

大兴安岭兴安落叶松 (*Larix gmelinii*) 天然林 分级木转换特征

玉 宝^{1,2}, 乌吉斯古楞³, 王百田¹, 王立明⁴

(1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083; 2. 国家林业局管理干部学院, 北京 102600;

3. 北京林业大学林学院, 北京 100083; 4. 武警警种指挥学院, 北京 102202)

摘要:通过调查样地, 作树干解析, 分析了不同结构兴安落叶松天然林分级木(优势木、平均木和被压木)转换特征。研究表明:(1)不同结构的兴安落叶松天然林分级木转换年龄、方向和转换率均不同。兴安落叶松分级木转换率 29.4%。分级木中, 优势木、平均木和被压木转换率分别 35.3%、41.2%、11.8%。分级木转换中, 优势木与平均木相互转换比例较高, 优势木转平均木占 83.3%, 平均木转优势木占 85.7%; 优势木向被压木转换比例仅为 16.7%; 被压木不能转换成优势木, 只能转换成平均木, 被压木中无转换占 88.2%, 在森林经营和抚育采伐中应考虑伐除这些被压木。(2)在林分年龄 36~65a 范围内, 随着林分年龄增大, 其转换率呈增加趋势。林分年龄 30~39a、50~59a 和 60~69a 时, 其转换率分别 0、33.3% 和 46.7%。(3)随着林分密度增加, 分级木转换率呈增高趋势。当林分密度小于 2500 株·hm⁻² 时, 主要于优势木与平均木间转换。当林分密度大于 2500 株·hm⁻² 时, 才出现其它分级木与被压木相互转换现象。(4)不同林型分级木转换率和转换方向不同。草类-落叶松和杜香-落叶松林分级木转换率分别 50% 和 9.5%。(5)不同水平格局林分分级木转换率不同。聚集分布和随机分布时, 其转换率分别 61.1% 和 13.3%。

关键词:兴安落叶松天然林; 分级木; 转换; 大兴安岭

文章编号: 1000-0933(2008)11-5750-08 中图分类号: Q948 文献标识码: A

Analysis on classified stem transformation characteristic of *Larix gmelinii* natural forest at Daxingan Mountains

YU Bao^{1,2}, WU Ji-Si-Gu-Leng³, WANG Bai-Tian¹, WANG Li-Ming⁴

1 College of Soil and Water Conservation Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 State Academy of Forestry Administration, Beijing 102600, China

3 College of Forestry Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

4 Armed Police Kinds Command College, Beijing 102202, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(11): 5750 ~ 5757.

Abstract: On the basis of setting sample plots and making trunk analysis, this study analyzed the transformation characteristics in different classified stems structures (dominant stem, average stem and overtopped stem) of *Larix gmelinii* natural forest. The results show: (1) each different structure of *L. gmelinii* classified stems has different transformation age, direction and transformation rate. The transformation rate of *L. gmelinii* classified stems is 29.4%, where dominant stem, average stem and overtopped stem are 35.3%, 41.2% and 11.8%. In the transformation rates of classified stems,

基金项目: 林业公益性行业科研专项(200704031); 国家林业局森林生态系统定位研究资助项目(2001-01)

收稿日期: 2007-12-18; 修订日期: 2008-09-16

作者简介: 玉宝(1976~), 男, 蒙古族, 内蒙古通辽人, 博士生, 主要从事生态学理论与生态控制技术研究. E-mail: nmlyb8@sina.com

Foundation item: The project was financially supported by Forestry Public welfare Industry Research Special project(No. 200704031) and Located Forest Ecosystem Research of State Forestry Administration(No. 2001-01)

Received date: 2007-12-18; **Accepted date:** 2008-09-16

Biography: YU Bao, Ph. D. candidate, mainly engaged in ecological theory and ecological control technology. E-mail: nmlyb8@sina.com

the interconversion proportion between dominant stem and average stem is high, from dominant stem to average stem is 83.3% and from average stem to dominant stem is 85.7%; from dominant stem to overtopped stem is only 16.7%, the transformation from overtopped stem to dominant stem is not observed, while the transformation from overtopped stem to average stem is observed, 88.2% of overtopped stem has no transformation to other classified stems, considering management and tending of forests those overtopped trees should be removed. (2) The stand age is within 36—65a, the transformation rate tends to increase, as the stand gets old. When the ages are within 30—39a, 50—59a and 60—69a, the transformation rates are 0, 33.3% and 46.7%. (3) The transformation rate of classified stems tends to increase with the stand density increment. When the stand density is up to 2,500 trees·hm⁻², the main transformation appears between dominant stems and average stems. When the stand density is over 2,500 trees·hm⁻², transformed phenomenon between overtopped stem and other classified stems appears. (4) According to forest types, the transformation rate and direction are different. The transformation rates of Herbage-*Larix gmelinii* and *Ledum-Larix gmelinii* are 50% and 9.5%. (5) The horizontal stands patterns show that the transformation rate of classified stems is different. The transformation rates of clustered distribution and random distribution are 61.1% and 13.3%.

