

四川卧龙岷江冷杉林分布规律及种群特征

何飞¹ 冯秋红² 潘红丽² 樊华³ 刘兴良² 刘世荣⁴

(1. 四川省工程咨询研究院, 四川 成都 610012; 2. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081;
3. 四川省自然资源科学研究院, 四川 成都 610015; 4. 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环境重点实验室, 北京 100091)

摘要: 通过典型抽样法, 对四川省卧龙自然保护区邓生阴坡的岷江冷杉原始林进行了分布以及种群特征的调查研究。结果表明, 在卧龙自然保护区, 岷江冷杉林主要分布在湿润的阴坡或半阴坡, 常形成多种群落类型, 并能从海拔2 700 m的坡底连绵成片分布到海拔3 800 m的林线; 主要有6类群落, 分别为岷江冷杉-华西箭竹林、岷江冷杉-峨眉玉山竹林、岷江冷杉-冷箭竹林、岷江冷杉-大叶金顶杜鹃林、岷江冷杉-星毛杜鹃林和岷江冷杉-无柄杜鹃林。研究区岷江冷杉相同径级的树高随着海拔的升高却逐渐变矮, 在海拔2 700 m、2 900 m、3 100 m和3 300 m的岷江冷杉种群属于增长型的年龄结构, 海拔3 600 m岷江冷杉种群属于稳定型的年龄结构; 岷江冷杉林剧烈的种间竞争发生在森林底层或下层, 海拔2 700 m~3 200 m间岷江冷杉种群的主要竞争对象是华西箭竹, 海拔3 200 m~3 600 m的范围的主要竞争对象是大叶金顶杜鹃和无柄杜鹃, 影响岷江冷杉种群繁殖与更新; 岷江冷杉种群常遭受病虫害和雪灾, 影响岷江冷杉种群生长发育和造成数量减小。

关键词: 分布规律; 种群特征; 岷江冷杉林; 卧龙自然保护区

中图分类号: S718.4 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2015)02-0010-05

Distribution Law and Population Characteristics of *Abies faxoniana* Forest in Wolong Natural Reserve, Sichuan Province

HE Fei¹ FENG Qiu-hong² PAN Hong-li² FAN Hua³ LIU Xing-liang² LIU Shi-rong⁴

(1. Sichuan engineering consulting and research institute, Chengdu 610012, China;

2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China;

3. Sichuan Provincial Institute of Natural Resource Sciences, Chengdu 610015, China;

4. Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Key Laboratory on Forest Ecology and Environmental Sciences of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: In wolong nature reserve, *Abies faxoniana* forests are mainly distributed in moist shade slope or half-shade slope of the mountains with an elevation from 2 700 m to 3 800 m. *Abies faxoniana* forest could develop a variety of community types, such as *Abies faxoniana-Fargesia nitida* forest, *Abies faxoniana-Yushania brevipaniculata* forest, *Abies faxoniana-Bashania fangiana* forest, *Abies faxoniana-Rhododendron faberi* sp. *prattii* forest, *Abies faxoniana-Rhododendron kyawii* forest and *Abies faxoniana-Rhododendron watsonii* forest. The height of *Abies faxoniana* trees decreased with the increasing of the altitude in the same diameter class. The age structures of population of *Abies faxoniana* were growing types in areas with the elevations of 2 700 m, 2 900 m, 3 100 m and 3 300 m, and a stable type in the area with an elevation of 3 600 m. There were intense interspecific competitions at shrub level. The main competitor of *Abies faxoniana* population was *Fargesia nitida* in areas with the elevation from 2 700 m to 3 200 m,

收稿日期: 2014-12-18

基金项目: 四川省林业科学研究院自列课题(ZL2012-15)。

作者简介: 何飞(1970-) 男, 博士, 副研究员/高级工程师, 主要从事农林水利项目咨询评估及规划研究。

and *Rhododendron faberi* sp. *prattii* and *Rhododendron watsonii* in areas with the elevation from 2 700 m to 3 200 m. They all had influence on reproduction and regeneration of *Abies faxoniana* population. *Abies faxoniana* population often suffered diseases, insect pests, mammal damage, wind damage and snow disaster, thus resulting in an adverse effect on growth, development and number of *Abies faxoniana* population.

