帽儿山地区山杨次生林林木竞争关系的研究

闫　妍，李凤日*

（东北林业大学，哈尔滨　150040）

摘　要：基于山杨（*Populus davidiana* D.）次生林固定标准地 M712、M720 的每木检尺数据，采用 Hegyi 单木竞争指数对帽儿山林场天然山杨次生林的种内、种间竞争强度进行定量分析。研究结果表明：山杨次生林林木所受到的竞争强度随着林木径级的增大而逐渐减小。山杨次生林种内竞争较与伴生树种枫桦的种间竞争弱。山杨次生林种内和种间竞争强度的顺序为：枫桦 > 白桦 > 蒙古栎 > 杏树 > 黄菠萝 > 山杨 > 胡桃楸 > 槭树 > 榆树 > 水曲柳 > 椴树 > 暴马丁香 > 桦树 > 花楸 > 花曲柳 > 色木。

关键词：山杨次生林；种内竞争；种间竞争；竞争指数

中图分类号：S758　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－005X（2009）03－0023－03

Study on Intraspecific and Interspecific Competition of the *Populus davidiana* Secondary Forest in Mao'ershan Mountains Area/Yan Yan，Li Fengri（Northeast Forestry University，Harbin 150040）

Abstract：Based on the tally data of the fixed sampling plot M712 and M720 of *Populus davidiana* secondary forest，Hegyi competition index of individual tree was used to analyze the intraspecific and interspecific competition intensity of natural *Populus davidiana* secondary forest in Mao'ershan Mountains Forest Farm quantitatively. The research results showed that the competition intensity of *Populus davidiana* secondary forest decreased gradually as the diameter classes of forest. The intraspecific competition within the *Populus davidiana* secondary forest was weaker than the interspecific competition between *Populus davidiana* and associated tree species namely *Betula castata*. The intraspecific and interspecific competition intensity of *Populus davidiana* secondary forest ranked in *Betula castata*，*Betula platyphylla*，*Quercus mongolica*，*Prunus armeniaca*，*Phellodendron amurense*，*Populus davidiana*，*Juglans mandshurica*，*Acer saccharum*，*Ulmus pumila*，*Fraxinus mandshurica*，*Tilia amurensis*，*Syringa amurensis*，*Betula*，*Sorbus pohuashanensis*，*Fraxinus rhynchophulla*，*Acer mono*.

Key words：*Populus davidiana* secondary forest；intraspecific competition；interspecific competition；competition index

山杨在我国天然林区分布很广，北起黑龙江、吉林、辽宁，南至华北、西北、西南等省份的林区中均有分布。山杨的天然更新能力很强，长有山杨林木的原始林和次生林，经采伐或其它方式的破坏，山杨作为先锋树种，可以迅速发生天然森林更新，演替为山杨次生群落（次生林）[1]。山杨次生林是帽儿山林场阔叶次生林主要类型之一，本文以帽儿山山杨次生林为研究对象，用 Hegyi 竞争指数模型，对山杨种内、种间的竞争指数和强度进行定量分析，这对于了解山杨次生林种群内部及其伴生树种之间的相互关系、揭示种群生态适应机理等具有重要意义，可为揭示群落演替机理提供参考，并为森林的健康经营提供依据。

1　林场概况和样地调查

1.1　林场概况

帽儿山实验林场位于黑龙江省东南部，距哈尔滨市 100 km 左右，属尚志市所辖。地理坐标为东经 127°28′～127°43′，北纬 45°14′～45°29′，总面积为 26.496 hm^2，南北长 30 km，东西宽 20 km。

该地区属温带季风气候，但是具明显的大陆性，四季分明，冬长夏短。该地区地带性土壤为暗棕壤（暗棕色森林土或灰棕壤），有机质含量、各种化学元素、微量元素含量都较高，机械组成、土壤结构较好，占总面积的 68.18%，上层深厚，林地无季节集水现象，但土壤湿润，水分充足。

该地区的植被属于长白山植物区系，是由地带性顶级植被阔叶红松林经人为干扰破坏后形成的较典型的东北东部天然次生林。20 世纪 40 年代后期进行了封山育林，原始森林被采伐后，通过经营恢复地带性植被，阔叶红松林已被阔叶次生林所代

