

# 缙云山银木荷 (*Schima argentea*) 群落乔木层死亡数量与分布格局变化

曾 华<sup>1</sup>, 胡廷章<sup>1\*</sup>, 齐代华<sup>2</sup>, 何 帅<sup>1</sup>

(1. 重庆大学 生物工程学院, 中国重庆 400044;

2. 西南大学 生命科学学院 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 中国重庆 400715)

**摘要:** 以缙云山银木荷群落为研究对象, 根据野外调查的数据, 结合物种多样性、坐标定位及生命表进行分析. 结果表明, 从 1984-2009 年, 乔木层部分植株自然死亡是导致群落乔木层物种重要值及多样性变化的主要原因. 25 年前后群落垂直结构各层之间物种组成、群落乔木层物种的重要值和多样性变化较大. 其间乔木层死木共计 96 株, 占现存乔木层活立木的 45.8%. 死亡株数最多的为白毛新木姜子, 占死亡总数的 25%. 坐标定位分析显示死木主要分布在原乔木层树种较密集的地方, 而在原乔木层树种比较稀疏的地方有很多新植株成长进入乔木层. 生命表分析表明银木荷种群存活曲线为 Deevey-I 型.

**关键词:** 银木荷; 自然状态; 物种多样性; 坐标定位; 生命表

中图分类号: Q948

文献标识码: A

文章编号: 1007-7847(2010)05-0402-07

## Changes of Death Count and Spatial Distribution of Tree Layer of *Schima argentea* Community in Jinyun Mountain Forest

ZENG Hua<sup>1</sup>, HU Ting-zhang<sup>1\*</sup>, QI Dai-hua<sup>2</sup>, HE Shuai<sup>1</sup>

(1. Bioengineering College, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. Key-Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region (Ministry of Education), School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Based on the survey data in the field, the *Schima argentea* community in Jinyun Mountain forest has been analyzed according to the species diversity, coordinate location and life table. The results showed that natural death is the main reason for the changes of importance value and species diversity of the tree layer of the community from 1984 to 2009. There were large changes in species composition of the community, importance value and species diversity of tree layer of the community during the 25 years. From 1984 to 2009, the number of dead tree was 96, which accounted for 45.8% of living trees in tree layer. The number of dead *Neolitsea aurata* var. *glauca* was the most, which accounted for 25% of dead trees. Coordinate position showed that spatial distribution of dead trees was where the tree layer was dense. However, some new trees grew up into tree layer where plant was sparse. The life table analysis showed that the survival curve is Deevey-I in *Schima argentea* community.

**Key words:** *Schima argentea*; natural state; species diversity; coordinate location; life table

(*Life Science Research*, 2010, 14(5): 402~408)

死亡是生命活动的自然结果, 在森林中常常存在一定量的死木, 它们是森林营养元素循环的

重要环节, 也是森林更新的主要方式. 20 世纪 60 年代以来国际上开始对森林死木进行了大量的

收稿日期: 2010-05-24; 修回日期: 2010-08-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30771464); 重庆市自然科学基金重点资助项目(CSTC-2008BA7032); 西南大学专项基金资助项目(XDJK2009C146); 西南大学博士金资助项目(124470-20700917)

作者简介: 曾华 (1986-), 男, 重庆市铜梁人, 重庆大学生物工程学院生物工程专业硕士研究生, 主要从事植物基因与森林分子生态学相关研究, E-mail: xinzainantian@163.com; \* 通讯作者: 胡廷章 (1965-), 男, 四川简阳人, 重庆大学教授, 硕士生导师, 主要从事植物生长发育调控的研究, E-mail: tzhz2002@yahoo.com.cn.