Key words: Distribution law, Population characteristics, *Abies faxoniana* forest, Wolong Nature Reserve

岷江冷杉(*Abies faxoniana*)林是我国特有的山地寒温性暗针叶林,特产于横断山区东北部(杨钦周,1997),是四川省面积最大的原始森林类型和重要的用材林(杨玉坡,1992),是大熊猫等珍稀动物的重要栖息地,也是成都平原乃至长江中下游水土保持和水源涵养极其重要的植被类型。岷江冷杉种群在亚高山阴坡半阴坡分布的海拔跨度特别大,同一山体坡面上海拔跨度可达1200 m(管仲天,1982)。通过系统地对岷江冷杉林海拔梯度上的群落生态学研究,可以为岷江冷杉资源的保护、合理利用和可持续经营,退化的岷江冷杉天然林和岷江冷杉采伐迹地的生态恢复,以及四川西部亚高山地带正在实施的退耕还林和天保工程等提供科技支撑;可以提高海拔跨度大的岷江冷杉种群生态研究的准确性和精度。同时,研究岷江冷杉种群及群落在海拔梯度上的分异规律,也可以为探讨全球气候变化对森林分布、结构和功能的影响提供基础数据和背景素材。

1 试验区概况及研究方法

1.1 试验区概况

卧龙自然保护区位于横断山脉东部,青藏高原东南缘的邛崃山东坡(102°52′~103°24′E, 30°45′~31°25′N),为四川盆地向川西高原过渡地带,以高山峡谷为主要地貌特征。该区属于亚热带内陆山地气候,冬寒夏凉、降水丰富、干湿季节明显,在海拔2700 m地带,年平均温度8.4℃,1月平均气温-1.7℃,7月平均气温17.0℃,≥0℃活动积温4000℃·d;年平均降水量861.8 mm,5月~9月降水量占全年降水量的68.1%,年平均相对湿度80%左右(郑绍伟等,2006)。土壤主要以山地棕壤为主。研究区位于卧龙自然保护区西南角邓生阴坡岷江冷杉原始林。

1.2 研究方法

在卧龙邓生阴坡岷江冷杉原始林内沿海拔梯度

2700 m~3600 m 每垂直上升200 m~300 m 设置一条调查样线,每条样线上设置3个样地,5个海拔带共设置样方15个。乔木层样方大小为20 m×20 m,在样方四角和中心设置5个2 m×2 m的灌木层样方和5个1 m×1 m的草本层样方,共得到乔木样方15个,灌木样方75个和草本样方75个。调查时记录样方环境信息,包括样方经度、纬度、海拔、坡向、坡度、林冠盖度、病虫害和人为干扰状况等。

参照“PKU-PSD计划”标准(方精云,2004),乔木层测定所有DBH≥2 cm的木本植物种类、胸径、树高、枝下高及其冠幅;灌木层测定所有DBH<2 cm的木本植物种类、基径、株高、盖度及其株数(丛数);草本层测定植物种类、高度、盖度及其株数(丛数)。

2 结果与分析

2.1 岷江冷杉林的分布规律

卧龙天然冷杉林有岷江冷杉林、峨眉冷杉林(Form. *Abies fabric*)和黄果冷杉(Form. *Abies ernestii*)林3类,分布区域几乎不重叠,其中岷江冷杉林是卧龙林区中部及西南部分布最广、蓄积量最大的山地针叶林,一般从谷底(海拔2700m)向上直抵林线,在阴坡和半阴坡连绵成片分布上限达海拔3800 m,在向阳坡面支沟的阴坡和半阴坡多呈块状分布(上限达海拔3600 m)。岷江冷杉林下界为铁杉(*Tsuga chinensis*)、槭树及桦木混交林或河岸落叶阔叶林;上界为林线,与高山灌丛相接或在沟尾上接方枝柏林(Form. *Sabina saltuaria*);在左右偏阳坡面,与四川红杉林(Form. *Larix mastersiana*)、油松林(Form. *Pinus tabulaeformis*)或川滇高山栎(Form. *Quercus aquifolioides*)林相接。

