

轿子山自然保护区急尖长苞冷杉林群落特征研究^{*}

杜小浪¹, 杜凡¹, 曾辉^{1,2}, 陈勇¹, 姚莹¹, 张辉¹, 李朝阳¹

(1. 西南林业大学资源学院, 云南昆明 650224 2. 贵州省林业调查规划院, 贵州贵阳 550003)

摘要: 轿子山的急尖长苞冷杉 (*Abies georgei* var. *smithii*) 林是西南地区同类森林中分布纬度和海拔最低的类型, 具有重要的地理学意义和保护价值。急尖长苞冷杉林目前残存于昆明北部禄劝县和东川区, 主要分布于轿子山保护区内, 分布海拔为 2 700~4 000 m。基于 10 个 20 m × 25 m 的样地资料的研究, 结果表明其生物多样性特征是: ① 群落样地由 252 种维管植物组成。种子植物属的分布区类型以北温带成分为主, 占 40.77%。种以中国特有成分为主, 占 30.74%。② 生活型谱以地面芽植物为主, 占 38.53%。其次是高位芽植物, 占 32.90%。③ 该群落叶型以单叶 (81.82%)、纸质叶 (50.65%)、非全缘叶 (54.11%)、中型 (51.95%) 和小型叶 (40.69%)、非渐尖 (77.49%) 占优势。④ 群落中草本层的物种丰富度最大, Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数均是草本层 > 灌木层 > 乔木层, Pielou 均匀度指数是草本层 > 乔木层 > 灌木层。

关键词: 轿子山; 急尖长苞冷杉; 物种多样性; 海拔; 纬度

中图分类号: Q 948.15 文献标识码: A 文章编号: 0258-7971(2010)03-

轿子山自然保护区位于滇中高原北部, 102°48'21"~102°58'43"E, 26°00'25"~26°11'53"N 之间, 其最低范围为普渡河河谷, 海拔约 900 m, 最高点为主峰雪岭, 海拔 4 344.1 m, 高差 3 444 m, 是滇中第一高峰, 也是我国青藏高原以东地区最高峰。保护区面积 16 193.0 hm², 地跨禄劝县和东川区。本区属高原季风气候, 主峰区年平均气温 2~6℃, 山顶从 11 月中旬至次年 4 月的积雪厚度为 0.5~2.0 m, 年降水量 1 600~1 800 mm。

急尖长苞冷杉 (*Abies georgei* var. *smithii*) 是我国特有的重要用材树种, 其所形成的急尖长苞冷杉林是我国西南山地特有和重要的森林植被类型。该森林主要分布于四川西南部、西藏东南部、滇西北和滇中北部地区^[1-2]。轿子山是该类森林分布的最东南端, 与西藏和四川主要分布区相隔离。此类冷杉林也是滇东北和滇中北部地区唯一的一类亚高山暗针叶林^[3]。

近年来已有较多关于藏东南地区急尖长苞冷

杉林的研究^[4-9], 而对云南省内的急尖长苞冷杉林的研究则仅有 20 世纪 80 年代金振洲先生 1 篇文章^[3]。本文基于野外调查, 对轿子山急尖长苞冷杉林的物种组成、植物区系、生物多样性及生活型进行了统计分析, 绘制了滇中北部地区急尖长苞冷杉的分布图, 讨论了急尖长苞冷杉的分布规律。

1 研究方法

1.1 样地调查 于 2008 年 8 月, 选择保护区内有代表性的急尖长苞冷杉林, 选取 20 m × 25 m 的 10 个样地 (表 1), 记录样地的海拔、GPS、坡向、坡度、坡位、土壤类型、土壤厚度、林冠盖度、自然更新及人为干扰状况等, 对乔木层胸径 ≥ 5 cm 的所有植株进行每木调查。每个样地按梅花型方式取 5 个 5 m × 5 m 的小样方调查灌木层和草本层中所有胸径 < 5 cm 的木本植物, 及草本、藤本和附生植物, 记录其种类、高度、盖度、生活力、物候等。