Key Words: *Larix gmelinii* natural forest; classified stem; transformation; Daxingan mountains

兴安落叶松(*Larix gmelinii* Rupr.)是大兴安岭森林建群种,内蒙古及东北地区重要更新和造林树种,也是嫩江流域和呼伦贝尔大草原的生态屏障,经营、保护好这片森林是一直研究的课题。在全球气候变化条件下,对天然林森林群落动态以及生长变化特征的研究尤为重要。林木分化是分级木形成的原因,林木分级为定量疏伐选木的依据,是抚育采伐开始期和采伐强度的理论依据。国内外对林木分级的研究较多,其中,丁宝永、Mare R. Roberts 等人应用静态马尔柯夫模型来研究分级木的相互转换^[1,2]。但主要集中在林木分化和抚育间伐的关系以及林木分级方法等方面^[3~6],而对不同林分结构分级木相互转换特征的研究为甚少。本文通过对大兴安岭兴安落叶松天然林分级木相互转换特征以及与林分结构和立地因子关系研究,为天然林封育、经营管理和抚育间伐以及人工林密度管理提供理论依据。

1 试验地概况

试验地点位于大兴安岭森林生态系统定位研究站,地处大兴安岭西北坡,地理坐标为 50°49′~50°51′N, 121°30′~121°31′E。面积 11000hm²。原始林面积 3200hm²。海拔 800~1100m,为中山山地,属寒温带湿润气候区,年平均气温 -5.4℃,最低气温 -50℃, >10℃ 积温 1403℃,年降水量 450~550mm,60% 集中在 7、8 月份,降雪厚度 20~40cm,无霜期 80d。境内连续多年冻土和岛状多年冻土交错分布。林下土壤为棕色针叶林土,土层厚度 20~40cm,基岩以花岗岩与玄武岩为主。森林以兴安落叶松为建群种的寒温带针叶林,平均高 25~30m,平均胸径 26~30cm,平均蓄积量 150~200m³·hm⁻²。主要林型有:杜香-落叶松林(*Ledum palustre* L.-*Larix gmelinii* forest)、杜鹃-落叶松林(*Rhododendron dahuricum* DC.-*L. gmelinii* forest)。伴生树种有:白桦(*Betula platyphylla* Suk.)和山杨(*Populus davidiana* Dode.)。常见林下植物有:杜香(*Ledum palustre* L.)、杜鹃(*Rhododendron dahuricum* DC.)、笃斯越橘(*Vaccinium uliginosum* Linn.)、红花鹿蹄草(*Pyrola incarnate* Fisch.)、舞鹤草(*Maianthemum bifolium* (Linn.) F. W. Schmidt)、山黧豆(*Lathyrus quinquerivius* (Miq.) Litv.)等。

2 研究方法

选择具有代表性的森林群落类型,在同龄^[7~10]兴安落叶松天然林中,按不同的林分因子和立地因子,设直径 40m 的无边形标准地,在其内设 9 个直径为 6m 的样圆,相邻样圆之间距离为 4m,从中央向四个方向排列(图 1)。共设置 17 块标准地(表 1)。在标准地内每木调查,量测树高、胸径、冠幅、枝下高,调查记载标准地立地因子,林下植被、土壤等。在每木检尺的基础上,按不同标准地林木生长状况,每块标准地选择优势木、平均木、被压木各 1 株,共 51 株,进行树干解析^[8]。标准地优势木、平均木、被压木的选择,采取定性和定量相

结合的方法。根据每木检尺的数据,用公式 $d = r/\bar{R}$ (d 为林木相对直径; r 为林木胸径; $\bar{R}$ 为林分平均胸径), 求出每株林木相对直径(d),按以下标准进行选择:

(1)优势木 生长良好,无病虫害,树冠最大且占据林冠上层,在标准地内同龄级林木中,胸径和树高最大, $d \geq 1.02$ 。

(2)平均木 生长尚好,无病虫害,树冠较窄,胸径和树高较优势木差,位于林冠中层,树干圆满度较优势木大,在标准地内同龄级林木中,胸径和树高与林分平均高和平均胸径最接近, $0.70 \leq d < 1.02$ 。