四川西部冷杉林按群丛可分为:冷杉-杜鹃林、冷杉-箭竹林、冷杉-高山栎林和冷杉-苔藓林(蒋有绪,1963)。卧龙岷江冷杉林按群丛分,主要

有6类群落,其中岷江冷杉-华西箭竹林(Form. *Abies ernestii-Fargesia nitida*) 主要分布卧龙林区西南部皮条河上游近沟尾地带,海拔范围2 700 m ~ 3 200 m; 岷江冷杉-峨眉玉山竹林(Form. *Abies ernestii-Yushania Chunjii*) 主要分布卧龙林区中部正河龙眼沟,海拔跨度2 700 m ~ 2 900 m; 岷江冷杉-冷箭竹林(Form. *Abies ernestii-Bashania fangina*) 在卧龙林区中部及西南部广泛分布,海拔范围随分布地环境而异,总体分布海拔为2 800 m ~ 3 500 m; 岷江冷杉-大叶金顶杜鹃林(Form. *Abies ernestii-Rhododendron faberi* subsp. *prattii*) 在卧龙林区中部及西南部亚高山阴坡或半阴坡地带广泛分布,海拔范围3 200 m ~ 3 800 m; 岷江冷杉-星毛杜鹃林(Form. *Abies ernestii-Rhododendron asterochnoum*) 和岷江冷杉-无柄杜鹃林(Form. *Abies ernestii-Rhododendron watsonii*) 在岷江冷杉-大叶金顶杜鹃林分布的海拔幅

度内呈块状局部出现,多位于亚高山生境特别湿润的阴坡或半阴坡沟尾封闭谷地。

2.2 岷江冷杉林的种群特征

2.2.1 树龄结构

由于树木的年龄与其胸径具有正相关关系,本研究将岷江冷杉胸径(DBH)以10 cm为一径级,即 $DBH \leq 10$ cm为I径级, $10 < DBH \leq 20$ cm为II径级, $20 < DBH \leq 30$ cm为III径级, $30 < DBH \leq 40$ cm为IV径级, $40 < DBH \leq 50$ cm为V径级, $50 < DBH \leq 60$ cm为VI径级, $60 < DBH \leq 70$ cm为VII径级, $70 < DBH \leq 80$ cm为VIII径级。根据图1,可以得出海拔2 700 m、2 900 m、海拔3 100 m和3 300 m,中幼龄岷江冷杉树偏多,属于增长型的年龄结构;海拔3 600 m中龄和成熟的岷江冷杉树偏多,幼龄和过熟的岷江冷杉树偏小,属于稳定型的年龄结构。

