

天山中部 9 种乔灌木可燃物含水率及脂肪含量分析

努尔古丽·马坎, 张毓涛*, 岳朝阳, 梁 瀛

(新疆林业科学院森林生态研究所, 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 在新疆天山中部典型林区内, 选择乔木树种天山云杉、山柳、山杨、天山花楸和灌木树种方枝柏、宽刺蔷薇、山楂、黑果小檗、忍冬等标准木各 3~5 株, 分别取其鲜枝、叶、皮、枯落物, 测定其自然含水率及脂肪含量, 分析了可燃物载量与林分因子之间的关系。结果表明: (1) 山柳的可燃物含水率最高, 方枝柏的可燃物含水率最低, 其含水率的大小依次是天山山柳>山杨>天山云杉>忍冬>山楂>宽刺蔷薇>黑果小檗>天山花楸>方枝柏; (2) 天山花楸、方枝柏、天山云杉的脂肪抽提物含量相对较高, 山柳、山杨的可燃物脂肪抽提物含量较低, 其抽提物的大小依次是方枝柏>天山花楸>天山云杉>山楂>黑果小檗>忍冬>宽刺蔷薇>山杨>天山山柳; (3) 可燃物载量受到林分因子的影响, 森林火灾类型与可燃物载量的关系十分密切。总的来说, 方枝柏和天山花楸的易燃性较强, 山柳和山杨的易燃性较差, 可燃物载量越大越容易引起火灾, 这为今后在新疆天山中部林区森林火险预报、减少森林资源的损失, 提高林火管理水平等方面提供重要依据, 对天山中部林区森林可燃物管理和火灾预防扑救工作具有一定指导意义。

关键词: 天山; 森林可燃物; 含水率; 脂肪抽提物; 可燃物载量

中图分类号: S762.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2012)06-0925-05

Analysis of the water content and fuel moisture content of forest combustible in the center of Tianshan Mountains

NUERGULI Makan, ZHANG Yu-tao, YUE Zhao-yang, LIANG Ying

(Institute of Forest and Ecology, Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi 830000)

Abstract: In this paper, forest and shrub species in a typical forest zone in the center of Tianshan Mountains in Xinjiang were selected to study the water and fuel moisture content. Three to five types of trees from high forests such as *Picea schrenkiana* var. *tianschanica* (Rupr.) Chen et Fu, *Clethra delavavi*, *Anacamopsis populella* Chercck, *Sorbus tianschanica* Rupr, and shrub species such as *Sabina saltuaria* Cheng et W.T., *Rosa platyacantha* Schrenk, *Lonicera japonica* were selected to determinate the natural moisture content and fat extractive content in each fresh branches, leaves, barks and litters, and the relationship between combustible loading and forest stand were analyzed. The result shows: (1) The order for fuel moisture content was *Clethra delavavi*>*Lonicera japonica*>*Picea schrenkiana* var. *tianschanica* (Rupr.) Chen et Fu>*Anacamopsis populella* Chercck>*Maluskomarovi i*(Sarg.)Rehd>*Rosa platyacantha* Schrenk>*Berberis heteropoda* Schtenk>*Sorbu tianschanica* Rupr.>*Sabina saltuaria* Cheng et W. T.; (2) *Clethra delavavi*, *Sabina saltuaria* Cheng et W. T, *Berberis heteropoda* Schtenk, *Maluskomarovii*(Sarg.)Rehd had higher contents of fat extractives, while *Picea schrenkiana* var. and *Populus davidiana* had lower contents of fat extractives, and the order for fat extractive was *Sabina saltuaria* Cheng et W. T.>*Sorbus tianschanica*>*Picea schrenkiana* var. *tianschanica*>*Maluskomarovii*(Sarg.)Rehd>*Berberis heteropoda* Sehrenk>*Lonicera tatarica*>*Rosa platyacantha* Schrenk>*Anacamopsis populella* Chercck>*Clethra delavavi*; (3) In general, the combustibility of *Sorbus tianschanica* Rupr., *Sabina saltuaria* Cheng et W. T. was good, and that of *Clethra delavavi* was poor. This result would provide a scientific basis for forecasting of forest fires in the center of Tianshan Mountains.

