

格氏栲林优势种竞争关系及其预测动态的研究

刘金福¹ 洪伟^{1*} 李俊清² 林加良¹

(1. 福建农林大学林学院, 福建 南平 353001; 2. 北京林业大学资源与环境学院, 北京 100083)

摘要: 通过野外调查数据, 利用 Hegyi 单木竞争指数模型, 定量地分析格氏栲天然林种内和种间竞争强度。结果表明: 格氏栲种内竞争强度随着胸径的增大而逐渐减少; 种内与种间竞争强度的顺序为: 马尾松 - 格氏栲(*Pinus massoniana* - *Castanopsis kawakamii*) > 格氏栲 - 格氏栲(*C. kawakamii* - *C. kawakamii*) > 木荷 - 格氏栲(*Schima superba* - *C. kawakamii*) > 杜英 - 格氏栲(*Elaeocarpus decipiens* - *C. kawakamii*) > 木姜子 - 格氏栲(*Litsea mollifolia* - *C. kawakamii*) > 老鼠矢 - 格氏栲(*Symplocos stellaris* - *C. kawakamii*); 种内、种间竞争强度与格氏栲胸径之间存在显著的双曲线非线性回归关系, 并利用模型预测了格氏栲种内种间的竞争强度。种内与种间竞争关系的数量研究, 不仅拓展格氏栲天然林物种竞争规律的探索, 而且为格氏栲林经营管理、保护和合理开发利用提供依据。

关键词: 格氏栲; 种内、种间竞争; 竞争强度

中图分类号: Q948.122.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2003)03-0211-06

Study on Competition Relationship and Predictive Dynamics of Dominant Species in Natural Forest of *Castanopsis kawakamii*

LIU Jin-fu¹ HONG Wei^{1*} LI Jun-qing² LIN Jia-liang¹

(1. Forestry College of Fujian Agriculture and Forestry University, Nanping 353001, China;

2. College of Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: *Castanopsis kawakamii* is a rare species recorded as second grade of protected plant in China. A natural community of *C. kawakamii* forest with an area of 700 hm² at Shanmin in Fujian Province is considered to be the largest and unique *C. kawakamii* forest in China. According to data obtained from field investigation, the intra-specific and interspecific competitions of *C. kawakamii* in six communities were analyzed quantitatively by using Hegyi's competition index model for individual tree. Intraspecific competition intensity in this species reduced with the increase of diameter class of the trees. The competition intensity among each pair of species was in the order *Pinus massoniana* - *Castanopsis kawakamii* > *C. kawakamii* - *C. kawakamii* > *Schima superba* - *C. kawakamii* > *Elaeocarpus decipiens* - *C. kawakamii* > *Litsea mollifolia* - *C. kawakamii* > *Symplocos stellaris* - *C. kawakamii*. A remarkable regression model of the relationship between competition intensity and diameter class of objective tree individuals is established. The model can be applied to predict the competition intensity in forest of *C. kawakamii*.

Key words: *Castanopsis kawakamii*; Intraspecific and Interspecific competition; Competition intensity

竞争是生存斗争的表现形式, 生态学家对植物竞争进行了大量的研究, 认为竞争是指两个以上有机体在所需的环境资源或能量不足的情况下, 或因某种必需的环境受限制, 或因空间不够产生一有机

体增长会给其它有机体造成危害的现象^[1-9]。林木竞争是森林生态系统中的普遍现象, 对于某个特定的种群而言, 它同时受到来自种群密度压力导致的种内竞争和不同种群为争夺资源产生的种间竞争压

收稿日期: 2002-06-10 接受日期: 2002-11-15

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(D0210016); 福建省教委科学基金资助项目(K20043)

* 通讯联系人 Corresponding author

力。有机体间的竞争是一种十分复杂的相互作用,在植物群落特别是天然林或是天然次生林中,对群落的结构以及演替进程具有重要的影响。因此林木间竞争关系的规律性研究,对于了解群落结构与功能,预测群落的发展动态,更好地发挥群落的整体生态功能具有十分重要的理论与实际意义,也为探索森林生物保护学研究提供新途径。