收稿日期：2009－01－05

基金项目：国家十一五科技支撑项目（2006BAD03A08）

第一作者简介：闫　妍（1983－），女，辽宁锦州人，硕士研究生。研究方向：林分生长与收获模型。

* 通讯作者：李凤日（1963－），男，黑龙江尚志人，博士，教授。研究方向：森林经理。

替，逐步恢复成不同阶段的天然次生林。主要林分类型由杨桦林，珍贵硬阔混交林，色、榆、柞为主的硬杂木林以及红松、樟子松、落叶松为主的人工林，现已形成不同类型的复层异龄混交林，具有显著的生态功能和社会功能。

1.2 样地调查

在东北林业大学帽儿山实验林场跃进和中林施业区，采用罗盘仪闭合导线测量方法（导线闭合差≤0.5 m），在山杨次生林内选取2块典型标准地，选取40 m×25 m固定标准样地M712，30 m×50 m固定标准样地M720。记录标准地海拔、面积、密度、坡向、坡度和土壤等立地条件因子；在标准地内对直径5 cm以上的每株树木进行每木定位（确定x、y坐标）并逐株测定胸径、树高、第一活枝高和东西南北冠幅等主要测树因子，调查每块标准地内乔、灌和草种类。

2 研究方法

选择样地内的山杨（$D>5$ cm）为对象木（objective tree），测定其胸径、树高、枝下高和冠幅并编号。根据群落内乔木树种冠幅大小和遮掩程度确定以对象木为中心、半径5 m样圆内的所有乔木为竞争木（competitive tree），测定竞争木的胸径和竞争木距相应对象木的距离，记录竞争木种名。采用Hegyi提出的与距离有关的竞争指数[2,3]，计算公式如下：

$$I_c = \sum_{j=1}^{N} [D_j/D_i] \frac{1}{L_{ij}}, \quad (1)$$

其中：I_c为竞争指数，以数值大小来衡量竞争的激烈程度，其值越大，对象木受到竞争木的竞争越激烈；D_i为对象木的胸径；D_j为竞争木的胸径；L_{ij}为对象木与竞争木之间的距离；N为竞争木的株数。首先计算出每个竞争木对对象木的竞争指数，将N个单木间的竞争指数累加，即得山杨种内以及每个伴生树种对山杨的竞争强度。

3 结果与分析

3.1 标准地概况

标准地概况见表1。

表1 标准地基本概况

Tab.1 General smaple plots situation

标准地号	树种组成	海拔/m	面积/hm²	密度株/hm²	坡向	坡位
M712	3杨2色1柞1椴1胡1榆1黄	522	0.1	1 410	阳	中
M720	6杨1椴1色1胡1水	396	0.15	820	半阳	中

从组成来看，2块标准地中山杨所占比例分别在3成和6成以上，因此研究林分属于山杨混交林。伴生树种有椴树、色木、胡桃楸、柞树、榆树等，多为顶极树种的伴生树种。标准地M712和M720平均胸径有一定差距，分别为13.6 cm和16.3 cm，标准地M720平均胸径相对大些。从密度来看，标准地M720面积为0.15 hm²，密度却为820株/hm²，这与它平均胸径较大有关。

3.2 种内及种间竞争

共测得对象木（山杨）23株，见表2。最小胸径10.0 cm，最大胸径49.6 cm，平均胸径33.2 cm。竞争木16种264株。表2为各个径级杨树所受到的竞争强度，可以看出，杨树在生长过程中不断与其他个体发生竞争，在胸径小于20 cm时，正处于迅速生长时期，林分开始郁闭，密度调节发挥作用，争夺空间和资源的竞争非常激烈，以后种群自然稀疏现象作用加大，林木分化明显，树冠发育基本定型，林木距离加大，竞争强度随胸径增大而逐渐减小。至于在30~35 cm径级时种内竞争强度增大，可能与标准地M720中第102和第103号山杨之间距离过小造成的抽样误差有关。

表2 对象木的胸径分布和所受到的竞争强度

Tab.2 DBH distribution of objective tree and competition intensity received

径级/cm	株数	百分比/%	平均竞争指数
10~15	2	8.70	5.762
15~20	10	4.35	3.323
20~25	7	4.35	0.762
25~30	7	13.04	1.385
30~35	6	26.09	4.499
35~40	2	8.70	0.922
40~45	6	26.09	1.265
45~50	2	8.70	1.345
合计	23	100	

在天然次生林中，山杨发育初期，因为胸径小，生存空间处于被压状态，周围的竞争木对其产生剧烈竞争。随着个体的发育，胸径不断增大，竞争能力逐渐增强，特别是到了成熟阶段，保留下来的个体处于主林层，周围的竞争木与山杨都有适合各自生存的资源空间，竞争木对山杨的竞争逐渐减弱。种内竞争也表现出大致相同的趋势，见表 3。