Key words: Tianshan Mountains; forest combustible; moisture content; fat extractive; combustible loading

收稿日期: 2012-07-10

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项(200804022c)和天山森林生态定位研究站开放式基金共同资助。

作者简介: 努尔古丽·马坎, 女, 高级工程师。E-mail: nurgul36@126.com

* 通讯作者: 张毓涛, 男, 高级工程师。

森林火灾是危害森林健康的一大主要自然灾害。人们已经逐步认识到火是森林生态系统中的重要生态因子。森林可燃物是指森林和林地上一切可以燃烧的物质,如树木的干、枝、叶、树皮;灌木、草本、苔藓、地表枯落物、土壤中的腐殖质、泥炭等,它是森林火灾发生的物质基础和林火行为的主体,也是森林火灾发生的首要条件。森林火灾的发生与森林可燃物的含水率高低有密切的关系,而可燃物含水率直接影响可燃物着火的难易程度,间接影响火强度、火蔓延速度及有效辐射。可燃物中的水具有冷却效应,能促进烟的形成和减少热量的产生^[1-3]。因此,可燃物含水率测定研究也受到了人们的关注^[4-5]。森林可燃物类型不同,其含水率也不相同,可燃物的含水率较高则不易燃烧。国内外学者在可燃物的理化性质、化学组成对燃烧的影响方面做了大量的研究工作^[6]。抽提物是可以用水、有机溶剂或稀酸稀碱水溶液抽提出来的物质的总称^[7]。脂肪是一种成分很复杂的易燃物,对燃烧行为影响较强,脂肪含量是衡量树种易燃性的重要指标,抽提物大部分在低温下挥发,呈有焰燃烧,且热值较高,燃烧速度,火线高度、亮度都与其含量成正比,脂肪含量对燃烧行为影响较大,挥发油含量高则抗火性差。一般来说,可燃物脂肪含量越高,可燃物的易燃性越强,反之,易燃性越弱。新疆天山森林生态定位研究站林区内分布着天山云杉(*Picea schrenkiana* var. *tianschanica*)、方枝柏(*Sabina salutaria* Cheng et W. T.)、天山山柳(*Clethra delavayi*)、山杨(*Anacamptis populella* Cherck)、宽刺蔷薇(*Rosa platyacantha* Schrenk)、忍冬(*Lonicera tatarica*)、黑果小檗(*Berberis heteropoda* Schrenk)、山楂(*Malus komarovii*(Sarg.)Rehd)、天山花楸(*Sorbus tianschanica*)等乔木和灌木。许多学者从树木光合特性、水分利用效率以及树干液流等方面分析了这些树种间生理生态特性的差异,但很少有学者从可燃物含水率的角度分析其易燃性。因此,作者为了比较各不同树种间的易燃性差异,于2009~2011年在新疆天山森林生态定位研究站内分别选择9种乔木树种和灌木树种,测定其不同器官的自然含水率、脂肪抽提物,为今后在新疆天山林区森林火险预报、林火行为预报、提高林火管理水平等方面提供重要依据。

1 试验地概况

研究地点位于新疆天山森林生态定位研究站林区内,地处新疆乌鲁木齐市县水西沟镇板房沟林场,

属于天山北麓中部。地理坐标为 N 43°09'~ 43°28', E 87°12'~87°50', 海拔 1 908~2 710 m。该地区属温带大陆性气候,年平均气温 5℃,极端最低气温 -38℃,最高气温 30℃;年均降水量 600~800 mm,雨季集中在 6~8 月份,年均降水量 572.7 mm,年均蒸发量 980~1 150 mm;无霜期 150~160 d;年均相对湿度 57%。土壤为山地灰褐色森林土。该区植被类型是以天山云杉为主的温带针叶林,森林覆盖率达 60%,伴生有山柳、山杨、天山花楸、方枝柏、宽刺蔷薇、忍冬。

2 试验方法

在试验地进行调查,了解各种森林类型林分的分布特点,选择上述 9 种树种的标准木各 3~5 株,在植株的东、南、西和北向的上层、中层和下层分别取鲜枝、叶、皮等器官(约 15 g),同时收集林下枯落物。

2.1 不同可燃物类型的选择

森林可燃物就是森林中一切可以燃烧的植物体,包括乔木、灌木、草本、地表枯枝落叶以及地表以下的腐殖质和泥炭等。可燃物类型不同,其燃烧性也有较大的差异。本研究选取了天山中部林区具有代表性的 9 种灌木和乔木,分别取其新鲜树枝、树叶、树皮及枯落物作为研究对象,共选择了 9 种灌木和乔木种类进行了不同树种易燃性测定分析。

