

天山云杉种群结构的研究

刘贵峰^{1,2}, 臧润国^{2*}, 丁易², 郭仲军³, 张炜银², 成克武⁴, 白志强³, 张新平³, 巴哈尔古丽·阿尤甫³

(1. 内蒙古民族大学农学院, 内蒙 通辽 028000; 2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所 国家林业局森林生态与环境重点实验室, 北京 100091; 3. 新疆林业科学院森林生态所, 新疆 乌鲁木齐 830000; 4. 河北农业大学园林与旅游学院, 河北 保定 071000)

关键词: 新疆; 天山云杉; 种群结构

中图分类号: S718

文献标识码: A

Study on the Population Structure of *Picea schrenkiana* var. *tianshanica*

LIU Gui-feng^{1,2}, ZANG Run-guo², DING Yi², GUO Zhong-jun³, ZHANG Wei-yin², CHENG Ke-wu⁴,
BAI Zhi-qiang³, ZHANG Xin-ping³, AYOUFU Ba-ha-er-gu-li³

(1. Agricultural College, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao 028000, Inner Mongolia, China;

2. Research Institute of Forest Ecology Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Key Laboratory of Forest Ecology and Environment of State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 3. Institute of Forest Ecology, Xinjiang Forestry Academy, Urumqi 830000, Xinjiang, China; 4. College of Landscape Architecture and Tourism, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, Hebei, China)

Abstract: In this study, *Picea schrenkiana* var. *tianshanica* forests in five different longitudinal sites (Zhaosu, Gongliu, Wusu, Urumqi and Hami) in Tianshan Mountains were investigated by using vertical transects. The percentage of trees in different sizes, the diameter classes distribution, and the fitted equations for accumulated stem percentage of *P. schrenkiana* var. *tianshanica* were analyzed in order to study the population diameter classes structure. The results showed that the decreasing order for percentage of seedling, sapling and the small trees is Hami, Urumqi, Gongliu, Zhaosu and Wusu. The distribution of stem abundance along the diameter classes in Zhaosu, Gongliu, Wusu, Urumqi and Hami all had an inversed "J" shape. The best fitted equation in Zhaosu and Urumqi for accumulated stem percentage of *P. schrenkiana* var. *tianshanica* was exponential, while the best one for another three sites was logarithmic. Gongliu preserves the best natural populations of *P. schrenkiana* var. *tianshanica* in terms of various size class analysis indexes.

Key words: Xinjiang; *Picea schrenkiana* var. *tianshanica*; population structure

种群是构成群落的基本单位, 种群结构不仅对群落结构有直接影响, 而且能表征群落的发展和演变趋势^[1]。种群结构包括径级结构、高度结构、年龄结构等^[2]。年龄结构是种群的重要特征, 但由于年龄的数据在许多情况下非常难于得到, 因此许多学者在进行种群结构的研究过程中, 都采用了大小结

构分析法^[3-5]。无论是基于年龄结构还是大小结构的种群结构分析, 都经常被用来重建森林发展的历史, 提供有关潜在在种群长期稳定性的信息, 并且预测其演替趋势^[6-10]。森林植物种群结构在一定程度上是由自然干扰历史决定的。自然干扰以各种方式发生, 包括从一株树的死亡到由强风或火造成的大

收稿日期: 2010-09-29

基金项目: 林业公益性行业科研专项项目(200904010)和中央级公益性科研院所基本科研业务专项资金(CAFYBB2007040、CAFRI200716)

作者简介: 刘贵峰(1975—), 女, 内蒙古通辽人, 博士, 副教授, 主要从事植被生态学研究。E-mail: liuguifeng1234@126.com

* 通讯作者: 臧润国(1963—), 男, 研究员, 博士生导师。E-mail: zengrun@caf.ac.cn

尺度树木死亡^[11]。种群的结构特征不但因种而异,而且同一种在不同的发育阶段、不同的生境条件下也有明显差别^[12-14]。因此,种群结构研究一直是植物生态学的重要研究内容之一^[15-19]。