(3)被压木 生长不良,无病虫害,树高和胸径生长均落后,树冠受挤压严重,处于明显被压状态, $0.35 \leq d < 0.70$ 。

对每个标准地分级木(优势木、平均木、被压木)胸径、树高用 Excel 软件计算和处理,求出胸径、树高总生长量。对比分析不同标准地分级木的转换方向、转换率以及与林分结构和立地因子的关系。目前,兴安落叶松天然林“分级木转换”概念空白,而对兴安落叶松人工林,以“林木竞争状态转移”^[1,3]来描述分级木相互转换。天然林较人工林具有复杂性和多变性,突出表现在年龄结构上,天然林即便是同龄林,也是相对,对兴安落叶松天然林,年龄相差在一个龄级内(20a)^[7,9,10]可视为同龄林。

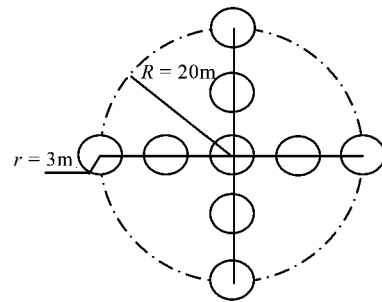


图1 标准地样圆布置图

Fig. 1 The arrangement of circle plots in control area

表1 18块标准地概况

Table 1 The condition of 18 control plots

标准地号 Control plots number	林型 Forest types	林分年龄 Stand age (a)	平均胸径 Average DBH (cm)	林分 平均高 Average height (m)	密度 Density (株·hm ⁻²) (trees·hm ⁻²)	树种组成 Tree species composition	地形 Terrain				土壤厚度 Soil depth (cm)
							海拔 Altitude (m)	坡度 Gradient (°)	坡向 Solpe aspect	坡位 Location	
1	草类-落叶松	65	7.8	8.2	2792	8落1桦1杨	900	10	S	下	21.0
2	杜鹃-落叶松	59	10.1	10.9	708	8落2桦	1000	25	S	中	17.5
3	草类-落叶松	58	9.2	9.3	1062	8落2桦	1005	25	S	中	17.0
4	杜香-落叶松	58	8.9	15.9	865	10落	990	25	N	中	19.0
5	杜香-落叶松	63	8.1	8.7	1494	8落2桦	1050	30	N	上	13.5
6	杜香-落叶松	56	9.0	10.8	1533	6落4桦	1060	30	N	中	16.0
7	杜香-落叶松	62	9.8	12.9	1691	9落1桦	1030	30	N	中	15.0
8	草类-落叶松	51	7.7	7.7	3106	6落4桦	890	—	—	—	21.0
9	杜香-落叶松	58	10.4	10.0	1101	7落3桦	910	25	NW	下	20.0
10	草类-落叶松	36	6.8	6.1	3263	7落3桦+杨	960	30	NW	中	17.0
11	柴桦-落叶松	36	8.0	8.9	2398	10落+桦	900	—	—	—	6.0
12	柴桦-落叶松	39	10.1	10.5	1533	9落1桦	1000	20	W	下	4.5
13	杜鹃-落叶松	56	9.0	9.2	1258	6桦4落	1050	45	W	中	16.5
14	杜香-落叶松	60	11.8	9.2	2241	10落	900	15	NW	下	19.0
15	草类-落叶松	61	9.7	12.8	2045	9落1桦-杨	1050	45	S	上	17.0
16	草类-落叶松	39	12.4	13.6	983	9落1桦	880	5	SW	下	16.0
17	杜香-落叶松	54	9.3	7.4	1966	6落4桦	930	15	SW	下	7.0

草类-落叶松 *Herbage-Larix gmelinii*; 杜鹃-落叶松 *Rhododendron-Larix gmelinii*; 杜香-落叶松 *Ledum-Larix gmelinii*; 柴桦-落叶松 *Acta birch-Larix gmelinii*; 8落1桦1杨 8 *Larix* and 1 *betula* and 1 *poplar*, 下同 the same below

关于分级木转换的定义,在同立地条件下,由于遗传因子、微生境和竞争影响,使同龄级分级木生长量具明显差异,导致总生长量曲线出现交叉现象,分级等级也随之发生变化,是林木竞争和分级等级的动态变化过

