴安岭的森林火灾是有利于森林更新的, 因为这里枯落物层厚, 不易分解, 只有火烧后, 种子才能接触土壤. 由于这里降水量较好, 水热同季, 种子发芽与苗木生长都有较好条件. 又因这里土层普遍较薄, 人工栽苗十分困难, 而天然下种成苗却很好, 因此人们认为天然更新途径为佳, 火烧迹地的天然更新更有条件.

我们的调查研究结果表明, 在大兴安岭的漠河林区, 火烧对森林天然更新的影响与火烧程度、立地条件及原有群落中的树种相关.

#### 3.3.1 不同森林类型的火烧迹地天然更新状况

森林类型不同, 构成群落的建群种与伴生种不同, 且影响到更新的种源. 落叶松 3~4 年生才有一个种子年, 此次火烧后的几年中落叶松很少结实, 所以落叶松林的火烧迹地很少见到落叶松幼苗. 在 1989 年调查的 51 块落叶松林标准地中, 只有 4 块发现 1 年生幼苗, 株数很少, 频度不及 20%. 樟子松每年结实、下种, 火烧迹地为种子萌发创造了条件, 所以樟子松林下, 通常可以看到较多的 1, 2 年生樟子松幼苗. 在 20 块樟子松林标准地中, 有 10 块更新良好, 樟子松的幼苗数为 1~3 万株, 最多的达 38 750 株. 由于樟子松林中一般很少混生白桦、山杨, 所以火烧后很少见到杨桦的萌生苗. 白桦林的火烧迹地上, 很少见到落叶松与樟子松幼苗. 可是火烧却刺激了白桦的根株萌发幼条的能力. 凡原有林分中, 如果白桦占 40% 以上, 株数在 1 000 以上, 遭受重度火烧后, 火烧迹地经过 2 个生长季, 据 1989 年春调查, 白桦幼树的每公顷株数多在 3 000 株以上, 频度在 60% 左右. 火烧前以白桦为优势的林分, 重度火烧后的迹地上有着大量的萌生条, 足可以达到更新合格标准. 西林吉林业局已达到更新标准的面积有 26 611 hm<sup>2</sup>, 占有林地过火面积的 8.7%, 而且过一两年幼林即可完全郁闭.

#### 3.3.2 不同火烧程度对天然更新的影响

在重度火烧下, 本来使大部分林木被烧死后, 林分变得稀疏, 枯落物层被烧掉, 这很有利于天然更新, 樟子松为幸运而生更新良好, 落叶松却因缺乏结实, 没有种源, 而无法天然更新. 笔者曾在不同立地类型的火烧迹地上做播种试验, 但种子多遭受鼠害. 我们在中度火烧的林下直播得以成功, 得益于幼苗处于灌丛隐蔽之中. 重度火烧是促使白桦、山杨萌生的良好条件, 只要有了杨桦母株, 就会产生大量萌生条. 白桦林在重度火烧后, 会在当年与第二年很快形成一代新林. 我们对所调查的 21 块白桦林标准地 525 个样方的统计表明, 每公顷白桦萌芽丛数达

5 061 丛, 株数达 68 650 株, 频度达 90% 以上, 1 年的高生长平均达 50 cm, 2~3 年即可郁闭成林. 山杨林被重度火烧后, 类似白桦, 能产生大量的根蘖苗, 每公顷苗条达 5~7 万株, 频度 100%, 多数苗高 50 cm 以上, 少部份可长到 1 m 高. 事实说明, 白桦、山杨被烧的越重, 萌生苗越多越好.

中度火烧情况下, 樟子松林下天然更新良好. 落叶松林因缺乏种源而更新不良或无更新苗, 若加以人工促进, 则有助于更新, 适量撒种更为有效, 尤其与裸地直播造林相比更为优越, 可减少鸟害、冻拔及幼抚次数.

轻度火烧对杨桦萌生作用较小, 对落叶松的更新不见成效, 但对樟子松却有好处, 调查结果见表 5, 可以看出在各种不同类型的林分中, 只要有樟子松母树就都有良好更新表现.