研究,主要集中在与土壤和森林生物的关系<sup>[1,2]</sup>、枯死木残体贮量、组成<sup>[3]</sup>、特征<sup>[4]</sup>及动态<sup>[5]</sup>、生态功能<sup>[6]</sup>等方面.国内对死木的研究始于20世纪80年代,主要对死木的特点<sup>[7-9]</sup>、动态<sup>[10]</sup>和功能特征<sup>[11]</sup>进行了研究和综述<sup>[12-14]</sup>.种群动态是研究种群在时间和空间上其大小或数量的变化规律.而生命表是研究种群数量动态变化和进行种群统计的重要工具,通过对种群生命表的编制可以获得存活曲线、死亡率曲线、生命期望等信息<sup>[15]</sup>.但是,关于森林植物种类的个体死亡的数量变化及格局分析其死亡因素,进而用生命表预测种群的发展态势的研究还很少.

重庆市缙云山国家级自然保护区是一个亚热带森林自然景观保护区,具有长江中上游保存较为完好的亚热带常绿阔叶林<sup>[16]</sup>.而林木死亡及更新改变着群落的物种多样性,影响群落的演替进程和方向,目前缙云山还少有相关方面的研究.本文以缙云山自然保护区常绿阔叶林固定样地中的银木荷林为研究对象,从数量变化和定位格局研究银木荷群落从1984年到2009年这25年来乔木层树种个体死亡变化及其影响因素.根据生命表预测群落的发展,揭示其在自然状态下的群落更新机制.本研究可以为亚热带常绿阔叶林的自然保护区的管理、旅游开发及各种破坏实施模拟自然森林生态恢复及更新提供资料.

## 1 研究地区自然概况

研究区位于缙云山自然保护区聚云峰(29°50'N, 100°25'E),海拔820 m,为常绿阔叶林和次生性马尾松(*Pinus massoniana*)常绿针阔叶混交林.所调查的样地是以银木荷为建群种的中亚热带低山顶部的原生演替顶级常绿阔叶林.该样地位于保护区内,未受到人为破坏,处于自然生长状态.该样地所在的气候及土壤环境状况已有报道<sup>[17]</sup>.

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置与调查

样地设置与调查采用相邻格子法,在植物生长最旺盛的季节(7~8月),分两个时间段进行野外调查.1984年8月测定时,在银木荷林典型分布区域,设置面积为20 m×25 m固定样地.样地内设置5个5 m×20 m乔木小样方和20个5 m×5 m的灌木、草本小样方.乔木进行每木调

查,DBH≥7.5 cm以上的记录种名并测定高度、冠幅和胸径并涂红油漆编码和进行坐标制图定位,以便日后观察.灌木、草本记录种名,测冠盖度、株数.为了便于比较,2009年7月用相同的方法对该样方进行野外调查.在复测中,根据上次测定记录的坐标和油漆记号无法找到时,则此编号的树种记录为已经在两次测定期间死亡,对于通过生长新增加的植株也进行相同内容的测定,并补编号码.

### 2.2 数据分析

根据野外调查获取的数据,主要从重要值的计算<sup>[18]</sup>、 $\alpha$ 多样性测度<sup>[19,20]</sup>、 $\beta$ 多样性<sup>[21]</sup>测度及生命表的编制<sup>[15]</sup>等4个方面进行数据统计分析.

#### 2.2.1 乔木层重要值计算

乔木层重要值=(相对多度+相对显著度+相对频度)/3

#### 2.2.2 $\alpha$ 多样性的计算

物种丰富度 Margalef 指数:  $R = (S-1)/\ln N$

Shannon-Wiener 信息指数:  $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

Simpson 多样性指数:  $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$

Pielou 指数:  $J = (-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i) / \ln S$

式中,  $N_i$  为第种的个体数,  $N$  为所有种的个体总数,  $P_i$  为物种  $i$  的个体数  $N_i$  占有所有个体总数  $N$  的比例, 即  $P_i = N_i / N$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, S$ ,  $S$  为物种总数.

#### 2.2.3 $\beta$ 多样性的计算

Whittaker 指数  $\beta_{ws} = S/ma - 1$

式中,  $S$  为物种总数,  $m$ 、 $a$  为各样方或样本的平均种数.