格氏栲(*Castanopsis kawakamii*),也称青钩栲,属国家二级保护植物,是壳斗科常绿阔叶树大乔木,是亚热带珍稀树种之一。在福建三明小湖地区发现近 700 hm² 以上以格氏栲占优势的林分,多由百年以上的大树组成,是较为罕见的天然群落,也是我国最大且惟一的格氏栲林。林内群落结构较为复杂,物种相对丰富,表现出显著的种内、种间关系^[6,7]。笔者等曾采用 Lotka-volterra 竞争方程从种群数量动态变化的角度探讨格氏栲林共优种的竞争格局^[7],但并未从林木个体的竞争能力的角度来研究格氏栲天然群落的种内种间的竞争关系,尤其是竞争强度与格氏栲胸径之间关系的研究尚属空白。因此,本研究仍以三明小湖天然格氏栲林为研究对象,采用 Hegyi 的竞争指数模型来分析格氏栲林内树种的竞争指数和竞争强度,为更加准确地预测格氏栲林木生长,合理经营、保护和持续发展格氏栲天然林资源提供理论依据。

1 研究区自然概况

格氏栲林位于福建三明市郊西南部,面积近 700 hm²,地处北纬 26°07′–26°10′、东经 117°24′–117°27′,海拔 180–604 m,属福建武夷山东伸支脉地带,其东南为戴云山脉。该区气候属中亚热带季风型气候,年均温度 19.5℃,极端最低气温为

–5.5℃,最高气温 40℃,≥10℃年积温为 6 215℃;年均降雨量为 1 500 mm,3–8 月的降雨量约为全年的 75%;年均相对湿度 79%,年均风速 1.6 m s⁻¹;土壤类型主要为暗红壤,其次为红壤和紫色土,土层较厚,土层腐殖质丰富,水肥条件较好。林内植物种类丰富,群落结构类型多样,林冠层呈波浪状,郁闭度高达 0.8 左右。格氏栲树冠常年浓绿,冠幅十分庞大,树形通直,树皮呈灰褐色,林相整齐,呈黄绿色,整个群落浓郁苍翠,形成中亚热带常绿阔叶林所特有的外貌特征。由于海拔低,无明显垂直分布带,格氏栲多数分布在海拔 450 m 以下。整体上看,格氏栲天然林植被自然性较强,生态功能发挥较充分,生态系统无明显的结构变化,生境基本完好^[8,9]。

2 研究方法

2.1 样地设置和调查方法

在格氏栲天然林内,选择 6 种不同群落组成类型的生境条件,分别在每种类型群落内的代表性地段设置一块与群落植被调查相一致的面积 20 m × 30 m^[10]的样地。分别在各样地内随机选择格氏栲为对象木(Objective tree),进行每木检尺,测量其胸径(dbh ≥ 4 cm)、树高、冠幅等测树因子,并分别编号。以选定的每株对象木为中心,测量半径 8 m 以内的所有乔木树种(dbh ≥ 4 cm)的胸径、树高、冠幅,实测这些乔木树种(称为竞争木 Competitive tree)与对象木之间的距离。6 种生境条件共调查对象木 35 株,竞争木 272 株。6 种类型群落调查资料见表 1。整个格氏栲林上层树种主要由格氏栲组成,其伴生树种主要有木荷(*Schima superba*),木姜子(*Litsea mollifolia*),老鼠矢(*Symplocos stellaris*),杜英(*Elaeocarpus decipiens*),马尾松(*Pinus massoniana*)等^[9,12]。

表 1 格氏栲林 6 种群落类型生境资料

Table 1 Data of environment conditions of six community types in *Castanopsis kawakamii* forest

群落组成类型 Community types	海拔 Altitude (m)	坡向 Aspect	坡度 Slope	样地面积 Plot area (m ²)	郁闭度 Crown density	土壤类型 Soil type	个体密度 Individual density (individuals hm ⁻²)
A	240	NW30	27°	600	0.8	黄壤 Yellow soil	467
B	220	NW45	30°	600	0.6	黄红壤 Yellow-red soil	1400
C	190	NW25	31°	600	0.6	黄壤 Yellow soil	1333
D	280	SE30	20°	600	0.7	暗红壤 Dark red soil	333
E	250	NS	平 Smooth	600	0.8	黄壤 Yellow soil	900
F	310	SE45	25°	600	0.8	黄壤 Yellow soil	600