表 5 轻度火烧迹地的樟子松天然更新\*

TABLE 5 Natural regeneration of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* in slight fire areas

森林类型	标准地 块数	更新树种	出现更新 苗块数	更新评定		
				良	中	不良
樟子松林	13	樟子松	13	6	5	2
兴安落叶松林	10	樟子松	5	0	1	4
白桦林	7	樟子松	1	0	0	1

注: \* 1990 年春调查, 即火烧后 3 年之更新效果.

对不同火烧程度的各森林类型的迹地调查表明, 白桦实生苗更新有很大的差异: 重度火烧过的各类森林中白桦全被烧死, 由于缺乏种子, 因此火烧迹地难见白桦实生苗. 在周边有白桦种子飞来的地段, 可见每公顷 7~10 万株白桦幼苗. 而中度火烧尤其轻度火烧的白桦林, 或混白桦的山杨林、落叶松林, 迹地上常出现 1 000 万至 2 000 余万株白桦实生幼苗, 到第二年还可保存 5~10 万株, 无疑将是大兴安岭火灾后, 白桦林面积扩大的又一方式.

#### 3.4 火烧对植物多样性的影响

在火灾后的 1 年, 即 1988 年春调查时, 重度火烧的各种森林, 林下植物只有兴安杜鹃、赤杨 (*Alnus* spp.)、山柳 (*Salix* spp.)、艾蒿 (*Artemisia laciniata*)、苔草 (*Carex* spp.) 等又从近地表处发出新芽, 但生长的高度较低, 总盖度一般不及 0.5, 植物的多样性显著降低. 到火烧后的第三年即 1989 年夏调查时, 不同火烧程度的林地上的植物种类已逐步恢复. 现以同一林型 (杜鹃—落叶松林) 的重度火烧与轻度火烧的各两块样地的植物多样性调查结果加以比较. 轻度火烧的 L89-003 与 L89-011 样地有下木 10 种, 草本 13 种, 下木总盖度 0.7, 优势种第 I 层为兴安杜

鹃, 盖度0.3, 多度COP<sup>1</sup>, 平均高度0.7 m, 分布均匀, 生长良好; 草本层优势种第I层为小叶章(*Deyeuxia angustifolia*), 盖度0.1, 多度COP<sup>1</sup>, 平均高度0.8 m, 分布均匀, 生长良好. 第II层优势种为苔草和越桔(*Vaccinium vitisidaea*), 盖度各为0.2, 多度同为COP<sup>1</sup>, 高度0.1~0.2 m, 分布均匀.

重度火烧的L89-004和L89-015号样地, 共有木本植物7种, 草本12种. 下木总盖度0.6, 优势下木种为杜鹃、绣线菊(*Spiraea* spp.), 盖度0.2~0.3, 多度SP~COP<sup>1</sup>, 分布较均匀, 平均高度也达0.6~0.7 m; 草本层优势种为越桔与苔草, 盖度各为0.2, 多度各为COP<sup>1</sup>, 分布均匀, 生长势很好.

将两种不同火烧林分中的植物种类比较, 可以看出: 重度火烧的林地仅比轻度火烧的林地减少2~3个木本种, 其余的种类基本相同. 主要下木兴安杜鹃、绣线菊、山柳、蔷薇(*Rosa* spp.)等地上部分烧死后, 又从基部很快萌发出来新枝. 草本层只是重度火烧者将东方草莓、小叶芹(*Aegopodium* spp.)、问荆(*Equisetum* spp.)等烧死, 未能重现, 但比轻度火烧迹地多了一种马先蒿(*Pedicularis resupinata*), 其它与轻度火烧迹地情况相似. 由于越桔、苔草及艾蒿难以烧死, 因此很快就得以恢复, 成为优势种与亚优势种. 两者比较后说明, 同一林型在不同火烧程度致害后, 到第三年植物多样性就已基本趋向一致, 物种差异只是少数几个, 而各层片的盖度, 优势种与亚优势种相同, 而且频率均在50%以上, 香农指数差异不大.