#### 2.2.4 乔木层生命表的编制

静态生命表一般包含  $x$ : 单位时间年龄等级;  $a_x$ : 在  $x$  龄级内现有个体数;  $l_x$ : 在  $x$  龄级开始时标准化存活个体数(一般转化为1000);  $d_x$ : 从  $x$  到  $x+1$  龄级间隔期内标准化死亡数;  $q_x$ : 从  $x$  到  $x+1$  龄级间隔期间死亡率;  $L_x$ : 从  $x$  到  $x+1$  龄级间隔期间还存活的个体数;  $T_x$ : 从  $x$  到  $x+1$  超过龄级的个体总数;  $e_x$ : 进入  $x+1$  龄级个体的生命期望寿命;  $Kx$ : 消失率(损失度).

其中:  $l_x = a_x / a_0 \times 1000$ ;  $d_x = l_x - l_{x+1}$ ;  $q_x = d_x / l_x \times 100\%$ ;  $L_x = (l_x - l_{x+1}) / 2$ ;  $T_x = \sum_x L_x$ ;  $e_x = T_x / l_x$ ;

$$K_x = l_n l_x - l_{n-x+1}$$

### 3 结果与分析

#### 3.1 群落垂直结构数量变化

调查表明缙云山银木荷群落 1984 年和 2009 年都可明显地分为乔木层、灌木层和草本层, 乔木层还可分为林冠层和林冠亚层。银木荷群落林冠层以银木荷为主, 郁闭度下降了 0.38, 最高高度增高 8 m; 林冠亚层郁闭度上升 0.4, 平均增高 2 m。2009 年, 短刺米槭 (*Castanopsis carlesii* var. *spinulosa*) 退出林冠亚层, 四川山矾 (*Symplocos setchuanensis*)、长蕊杜鹃 (*Rhododendron stamineum*) 进入林冠亚层; 草本层蛇菰科、莎草科和百

合科植物都已经消失; 层间物种只剩下豆科植物。对样地垂直结构的科属种进行统计分析, 结果表明缙云山银木荷林植物物种所在的科和属数量分别下降 20.8%、43.5%; 两个调查时期乔木层的物种数量所占比例之和都在 60% 以上, 只有少量的层间植物和草本层植物; 但对比分析发现乔木层、层间及草本层在 2009 年调查时物种数都有一定程度的减少, 而灌木层物种数却有大幅的增加(表 1)。

由于森林群落乔木层对群落的外貌、结构和功能都起决定作用<sup>[22]</sup>, 缙云山银木荷林的灌木层和草本层物种数和株数都很少, 因此重点分析乔木层的物种数量特征及其动态变化。

表 1 1984 和 2009 年银木荷林垂直结构物种组成及数量特征变化

Table 1 Change of quantities characteristic of vertical structure and species composition in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest from 1984 to 2009

Year	Family	Genera	Species' percentage (%) in each layer			
			Canopy layer	Shrub layer	Liana	Herbage layer
1984	24	46	45.6	19.2	7	28.1
2009	19	26	34.2	42.1	2.6	21.1

#### 3.2 乔木层重要值变化与树种个体死亡

重要值测定表明, 两个时期各物种的优势种都很明显, 重要值变化较大的有白毛新木姜子 (*Neolitsea aurata* var. *glauca*)、短刺米槭、四川大头茶 (*Gordonia acuminata*)、长蕊杜鹃、广东钓樟 (*Lindera kwangtungensis*) 等 (图 1)。分析表明, 在整个银木荷林重要值仍然较大 (23.24), 而且有大幅上升 (升高 56.7%)。1984 到 2009 年间的死木分布于 12 个种, 共计 96 株, 占现存乔木层

活立木的 45.8%, 死亡株数最多的为白毛新木姜子, 占死亡总数的 25%, 死亡为 1 株的有 5 个种。综合表明虽乔木层树种重要值的变化与其死亡数量呈正相关。死木比例比较多的除白毛新木姜子重要值上升以外, 其它的物种重要值都有不同程度的下降, 但是之间的趋势并不一致。这是由于白毛新木姜子为喜阳植物, 其种子和幼苗耐阴<sup>[23]</sup>, 可以成长不断补充进入乔木层。