天山山系是亚洲中部最大的山系,西起乌兹别克斯坦的克孜尔库姆沙漠以东,经哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦进入我国新疆境内,长约2 500 km,宽约250~300 km,在我国境内长约1 700 km。天山云杉(*Picea schrenkiana* var. *tianshanica* (Rupr.) Cheng et Fu)主要分布于天山,是新疆山地森林中分布最广、蓄积量最大、用途极广、材质优良的树种,天山云杉林面积占新疆天然林有林地总面积的44.9%,是构成天山乃至新疆森林生态系统的主体,对天山的水源涵养、水土保持和新疆其他生态系统的形成与维护起着主导性作用。天山云杉是第三纪森林植物

中的残遗,是亚洲中部山地的特有种,在我国仅见于新疆^[20]。有关天山云杉种群结构的研究主要集中在对某一地点的种群进行^[21-23],还没有在较大尺度上对不同经度位置天山云杉种群结构进行研究。本文选择我国新疆境内天山山脉从西到东处于不同经度位置5个地点(昭苏、巩留、乌苏、乌鲁木齐和哈密)的天山云杉林进行垂直样带调查,分析处于不同经度位置的天山云杉种群结构的变化规律,为合理保护天山云杉提供理论依据。

1 研究区概况

选择新疆境内天山山脉从西到东处于不同经度5个地点的天山云杉林进行垂直样带调查,5个地点的概况见表1。

表1 研究地点概况

地点	纬度(N)	经度(E)	云杉林海拔/m	样地数
昭苏北山	43°14'	81°05'	2 000~2 700	15
西天山国家级自然保护区	43°08'	82°53'	1 300~2 600	27
乌苏巴音沟	44°02'	84°50'30"	1 750~2 700	20
乌鲁木齐水西沟天山森林生态系统定位研究站	43°25'	87°27'30"	1 800~2 700	19
哈密白石头乡口门子林场	43°18'30"	93°41'30"	2 200~2 650	10

2 研究方法

2006年6—9月,在天山山脉不同经度位置每个调查地点的阴坡,从天山云杉林自然分布的下限到上限,海拔每隔50 m各选取1个20 m×20 m的样地,共设有91个样地。将每个样地划分为16个5 m×5 m的小样方,在其中进行木本植物的调查,分别测量乔木胸径、树高、冠幅、枝下高。测量灌木高度、基径和冠幅。并记录样方所在地的坡向、坡度、坡位等环境因子。

3 结果

3.1 天山云杉各级林木的比例

为了了解不同地点天山云杉构成的差异,选取绝对最大直径、一般最大直径以及各级林木(幼苗幼树、小径木、中径木、大径木)所占的比例作为指标。绝对最大直径指的是调查样地上最粗的一株树的直径,在径级分布上与其他树木是不连续的,而一般最大直径则是比较常见的最大直径,在径级分布上与其他树木是连续的。小径木指的是4~8 cm径级的树木,8~24 cm的称之为中径级,而将大于等

于24 cm的称之为大径木。由表2可以看出,不同地点天山云杉最大径级不同。巩留的绝对最大径级和一般径级都是最大的,分别达到了124~128 cm和100~104 cm;哈密的绝对最大径级紧随其后,达到84~88 cm,一般最大径级乌鲁木齐位居第二为60~64 cm;乌苏的最大径级居中;昭苏无论是绝对最大径级还是一般最大径级都是最小的,分别为44~48 cm和36~40 cm。不同地点天山云杉密度不同,从大到小的排列顺序为乌鲁木齐>昭苏>哈密>乌苏>巩留;不同地点天山云杉各级林木所占的比例也不同。其中昭苏、乌苏、乌鲁木齐中径木所占比例最大,而巩留是大径木所占比例最大,哈密是幼苗幼树所占的比例最大;幼苗幼树所占比例从大到小的排列顺序为哈密>乌鲁木齐>巩留>昭苏>乌苏;小径木从大到小的排列顺序为乌鲁木齐>哈密>昭苏>巩留>乌苏;中径木排列顺序为昭苏>乌苏>乌鲁木齐>哈密>巩留;大径木排列顺序为巩留>乌苏>哈密>乌鲁木齐>昭苏;以幼苗幼树和小径木的总计百分率来看,排列顺序为哈密>乌鲁木齐>巩留>昭苏>乌苏。