程。即从原分级木(现分级木经树干解析,根据胸径和树高总生长量,在转换前所划分的等级)转换成现分级木(经每木调查,根据胸径和树高,将林木划分的等级)的过程。

3 结果与分析

3.1 分级木转换特征

根据分级木胸径和树高生长(总生长量)过程,各级木互相转换方向有5种类型,本文以样地14(图2、图3)和样地1(图4、图5)举例说明:从优势木转换成平均木(图2、图3)和被压木(图4、图5);平均木转换成优势木(图2、图3、图4、图5)和被压木;被压木转换成平均木(图4、图5)等。兴安落叶松天然林分级木在不同年龄阶段有相互转换现象,且转换年龄和方向各不相同,在17块样地中,转换有7块(表2)。在51株中转换有15株(表3),转换率29.4%,无转换有36株。按分级木统计,平均木转换率最高(表3),达41.2%;优势木转换率35.3%;被压木转换率最低,仅11.8%。在转换的分级木中按转换方向统计,优势木和平均木相互转换比例较高,分别83.3%和85.7%;优势木向被压木转换比例仅16.7%;被压木不能转换成优势木,有转换则只能转换成平均木(表3),分级木一旦成为被压木就形成吸收壁^[1],难以逆转,与丁宝永^[1]等研究相符。

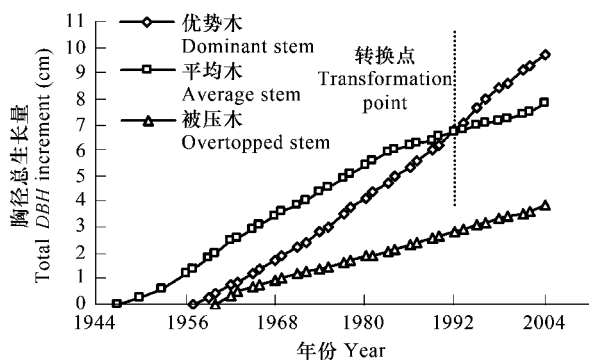


图2 胸径-年份优势木转平均木、平均木转优势木的过程

Fig. 2 The transformation processes from of DBH-year dominant stem to average stem and from average stem to dominant stem

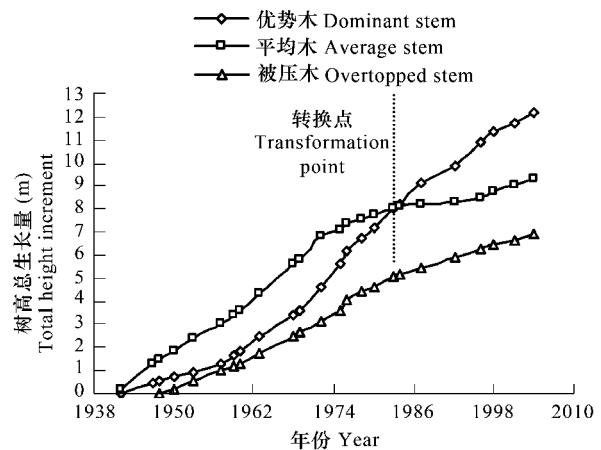


图3 树高-年份优势木转平均木、平均木转优势木的过程

Fig. 3 The transformation processes from of Height-year dominant stem to average stem and from average stem to dominant stem

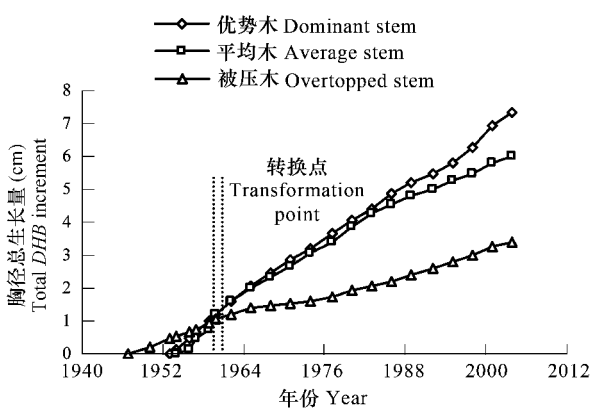


图4 胸径-年份优势木转被压木、平均木转优势木、被压木转平均木的过程

Fig. 4 The transform processes of DBH-year from dominant stem to overtopped stem, for average stem of dominant stem and from overtopped stem to average stem

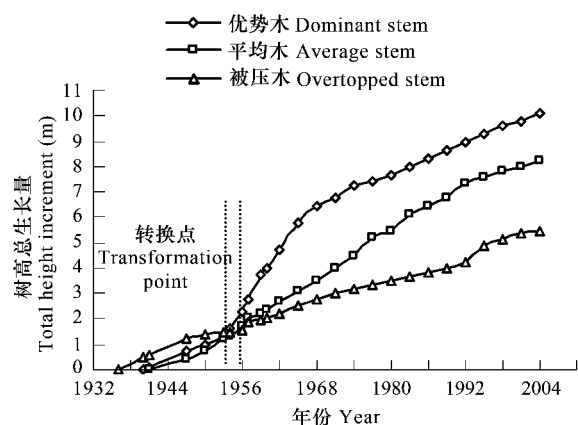


图5 年份-年份优势木转被压木、平均木转优势木、被压木转平均木的过程

Fig. 5 The transform processes of Height-year from dominant stem to overtopped stem, for average stem of dominant stem and from overtopped stem to average stem