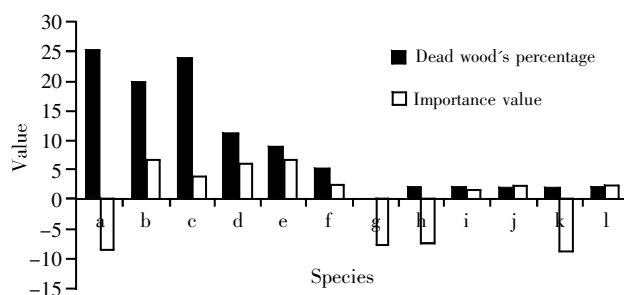


图 1 1984-2009 年银木荷林乔木层各物种死亡株数占总死木株数的百分比及其与重要值的关系

重要值为负数表示上升, 为正数表示下降; a=白毛新木姜子; b=短刺米槭; c=银木荷; d=虎皮楠; e=广东钓樟; f=大果杜英; g=四川山矾; h=长蕊杜鹃; i=光叶山矾; j=马尾松; k=四川大头茶; l=小叶青冈。

Fig.1 Relationships between importance values and percentage of each species of total number of tree layer dead trees in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest from 1984 to 2009

The important value is negative, show that is rising, otherwise descending; a = *Neolitsea aurata* var. *glauca*, b = *Castanopsis carlesii* var. *spinulosa*; c = *Schima argentea*; d = *Daphniphyllum oldhami*; e = *Lindera kwangtungensis*, f = *Elaeocarpus fleuryi*; g = *Symplocos setchuanensis*; h = *Rhododendron stamineum*; i = *Symplocos lancifolia*; j = *Pinus massoniana*; k = *Gordonia acuminata*; l = *Cyclobalanopsis myrsinifolia*.

### 3.3 乔木层物种多样性变化

#### 3.3.1 $\alpha$ 多样性

统计结果表明(图2),银木荷林乔木层 $\alpha$ 多样性指数都有一定程度的降低,但变化趋势不一致。其中,物种丰富和信息度量指数降低幅度较大,分别降低33%、15.5%;优势度和均匀度指数变化幅度很小。综合分析表明,原群落乔木层物种的死亡会导致群落乔木层物种多样性的降低,但是由于银木荷等仍然为该群落的建群种,因此群落优势种和群落均匀程度变化程度小,群落处于稳定的动态发展中。

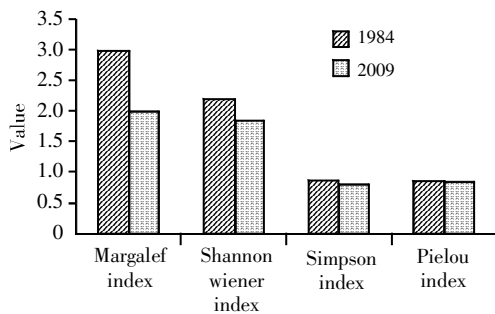


图2 1984年和2009年银木荷林乔木层物种多样性变化  
Fig.2 Species'  $\alpha$  diversity change of tree layer in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest from 1984 to 2009

#### 3.3.2 $\beta$ 多样性

同一群落的结构组成和外貌会随着时间的变化而发生变化。统计结果显示 Whittaker 指数=0.18。Whittaker 指数是一个二元属性数据分析指数,其结果为0表示两个群落完全不同,结果为1表示两个群落完全相同。本研究的结果更接近0,表明1984年和2009年前后银木荷群落乔木层物种组成的差异较显著。究其原因,可能主要由于原来乔木层树种部分死去,处于灌木层的新的乔木树种成长进入乔木层。