* 收稿日期: 2009-12-10

基金项目: 云南省重点学科野生动植物保护与利用项目资助 (XKZ200904); 轿子山自然保护区综合科学考察项目资助。

作者简介: 杜小浪 (1984-), 女, 重庆人, 硕士生, 主要从事植物分类学方面的研究。

通讯作者: 杜凡 (1957-), 男, 云南人, 教授, 主要从事生物多样性方面的研究。

表 1 急尖长苞冷杉林样地概况

Tab 1 The description of experimental plots

样地号	地点	海拔 /m	坡向	坡度 /($^{\circ}$)	坡位	纬度 (N)	经度 (E)
27	东川大兴场	2860	西南	20	中下	26°00'50.4"	102°57'20.3"
37	东川大厂大洼子	2930	东	30	上	26°01'55.3"	102°56'01.0"
35	东川抱水进丫口	3000	西	25	中	26°52'48.9"	102°55'58.3"
40	东川桦木林	3034	北	20	中	26°05'23.8"	102°53'36.9"
31	东川抱水进丫口	3105	东	35	中上	26°11'58.0"	102°56'20.1"
33	东川抱水进丫口	3215	南 15°西	15	中下	26°12'06.0"	102°56'21.5"
44	东川桦木林	3454	西北	25	中上	26°05'16.3"	102°53'35.5"
58	轿子山景区周边	3620	西北	30	中上	26°05'00.1"	102°50'24.9"
67	轿子山箐门口	3810	东南	28	上	26°04'39.8"	102°50'29.2"
59	轿子山景区周边	3840	西	30	中上	26°04'57.3"	102°50'52.0"

此处样地号为轿子山所有植被考察的系统号,并不单独针对急尖长苞冷杉这一种类型

1.2 数据的统计分析

(1)生活型按 Raunkiaer 系统进行划分^[10]. 乔木和灌木种类只有成熟个体才能表现出真实的生活型类型,故按它们成年时的生活型进行归类.

(2)重要值采用以下计算公式^[11]:

乔木层物种重要值 = (相对多度 + 相对显著度 + 相对频度) / 3 × 100

灌木层、草本层物种重要值 = (相对多度 + 相对盖度 + 相对频度) / 3 × 100

(3)多样性测度采用以下公式计算^[12]:

辛普森多样性指数 (Simpson's diversity index):

$$H = 1 - \frac{\sum_{i=1}^s N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)},$$

式中 N_i 为种 i 的个体数, N 为全部种的个体总数.

香农 - 威纳指数 (Shannon - Wiener index):

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i,$$

式中 $P_i = \frac{N_i}{N}$.

Pielou 均匀度指数:

$$E = \frac{H'}{\ln S},$$

式中 H' 为 Shannon - Wiener 指数, S 为物种总数.

2 研究结果

2.1 分布海拔、面积和群落概况

长苞冷杉林在轿子山保护区内的分布海拔为 2700 ~ 4000 m, 面积约为 1356 hm², 分布于东川区的面积较大.

群落外貌暗绿色、树冠塔形、树干挺直, 可分为乔木上层和下层、灌木层、草本层和层间层 5 个层次. 乔木上层高 12 ~ 26 m, 胸径 5 ~ 52 cm, 盖度 15% ~ 60%, 主要以急尖长苞冷杉为主, 个别样地有川滇冷杉 (*Abies forrestii*) 和云南铁杉 (*Tsuga dumosa*) 伴生. 乔木下层高 5 ~ 10 m, 胸径 5 ~ 28 cm, 盖度 2% ~ 35%, 主要为杜鹃属 (*Rhododendron*) 和花楸属 (*Sorbus*) 植物. 灌木层物种组成约 50 种, 高度 0.1 ~ 4 m, 盖度 10% ~ 95%, 以玉山竹属 (*Yushania*) 和杜鹃属为主. 草本层物种约 133 种, 高度 0.03 ~ 1.2 m, 盖度 5% ~ 90%. 苔藓和枯枝等地被层盖度为 10% ~ 75%.

2.2 物种组成 10 个样地中共调查到维管植物 252 种, 隶属于 73 科, 130 属. 其中, 蕨类植物 8 科 13 属 21 种, 裸子植物 2 科 5 属 6 种, 双子叶植物 53 科 87 属 184 种, 单子叶植物 10 科 25 属 41 种.