表2 天山云杉的最大径级和各级林木的比例

地点	绝对最大径级/cm	一般最大径级/cm	总株数/株	密度/(株·hm ⁻²)	幼苗幼树/%	小径木/%	中径木/%	大径木/%
昭苏	44~48	36~40	1 047	1 745	20.63	12.61	62.18	4.58
巩留	124~128	100~104	444	411	30.41	7.21	12.16	50.22
乌苏	56~60	48~52	474	593	14.13	3.80	49.16	32.91
乌鲁木齐	68~72	60~64	1 383	1 820	34.42	14.10	39.99	11.49
哈密	84~88	40~44	639	1 598	42.41	9.55	36.15	11.89

3.2 天山云杉的径级结构

采用不同径级的株数比例来分析不同地点天山云杉各径级的株数分布规律。从图1中可以看到不同地点天山云杉的径级分布。在昭苏、巩留、乌苏、乌鲁木齐和哈密天山云杉随着径级的增加,株数分

布呈现倒“J”型分布($P < 0.001$),都可以用指数方程拟合(表3);在巩留、乌鲁木齐和哈密,最小径级(0~4 cm)所占的比例最大,都超过了30%,分别为30.41%、34.42%和42.41%。在昭苏和乌苏,4~8 cm径级的株数所占比例明显小于下一个径级。

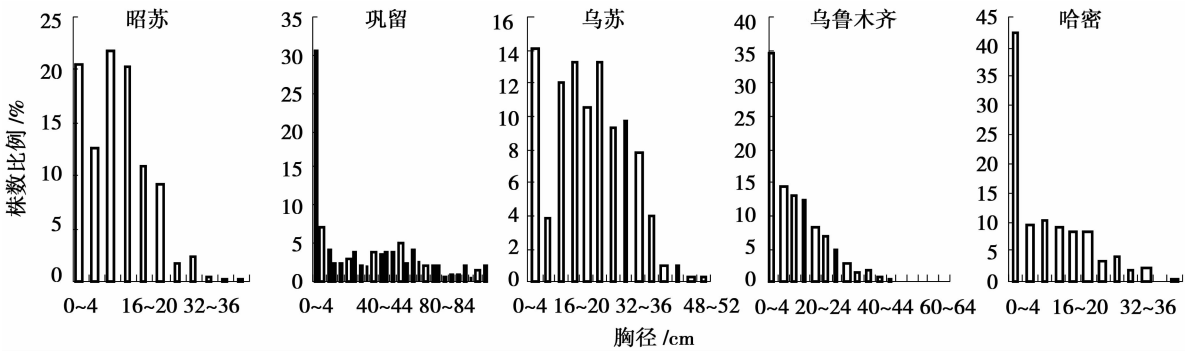


图1 天山云杉胸径分布

表3 天山云杉胸径分布曲线的拟合方程

地点	拟合曲线	R ²
昭苏	$y = 101.56e^{-0.5887x}$	0.853 2**
巩留	$y = 6.9628e^{-0.0754x}$	0.484 8**
乌苏	$y = 35.288e^{-0.299x}$	0.663 2**
乌鲁木齐	$y = 58.587e^{-0.4235x}$	0.967 0**
哈密	$y = 57.614e^{-0.4342x}$	0.861 4**

** $P < 0.001$

表4 天山云杉株数百分率曲线的拟合方程

地点	拟合曲线	R ²
昭苏	$y = 519.28e^{-0.725x}$	0.955 6**
巩留	$y = -29.413\ln(x) + 101.57$	0.965 1**
乌苏	$y = -44.531\ln(x) + 117.61$	0.937 8**
乌鲁木齐	$y = 219.49e^{-0.4582x}$	0.992 3**
哈密	$y = -29.54\ln(x) + 79.744$	0.897 1**