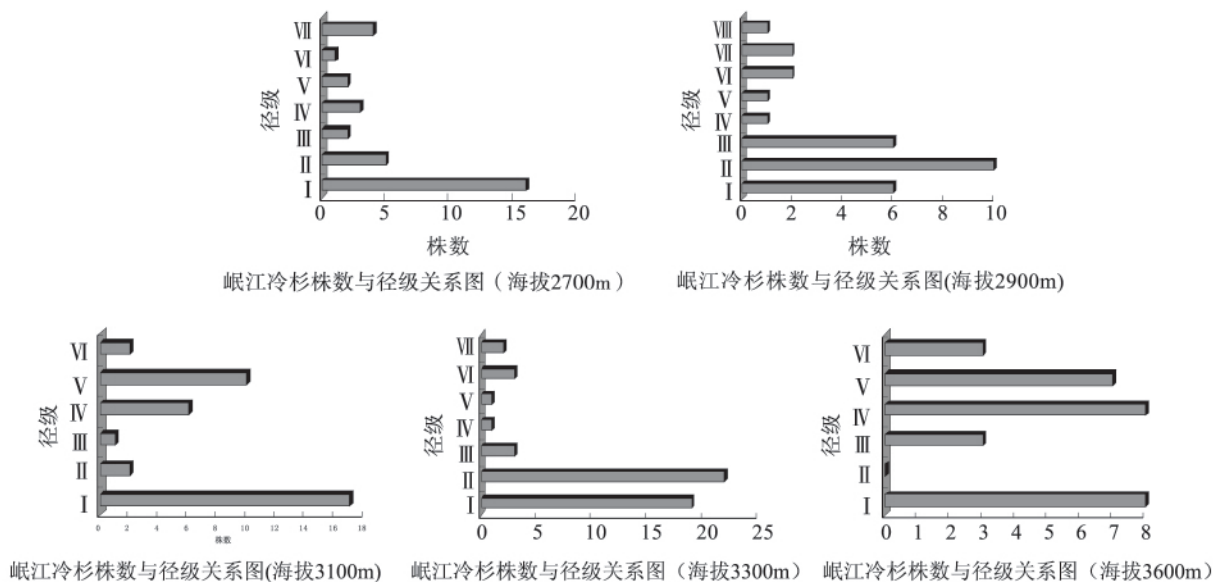


图1 不同海拔梯度岷江冷杉株数与径级关系图

2.2.2 树高与胸径

研究区岷江冷杉相同径级的树高随着海拔的升高逐渐变矮(4-2),在海拔2 700 m ~ 2 900 m,成熟的岷江冷杉树高一般都超过30 m;海拔3 100 m,成熟的岷江冷杉树高一般在20 m左右;海拔3 300 m ~ 3 600 m,成熟的岷江冷杉树高一般在12 m左右。在各个海拔梯度,岷江冷杉树高与胸径的关系都符合多项式回归方程,随着胸径的增加,树高达到一定的高度有微略变矮的趋势,树高最大高度一般出现在胸径40 cm ~ 70 cm之前,这与成熟的岷江冷杉遭受雪灾风灾断梢有关(参见图2)。

2.2.3 天然更新

(1) 种间竞争

研究区岷江冷杉林剧烈的种间竞争发生在森林底层或下层,海拔2 700 m ~ 3 200 m的范围为岷江冷杉-华西箭竹林,底层箭竹盖度一般为65%,箭竹丛生,每丛最多时能达到400株,丛内盖度基本上为100%。地下竹鞭盘缠密集,许多其他物种只能生存于丛间。海拔3 200 m ~ 3 600 m的范围为岷江冷杉-大叶金顶杜鹃+无柄杜鹃林,下层杜鹃郁闭度一般为0.45 ~ 0.6,两种杜鹃各自团块状茂密丛生,丛内郁闭度达90%以上,其他物种很难在杜鹃丛内