2.3 区系特征

2.3.1 属的区系特征 根据吴征镒的《中国种子植物属的分布区类型》^[13], 可把群落中种子植物的属划分为 12 个类型和 7 个亚型 (表 2). 温带分布的属有 90 属, 占总属数的 69.23%. 北温带分布及其变型的有 53 属, 占总属数 40.77%. 热带分布属有 19 属, 占 14.62%. 世界广布 19 属, 占 14.62%. 东亚分布及

其亚型有 16 属, 占 14.29%。中国特有属 2 属, 即花佩菊属 (*Faberia*) 和紫菊属 (*Notoseris*)。温带属与热

带属的比值为 4.7:1。该群落植物区系属级水平上以温带成分中的北温带成分占绝对优势。

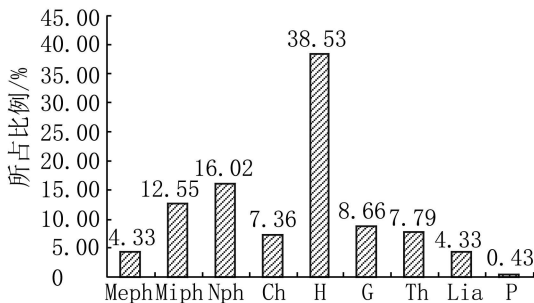
表 2 急尖长苞冷杉群落属、种区系组成

Tab. 2 Areal-types of genera and species of seed plants in *Abies georgei* var. *smithii* community

属与种的区系组成	属数	占总属数 %	种数	占总种数 %
1. 世界广布	19	14.62	—	—
2. 泛热带分布	9	6.92	—	—
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	2	1.54	—	—
4. 旧世界热带分布	2	1.54	—	—
6. 热带亚洲至热带非洲分布	4	3.08	2	0.87
7. 热带亚洲(印度-马来西亚)分布	2	1.54	2	0.87
热带类群合计(2-7)	19	14.62	4	1.73
8. 北温带分布	41	31.54	5	2.16
8-1. 环级分布	1	0.77	—	—
8-2. 北极-高山分布	1	0.77	—	—
8-4. 北温带和南温带(全温带)间断分布	10	7.69	1	0.43
9. 东亚和北美洲间断分布	11	8.46	—	—
10. 旧世界温带分布	7	5.38	6	2.60
10-1. 地中海区、西亚和东亚间断分布	1	0.77	—	—
11. 温带亚洲分布	1	0.77	4	1.73
13-2. 中亚至喜马拉雅分布	1	0.77	3	1.30
14. 东亚(东喜马拉雅-日本)分布	6	4.62	7	3.03
14-1(SH). 中国-喜马拉雅分布	9	6.92	71	30.74
14-2(SJ). 中国-日本分布	1	0.77	3	1.30
温带类群合计(8-14)	90	69.23	100	43.29
15. 中国特有	2	1.54	121	52.38
15-1. 轿子山特有	—	—	2	0.87
15-2. 轿子山-云南高原地区共有	—	—	22	9.52
15-2-a. 轿子山-滇东、滇东北共有	—	—	2	0.87
15-2-b. 轿子山-滇中高原共有	—	—	3	1.30
15-2-c. 轿子山-滇西北共有	—	—	17	7.36
15-3. 轿子山-中国其它地区共有	—	—	97	41.99
15-3-a. 轿子山-西南共有	—	—	59	25.54
15-3-b. 轿子山-南方共有	—	—	15	6.49
15-3-c. 轿子山-南、北共有	—	—	23	9.96
待定种	—	—	6	2.60
合计	130	100	231	100

2.3.2 种的区系特征 参考前人对种子植物的分布区类型的划分原则^[13-15], 将急尖长苞冷杉群落种子植物划分为 7 个类型 7 个亚型(表 2)。中国特有种 121 种, 占 52.38%。轿子山与中国其它地区共有及其变型有 97 种, 占 41.99%, 其中, 轿子山-西南共有成分 59 种。轿子山与云南高原共有种及其变型 22 种, 占 9.52%, 其中, 轿子山-滇西北共有成分 17 种。轿子山特有种 2 种, 即洁净红棕杜鹃(*Rhododendron rubiginosum* var. *leclerei*) (产禄劝和东川) 和东川鼠尾(*Sabia mairei*) (产会泽和禄劝)。温带分布种 100 种, 占总种数的 43.29%, 其中, 东亚及其变型有 81 种, 占 35.06%, 中国-喜马拉雅分布 71 种, 占 30.74%。热带分布有 4 种。该群落植物区系种级水平上以中国特有种占绝对优势。