表 2 分级木转换年龄与过程

Table 2 The transformation age and process of classified stem

标准地号 Control plots number	原分级木 Original classified stem	转换方向 Transformation direction	转换年龄 Transformation age(a)	现分级木 Present classified stem
1	优势木 Dominant stem	优—平—被	20,23	被压木 Overtopped stem
	平均木 Average stem	平—优	19	优势木 Dominant stem
	被压木 Overtopped stem	被—平	19	平均木 Average stem
2	优势木 Dominant stem	优—平	35	平均木 Average stem
	平均木 Average stem	平—优	38	优势木 Dominant stem
3	优势木 Dominant stem	优—平	46	平均木 Average stem
	平均木 Average stem	平—优	43	优势木 Dominant stem
8	平均木 Average stem	平—被	35	被压木 Overtopped stem
	被压木 Overtopped stem	被—平	31	平均木 Average stem
13	优势木 Dominant stem	优—平	31	平均木 Average stem
	平均木 Average stem	平—优	26	优势木 Dominant stem
14	优势木 Dominant stem	优—平	51	平均木 Average stem
	平均木 Average stem	平—优	50	优势木 Dominant stem
15	优势木 Dominant stem	优—平	56	平均木 Average stem
	平均木 Average stem	平—优	54	优势木 Dominant stem

表 3 分级木相互转换统计

Table 3 The statistics of interconversion of classified stem

原分级木 Original classified stem	株数 Tree number	转换数 Transformation number	转换率 Transformation rate(%)	现分级木 Present classified stem	株数 Tree number	比例 Percent(%)
优势木 Dominant stem	17	6	35.3	平均木 Average stem	5	83.3
				被压木 Overtopped stem	1	16.7
平均木 Average stem	17	7	41.2	优势木 Dominant stem	6	85.7
				被压木 Overtopped stem	1	14.3
被压木 Overtopped stem	17	2	11.8	平均木 Average stem	2	100.0
				优势木 Dominant stem	0	0.0
总计 Total	51	15	29.4	—	15	—

3.2 不同年龄分级木转换

把 17 块标准地林分年龄分 3 个阶段(30 ~ 39a;50 ~ 59a;60 ~ 69a)。不同年龄林分分级木转换率具较大差异,随着林分年龄增加,其分级木转换率呈增加趋势(图 6)。林分年龄 60 ~ 69a 标准地有 5 块(15 株解析木),转换有 7 株,转换率最高,达 46.7%(图 6);年龄 50 ~ 59a 林分转换率 33.3%;30 ~ 39a 林分无转换。说明,随着林分年龄增加,种内^[1,3]和种间竞争加剧,促进林木分化,促使分级木形成和相互转换。

3.3 不同密度分级木转换

林分密度对林木直径生长起重要作用,是林分中分级木形成和比例变化的重要影响因子。密度越大,林分分化愈强烈,林分分化导致分级木的形成^[6,9,10]。为更准确说明,把 17 块标准地林分密度划分成 6 个密度水平(图 7)。林分密度不同,转换的分级木和转换方向不同(表 4)。林分密度相差不大或相同条件下,生长在不同立地条件下的落叶松具有相同的转换过程(表 4),如标准地 3、13。当林分密度小于 2500 株·hm⁻²时,主要于优势木与平均木之间的转换。当林分密度大于

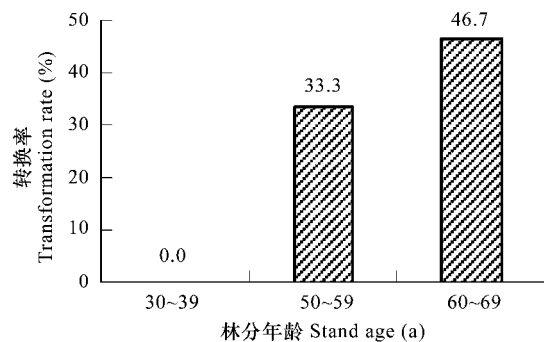


图 6 不同年龄的林分分级木转换率

Fig. 6 The transformation of classified stems in different ages

2500 株·hm⁻²时,才出现其它分级木与被压木相互转换现象(表4)。随着林分密度增加,分级木转换率呈增高趋势,当林分密度2000~3000 株·hm⁻²时,分级木转换率达最高(图7)。