### 3.4 乔木层死木种类分布格局

1984-2009年间的死木分布于12个种,共计96株,占现存乔木层活立木的45.8%,死亡株数最多的为白毛新木姜子,占死亡总数的25%,死亡为1株的有5个种(表2)。四川山矾等耐阴树种数目较少,其死亡也较少。而马尾松、小叶青冈等先锋树种虽然死亡数目少,但是在1984年调查时群落内都只各有一棵,在2009年调查时已经退出该群落。这进一步表明虽然群落内死木较多,但群落在正向演替中,不断向更稳定的高级群落发展。

表2 1984年到2009年银木荷林乔木层各物种死木株数占总死木株树的百分比

Table 2 Percentage of each species of total number of dead trees in tree layer in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest from 1984 to 2009

Species	Percentage/(%)
白毛新木姜子 <i>Neolitsea aurata</i> var. <i>glauca</i>	25
短刺米槎 <i>Castanopsis carlesii</i> var. <i>spinulosa</i>	20
银木荷 <i>Schima argentea</i>	14
虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhami</i>	11
广东钓樟 <i>Lindera kwangtungensis</i>	9
大果杜英 <i>Elaeocarpus fleuryi</i>	5
四川山矾 <i>Symplocos setchuanensis</i>	5
长蕊杜鹃 <i>Rhododendron stamineum</i>	2
光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i>	2
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	2
四川大头茶 <i>Gordonia acuminata</i>	2
小叶青冈 <i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	2

### 3.5 乔木层死木空间分布格局

对银木荷林样地乔木层树种的坐标定位(图3)分析表明,死木主要分布在原乔木层树种比较密集的地方,而在原乔木层树种比较稀疏的地方又有很多新的植株成长进入乔木层,死木多,分布范围广。样地在缙云山自然保护区内,没有受到人为破坏,据当地居民和缙云山管理局提供的信息,近25年来该样地处也未发生大型自然灾害,说明死木形成的这种格局可能主要源于自然死亡。原来乔木层树种比较稀疏的地方形成了一些小的乔木层林隙,致使新的植株有较多的空间和资源,从而逐渐发展进入乔木层,而原来乔木层树种比较丰富的地方通过自疏作用,一部分树木死去,群落内的植物通过长期的适应于协调,群落不断向更稳定的顶级群落方向发展。

## 4 乔木层生命表编制

### 4.1 生命表的数据处理与编制

因静态生命表是在同一时间(或某个调查期)内采用收集的种群所有个体的径阶编制而成,它反映了多个时代重叠的年龄动态历程中的一个特定时间,而不是对同生种群的全部生活史追踪,以及调查中存在系统抽样误差,在生命表中会出现死亡率为负的情况,学者多采用经匀滑修正后再编制生命表<sup>[24,25]</sup>。但是本研究的调查结果没有这种情况,故直接根据调查获取的数据编制缙云山银木荷林的静态生命表(表3)。

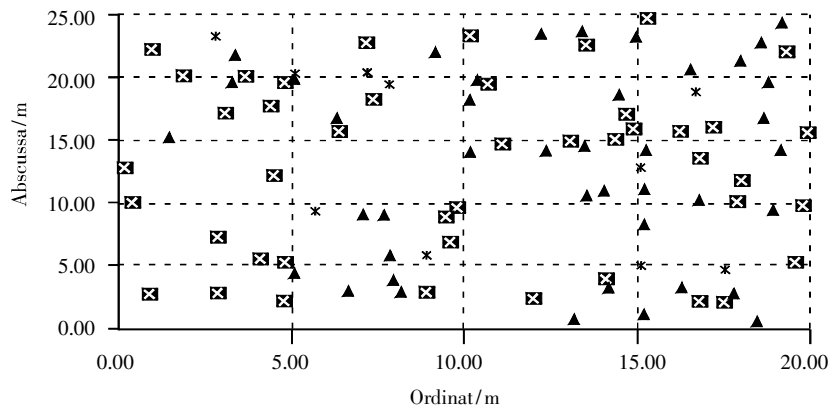


图3 缙云山银木荷林乔木层死木坐标定位

☒表示已死亡的物种,即1984年调查时为乔木层,2009年调查时已死亡;★表示共有树种,即1984和2009年调查时都存活于乔木层;▲表示新增树种,即1984年调查时没有在乔木层,2009年调查时在乔木层出现。