2.4 生活型谱 群落物种以地面芽植物为主, 约 89 种, 占 38.53%。群落中没有出现大高位芽的植物。高位芽植物 76 种, 占 32.90%。其中, 又以矮高位芽植物最多, 有 37 种, 小高位芽植物 29 种, 中高位芽 10 种。地下芽植物 20 种, 占 8.66%。一年生草本 18 种。藤本植物 10 种。寄生植物仅丁座草(*Boschniakia himalaica*) 1 种(图 1)。



Meph 中高位芽; Miph 小高位芽; Nph 矮高位芽; Ch 地上芽植物; H: 地面芽植物; G: 地下芽植物; Th 一年生草本; Lia 藤本植物; P 寄生植物

图 1 急尖长苞冷杉林生活型谱

Fig 1 The life form of *Abies georgei* var. *sinuata* community

2.5 叶的性质 叶的性质是构成群落外貌的显著标志之一。群落的叶级结构以中型叶占绝对优势, 有 120 种, 占 51.95%; 其次是小型叶有 94 种, 占 40.69%; 鳞叶有 10 种; 大型叶 4 种; 微型叶有 3 种。叶型以单叶为主, 有 189 种, 占 81.82%; 复叶有 42 种, 占 18.18%。叶的质地以纸质叶为优势,

有 117 种, 占 50.65%; 其次是革质叶 45 种, 占 19.48%; 膜质叶有 40 种, 占 17.32%; 草质叶 20 种; 肉质叶 9 种。非全缘叶有 125 种, 占 54.11%; 106 种齿状叶, 占 45.89%。叶尖以非渐尖居多, 179 种, 占 77.49%; 渐尖叶 47 种, 占 20.35%; 尾尖叶 5 种(表 3)。因此, 该群落以单叶、纸质叶、非全缘叶、中型和小型叶、非渐尖占优势。

2.6 物种多样性分析 在所选定的样方内, 受环境和建群种自身发育特性的影响, 各层物种多样性变化各具特点。应用上述公式对群落的多样性数量特征进行测定(表 4)。可以看出, 群落内草本层中的物种最为丰富, 有 165 种, Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数均是草本层 (0.9669, 3.8814) > 灌木层 (0.7790, 2.2252) > 乔木层 (0.6204, 1.4504); Pielou 均匀度指数则是草本层 (0.7937) > 乔木层 (0.5837) > 灌木层 (0.5688); 草本层的 3 个多样性指数均大于乔木和灌木层。

2.7 急尖长苞冷杉群落的更新 在 10 块样地的 50 个 5 m × 5 m 小样方中, 调查到急尖长苞冷杉 408 株, 其中, 胸径 ≥ 5 cm 的乔木有 151 株, 胸径 < 5 cm 的幼苗和幼树有 257 株(图 2 表 5), 自然更新良好。每个 5 m × 5 m 的小样方中最多可达 16 株幼苗或幼树。样地 58 中未发现更新幼苗, 样地 37 和 67 中更新幼苗较少。伴生的杜鹃属植物的更新幼苗数量较多, 川滇冷杉、云南铁杉、野八角 (*Illicium sinonsii*)、花楸 (*Sorbus* spp.)、小卫矛 (*Euonymus nanoides*) 的更新幼苗数量都较少, 呈零星分布。

3 讨论

(1) 金振洲先生 30 年前所调查的急尖长苞冷杉林位于本区禄劝县马鹿塘乡的风帽岭至新厂一带, 海拔介于 3100~3260 m 之间^[3], 与本次调查的区域相距约 30 km。本文调查表明, 该群落在东川区和禄劝县均有分布, 海拔范围 2700~4000 m 之间, 在轿子山保护区内呈不连续的 4 个片区, 保存面积约 1356 hm², 其中东川区的面积最大, 且更完好。调查还发现, 在轿子山自然保护区外围, 即禄劝县转龙镇附近海拔 2900 m 以上的一些地区, 以及东川区紧靠保护区边界的区域也还存在一定面积的急尖长苞冷杉林(图 3)。因此, 目前滇北地区