表4 不同密度的林分分级木转换

Table 4 The transformation of classified stems of different stand density

密度水平(株·hm ⁻²) Levels of density (trees·hm ⁻²)	原分级木 Original classified stem	株数 Tree number	现分级木 Present classified stem	株数 Tree number	转换比例 Transformation Percent(%)
500 ~ 1000	优势木 Dominant stem	1	平均木 Average stem	1	100
	平均木 Average stem	1	优势木 Dominant stem	1	100
1000 ~ 1500	优势木 Dominant stem	2	平均木 Average stem	2	100
	平均木 Average stem	2	优势木 Dominant stem	2	100
1500 ~ 2000	—	0	—	0	0
	—	0	—	0	0
2000 ~ 2500	优势木 Dominant stem	2	平均木 Average stem	2	100
	平均木 Average stem	2	优势木 Dominant stem	2	100
2500 ~ 3000	优势木 Dominant stem	1	被压木 Overtopped stem	1	100
	平均木 Average stem	1	优势木 Dominant stem	1	100
	被压木 Overtopped stem	1	平均木 Average stem	1	100
3000 ~ 3500	平均木 Average stem	1	被压木 Overtopped stem	1	100
	被压木 Overtopped stem	1	平均木 Average stem	1	100
—	—	—	—	—	—

3.4 不同林型分级木转换

在17块标准地中,草类-落叶松(*Grass-L. gmelinii* forest)林型6块,杜香-落叶松林型7块(表1),杜鹃-落叶松和柴桦-落叶松林型(*Betula fruticosa* Pall. -*L. gmelinii* forest)各2块。按标准地数统计,6块草类-落叶松中,转换的有4块,占66.7%;同理,杜香-落叶松14.3%;杜鹃-落叶松100%;柴桦-落叶松无转换现象。图8说明,不同林型分级木转换率和转换方向(表1、表2)明显不同。按分级木转换数统计,草类-落叶松林18株中,转换的有9株,转换率50%;同理,杜香-落叶松转换率9.5%;杜鹃-落叶松转换率66.7%;柴桦-落叶松无转换。

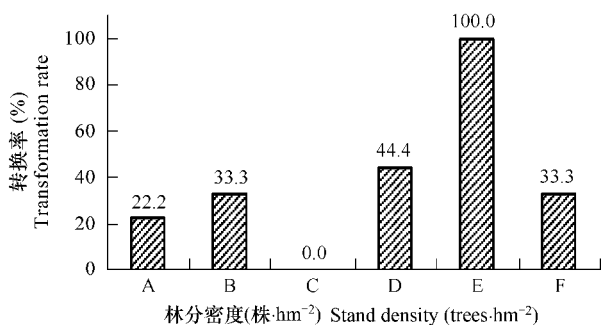


图7 不同密度的林分分级木转换率

Fig. 7 The transformation rates of classified stems in different densities

A. 500 ~ 1000, B. 1000 ~ 1500, C. 1500 ~ 2000, D. 2000 ~ 2500, E. 2500 ~ 3000, F. 3000 ~ 3500

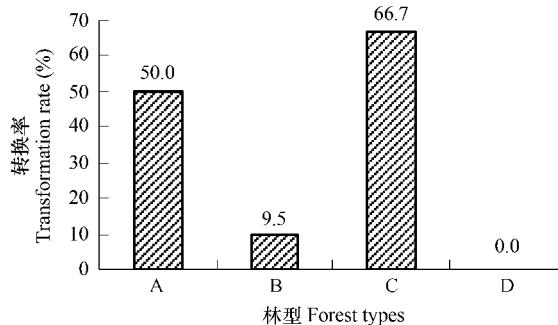


图8 不同林型分级木转换率

Fig. 8 The transformation rates of classified stems in different forest types

A. 草类-落叶松 *Herbage-Larix gmelinii*; B. 杜香-落叶松 *Ledum-Larix gmelinii*; C. 杜鹃-落叶松 *Rhododendron-Larix gmelinii*; D. 柴桦-落叶松 *Acta birch-Larix gmelinii*

3.5 不同树种组成分级木转换

树种组成不同,其分级木转换率不尽相同(表1、表2、图9)。图9显示,当林分树种组成4落6阔和8落2阔时,林分分级木转换率较高,分别达66.7%和58.3%。树种组成7落3阔时,分级木无转换。不同树种组