Fig.3 Site for dead tree of tree layer in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest from 1984 to 2009

☒ Dead species, which was in tree layer of the survey in 1984 but died in 2009; ★ Shared species, which was in tree layer both in 1984 and 2009; ▲ New species, which was not in tree layer in the survey in 1984, but appeared in tree layer species in 2009.

表3 缙云山银木荷林2009年静态生命表  
Table 3 Static life table of tree layer in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest in 2009

Age class $x$	Range	$a_x$	$l_x$	$l_n l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$	$K_x$
I	7.5~14.5	33	1 000	6.908	636	0.636	682	1 288	1.288	1.012
II	14.5~21.5	12	364	5.896	91	0.250	318	606	1.667	0.288
III	21.5~28.5	9	273	5.608	182	0.667	182	288	1.056	1.099
IV	28.5~35.5	3	91	4.510	30	0.333	76	106	1.167	0.405
V	35.5~42.5	2	61	4.104	61	1.000	30	30	0.500	4.104

4.2 存活曲线的绘制

以对龄级作图而得存活曲线,它是借助于存活个体数量来描述特定年龄死亡率(图4)。Deevey (1947)<sup>[26]</sup>将存活曲线划分为3个类型: I型(a型),曲线凸型,表示接近生理寿命前只有少数个体死亡; II型(b型),曲线呈对角线,表示各龄级死亡率相等; III型,曲线呈凹型,幼年期死亡率很高<sup>[15]</sup>。银木荷群落乔木层存活曲线表明,银木荷林乔木层树种早期存活数相对较多,随龄级增长,存活数逐渐减少。采用两种数学模型对Deevey-I型和Deevey-III型进行检验,建立相应数学模型<sup>[27]</sup>:

$$N_x = 7.8753e - 0.1313x \quad (R_2 = 0.9733)$$

$$N_x = 7.1905x - 0.3162 \quad (R_2 = 0.9172)$$

由于指数模型的 $R_2$ 值大于幂函数模型的 $R_2$ 值,可以认为银木荷林乔木层种群存活曲线更趋向Deevey-I型。

4.3 死亡率和损失度曲线

以径级相对应的龄级为横坐标,以死亡率

( $q_x$ )和损失度( $K_x$ )为纵坐标,作死亡率和损失度曲线(图5)。由此可以看出,缙云山银木荷林群落的死亡率和损失度变化趋势一致,前四龄级比较平缓,第五龄级陡然上升。主要原因可能是由于群落为顶级群落,研究对象为乔木层树种,越过了从幼树阶段向营养阶段发育过度筛选过程。因而龄级相对较低时死亡较少,甚至趋于稳定,到达一定龄级后死亡是自然现象。大树死亡后又有新的树种成长补充,因此群落将处在动态变化中,向更稳定的顶级群落发展。

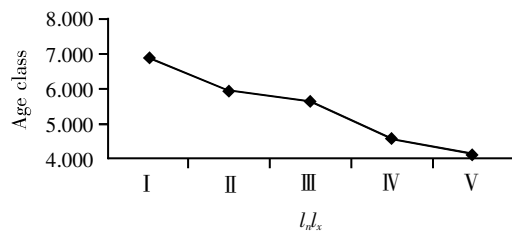


图4 缙云山银木荷林2009年存活曲线

Fig.4 Survival curve of tree layer in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest in 2009



图5 缙云山银木荷群落种群死亡率( $q_x$ )和损失度( $K_x$ )曲线

Fig.5 Mortality rate and killing power curves of tree layer in Mt. Jinyun *Schima argentea* forest in 2009