表 3 急尖长苞冷杉群落植物生活型统计

Tab 3 The characters of leaf in *Abies georgei* var *smithii* community

叶型 /%		叶质 /%			叶缘 /%			叶级 /%			叶尖 /%					
单	复	草	纸	膜	革	肉	全	非	鳞	微	小	中	大	渐	尾	非
81.82	18.18	8.66	50.65	17.32	19.48	3.90	45.89	54.11	4.33	1.30	40.69	51.95	1.73	20.35	2.16	77.49

表 4 急尖长苞冷杉群落物种多样性指数

Tab 4 Species diversity of *Abies georgei* var *smithii* community

层次	物种数	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数	Pielou 均匀度指数
乔木层	22	0.6204	1.4504	0.5837
灌木层	65	0.7790	2.2252	0.5688
草本层	165	0.9669	3.8814	0.7937
层间植物	11			

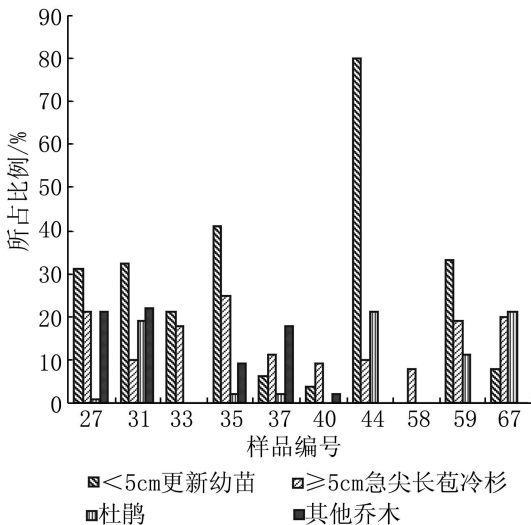


图 2 群落急尖长苞冷杉及其更新

Fig 2 Natural regeneration of the *Abies georgei* var *smithii* community

表 5 急尖长苞冷杉群落各层盖度

Tab 5 The coverage of *Abies georgei* var *smithii* community

样地号	乔木 /%	灌木 /%	草本 /%	地被 /%
27	60	35	60	30
31	70	40	40	50
33	60	50	80	35
35	65	95	40	30
37	70	40	50	75
40	15	65	90	10
44	85	70	60	30
58	25	70	40	50
59	75	25	5	50
67	60	10	40	65

(禄劝县和东川区)急尖长苞冷杉林的面积应该超过 1500 km^2 。历史上本区急尖长苞冷杉林分布的面积可能更广,由于气候变迁及人为活动的影响,目前成为残存的孤岛状分布,因而对其加强监测和保护显得尤为紧迫。

(2)调查表明,在禄劝境内的轿子山一带,急尖长苞冷杉林分布的坡面是西南坡(阳坡),又受到深切的普渡河(海拔 900 m)和金沙江(海拔 700 m)干热河谷焚风气流的影响,气温较高而且相对干燥。急尖长苞冷杉林在该坡面分布的海拔下限约 3500 m 。东川区大厂乡总体坡面为北坡,未受到来

自普渡河、金沙江河谷焚风的影响,气温偏凉,环境更为湿润,急尖长苞冷杉林在此区海拔 2700 m 就已经出现。在轿子山的两个坡面,急尖长苞冷杉林出现的海拔下限相差 800 m ,可见地形因素所导致的温度和湿度差异,对急尖长苞冷杉的分布有重要影响。

值得注意的是,轿子山的纬度大大低于川西南、藏东南和滇西北,同海拔上轿子山的热量水平显然高于上述地区。然而,轿子山的急尖长苞冷杉林分布的海拔却大大低于前述地区同类森林分布的海拔。这种分布格局在《四川森林》^[6]中也记载