### 3.5 火烧对迹地环境的影响

立地类型与林下可燃物数量的不同, 使林下植物与幼树受灾程度不同. 阳向斜、陡坡和林下枝桠多的地段, 林下植物与枯落物层被烧光, 使土壤裸露, 薄土地段暴露出碎石. 第二年经过地表径流冲刷, 这里出现了中度面蚀, 密布侵蚀细沟, 而坡度越陡, 侵蚀程度越大, 局部地段在第三年就见到了侵蚀深沟, 露出了原积母质与母岩. 在普遍的情况下, 火烧迹地尤其严重火烧的斜陡坡与土薄的火烧迹地, 在火烧的当年之生长季(因大火是5月初至5月末发生的, 随后有6~8月份的生长季), 未见有多少树种出苗与林下植物复生. 第二年生长季中, 部分耐火的植物如越桔开始复生、发展, 地上部分烧掉而根系未死的兴安杜鹃等又开始萌发了幼枝. 到第三年时大量植物种复生, 严重火烧迹地的植被覆盖度也可达到40%~70%. 但由于失去了上层林木与枯落物层的保护, 植被涵养水分的作用与保护土壤的作用大为减弱, 火灾后的第三年(1989年)6月初的一场大雨, 坡地径流直泻山谷, 第二天额木尔河及其支流古莲

河, 还有北极河等水位迅速上涨, 这在漠河林区是历史上从来没有见过的可怕现象.

大面积森林火灾对气候的影响有待长期观测, 但因为失去森林覆盖, 局部温度升高风速增大, 湿度降低, 在第二年(1988)就已显出严重后果, 在干旱的5、6月份黑地狼夜蛾大量发生. 此种害虫大量取食火烧迹地上新长出的幼树的叶、芽, 同时严重危害新栽植的针叶树幼苗, 使幼苗受害率达80%以上. 这一害虫过去少见, 更未见大的危害, 现在大量发生, 甚至公路上都可见到, 虫口密度很大, 这显然是生态环境恶化, 生态系统失调带来的结果.

无论阳坡或是阴坡的平缓地段, 由于土层较厚, 水分条件较好, 火烧后植被恢复较快, 在第二年的秋季, 重度火烧的迹地上植被盖度就达0.7~1.0. 山麓与宽谷的草甸, 塔头沼泽及其沼泽化林地, 因峡谷效应而火烧严重, 火烧后使地面温度升高, 永冻层普遍退化, 融层加深10 cm左右, 丛桦、禾草、苔草等植物被烧后, 根盘萌发力更强, 生长势更旺. 因此这些地域既无水土流失, 也不见沼泽化加重现象. 排水不畅的丛桦塔头沼泽, 火烧后, 增加了土壤中的矿质元素, 苔草长得更好, 并增加了禾草类的多度, 水藓类的多度与盖度仍然较小, 原为甸杜、泥炭藓(*Sphagnum* spp.)占优势的高位沼泽, 因泥炭层厚, 永冻层离地表浅, 泥炭藓与泥炭持水力高, 火烧时仅伤及地表, 因此火的影响很小.

火烧后的第四年(1990年)调查时, 除干旱的阳坡外, 大部分的火烧迹地已恢复植被覆盖. 因此小气候与土壤条件都在明显好转. 但干旱的阳坡植被盖度仍然很小. 大面积重度火烧的迹地由于种源缺乏, 并且因干旱及温差剧烈而使植被恢复很慢, 植被盖度较小, 裸地仍还可见, 局部有白桦丛生, 但更新不达标. 14年后所见, 这些迹地仍未更新达标, 成了荒山.

### 3.6 火烧对土壤的影响

森林火烧后, 尤其是中、重度火烧后, 使土壤表面的活地被物与死地被物层被烧掉, 使有机物变成了无机物, 将对土壤的有机质、矿质元素、pH值等的化学性质产生明显的影响, 也对土壤的物理性质与剖面特征产生较大的影响. 14年后调查同一林型(杜鹃落叶松林)的过火与未过火的两个群落的土壤(土壤均为典型的棕色针叶林土), 剖面通过比较可见其差异:

(1)火烧过的林地土壤表层积累的枯落物, 及半分解层都比未烧的林分少, 而且未火烧的毡状层经火烧后已全然消失, 这对涵养水源能力显然是大大减小.