成的林分分级木转换可能与林分密度有关系(表1)。相同树种组成,不同密度的林分当中,分级木转换主要集中在密度较高的林分,如树种组成6落4阔的标准地(表1)。相同树种组成的林分分级木转换,除了林分密度外受立地条件的制约,如树种组成9落1阔和6落4阔的标准地(表1)。如标准地1、2、3和5,树种组成均8落2阔(表1、表2),但低海拔、土壤较厚、坡度较小、阳坡中下坡位的林分才出现转换现象。立地条件好,林木生长越旺盛,竞争越激烈,林分化现象也越强烈^[9,10],使分级木相互转换率也就越高。

3.6 不同水平格局分级木转换

种群的空间格局是植物种群结构的基本特征之一^[10~14]。空间分布格局是研究种群空间行为的基础,是种群生物学特征,种内与种间关系以及环境条件综合作用的结果,也是种群空间属性的重要方面。任何种群都是在空间不同位置分布的,但由于种群内个体间的相互作用及种群对环境的适应,使得同一种群在不同环境条件下呈现出不同的空间分布格局。根据其聚集系数(λ)大小,将兴安落叶松天然林水平格局可分为均匀分布($0 \leq \lambda < 0.5$)、随机分布($0.5 \leq \lambda < 1.5$)和聚集分布($\lambda \geq 1.5$)3种类型。不同水平格局对分级木转换有影响(图10)。当聚集分布时,转换率最高,达61.1%;随机分布次之,达13.3%;当均匀分布时,无转换。

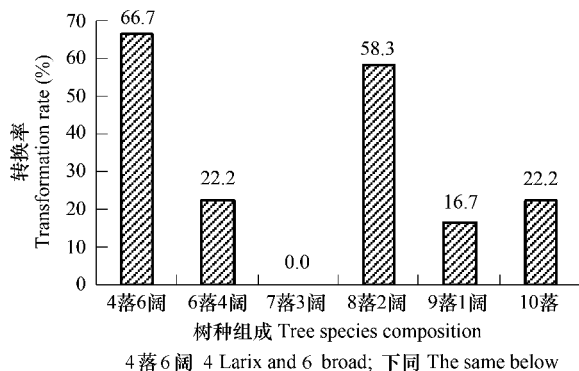


图9 不同树种组成的林分分级木转换率

Fig. 9 The transformation rates of classified stems in different tree species compositions

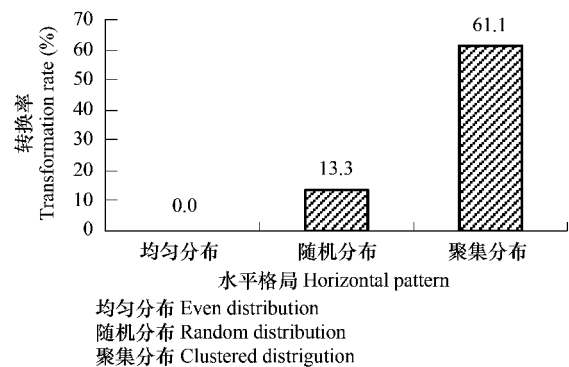


图10 不同水平格局的林分分级木转换率

Fig. 10 The transformation rates of classified stems in different horizontal patterns

4 结论与讨论

(1) 兴安落叶松天然林分级木在不同年龄阶段有转换现象,且转换年龄和方向各不相同。兴安落叶松分级木转换率29.4%。按分级木统计,平均木转换率最高,达41.2%;优势木转换率35.3%;被压木转换率最低,仅11.8%。在转换的分级木中按转换方向统计,优势木和平均木相互转换比例较高,分别83.3%和85.7%;优势木向被压木转换比例仅为16.7%;被压木不能转换成优势木,有转换则全转换成平均木,被压木中无转换占88.2%,在兴安落叶松天然林经营和抚育采伐中应考虑伐除这些被压木。

(2) 林分年龄在36~65a范围内,随着林分年龄增加,其分级木转换率呈增加趋势。当林分年龄60~69a时,转换率最高,达46.7%;年龄50~59a时,转换率33.3%;年龄30~39a时,无转换。

(3) 林分密度在708~3263株·hm⁻²范围内,随着林分密度增加,分级木转换率呈增高趋势,当林分密度2000~3000株·hm⁻²时,分级木转换率最高。当林分密度小于2500株·hm⁻²时,主要于优势木与平均木之间的转换。当林分密度大于2500株·hm⁻²时,才出现其它分级木与被压木相互转换现象。

(4) 不同林型分级木转换率和转换方向明显不同。按标准地数统计,草类-落叶松林中,转换的占66.7%;同理,杜香-落叶松14.3%;杜鹃-落叶松100%;柴桦-落叶松无转换现象。按分级木转换率统计,草类-落叶松林转换率50%;杜香-落叶松转换率9.5%;杜鹃-落叶松转换率66.7%;柴桦-落叶松无转换。由于杜鹃-落叶松和柴桦-落叶松两种林型样地数量较少,因此,该两类林型分级木转换率需要进一步探讨。