** $P < 0.001$

3.3 天山云杉累计株数百分率曲线

根据不同地点天山云杉各个径级的株数分布材料,绘制了各径级的累计株数百分率曲线。即以最低径级时为100,而随着径级的加大,株数的相对值逐渐降低,而最后达到0。绘制此曲线时,是从最大的径级向最小的径级逐个径级计算,将某一径级以前各径级的株数百分率的值累计加起来,作为该径级的累计株数百分率。对于不同地点天山云杉株数百分率曲线进行回归方程的拟合,得到如表4的结果。从表4中可以看到在昭苏和乌鲁木齐指数曲线相关系数最高;在巩留、乌苏和哈密对数曲线相关系数最高。

4 讨论

沿天山山脉从西到东在巩留、乌苏、乌鲁木齐和哈密,天山云杉分布的上下限都在升高,在西部的巩留天山云杉分布的范围是1 300~2 600 m;中部的乌苏和乌鲁木齐则是1 750(1 800)~2 700 m;东部哈密则达到了2 200~2 800 m(海拔2 700~2 800 m为混有极少量天山云杉的新疆落叶松纯林)。

也就是说天山云杉林随经度位置及相应环境条件的变化而分布在不同的海拔范围内。新疆不同经度位置气候的差异总体是:来自大西洋的水汽在西风环流作用下穿过西部山地的山口、河谷进入新疆,产生相对较多的降水,在天山地区降水表现出西部多于

东部^[24],到天池一带湿度达到最大,再向东经奇台、木垒至巴里坤一带,由于受蒙古-西伯利亚高压反气旋的作用,山地又逐渐变得干燥起来^[25],西部伊犁地区温暖湿润,降水量丰富,有全疆保护最好的天山云杉原始林;中部乌鲁木齐地区降水量相对居中;东部哈密地区干旱炎热,雨水较少。

从表 2 中可以看到,不同地点天山云杉最大胸径不同,各级林木所占比例也不同。巩留胸径最大,大径级林木所占的比例也最大。西天山国家级自然保护区位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州巩留县东部,坐落在中天山西段,保存有天山林区生长最好的天山云杉林。由表 2 可知胸径分布范围从大到小排列顺序为巩留>哈密>乌鲁木齐>乌苏>昭苏;幼苗幼树和小径级林木所占的比例顺序为哈密>乌鲁木齐>巩留>昭苏>乌苏。从总体来说,乌鲁木齐、哈密和巩留幼苗幼树所占的比例要大于昭苏和乌苏。

Poorter 等^[26]的研究表明,种群结构的变化主要有 3 种类型:第一种类型是个体数量与个体体积呈典型的倒“J”型曲线结构,随个体体积增大,其个体数量不断减少,这种变化类型一般有充足的更新个体;第二种类型为随个体体积增大,其个体数量也增大,这种变化类型的种群更新个体稀少或缺乏;第三种类型是种群组成呈强烈的波动格局,大多数情况,种群主要由许多小体积的个体组成,没有中等体积和大体积的个体。昭苏、巩留、乌苏、乌鲁木齐和哈密天山云杉径级分布显示,较大径级的天山云杉株数很少(图 1)。在昭苏、巩留、乌苏、乌鲁木齐和哈密 5 个地点的天山云杉随着径级的增加,株数分布都呈现倒“J”型分布($P < 0.001$),这表明作为一个整体,天山云杉林有较为充足的更新补充。总体上来看,巩留保存有最为完好的天山云杉种群。

参考文献:

[1] Wu X P, Zheng Y, Ma K P. Population distribution and dynamics of *Quercus liaotungensis*, *Fraxinus rhynchophylla* and *Acer mono* in Dongling Mountain, Beijing[J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(2): 212-223