2.2 内业整理及统计

可燃物含水率和可燃物易燃性之间的关系十分密切,含水率越高,可燃物的易燃性越弱。一般采用烘干恒重法对可燃物的含水率进行测定。

将外业所取样品进行归类,对不同样地、不同树种的树叶、树枝、树皮及枯落物等不同可燃物分别称重,并计算它的各自所占的百分比;将称好的样品放入恒温 115℃的烘箱内(202-AO 型台式干燥箱),在 105℃下连续烘干 24 h 至恒重并用天平称(FA1104N 电子天平,标准偏差为 0.000 2 g)称其干重量。根据下面的公式求得各种可燃物的含水率:

$$\text{含水率} = [(\text{鲜重} - \text{干重}) / \text{干重}] \times 100\%$$

2.3 脂肪抽提物的测定

采用有机浸出残余法测定:取事先干燥好的可燃物样粉,倒入滤纸中包好,将滤纸包置于干燥过的脂肪浸提器中,加入 AR 石油醚至浸提器的虹吸管处,放置过夜浸泡,第 2 天将浸泡后的石油醚倒入浸提瓶中。安装好浸提器放入 80℃恒温水锅内浸 12 h,浸提后将样包取出置于通风处,挥发掉石油

醚再放入 105℃ 的烘干箱内烘干 4 h, 取出后放在分析天平上准确称量。每个样品设平行试验 (结果见表 2), 然后按下列公式计算:

脂肪抽提物含率 = 抽提物平行平均重 / 样品重 × 100%

2.4 林分因子与可燃物载量

森林地表可燃物是引起森林火灾的重要原因, 掌握森林地表可燃物的载量分布, 对森林火灾的预防和扑救具有十分重要的意义。森林火灾的发生主要由枯枝落叶引起的, 而枯枝落叶可燃物载量与燃烧关系很大, 不同林型的可燃物载量明显不同, 而可燃物载量越大越容易引起火灾。不同的植被构成不同森林类型, 地形因子变化引起生态因子的重新分配, 形成不同的局部气候, 影响森林植被的分布。地表可燃物载量的确定, 是实现森林地表火蔓延预测的前提。根据调查结果, 分析可燃物载量与不同

地形因子、不同林分因子 (坡度、海拔、平均树高、平均胸径、郁闭度、平均死枝下高) 之间的关系。

3 结果与分析

3.1 不同树种林下可燃物的含水量变化

从表 1 可以看出, 在 9 种不同树种的树叶、树枝、树皮及枯落物等不同可燃物中, 山柳的可燃物含水率最高, 方枝柏的可燃物含水率最低, 含水率的大小顺序依次为: 山柳 > 山杨 > 天山云杉 > 忍冬 > 山楂 > 宽刺蔷薇 > 黑果小檗 > 天山花楸 > 方枝柏。这表明: 在一定的条件下, 方枝柏的可燃物含水率低, 其森林可燃物的易燃性较强, 引起森林火灾的可能性较大; 与之相比, 可燃物含水率相对较高的树种是山柳和山杨, 说明山柳和山杨的易燃性较低, 引发火灾的可能性较低。

表 1 不同树种森林可燃物含水率
Table 1 Water content of forest combustible in different tree species

编号 No.	树种 Species	样品重/g Sample weight			烘干重/g Oven dried weight			含水率/% Moisture content			平均值/% Average
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	宽刺蔷薇 <i>R.platyacantha</i>	1.41	1.34	1.40	1.33	1.28	1.32	6.40	4.77	6.39	5.85
2	山楂 <i>C.pinnatifida</i>	1.32	1.56	1.26	1.25	1.46	1.19	5.69	6.71	5.46	5.95
3	方枝柏 <i>S.saltuaria</i>	1.65	1.86	1.95	1.58	1.77	1.86	4.30	4.97	4.89	4.72
4	黑果小檗 <i>B.heteropoda</i>	1.51	1.58	1.28	1.42	1.48	1.23	6.40	6.90	4.07	5.79
5	天山云杉 <i>P.schrenkiana</i>	1.33	1.49	1.60	1.24	1.38	1.48	6.76	7.84	7.98	7.53
6	天山花楸 <i>S.tianschanica</i>	1.63	1.61	1.87	1.56	1.53	1.75	4.76	5.24	6.96	5.65
7	山杨 <i>P.tremula</i>	1.72	1.51	1.46	1.58	1.40	1.37	8.61	8.14	6.81	7.85
8	山柳 <i>S.depressa</i>	1.29	1.38	1.53	1.16	1.23	1.35	11.22	12.14	13.29	12.22
9	忍冬 <i>L.tatarica</i>	2.51	2.46	2.53	2.34	2.30	2.37	7.13	7.05	6.78	6.99