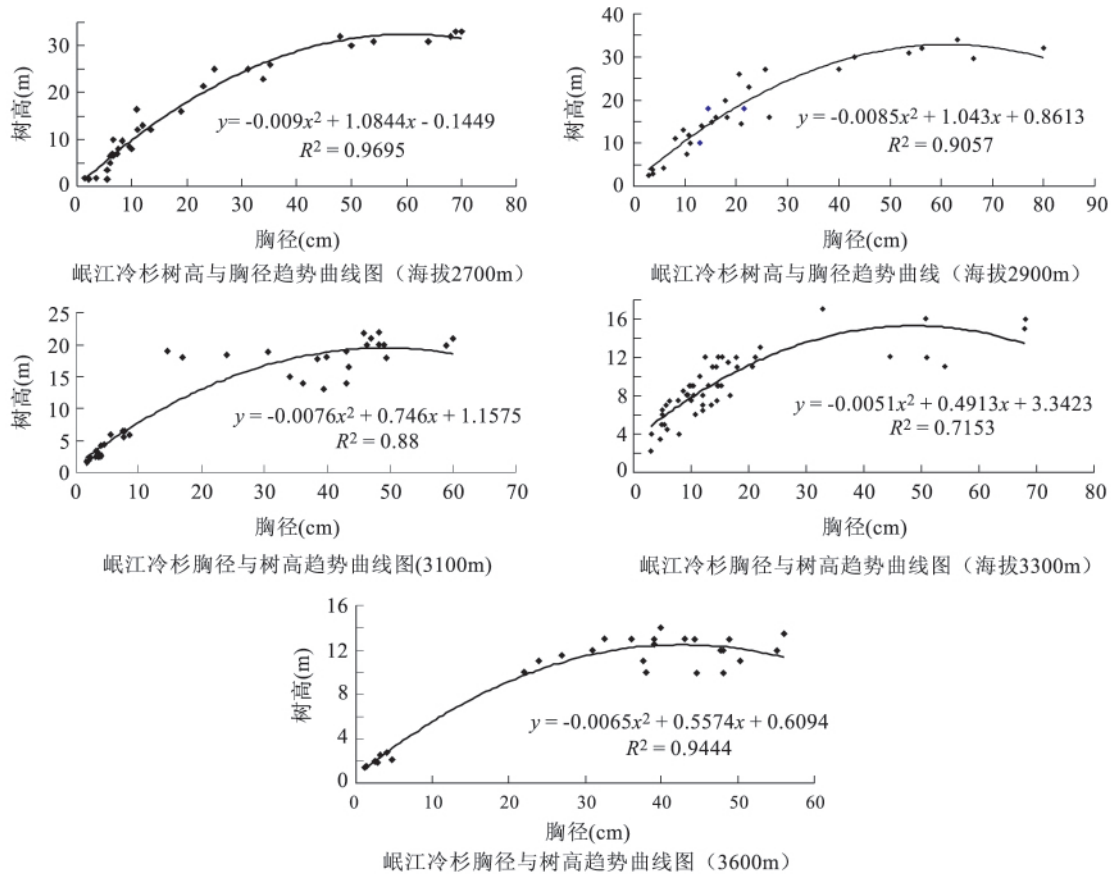


图2 不同海拔梯度岷江冷杉胸径与树高关系图

立脚。岷江冷杉林上层树种较为单一,岷江冷杉的优势度高,种间竞争以岷江冷杉占绝对优势。

(2) 风灾与雪灾

据卧龙森林生态系统定位研究站(海拔2730)资料(郑绍伟等2006),研究区主要有西北风、东南风和地形风,每年3月~4月风速最高,最大风速可达 $18.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,木秀于林,风必摧之,各海拔梯度的岷江冷杉是群落上层屈指可数的优势树种,每年有0.8%左右的岷江冷杉遭受风灾,风灾常造成岷江冷杉翻兜或树干折断。研究区平均每年冬季积雪0.26 m,尤其是2008年的冰雪灾害,积雪深度达0.32 m,岷江冷杉单株最大冠幅达 50 m^2 ,单株平均冠幅达 27 m^2 ,许多岷江冷杉不堪重负,顶端枝条被准积的积雪压弯压断,甚至有些被压翻兜或树干折断,每年有1%~1.5%的岷江冷杉遭受雪灾,2008年达到3%。据调查,海拔2900 m和3100 m每年的风灾与雪灾较其他海拔带严重,主要原因是中部海拔带群落上层岷江冷杉比下部海拔带的伴生树种少,比上部海拔带岷江冷杉高大。

(3) 病虫害

通过岷江冷杉倒木和心材裸露活立木观察,研究区岷江冷杉过熟老树心材病腐严重,岷江冷杉过熟老树基本上存在病腐现象,81 a~120 a的腐朽木腐朽高度达2.6 m,腐朽材积达3.5%(陈守常等,1991);岷江冷杉林环境阴湿,存在少量蛀杆害虫危害,被危害的树杆常被啄木鸟啄得蜂窝状,千疮百孔;岷江冷杉兽害主要是野鹿和黑熊,野鹿常在冬季缺食时啃咬幼树和幼苗的树皮导致3%左右的岷江冷杉死亡,黑熊常拍打抓剥掉大树的大块树皮影响岷江冷杉生长导致边腐。

3 结论与讨论

岷江冷杉林是四川盆地向青藏高原、黄土高原和秦巴山地过渡区域特有的森林类型(管中天,1982),也是主要的森林类型,属亚热带高山及亚高山寒温性针叶林,受高原气候、西风环流南支和亚热带东南季风交替影响,特别受湿润东南季风的影响深刻。岷江冷杉林能分布在地形和坡位多变的湿润阴坡或半阴坡,常形成多种群落类型,并能从海拔

2 700 m 的坡底连绵成片分布到海拔3 800 m 的林线,在四川盆地西缘山地同座高山跨越海拔1 200 m 成片分布的岷江冷杉林,在世界山地森林中实属罕见。

研究区岷江冷杉相同径级的树高随着海拔的升高却逐渐变矮,各个海拔梯度的岷江冷杉树高与胸径的关系符合多项式回归方程;在海拔2 700 m、2 900 m、海拔3 100 m 和3 300 m 的岷江冷杉种群属于增长型的年龄结构,海拔3 600 m 岷江冷杉种群属于稳定型的年龄结构;岷江冷杉林剧烈的种间竞争发生在森林底层或下层,海拔2 700 m ~ 3 200 m 间岷江冷杉种群的主要竞争对象是华西箭竹,海拔3 200 m ~ 3 600 m 的范围的主要竞争对象是大叶金顶杜鹃和无柄杜鹃,影响岷江冷杉种群繁殖与更新;岷江冷杉种群常遭受病虫害和风灾与雪灾,影响

岷江冷杉种群生长发育和数量减小。

参考文献:

- [1] 蒋有绪. 川西亚高山暗针叶林的群落特点及其分类原则[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1963, 1(1): 42 ~ 50.
- [2] 管中天. 四川松杉植物地理[M]. 四川人民出版社, 1982.
- [3] 秦自生. 卧龙植被及资源植物[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1987.
- [4] 陈守常, 肖育贵. 冷杉林木腐朽程度探讨[J]. 四川林业科技, 1991, 12(2): 15 ~ 19.
- [5] 杨玉坡. 四川森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [6] 杨钦周. 四川树木分布[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1997.
- [7] 方精云. 探索中国山地植物多样性的分布规律[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 1 ~ 4.
- [8] 郑绍伟, 黎燕琼, 何飞, 等. 卧龙森林生态站林内外主要气象因子对比分析研究[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2006, 25(3): 210 ~ 214.
- [9] 戴绍军, 王洋, 阎秀峰, 等. 滤光膜对喜树幼苗叶片生长和喜树碱含量的影响[J]. 生态学报, 24(5): 869 ~ 875.
- [10] 王洋, 戴绍军, 阎秀峰. 光强对喜树幼苗叶片次生代谢产物喜树碱的影响[J]. 生态学报, 2004, 24(6): 1118 ~ 1122.
- [11] 冯建灿, 张玉洁, 张秋娟, 等. 干旱胁迫与抗蒸腾剂对喜树几项生理指标及喜树碱含量的影响[J]. 河南农业大学学报, 2002, 36(2): 138 ~ 142.
- [12] 马伟, 戴绍军, 赵昕, 等. 不同土质对喜树幼苗生长和喜树碱质量分数及产量的影响[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(8): 19 ~ 22.
- [13] 蒲尚饶, 杨朗生, 蹇凯, 等. 马比木根中喜树碱含量的 HPLC 测定方法[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 2934 ~ 2935.
- [14] 谢峻, 谈锋. 植物来源抗肿瘤药物研究进展[J]. 中草药, 2007, 38(2): 285 ~ 289.
- [15] 张玉红. 喜树果实中喜树碱含量的产地差异及季节变化[J]. 东北林业大学学报, 2000, 30(6): 44 ~ 46.
- [16] Lanoue A, Michele B C, Dechaux C, et al. Comparison of growth properties alkaloid production and water uptake of tow selected *Datura hairy root lines* [J]. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 2004, 46: 185 ~ 192.
- [17] Dunlop D S, Curtis W R. 1991. Synergistic response of plant hairy-root cultures to phosphate limitation and fungal elicitation [J]. Biotechnology Progress, 7(5): 434 ~ 438.
- [18] 张燕, 王文全, 杜世雄, 等. 氮、磷、钾对益母草生长及水苏碱和总生物碱影响的研究[J]. 中草药, 2007, 38(12): 1881 ~ 1884.
- [19] 孙世芹, 阎秀峰. 氮素水平对喜树幼苗喜树碱含量的影响[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(4): 356 ~ 359.
- [20] Rhoades D F. Evolution of Plant Chemical Defense against Herbivory [J]. New York Press, 1979: 4 ~ 53.
- (上接第 101 页)
- 降,喜树碱总量增长缓慢。因此培育喜树碱原料林时,适宜的施磷水平应为中磷水平,即施磷量为 84 kg P·hm⁻²。在本研究中,低磷水平下喜树碱含量最高,但是喜树碱总量却随施磷水平的增加而升高,这说明喜树碱总量主要取决于喜树生物量的积累。
- 参考文献:
- [1] 王玲丽. 喜树的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(1): 156 ~ 157.
- [2] Hsiang Y H, Liu L F, Wall M E, et al. DNA topoisomerase I mediated DNA cleavage and cytotoxicity of camptothecin analogues [J]. Cancer Research, 1989, 49(16): 4385 ~ 4389.
- [3] Greemers G J, Bolis G, Gore M, et al. Topotecan, an active drug in the second-line treatment of epithelial ovarian cancer: Results of a large European phase II study [J]. Journal of Clinical Oncology, 1996, 14: 3056 ~ 3060.
- [4] Lorence A, Nessler C L. Camptothecin, over four decades of surprising findings [J]. Phytochemistry, 2004, 65: 2735 ~ 2749.
- [5] Liu Z, Carpenter S B, Bourgeois W J. Variation in the secondary metabolite Camptothecin in relation to tissue age and season in *Camptotheca Acuminata* (Nyssaceae) [J]. Tree Physiology, 1998, 18: 265 ~ 273.
- [6] 王玲丽, 刘文哲. 不同种源喜树幼枝中喜树碱的含量[J]. 植物学通报, 2005, 22(5): 584 ~ 589.
- [7] 谢国恩, 赵伟, 赵昕, 等. 喜树幼苗根生长过程中喜树碱的含量变化[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(3): 36 ~ 37.
- [8] 刘文哲, 王自芬. 喜树幼枝的喜树碱积累及其组织内定位[J]. 植物生理与分子生物学报, 2004, 30(4): 405 ~ 412.