[2] Holeksa J, Saniga M, Szwagrzyk J, et al. Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Pol'ana biosphere reserve, Central Slovakia[J]. European Journal of Forest Research, 2006, 126(2): 303-313

[3] Knowles P, Grant M C. Age and size structure analyses of engelmann spruce, ponderosa pine, lodgepole pine, and limber pine in Colorado [J]. Ecology, 1983, 64(1): 1-9

[4] Johnson J B. Stand structure and vegetation dynamics of a subalpine wooded fen in Rocky Mountain National Park, Colorado[J]. Journal

of Vegetation Science, 1997, 8: 337-342

[5] Rebertus A J, Veblen T T. Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego, Argentina [J]. Journal of Vegetation Science, 1993, 4: 641-654

[6] Taylor A H, Halpern C B. The structure and dynamics of *Abies magnifica* forests in the southern Cascade Range, USA [J]. Journal of Vegetation Science, 1991, 2(2): 189-200

[7] Williams C E, Johnson W C. Age structure and the maintenance of *Pinus pungens* in pine-oak forests of southwestern Virginia [J]. American Midland Naturalist, 1990, 124(1): 130-141

[8] Armesto J J, Casassa I, Dollenz O. Age structure and dynamics of Patagonian beech forests in Torres del Paine National Park, Chile [J]. Plant Ecology, 1992, 98(1): 13-22

[9] Kneeshaw D D, Burton P J. Canopy and age structures of some old sub-boreal *Picea* stands in British Columbia [J]. Journal of Vegetation Science, 1997, 8(5): 615-626

[10] Whipple S A, Dix R L. Age structure and successional dynamics of a Colorado subalpine forest [J]. American Midland Naturalist, 1979, 101(1): 142-158

[11] Akashi N. The spatial pattern and canopy-understorey association of trees in a cool temperate, mixed forest in western Japan [J]. Ecological Research, 1996, 11(3): 311-319

[12] Ansley J-A S, Battles J J. Forest composition, structure, and change in an old-growth mixed conifer forest in the northern Sierra Nevada [J]. Journal of the Torrey Botanical Society, 1998, 125(4): 297-308

[13] 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

[14] Dale M R T. Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology [M]. Cambridge University Press, 1999

[15] Agren J, Isaksson L, Zackrisson O. Natural age and size of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* on a mire in the inland part of northern Sweden [J]. Holarctic Ecology, 1983, 6(3): 228-237

[16] Arista M. The structure and dynamics of an *Abies pinsapo* forest in southern Spain [J]. Forest Ecology and Management, 1995, 74: 81-89

[17] Stewart G H. Population dynamics of a montane conifer forest, western Cascade Range, Oregon, USA [J]. Ecology, 1986, 67(2): 534-544

[18] Nakashizuka T. Population dynamics of coniferous and broad-leaved trees in a Japanese temperate mixed forest [J]. Journal of Vegetation Science, 1991, 2(3): 413-418

[19] Veblen T T. Age and size structure of subalpine forests in the Colorado Front Range [J]. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 1986, 113(3): 225-240

[20] 新疆森林编辑委员会. 新疆森林 [M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1989

[21] 刘翠玲, 潘存德, 梁 瀛, 等. 鳞毛蕨 (*Dryopteris filix-mas*) 天山云杉林种群结构分析 [J]. 干旱区研究, 2006, 23(1): 60-65

[22] 张明刚, 陈云龙, 戴丽娜, 等. 石河子东大塘天山云杉种群结构特征研究 [J]. 安徽农学通报, 2009, 15(7): 158-160, 149

[23] 张 震, 刘 萍, 丁 易, 等. 天山云杉林群落结构及物种组成 [J]. 河北农业科学, 2009, 13(12): 31-34, 82

[24] 李江风. 新疆气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1991

[25] 娄安如. 天山中段山地植被的生态梯度分析及环境解释 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 364-372

[26] Poorter L, Bongers F, van Rompaey R S A R, et al. Regeneration of canopy tree species at five sites in West African moist forest [J]. Forest Ecology and Management, 1996, 84: 61-69