(5) 不同树种组成的林分分级木转换率无明显规律,主要受密度和立地条件的制约。

(6) 不同水平格局的林分分级木转换率不同。聚集分布、随机分布和均匀分布时,其转换率分别61.1%;

13.3%;无转换。在所设置的样地中,属均匀分布格局的样地数少,其所得转换率结果有待于进一步论证和深入研究。

References:

- [1] Ding B Y, Lang K J, Zhang S Y. Dynamic Thinning Systems for Larch Plantations(1). Journal of Northeast Forestry University, 1986, 14(4): 8—19.
- [2] Mark R Robert. Predicting diameter distributions: a test of the stationary Markov model. Can For Res, 1985, (16): 130—135.
- [3] Ding B Y, Zhang S S, Zhang S Y. Study on The Classification of Man-Made Larch Forest. Journal of North-Eastern Forestry Institute, 1980, (2): 19—28.
- [4] George T Fereell. Growth classification systems for Red Fir and White Fir in Northern California Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. P. O. Box 245, Berkeley California, 1983.
- [5] Feng L, Wang L M. Mathematical expression on crown classification. Journal of Inner Mongolia Forestry College, 1989, (1): 9—16.
- [6] Wang L M, Wei Q. Certificating the relation of reserved density of improvement felling and crown density after cutting. Journal of Inner Mongolia Forestry College, 1996, 18(4): 8—15.
- [7] Sun Y J, Zhang J, Han A H, et al. Biomass and carbon pool of *Larix gmelinii* young and middle age forest in Xing'an Mountains Inner Mongolia. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(5): 1756—1762.
- [8] Meng X Y. Forest Measurement. Beijing: China Forestry Publishing House, 2004. 45—216.
- [9] Editorial Committee of Inner Mongolia Forest. Forest of Inner Mongolia. Beijing: China Forestry Publishing house, 1989. 93—115.
- [10] XU H C. Forest in Da Xing An Ling of China. Beijing: Science Press, 1998. 7—41.
- [11] Zhang Q, Fan S H, Shen H L, et al. Influence of the Spatial Structure of tress, etc. on the Young Trees of *Pinus koraiensis* under Natural Secondary Forest. Forest Research, 2004, 17(4): 405—412.
- [12] Hui G Y The Neighbourhood Pattern-A New Structure Parameter for Describing Distribution of Forest Tree Position. Scientia Silvae Sinicae, 1999, 35(1): 37—42.
- [13] Fuedner K. Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwaeltern. Goettingen: Cuvillier Verlag Goettingen, 1995.
- [14] Hui G Y, Klaus von Gadow, Hu Y B. The Optimum Standard Angle of the Uniform Angle Index. Forest Research, 2004, 17(6): 687—692.

参考文献:

- [1] 丁宝永,郎奎健,张世英. 落叶松人工林动态间伐系统的研究(1). 东北林业大学学报, 1986, 14(4): 8~19.
- [3] 丁宝永,张树森,张世英. 落叶松人工林林木分级的研究. 东北林学院学报, 1980(2): 19~28.
- [5] 冯林,王立明. 林木生长分级数学表述的研究. 内蒙古林学院学报, 1989(1): 9~16.
- [6] 王立明,韦勤. 抚育间伐保留密度与伐后郁闭度关系式的求证. 内蒙古林学院学报, 1996, 18(4): 8~15.
- [7] 孙玉军,张俊,韩爱惠,等. 兴安落叶松(*Larix gmelinii*)幼中龄林的生物量与碳汇功能. 生态学报, 2007, 27(5): 1756~1762.
- [8] 孟宪宇. 测树学. 北京:中国林业出版社, 2004. 45~216.
- [9] 内蒙古森林编辑委员会. 内蒙古森林. 北京:中国林业出版社, 1989. 93~115.
- [10] 徐化成. 中国大兴安岭森林. 北京:科学出版社, 1998. 7~41.
- [11] 张群,范少辉,沈海龙,等. 次生林林木空间结构等对红松幼树生长的影响. 林业科学研究, 2004, 17(4): 405~412.
- [12] 惠刚盈, Klaus von Gadow, Matthias Albert. 角尺度——一个描述林木个体分布格局的结构参数. 林业科学, 1999, 35(1): 37~42.
- [14] 惠刚盈, Klaus von Gadow, 胡艳波. 林分空间结构参数角尺度的标准角选择. 林业科学研究, 2004, 17(6): 687~692.