## 5 结论与讨论

综合结果表明缙云山银木荷林群落处在动态变化中,并向更稳定的顶级群落发展. 1985年到2009年前后,群落垂直结构层次明显、变化大,期间乔木层死木数量多,涉及物种广,物种的重要值和多样性也发生了很大变化. 静态生命表的分析也表明银木荷种群存活曲线为Deevey-I型,从整体上反映了银木荷群落种群数量动态变化趋势. 乔木层树种死亡和新树种进入是导致这些变化的主要原因. 导致物种死亡的直接因素主要有自疏作用、灾害性天气、虫害和人为干扰<sup>[28]</sup>. 但是本样地在缙云山自然保护区内,为亚热带顶级常绿阔叶林,没有受到人为干扰,且据当地管理资料记载,样地内未发生自然灾害. 因此该群落树木死亡原因主要是自然死亡. 而自然死亡主要表现为小径级植株的自疏作用和大径级植株的自然衰亡<sup>[28]</sup>. 在25年期间,乔木层树种未得到充足的补充,可能就是由于当个体成长到一定阶段后,自疏作用开始强烈,部分个体死亡而未能成长进入乔木层;而原来乔木层的大径级个体,自然衰亡是其必然的归宿之一.

由于 $\alpha$ 多样性只能反映一个群落内部的多样性,而不能反映两个群落之间多样性的关系,因而结合 $\beta$ 多样性进行更进一步的分析,能更充分的反映群落的物种多样性特征. 由于植物群落的稳定性与植物多样性关系复杂,在植物群落的演替过程中,无论是乔木层、灌木层还是草本层,其多样性的最高点均不是出现于顶极阶段,但顶极群落在空间结构上却表现出更为明显的层次性,不同生态位的植物分别利用不同的资源,彼此间竞争程度降至最低,最后达到相对稳定阶段<sup>[29,30]</sup>. 因此群落物种的多样性可以反映群落的结构类

型、组织水平、发展阶段、稳定程度或生境差异,但只能作为必要条件,并不能完全代表群落的这些基本特征,它还体现在更多方面或者多种生物组织层次意义上的多样性,如生态系统、群落、种群、个体、甚至基因水平上的多样性. 由于该银木荷林有明显的分层现象,不同物种经过长期的协同进化,可以合理的利用空间及资源,虽然群落的物种多样性有一定的变化,但群落依然处在相对稳定的动态发展中.

从较长的时间尺度研究物种多样性随时间的变化规律,较短期和以时空互代的方法能更精确的反映自然状态下缙云山银木荷群落个体死亡和物种多样性变化及其关系. 但相对于漫长的森林自然演替,25年只能说是其一个极小阶段的变化过程,要更全面揭示群落的自然发展过程中个体死亡和物种多样性的变化规律及其之间的关系还有待作更长久的深入研究,从而分析出其本质的联系.