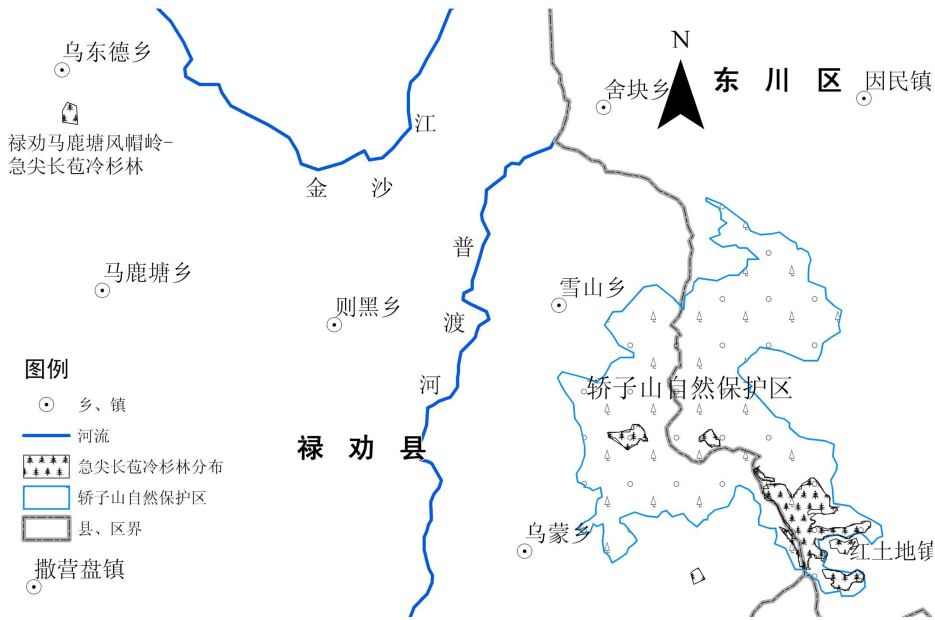


图 3 滇中北部急尖长苞冷杉的分布图

Fig 3 The distribution of *Abies georgei* var. *smithii* in the middle north part of Yunnan

过,即在四川境内越往南,长苞冷杉(包括急尖长苞冷杉)分布下限越低.据《云南植被》^[11]记载,滇西北冷杉林分布的海拔下限大致是 3 300 m.

本文认为,急尖长苞冷杉林分布的环境是山地冷湿环境,其分布的下限与当地河谷相对高差有直接关系,而不是绝对海拔的问题.在我国西南地区越往南河谷海拔越低,使得适应冷湿气候的急尖长苞冷杉林的分布下限也随之降低.滇西北冷杉林分布区域西边的河谷是澜沧江中上游(河谷底部的海拔约 2 200 m),东边的河谷是金沙江(奔子栏一带河谷底部的海拔约 1 900 m),比轿子山所在的普渡河河谷和金沙江河谷高出约 1 000 m.因此,轿子山急尖长苞冷杉林(海拔 2 700~ 4 000 m)分布的海拔下限较川西南(海拔 3 300~ 4 100 m)^[16]和藏东南(海拔 3 600~ 4 300 m)^[17]的更低.

(3)本文对轿子山急尖长苞冷杉群落的生活型普的研究结果(地面芽占 38.53%,高位芽和地下芽分别占 32.90%和 8.66%.)与金振洲 30年前对禄劝马鹿塘一带该群落的研究结果(地面芽占 45%,高位芽和地下芽分别占 25%和 17%)^[3]基本一致,均以地面芽为主,其次是高位芽和地下芽植物.群落中地面芽、地下芽和一年生植物是植物为了度过不利的气候条件的一种适应方式,所占比例超过群落中物种的一半,体现了此群落的冷湿性气候特点.急尖长苞冷杉本身是适应寒冷而潮湿的高

寒气候的,由于地处滇中北部的高海拔地区,受到降雪及大风影响,因而,群落中没有出现大高位芽的植物.

该群落为冷湿性暗针叶林,其叶的性质以单叶、纸质叶、非全缘叶、中型和小型叶、非渐尖占优势,此特点基本反应了该群落为适应恶劣环境而表现出来的叶型谱性质.