A: 格氏栲 + 木荷 + 木姜子 *Castanopsis kawakamii* + *Schima superba* + *Litsea mollifolia*; B: 格氏栲 + 虎皮楠 + 木荷 *C. kawakamii* + *Daphniphyllum oldhamii* + *S. superba*; C: 格氏栲 + 冬青 + 木荷 *C. kawakamii* + *Ilex purpurea* + *S. superba*; D: 格氏栲纯林 *C. kawakamii* pure forest; E: 马尾松 + 木荷 + 杜英 *Pinus massoniana* + *S. superba* + *Elaeocarpus decipiens*; F: 格氏栲 + 马尾松 + 老鼠矢 *C. kawakamii* + *P. massoniana* + *Symplocos stellaris*

2.2 数据处理

考虑格氏栲林中, 种群优势明显, 主林层中格氏栲占绝大多数, 且大部分的树高于其它伴生树种^[8,13], 树冠重叠对其竞争压力较小, 由胸径单独形成的竞争指标可较好地反映出林木的竞争关系。本研究主要采用 Hegyi^[5,14,15]提出的单木竞争模型来计算竞争指数大小。所谓竞争指数是林分竞争木对对象木的竞争能力的总计, 表征对象木被剥夺利用资源的权利的大小^[16,17], 其值越大, 说明对象木受到的竞争压力就越大。

$$CI = \sum_{j=1}^N (D_j/D_i) \times \frac{1}{L_{ij}} \quad (1)$$

式中, CI 为对象木竞争指数, D_i 为对象木 i 的胸径; D_j 为竞争木 j 的胸径; L_{ij} 为对象木 i 与竞争木 j 之间的距离; N 为竞争木的株数。根据上述的竞争指数模型, 计算出每个竞争木对对象木的竞争指数, 然后将同一竞争种的所有单木间的指数累加后平均, 即得出格氏栲种内及其伴生树种之间的竞争强度。

表2 格氏栲对象木的胸径分布 (3 600 m²)

Table 2 Diameter breast height (dbh) distribution of objective trees *Castanopsis kawakamii* (3 600 m²)

	径级 dbh (cm)						合计 Sum	
	4-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60		≥60
株数 No. of individuals	4	3	6	6	8	4	4	35
占%	11.4	8.6	17.1	17.1	23.0	11.4	11.4	100

表3 格氏栲主要竞争木种类组成 (3 600 m²)

Table 3 Species composition of main competitive trees in *Castanopsis kawakamii* forest (3 600 m²)

种类 Species	格氏栲 <i>Castanopsis kawakamii</i>	木荷 <i>Schima superba</i>	木姜子 <i>Litsea mollifolia</i>	杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	老鼠矢 <i>Symplocos stellaris</i>	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	总计 Sum
株数 No. of individuals	84	73	33	39	29	14	272
胸径 dbh (cm)	6.1-62.4	4.1-95.0	4.1-12.9	4.4-21.1	4-12.3	38.2-65.5	-
株数比例 %	30.88	26.84	12.13	14.34	10.66	5.16	100

3.2 种内竞争关系

从竞争指数的计算结果(表4)可以看出, 格氏栲在生长发育过程中与种内不断发生竞争, 且竞争强度在 4-10 cm 径级时最大, 并随着径级的增大而逐渐减少。分析其原因, 除了格氏栲种群自然稀疏作用而加大了林木间的距离^[8], 使得林木对资源和空间的竞争强度降低以外, 可能更主要是因为格氏栲特殊的生物学特性和生态学特性所决定: 其一, 格氏栲的幼苗能忍耐一定程度的遮荫, 但随着林木的生长, 需光量迅速增加, 当胸径的生长总量在 8 cm 左右, 正处于格氏栲迅速生长期, 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

3 结果和分析

3.1 对象木与竞争木的测树因子特征

将调查对象木按径级分组, 结果见表2。由对象木的胸径分布可以看出, 中、大径级的格氏栲林木占的比例较高, dbh ≥ 30 cm 占总株数的 62.9%, 与笔者等研究^[9]认为格氏栲林的胸径分布遵从 β 分布的结论是一致的, 即林分中、大径级的格氏栲占多数。由于该研究区的气候土壤条件优越, 其伴生树种及林下杂灌木、草本繁多, 主要竞争树种有格氏栲、木荷、马尾松、杜英、木姜子、老鼠矢等, 它们的调查株数、比例列于表3。由表3可知, 各竞争种数量与胸径大小差异较大, 除了木荷、马尾松以外, 其它伴生树种的胸径大部分集中在 20 cm 以内。主林层中以格氏栲为主, 混生有木荷、马尾松, 其中格氏栲、木荷的数量占的比例较大, 马尾松比例少、但个体相对较大, 平均胸径高达 47.7 cm。