表 3　山杨种内竞争强度

Tab.3 Intraspecific competition intensity of *Populus davidiana*

径　级 /cm	平均竞争指数	标准差
5 ~ 10	11.094	3.174
10 ~ 15	11.587	1.356
15 ~ 20	3.323	0.000
20 ~ 25	0.611	0.214
25 ~ 30	1.182	0.662
30 ~ 35	2.702	3.833
35 ~ 40	0.922	0.328
40 ~ 45	1.266	0.260
45 ~ 50	1.345	0.530

在生长过程中，山杨发生种内竞争的同时，也与周围其他物种的植株不断争夺营养空间，且不同种类物种对山杨的竞争强度存在较大差别，见表 4。山杨种内竞争指数为 7.014。种间竞争指数最大的是枫桦（*Betula castata*），为 384.891；竞争指数最小的为色木（*Acer mono*），为 0.281；白桦（*Betula platyphylla*）、蒙古栎（*Quercus mongolica*）、杏树（*Prunus armeniaca*）和黄菠萝（*Phellodendron amurense*）的竞争指数相差不大，分别为 9.538、8.823、8.318 和 7.874；水曲柳（*Fraxinus mandshurica*）、椴树（*Tilia amurensis*）、暴马丁香（*Syringa amurensis*）、桦树（*Birch*）、花楸（*Sorbus pohuashanensis*）和花曲柳（*Fraxinus rhynchophulla*）的竞争指数相差也不大，分别为 3.819、3.759、3.113、2.784、2.750 和 2.099。所有伴生树种的竞争指数总和为 462.15。可以看出，种内竞争指数明显低于种间，说明群落中种间竞争比种内竞争更剧烈。种内及其与主要伴生树种间的竞争强度顺序为：枫桦 > 白桦 > 蒙古栎 > 杏树 > 黄菠萝 > 山杨 > 胡桃楸 > 槭树 > 榆树 > 水曲柳 > 椴树 > 暴马丁香 > 桦树 > 花楸 > 花曲柳 > 色木。植物物种之间的竞争能力主要决定于其生态习性、生态幅度及其在生态系统中的生态位。生态习性越接近的种，其种间竞争越剧烈，当一个种处于最适生态位，在生态系统中占有主导地位时，竞争能力最强。

山杨在群落中处于乔木层，目前帽儿山山杨次生林是比较成熟的林型，为该林型的顶极群落，竞争木的种数有 16 种。来自种间竞争的个体数木为 264 棵，平均胸径较大，其种间的竞争指数因不同树种相比差异较大。

表 4　竞争木的种类组成和竞争指数

Tab.4 Composition of competitive trees and their competitive indices

种　名	株　数	百分比 %	竞争指数	竞争指数排名
枫　桦	1	0.38	384.891	1
白　桦	1	0.38	9.538	2
蒙古栎	10	3.79	8.823	3
杏　树	1	0.38	8.318	4
黄菠萝	7	2.65	7.874	5
山　杨	43	16.29	7.014	6
胡桃楸	14	5.30	6.389	7
槭　树	12	4.55	5.833	8
榆　树	22	8.33	4.864	9
水曲柳	6	2.27	3.819	10
椴　树	53	20.08	3.759	11
暴马丁香	6	2.27	3.113	12
桦　树	3	1.14	2.784	13
花　楸	3	1.14	2.750	14
花曲柳	1	0.38	2.099	15
色　木	81	30.68	0.281	16
总　计	264	100	462.15	

（下转第 29 页）

与蒸腾速率随光照强度变化曲线的变化趋势大致相同，说明光合速率和蒸腾速率间存在相互关系，在光合速率不能提高的情况下，蒸腾速率也会下降。白榆在光合速率持续上升的前提下，维持较为旺盛的蒸腾速率，为光合作用提供原料。

表观量子效率是光抑制的一个重要指标[11]。已有研究报道干旱胁迫下植物光补偿点上升[12,13]。干旱胁迫下，水分亏缺破坏了植物的光保护机构，对光的利用效率也相对减弱，本试验研究表明，当白榆受到水分胁迫时，其光补偿点上升，光饱和点下降，可被利用的光强范围减小，光能转化效率降低，从而其表观量子效率下降。适度干旱胁迫下，水分利用效率有一定程度的提高，这是因为蒸腾速率的下降幅度较净光合速率的下降幅度高。这一结果与 Heitholt 和姬兰柱等的研究结果一致[14－16]。