(4)该群落乔木层的 Simpson 指数和 Shannon - Wiener 指数均较草本层和灌木层低,由于本群落几为急尖长苞冷杉组成的单优群落,乔木层物种组成较少,因而 Simpson 和 Shannon - Wiener 指数较低.虽然乔木层物种组成较单一,但其分布较灌木层物种均匀, Pielou 均匀度指数乔木层 (0.5837) > 灌木层 (0.5688).草本层物种组成丰富,个体数也较分散,因此其多样性指数均为最大.

(5)轿子山急尖长苞冷杉群落区系以中国特有成分占绝对优势,其中又以轿子山 - 西南特有成分为主.轿子山 - 滇西北特有成分 17 种,较轿子山 - 滇东北特有成分 2 种为多,因此,轿子山急尖长苞冷杉林群落与滇西北横断山关系更密切,或者说轿子山是横断山系的南部和东部的边缘区域^[18].

(6)急尖长苞冷杉属于阴性树种,更新需要森林一定的郁闭环境,一旦原有森林遭到破坏,其更新就会受到影响.急尖长苞冷杉的更新受到诸多因素的影响:①根据西藏色季拉山冷杉原始林林隙更

新研究, 3年生急尖长苞冷杉需要一定的郁闭条件, 林隙面积越大则幼苗越少, 林隙对 9~16 a 幼树的高生长有明显的促进作用^[8]。②据《西藏植被》记载, 急尖长苞冷杉在西藏东南部因为苔藓覆盖度达到 80%~90%, 林下更新较差, 幼树极少^[17]。③急尖长苞冷杉的幼苗仅有一小部分能经过恶劣环境的挑选成长为适应能力较强的幼树, 因此, 样地中更新情况不能只根据幼苗的多少来判断。本文的样地 37 和样 67 中更新幼树高度可达 2.5 m, 有 6 株和 8 株, 数量较少可能就是经过了恶劣环境的挑选。样地 58 中未见更新幼苗, 可能由于该样方乔木层盖度较小, 郁闭度不够所致。

致谢: 本次轿子山保护区科学考察团的全体成员, 保护区的领导和工作人员、论文撰写过程中给予帮助的老师 and 同学, 谨此一并衷心感谢!

参考文献:

- [1] 吴征镒, 朱彦丞. 云南植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [2] 吴征镒, 郑万均, 傅立国. 中国植物志 (七) [M]. 北京: 科学出版社, 1978: 78-80.
- [3] 金振洲. 云南急尖长苞冷杉林的地植物学初步研究 [J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1981, 5(4): 258-268.
- [4] 王景升, 于淑芳. 藏东南急尖长苞冷杉生长状况研究 [J]. 林业科技, 2005, 30(2): 14-16.
- [5] 朱登强, 王军辉, 张守攻, 等. 西藏色季拉山西坡急尖长苞冷杉林物种多样性及群落结构的垂直分布格局 [J]. 西北林学院学报, 2008, 23(5): 1-6.

- [6] 茹广欣, 朱登强, 王军辉, 等. 西藏色季拉山急尖长苞冷杉林地的物种多样性与壤养分特征 [J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(5): 512-515.
- [7] 何吉成, 罗天祥, 徐雨晴. 藏东南色季拉山急尖长苞冷杉林线的生态气候特征 [J]. 生态学报, 2009, 29(1): 37-45.
- [8] 罗大庆, 郭泉水, 薛会英, 等. 西藏色季拉山冷杉原始林林隙更新研究 [J]. 林业科学研究, 2002, 15(5): 564-569.
- [9] 禄树晖, 宫照红, 熊振峰. 色季拉山急尖长苞冷杉林木分布格局研究 [J]. 西藏植保, 2006, 3: 52-55.
- [10] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [11] 贺金生, 陈伟烈, 李凌浩. 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 303-311.
- [12] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法 [M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990.
- [13] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. [J]. 云南植物研究, 1991, 增刊 (IV): 1-139.
- [14] 李锡文. 云南高原地区种子植物区系 [J]. 云南植物研究, 1995, 17(1): 1-14.
- [15] 彭华. 滇中南无量山种子植物 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1998.
- [16] 四川森林编辑委员会. 四川森林 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [17] 中国科学院植物研究所, 中国科学院长春地理研究所. 西藏植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [18] 袁睿佳, 王宝荣, 杨树华. 横断山区云杉林与冷杉林的对比研究 [J]. 西部林业科学, 2007, 3(1): 16-21.