表 2 不同树种森林可燃物脂肪抽提物含量
Table 2 Content of fat extractives of forest combustible in different tree species

编号 No.	树种 Species	脂肪抽提物含量/% Extractive content			平均值/% Average
		1	2	3	
1	宽刺蔷薇 <i>R. platyacantha</i>	0.003 8	0.004 1	0.004 3	0.004 1
2	山楂 <i>C. pinnatifida</i>	0.007 1	0.006 9	0.006 2	0.006 7
3	方枝柏 <i>S. saltuaria</i>	0.015 6	0.014 2	0.016 0	0.015 3
4	黑果小檗 <i>B. heteropoda</i>	0.006 7	0.006 8	0.005 8	0.006 4
5	天山云杉 <i>P. schrenkiana</i>	0.007 3	0.006 8	0.007 4	0.007 2
6	天山花楸 <i>S. tianschanica</i>	0.013 3	0.012 7	0.014 3	0.013 4
7	忍冬 <i>L. tatarica</i>	0.005 8	0.006 1	0.007 2	0.006 4
8	山柳 <i>S. depressa</i>	0.002 1	0.001 9	0.002 3	0.002 1
9	山杨 <i>P. tremula</i>	0.002 3	0.002 7	0.003 0	0.002 7

3.2 不同树种林下凋落物的脂肪抽提物含量变化

从不同树种的脂肪抽提物含量变化可以看出 (表 2): 天山花楸、方枝柏、天山云杉、山楂和黑果

小檗的森林凋落物脂肪抽提物含量相对较高, 而山柳、山杨的可燃物脂肪抽提物含量较低, 其抽提物的大小依次是方枝柏 > 天山花楸 > 天山云杉 > 山楂

>黑果小檗>忍冬>宽刺蔷薇>山杨>天山山柳。据研究表明,森林可燃物脂肪含量越高,其森林可燃物的易燃性越强;反之,则越低,他们之间有较强的线性相关关系。

一般来说,森林可燃物的含水率越低,脂肪抽提物含量越高,其森林可燃物的易燃性越强;相反,

含水率越高则越不易燃,脂肪抽提物含量越低,其易燃性越弱。因此,综合表1和表2的数据可以说明,相对于其它8种树种的森林可燃物来说,方枝柏的易燃性比较强,而山柳和山杨的叶、枝、皮等不同可燃物的易燃性较弱。

表3 地形、林分因子与可燃物载量

Table 3 The landform, stand factors and combustible loading

样地号 Sample plot	总可燃物载量/t·hm ⁻² Total combustible loading	地形因子 Landform factor		林分因子 Stand factor			
		坡度/° Gradient	海拔/m Elevation	平均树高/m Average tree height	平均胸径/cm Average DBH	郁闭度 Canopy density	平均死枝下高/m Average height under dead branch
1	486.53	15	1 243	11.3	8.3	0.5	1.8
2	393.48	22	1 439	17.7	11.6	0.4	2.1
3	462.96	27	1 405	16.8	13.9	0.3	1.6
4	246.49	32	1 884	22.6	18.4	0.4	5.3
5	139.13	16	1 754	20.2	22.9	0.7	5.5
6	412.20	19	1 402	14.6	18.2	0.6	6.3
7	156.05	36	1 681	19.8	21.4	0.7	4.7
8	138.19	25	1 804	18.1	27.8	0.6	4.8
9	211.78	33	1 965	23.8	34.7	0.5	6.1

3.3 林分因子与可燃物载量的关系

根据实地调查取得的资料分析可燃物载量与林分因子的关系,可以看出可燃物载量与坡度负相关,坡度越大可燃物载量越小,坡度越小可燃物载量越大;可燃物载量与海拔负相关,海拔越高,可燃物载量越小,海拔越低可燃物载量越大;可燃物载量与平均树高正相关,及平均树高越高,可燃物载量越大,平均数高越低,可燃物载量越小;可燃物载量与平均胸径正相关,平均胸径越高,可燃物载量越大,平均胸径越小,可燃物载量越小;可燃物载量与平均死枝下高负相关,平均死枝下高越高可燃物载量越小,平均死枝下高越低,可燃物载量越大。