由以上试验结果可以得出，白榆在较低水分胁迫条件下，仍然能够维持正常的生活状态，有效地利用土壤里有限的水分来适应干旱胁迫环境，从而为干旱半干旱地区树种选择提供依据。

【参　考　文　献】

[1] 蔡锡安，彭少麟，赵　平，等．三种乡土树种在二种林分改造模式下的生理生态比较［J］．生态学杂志，2005，24（3）：243－250．

[2] 张守仁，高荣孚，王连军．杂种杨无性系的光系统Ⅱ放氧活性、光合色素及叶绿体超微结构对光胁迫的响应［J］．植物生态学报，2004，28（2）：143－149．

[3] 张　涛，段大娟，左卫华，等．水分胁迫对扶芳藤生长及光合特性的影响［J］．西北林学院学报，2007，22（3）：71－73．

[4] 张　威，王艳君，毛子军，等．哈尔滨市 6 种绿化树种生理特性比较［J］．森林工程，2008，24（3）：7－9．

[5] 童方平，方　伟，马履一，等．水分胁迫下湿地松优良半同胞家系的光合特性响应研究［J］．南京林业大学学报（自然科学版），2007，31（2）：32－36．

[6] 张　锋，孔祥生，张妙霞，等．水分胁迫对牡丹光合和荧光特性的影响［J］．安徽农业科学，2008，36（18）：104－105．

[7] 高　峻，吴　斌，孟　平，等．水分胁迫对金太阳杏幼树蒸腾、光合特性的影响［J］．河北农业大学学报，2007，30（3）：36－40．

[8] 徐　飞，郭卫华，王　炜，等．黄河三角洲柽柳与芦苇光合特性比较［J］．山东林业科技，2007（6）：29－33．

[9] 上官周平．小麦光合作用对不同干旱方式的反应［J］．西北农业学报，1997，6（4）：38－41．

[10] 许大全．光合作用效率［M］．上海：上海科学技术出版社，2002，25－27．

[11] Ogren E，Evans J R．Photo inhibition in situ in six species of *Eucalyptus*［J］．Plant Physiol，1992（19）：223－232．

[12] 罗华建，刘星辉．水分胁迫对枇杷光合特性的影响［J］．果树科学，1999，16（2）：126－130．

[13] 郭洪芸，樊治成．土壤水分胁迫对大蒜光合特性的影响［J］．园艺学报，1999，26（6）：404－405．

[14] Heitholt J J．Water use efficiency and dry matter distribution in Nitrogen and water-stressed winter wheat［J］．Agronomy Journal，1989，81（3）：464－469．

[15] 姬兰柱，肖冬梅，王　淼．模拟水分胁迫对水曲柳光合速率及水分利用效率的影响［J］．应用生态学报，2005，16（3）：408－412．

[16] 张　威，王艳君，毛子军，等．哈尔滨市 6 种绿化树种生理特性比较［J］．森林工程，2008，24（3）：6－9．

［责任编辑：肖生苓］

（上接第 25 页）

4　结论与讨论

研究结果表明，运用 Hegyi 单木竞争指数可以较好地估计帽儿山天然山杨次生林的种内和种间竞争强度。该指标反映出林分中对象木与竞争木大小与距离是影响竞争强度的主要因素，同时还反映了林分中种间竞争大于种内竞争。山杨次生林的竞争压力主要来自枫桦，其次是白桦，山杨的种内竞争仅仅排到第六位。对竞争指数和对象木胸径大小的关系进行分析发现，对象木的个体越大，其附近一定范围内生长的其他树木就少，竞争木对对象木竞争的能力就弱。而对象木与伴生树种竞争指数之间关系，总的趋势是，当对象木的胸径越大时，竞争木对对象木竞争能力减弱。竞争指数与对象木个体大小的关系是，对象木胸径大的个体，受到的种内和种间竞争强度都较小；反之，对象木胸径小的，受到的竞争强度大，在竞争中被淘汰的可能性也大。

【参　考　文　献】

[1] 陈大珂，周晓峰，祝　宁，等．天然次生林——结构、功能动态与经营［M］．哈尔滨：东北林业大学出版社，1993．

[2] 孟宪宇．测树学［M］．北京：中国林业出版社，2006．

[3] 金则新．四川大头茶在其群落中的种内与种间竞争的初步研究［J］．植物研究，1997，17（1）：110－118．

[4] 闫明准，刘兆刚．帽儿山地区次生林椴树单木胸高断面积生长模型的研究［J］．森林工程，2009，25（2）：1－4．

［责任编辑：肖生苓］