A study on the community of *Abies georgei* var *smithii* in Jiaozimountain Nature Reserve

DU Xiaolang¹, DU Fan¹, ZENG Hu^{1,2}, CHEN Yong¹, YAO Ying¹, ZHANG Hu¹, LI Zhaoyang¹

(1. Faculty of Resources Southwest Forestry University, Kunming 650224, China

2. Guizhou Forestry Survey and Planning Institute, Guiyang 550003, China)

Abstract Compared with other similar forest community types in southwest China where *Abies georgei* var *smithii* was distributed, Jiaozimountain Nature Reserve was the lowest both in elevation and latitude which had significance geographical value and was worth being protected. The *Abies georgei* var *smithii* mainly distributed in the area with elevation between 2700—4000 meters in Jiaozimountain Nature Reserve which was more widespread in Dongchuan district and Luquan county of Kunming. After studying the 10 plot samples (20 m × 25 m),

(下转第 372 页)

[J]. 应用生态学报, 2009, 20(2): 417- 425

[14] 赵敏, 周广胜. 基于森林资源清查资料的生物量估算模式及其发展趋势 [J]. 应用生态学报, 2004, 15 (8): 1 468-1 472

[15] 国家林业局应对气候变化和节能减排工作领导小组. 造林项目碳汇计量与监测指南 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2008

[16] 方精云, 刘国华, 徐高龄. 我国森林植被的生物量和净生产量 [J]. 生态学报, 1996 16(5): 497-508

[17] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量 and 生产力 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[18] 中国生物多样性国情研究报告编写组编. 中国生物多样性国情研究报告 [C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998

[19] 赵元藩, 温庆忠, 陶晶, 等. 西双版纳热带天然森林生态服务功能价值评估 [J]. 林业调查规划, 2010, 35 (1): 1-6

An evaluation on the ecological service function of the forests in Dianchi watershed

WEN Qing-zhong WEI Xue-feng KONG De-chang LAI Xing-hui LI Shi-cheng DN Fu-hong
(Yunnan Institute for Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract Using the survey data of the forest resources in Dianchi watershed of 2008 we estimated and calculated the ecological service function of forests in Dianchi watershed. The total value of the forests in Dianchi watershed was 56.04×10^8 yuan/year; the value of the water and soil conservation were the most considerable parts; the sum of these two aspects accounted for 62.40% of the total value, which implied the important role of forests in water and soil conservation of Dianchi watershed. *Pinus yunnanensis* and *P. amandii* were the dominant species. 61.1% of the total stand area was occupied with these two species. *Castanopsis orthacantha* and *Cyclobalanopsis glaucoides* with a promising function in the ecological service account for only 10.8%. It was concluded that ecological service function and value of the forests in Dianchi watershed could be upgraded significantly through silvicultural activities.

Key words Dianchi watershed; forest; value of ecological service function; evaluation

(上接第 364 页)

we found that the characters in biodiversity as follows ① 252 kinds of vascular plants were recorded in this community. The flora of the seed plants was mainly generic level; the North Temperate genera took up 40.77% as the dominant factor; and on the species level the Chinese endemics took the principal part as about 30.74%. ② Hemipterophytes played the first with 38.53% in the life form spectrum in the *Abies georgei* var *smithii* community, and phanerophytes second with 32.90%. ③ The predominant leaf types were simple leaf (81.82%), paper leaf (50.65%), unentire leaf (54.11%), mesophyll (51.95%), microphyll (40.69%) and unacuminate (77.49%) separately in the community. ④ In this community, Simpson index and Shannon-Wiener index both showed that herb layer > shrub layer > arbor layer; but Pielou index showed herb layer > arbor layer > shrub layer. Therefore, the herb layer had the highest species richness.

Key words Jiaozi Mountain; *Abies georgei* var *smithii*; species diversity; elevation; latitude