常激烈^[18]; 其二, 格氏栲个体寿命较长, 能持续生长, 中、大径级的林木冠幅大, 郁闭程度高, 大部分格氏栲幼苗由于光照资源不足而难以长成幼树, 从整体上来看, 表现出随着对象木胸径的增大, 种内竞争强度逐渐变小的趋势。至于 60 cm 以后的径级种内竞争强度陡然增大, 可能与抽样误差有关。

3.3 种间竞争关系

格氏栲在生长发育过程中, 在与同种个体发生种内竞争的同时, 又与周围具有相似要求的物种争夺资源和空间^[7]。不同种类对格氏栲的竞争强度存在较大的差异(表5), 强度大小的顺序为: 马尾松 -

表 4 格氏栲种内竞争强度
Table 4 Intraspecific competition intensity of *Castanopsis kawakamii*

	胸径 dbh (cm)						合计 Sum	
	4-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60		≥60
竞争指数 Competition index	0.925	0.444	0.219	0.201	0.189	0.111	0.455	-
标准差 Standard deviation	0.748	0.159	0.079	0.109	0.107	0.065	0.346	-
样本数 Sample number (individuals)	5	12	16	18	19	12	2	84

格氏栲 > 格氏栲 - 格氏栲 > 木荷 - 格氏栲 > 杜英 - 格氏栲 > 木姜子 - 格氏栲 > 老鼠矢 - 格氏栲。马尾松对格氏栲的竞争压力最大, 大于格氏栲种内的竞争强度。主要原因是: 马尾松属于该群落的早期演替种, 是喜光树种, 从本次调查数据可以发现, 目前马尾松的平均胸径为 47.7 cm, 与格氏栲对象木之间的距离较短, 导致马尾松与格氏栲之间的竞争指数较高, 但随着群落进展演替, 马尾松的竞争能力就会逐渐减小, 最后势必被后来的喜光程度稍差的演替种所淘汰, 这与格氏栲林演替层和更新层中马尾松数量较少的实际调查情况相一致。林木竞争能力主要取决于该种的生态幅度和生态习性, 与格氏

栲共优的树种木荷和格氏栲均表现出生态位重叠较多, 种间竞争激烈^[12], 它们之间的竞争强度却小于格氏栲种内的竞争强度, 主要因为相对稳定群落中格氏栲仍占绝对优势。研究发现, 在林冠下, 一些耐荫树种尽管目前竞争强度较小, 但从进展演替的发展趋势来看, 这些树种很可能潜在较大的竞争能力, 对格氏栲产生较大的竞争影响, 调查发现格氏栲在林冠下更新并不好, 幼苗环境筛选度大, 长成超过 50 cm 高的幼树的几率小。因此, 为了更好地保护和持续发展格氏栲天然林, 以格氏栲为经营目标, 可考虑人促更新技术, 改善林下的光照条件, 保证格氏栲林下正常更新。

表 5 格氏栲林群落种间竞争强度
Table 5 Interspecific competition intensity in natural community of *Castanopsis kawakamii* forest

种类 Species	格氏栲 <i>Castanopsis kawakamii</i>	木荷 <i>Schima superba</i>	木姜子 <i>Litsea mollifolia</i>	杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	老鼠矢 <i>Symplocos stellaris</i>	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	总计 Sum
竞争指数 Competition index	0.286	0.182	0.078	0.115	0.063	0.895	-
标准差 Standard deviation	0.317	0.317	0.091	0.119	0.072	0.974	-
样本数 Sample number (individuals)	84	73	33	39	29	14	272