4 小结与讨论

森林可燃物的易燃性研究是森林燃烧性的基础,可燃物理化性质是易燃性的主要影响因素。因此天山中部林区不同树种的可燃物含水率分析是可燃物易燃性研究的基础,是森林火灾研究的重点。通过对不同样地、不同树种的树叶、树枝、树皮及枯落物等不同可燃物含水率、抽提物进行测定,结果分析得出:

(1)天山中部林区主要树种的易燃性大小顺序依次为:方枝柏>天山花楸>黑果小檗>宽刺蔷薇>山楂>忍冬>天山云杉>山杨>山柳,方枝柏的

可燃物含水率最低,易燃性越强,引发森林火灾的可能性较大。

(2)方枝柏、天山花楸、天山云杉、山楂和黑果小檗的森林凋落物脂肪抽提物含量相对较高,山柳、山杨的可燃物脂肪抽提物含量较低,其抽提物的大小依次是方枝柏>天山花楸>天山云杉>山楂>黑果小檗>忍冬>宽刺蔷薇>山杨>天山山柳,方枝柏的脂肪抽提物含量最高。脂肪抽提物含量越高,森林可燃物的易燃性越强;反之,易燃性越弱。

(3)地表可燃物载量是林火发生的重要因子,不同森林类型和不同的地形因子形成不通的林分结构。在实地调查中,可燃物载量受到地形因子、林分因子坡度、海拔、平均树高、平均胸径、郁闭度、平均死枝下高的影响。坡度、海拔、平均死枝下高与可燃物载量负相关,坡度、海拔、平均死枝下高越大可燃物载量越小,坡度、海拔、平均死枝下高越小可燃物载量越大。坡度、海拔、平均死枝下高越高,林木生长较好,落在地表的可燃物减少,可燃物的易燃性越弱。平均树高、平均胸径、郁闭度与可燃物载量正相关。平均树高、平均胸径、郁闭度越低,可燃物载量越小。平均数高、平均胸径、郁闭度越高,可燃物载量越大,可燃物的易燃性越强,容易引起火灾。

森林火灾的发生与森林可燃物的含水率高低有

密切的关系,而可燃物含水率直接影响可燃物着火的难易程度,间接影响火强度、火蔓延速度。森林可燃物的含水率越高,脂肪抽提物含量越低,其森林可燃物的易燃性越差,因此对不同树种的易燃性研究非常必要。从本研究结果可以看出,山柳和山杨的易燃性较弱,方枝柏、天山花楸和天山云杉的易燃性较强,抗火能力较差,山柳和山杨是乔木中的难燃树种、抗火能力强,在天山中部林区可选择山柳和山杨作为抗火树种,在今后的可燃物含水率及脂肪含量测定中,应对可燃物的易燃性进行全面分析,得出更加科学的结果。这为今后在新疆天山中部林区森林可燃物管理和火灾预防扑救等方面提供可靠信息,营造生物防火林带、加强营林措施、提高林火管理水平、保护森林资源等方面具有重要作用。

参考文献:

- [1] 王瑞君,于建军,郑春艳. 森林可燃物含水率预测受燃烧性等级划分[J]. 森林防火, 1997, 53(2): 16-17.
- [2] 张国防. 杉木人工林地表易燃物含水率变化规律[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(1): 19-20.
- [3] 薛煜. 落叶松人工林内可燃物浅量、含水率与森林燃烧性关系的研究[J]. 森林防火, 1996, 52(4): 21-23.
- [4] 王瑞君,于建军,郑春艳. 森林可燃物含水率预测受燃烧性等级划分[J]. 森林防火, 1997, 53(2): 16-17.
- [5] 单延龙,李华,其其格. 黑龙江大兴安岭主要树种燃烧性及理化性质的实验分析[J]. 火灾科学, 2003, 12(2): 74-78.
- [6] 骆介禹,陈英海,张秀成,等. 森林可燃物的燃烧性与化学组成[J]. 东北林业大学学报, 1992, 20(6): 35-42.
- [7] 刘自强,王丽俊,王剑辉,等. 大兴安岭森林可燃物含水率、燃点、灰分的测定及其对易燃性明燃性的影响[J]. 森林防火, 1993, 49(4): 9-12.