(2)未烧的林地土壤表层有大量的白色菌丝体,大量细根,而在火烧后的剖面表层都已消失,这对土壤微生物的发生发展是很不利的,显然也会影响到酶的活性。

(3)火烧过的土壤,表层灰分增加,淋溶加快,表层灰烬淋溶下去,使土层层次更不明显,但是灰分对根系供给养分有利。被烧的土壤孔隙度降低,土壤紧

实度提高,根量减少。

(4)重度火烧的阳坡林地,无论皆伐与否,土壤均比过去干旱,在旱季(5月底)土壤含水量最低时,比火烧前约降低10%~15%。

未火烧与火烧的林地土壤的养分元素、有机质及pH值的变化见表6,表中01-8.26-1剖面是未火烧的,而01-8.26-2是经过火烧14年后的特征:

表6 火烧后土壤养分与pH值的变化

TABLE 6 Changes of soil mineral nutrient and pH value after forest fire

剖面号	土壤层次	取样深度/cm	速效钾/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效磷/(mg·kg <sup>-1</sup> )	有机质/%	pH值
01-8.26-1 (未火烧)	A <sub>1</sub>	0~10	18.9561	0.7635	18.2932	5.17
	AB	10~26	11.1717	0.4519	8.8722	5.56
	BC	26~50	7.9780	0.1346	1.1610	5.56
01-8.26-2 (中度火烧)	A <sub>1</sub>	0~10	13.5669	0.6761	12.0311	5.28
	AB	10~20	9.3753	0.4101	5.7913	5.35
	BC	20~58	5.9820	0.0529	0.4416	5.39

从表中可以看到:火烧过的林地,各土壤层的有机质大大降低。A<sub>1</sub>层即腐殖质层降低34.3%,AB层降低34.7%,BC降低62%,这是由于表层枯落物与半分解层都被烧后,积累的有机物很少,又缺少微生物的分解作用造成的。速效钾与速效磷的养分元素的量本应经火烧后有所增加,但是有两个原因使火烧迹地的矿质养分反而降低。是林地有7°~10°的坡度,火烧后活地被物恢复的慢,火烧后的灰分被地表径流冲刷迁移。另一方面是火烧后14年中,地面有机物的积累少而使矿质元素总量减少,所以进入土壤的量也少。因此,可以说,火烧,尤其是坡地森林的火烧,会使土壤贫瘠化。坡度越大,火烧越严重则土壤贫瘠化越重。土壤的pH值经火烧后有所提高,这对大兴安岭酸性土壤来说,可能是火烧带来的一点好处。

亚,以及林业84.85.86级本科应届毕业生,林业、环境与园林本科98级学生共25人。特致谢忱。

#### 参 考 文 献

- 1 罗菊春. 西林林业局立地分类的研究. 北京林业大学学报, 1990, 12(增刊1): 10~32
- 2 王英杰. 兴安落叶松林火烧后主要树种最优更新条件的研究. 北京林业大学学报, 1990, 12(增刊3): 62~74
- 3 林业部调查规划院主编. 中国山地森林. 北京: 中国林业出版社 1981
- 4 罗菊春. 漠河林区火烧迹地的天然更新. 北京林业大学学报, 1990, 12(增刊2): 137~143
- 5 郑焕能, 刘志强. 几种群落类型易燃性的动态分析. 东北林学院学报, 1984, 12(增刊): 87~93
- 6 Yarie J. Environmental and succession relationships of the forest communities of the Porcupine River drainage, interior Alara. *Can J For Res.* 1988, 13: 721~728

致谢 先后参加调查研究的教师有刘静、牛树奎、黄晓鹤、毛汉书、康惠宁、李新彬、聂立水、刘艳红, 研究生刘创民、荆涛、全昌明、黎晓

(责任编辑 赵 勃)