3.4 竞争强度与对象木个体大小的关系及其预估

在群落或生态系统中, 林分竞争能力的大小受到多种因素的制约, 如生态位宽度、生活型、发育阶段、个体大小以及周围动植物对它的影响等, 其中个体胸径对竞争能力影响很大^[5,14], 同时胸径又是林分调查的基本因子, 因此探讨胸径和竞争强度 CI 之间的关系, 对林木间竞争关系进行预测, 具有重要的实际意义。本研究采用线性、双曲线、幂函数和对数方程等数学模型对竞争强度与胸径之间的关系进行回归拟合, 筛选结果表明, 用双曲线模拟的相关系数最大, 因此采用双曲线方程来建模比较适宜, 即:

$$CI = A + B/D \quad (2)$$

其中, CI 为物种间竞争强度; D 为对象木的胸径; A 、 B 为模型参数。

首先将模型线性化, 采用最小二乘法将实际调查数据进行模拟, 求得模式 (2) 的参数初值, 进一步采用改进单纯形法^[19]对 (2) 式参数初值进行优化, 即得到模式 (2) 理想参数, 见表 6。将这些拟合模型进行显著性检验, 结果均达到极显著水平, 表明格氏栲林种内、种间竞争强度与对象木之间的关系可以采用该模型来模拟和预测。

从预测结果 (表 7) 可知, 除格氏栲与马尾松的种间竞争强度较大外, 格氏栲种内竞争强度明显大于种间竞争强度。整体上看, 种内、种间竞争强度随着对象木的胸径的增大而减小。换言之, 随着对象木个体胸径的增大, 周围的竞争木对格氏栲竞争压力呈减小的趋势, 径级 4-10 cm 时的竞争强度显著高于其它径级。当对象木胸径达到 35 cm 后, 竞争强度变得很小且差异不明显, 表明格氏栲种群的优

势变得明显,群落趋于相对稳定。因此,在格氏栲胸径达 35 cm 前,可考虑人促更新,缓解对格氏栲的

压力,使格氏栲生态系统达到相对稳定状态,从而增加格氏栲个体比例。

表 6 竞争强度与对象木胸径的模型参数

Table 6 Model parameters of competition intensity and dbh of objective tree

竞争物种 Competition species	A	B	N	R	R _{0.01}	显著性 Significance
木荷-格氏栲 <i>Schima superba</i> - <i>Castanopsis kawakamii</i>	-0.0308	4.6137	25	0.8459	0.5049	**
马尾松-格氏栲 <i>Pinus massoniana</i> - <i>C. kawakamii</i>	-0.0825	14.1295	11	0.8044	0.7348	**
杜英-格氏栲 <i>Elaeocarpus decipiens</i> - <i>C. kawakamii</i>	0.0099	1.4391	10	0.9309	0.7646	**
木姜子-格氏栲 <i>Litsea mollifolia</i> - <i>C. kawakamii</i>	0.0031	1.4392	21	0.8623	0.5487	**
老鼠矢-格氏栲 <i>Symplocos stellaris</i> - <i>C. kawakamii</i>	-0.0551	3.4280	13	0.8402	0.6835	**
格氏栲-格氏栲 <i>C. kawakamii</i> - <i>C. kawakamii</i>	0.0137	6.3523	28	0.9447	0.4792	**

A、B:模型的参数 Model parameters; N:样本数 Sample number; R:相关系数 Correlation coefficient; R_{0.01}:临界值 Critical value; **:极显著 Significant difference at p<0.01.

表 7 格氏栲种内、种间竞争强度的模拟

Table 7 Simulating results of intraspecific and interspecific competition intensity of *Castanopsis kawakamii*

竞争物种 Competition species	径级 dbh (cm)						
	4-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-
木荷-格氏栲 <i>Schima superba</i> - <i>Castanopsis kawakamii</i>	0.628	0.277	0.154	0.101	0.072	0.053	0.040
马尾松-格氏栲 <i>Pinus massoniana</i> - <i>C. kawakamii</i>	1.936	0.860	0.483	0.321	0.232	0.174	0.135
杜英-格氏栲 <i>Elaeocarpus decipiens</i> - <i>C. kawakamii</i>	0.216	0.106	0.068	0.051	0.042	0.036	0.032
木姜子-格氏栲 <i>Litsea mollifolia</i> - <i>C. kawakamii</i>	0.209	0.099	0.061	0.044	0.035	0.029	0.025
老鼠矢-格氏栲 <i>Symplocos stellaris</i> - <i>C. kawakamii</i>	0.435	0.173	0.082	0.043	0.021	0.007	0.002
格氏栲-格氏栲 <i>C. kawakamii</i> - <i>C. kawakamii</i>	0.921	0.437	0.268	0.195	0.155	0.129	0.111

4 讨论

格氏栲天然林为次生异龄林,是南亚热带到中亚热带常绿阔叶林的过渡类型^[20],物种相对丰富,种间关系较为复杂。在选取格氏栲对象木样圆半径时,基于几点考虑:①文献[21]指出,老龄林内对象木的样圆半径的选取常常选择 8 m 较为适宜,根据天然林格氏栲解析木材料及笔者等探讨的格氏栲年龄与胸径的时间序列模型,可估测格氏栲天然林平均林龄为 150 a,是发育相对成熟的森林群落^[8,13,18]。②格氏栲对象木树冠所影响的范围,据实际调查,该样地内树冠的平均冠幅为 9.36 m,最大冠幅为 15.6 m。③通过格氏栲林窗动态的调查研究,认为格氏栲林窗的平均半径为 8 m 左右。因此,选择 8 m 作为竞争影响的半径是可行的。

简单竞争指数主要应用于纯林,在很大程度上代表林木间地上部分竞争的数量指标,而实际上天然林中不同树种地上和地下部分的空间、资源的竞争能力不尽相同,因此仅用地上部分的测树因子构成的竞争指数存在不足之处,结合地下根系分布会更加合理,这值得进一步探索。

本次调查取样涉及的范围有一定局限性,生境

差异可能会影响格氏栲的竞争能力,有关不同生境条件对格氏栲种群的种内、种间竞争关系的影响分析,有待于今后进一步探讨。

参考文献

- [1] Schoener T W. Field experiments on interspecific competition [J]. Amer Nationalist, 1983, 122:240-279.
- [2] Connell J H. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: Evidence from field experiments [J]. Amer Nationalist, 1983, 122:661-961.
- [3] Grime J P. Plant Strategies and Vegetation Processes [M]. London: Willey, 1979. 120-154.
- [4] Tilman G D. Resources Competition and Community Structure [M]. New Jersey: Princeton University Press, 1982. 92-115.
- [5] Zou C J (邹春静), Xu W D (徐文铎). Study on intraspecific and interspecific competition of *Picea mongolica* [J]. Acta Phytocool Sin (植物生态学报), 1998, 22(3):269-274. (in Chinese)
- [6] Editorial Board of China Forest (中国森林编辑委员会). China Forest Vol. 3 Broadleaf Forest [M]. Beijing: Chinese Forestry Press, 2000. 1549-1558. (in Chinese)
- [7] Liu J F (刘金福), Hong W (洪伟), Li J H (李家和). A study on the community ecology of *Castanopsis kawakamii*. II. A study on the competition of dominant species in *Castanopsis kawakamii* forests [J]. J Fujian Coll For (福建林学院学报), 1998, 18(1):24-27. (in Chinese)
- [8] Liu J F (刘金福), Hong W (洪伟), Li M J (李茂瑾). A study on

- regulative model of *Castanopsis kawakamii* population [J]. J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报), 1998, 6(4):309-314. (in Chinese)
- [9] Liu J F (刘金福), Hong W (洪伟), Lin S X (林升学). Structure feature of diameter distribution on main tree population natural forests of *Castanopsis kawakamii* [J]. J Fujian Coll For (福建林学院学报), 2001, 21(4):325-328. (in Chinese)
- [10] He M G (何妙光). A primary study on plot size of subtropical evergreen broad-leaf forest and needle-leaf forest in mountain [J]. Acta Phytoecol Geobot Sin (植物生态学与地植物学丛刊), 1964, 2(1):118-127. (in Chinese)
- [11] Chen Y Z (陈彦卓). Discussion on method of vegetation survey in subtropical region of China [J]. Acta Phytoecol Geobot Sin (植物生态学与地植物学丛刊), 1965, 3(2):233-246. (in Chinese)
- [12] Liu J F (刘金福), Hong W (洪伟). A study on the community ecology of *Castanopsis kawakamii* — study on the niche of the main population in *Castanopsis kawakamii* community [J]. Acta Ecol Sin (生态学报), 1999, 19(3):347-352. (in Chinese)
- [13] Liu J F (刘金福), Hong W (洪伟). Study on species abundance distribution of *Castanopsis kawakamii* natural forest in Fujian Sanming [J]. Sci Silv Sin (林业科学), 2001, 37(Sp.1):200-204. (in Chinese)
- [14] Wu C Z (吴承祯), Hong W (洪伟), Liao J L (廖金兰). Study on intraspecific competition of young mason pine [J]. J Fujian Coll For (福建林学院学报), 1997, 17(4):289-292. (in Chinese)
- [15] Hong W (洪伟), Wu C Z (吴承祯), Lan B (蓝斌). A general model for neighborhood interference index and its application [J]. Acta Phytoecol Sin (植物生态学报), 1997, 21(2):149-154. (in Chinese)
- [16] Hong W (洪伟), Wu C Z (吴承祯). Management Model and Application of *Pinus massoniana* Plantation [M]. Beijing: Chinese Forestry Press, 1999. 154. (in Chinese)
- [17] Liu J (柳江), Hong W (洪伟), Wu C Z (吴承祯), et al. Study on the law of competition in naturally regenerated *Sassafras tzumu* forest [J]. J Jiangxi Agri Univ (江西农业大学学报), 2001, 23(2): 240-243. (in Chinese)
- [18] Liu J F (刘金福), Hong W (洪伟). Time species model of individual age and diameter in *Castanopsis kawakamii* population [J]. Acta Phytoecol Sin (植物生态学报), 1999, 23(3):283-288. (in Chinese)
- [19] Liu J F (刘金福), Hong W (洪伟). A modified logistic model of the growth pattern of dominance in a *Castanopsis kawakamii* population [J]. Acta Phytoecol Sin (植物生态学报), 2001, 25(2): 225-229. (in Chinese)
- [20] Lin P (林鹏), Qiu X Z (邱喜昭). Study of the *Castanopsis kawakamii* forest in the Wakeng area of Sanming city, Fujian province [J]. Acta Phytoecol Geobot Sin (植物生态学与地植物学学报), 1986, 10(4):241-253. (in Chinese)
- [21] Ma J L (马建路), Li J H (李君华), Zhao H X (赵惠勋), et al. A quantitative study on interspecific and intraspecific competition for Korean pine in old growth Korean pine forest [A]. In: Zhu N (祝宁). Advances and Present Situation in Plant Population Ecology [C]. Haerbin: Heilongjiang Science and Technology Press, 1994. 147-153. (in Chinese)

《中国南方果树》和《柑桔与亚热带果树信息》2004 年征订启事

《中国南方果树》是由中国农业科学院柑桔研究所主办的专业技术期刊,为中国期刊方阵双效期刊。报道内容分三大板块:一是柑桔类果树,二是荔枝、龙眼、香蕉、芒果、杨梅、枇杷等其他常绿果树,三是梨、桃、苹果、葡萄、李等落叶果树。对落叶果树,突出在南方温暖湿润气候条件下与北方不同的栽培管理、病虫害防治特点及适宜发展的品种。双月刊。每期定价 4.00 元,全年 24.00 元。各地邮局办理订阅,邮发代号:78-13。漏订的读者可直接与本编辑部联系,常年办理邮购。编辑部地址:重庆北碚歇马中国农业科学院柑桔研究所内;邮编:400712;联系电话:(023)68349196;传真:(023)68349198。

《柑桔与亚热带果树信息》是由中国农业科学院柑桔研究所主办。是目前国内唯一一份国家级果树信息类刊物,从分布在全国各地的通讯员、读者以及国内外有关信息机构、数百种报刊、因特网中广泛搜集以南方果树为主的果业信息,对各地进行果树品种选择及果业结构调整,把握市场方向,提高果业效益以及参与国际市场竞争具有生根的参考从优。其主要栏目:“专家论坛”、“发展与探讨”、“产销分析”、“环球视点”、“行业动态”、“产销行情”、“实话实说”、“实用技术·柑桔”、“实用技术·常绿果树”、“实用技术·落叶果树”、“病虫害防治”等。月刊,单月 20 日出版,每期定价 3 元,全年共 36 元。各地邮局均可办理订阅,邮发代号:78-10。另外,可随时向中国南方果树信息中心邮购,汇款地址:重庆市北碚区歇马镇中国农业科学院柑桔研究所,邮编:400712。电话:(023)68349197、68349196,传真:(023)68349198。