## 参考文献(References):

- [1] CHARES S E. Dying and Dead Wood in the Pattern of Animal Community[M]. London: Methuen, 1966. 279-305.
- [2] BARNEY W C, JACK B W. Nitrogen fixation in decaying chestnut logs[J]. Plant and Soil, 1973, 39(2): 445-448.
- [3] MARK E H, DENNIS F W, JAY S, *et al.* Decomposition and mass of woody detritus in the dry tropical forests of the northern Yucatan Peninsula, Mexico[J]. Biotropica, 1995, 27(3): 305-316.
- [4] JUHA S, PETRI M, PEKKA P, *et al.* Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in Southern Finland[J]. Forest Ecology and Management, 2000, 128(3): 221-225.
- [5] DAVID H, VAN L. Dynamics of coarse woody debris in southern forest ecosystems[J]. General Technical Report Southern Research Station, USDA Forest Service, 1996, SE-94: 10-17.
- [6] DIANA L, MILTON L, RODOLFO P, *et al.* Mortality pattern and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica[J]. Journal of Ecology, 1985, 73(3): 915-924.
- [7] 田昆, 张国学, 程小放, 等. 木兰科濒危植物华盖木的生境脆弱性[J]. 云南植物研究(TIAN Kun, ZHANG Guo-xue, CHENG Xiao-fang, *et al.* The habitat fragility of manglietiastrum sinicum[J]. Acta Botanica Yunnanica), 2003, 25(5): 551-556.
- [8] 罗大庆, 郭泉水, 黄界. 西藏色季拉原始冷杉林死木特征研究[J]. 生态学报(LUO Da-qing, GUO Quan-shui, HUANG Jie. A character study on the dead of primeval Abies of sejila mountain in southeastern Tibet[J]. Acta Ecologica Sinica), 2004, 24(3): 635-639.
- [9] 袁志忠, 包维楷, 何丙辉. 川西地区岷江柏种群生命表与生存分析[J]. 云南植物研究(YUAN Zhi-zhong, BAO Wei-kai, HE Bing-hui. Life table and survival analysis of cupressus chengiana population in the western of Sichuan, China[J]. Acta Botanica Yunnanica), 2004, 26(4): 373-381.
- [10] 陈华, HARMON M E. 温带森林生态系统粗死木物质动态的研究[J]. 应用生态学报(CHEN Hua, HARMON M E. Dynamic study of coarse woody debris in temperate forest ecosystems[J]. Chinese Journal of Applied Ecology), 1992, 3(2): 99-104.

- [11] 张修玉, 管东生, 张海东. 广州三种森林粗死木质残体(CWD)的储量与分解特征[J]. 生态学报(ZHANG Xiu-yu, GUAN Dong-sheng, ZHANG Hai-dong. Characteristics of storage and decomposition of coarse woody debris (CWD) under three forest in Guangzhou[J]. Acta Ecologica Sinica), 2009, 29(10): 5527-5236.
- [12] 郝占庆, 吕航. 木质物残体在森林生态系统中的功能评述[J]. 生态学进展 (HAO Zhan-qing, LÜ Hang. An overview of the roles of coarse woody debris in forest ecosystem[J]. Advance in Ecological), 1989, 6(8): 179-183.
- [13] 陈华, 徐振邦. 粗死木质物残体生态研究历史、现状和趋势[J]. 生态学杂志(CHEN Hua, XU Zhen-bang. History, current situation and tendency of CWD ecological research[J]. Chinese Journal of Ecology), 1991, 10(1): 45-50.
- [14] 何东进, 何小娟, 洪伟, 等. 森林生态系统粗死木质残体的研究进展[J]. 林业科学研究(HE Dong-jin, HE Xiao-juan, HONG Wei, et al. Research progress of coarse woody debris in forest ecosystems[J]. Forest Research), 2009, 22(5): 715-721.
- [15] 李博, 杨持, 林鹏. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社(LI Bo, YANG Chi, LIN Peng. Ecology[M]. Beijing: Higher Education Press), 2000. 47-52.
- [16] 周先容, 刘玉成, 尚进, 等. 缙云山自然保护区种子植物区系研究[J]. 四川师范大学学报(自然科学版)(ZHOU Xian-rong, LIU Yu-cheng, SHANG Jin, et al. Floristic study of the seed plants on Jinyun Mountain nature reserve[J]. Journal of Sichuan Normal University (Natural Science)), 2007, 9(35): 647-651.
- [17] LIU Yu-cheng, YUE Quan, HUANG Lin. The properties of plant community of the fixed plot of the evergreen broad-leaved forest in sanctuary of Jinyun mountain[J]. Journal Southwest China Teachers University (Natural Science), 1993, 18(1): 76-84.
- [18] 郝占庆, 郭水良, 曹同. 长白山植物多样性及其格局[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社 (HAO Zhan-qing, GUO Shui-liang, CAO Tong. Plant Diversity and Pattern at Changbaishan[M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Publish House), 2002. 196-198.
- [19] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I a 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性(MA Ke-ping. Measurement of biotic community diversity for I a diversity[J]. Chinese Biodiversity), 1994, 2(30): 162-168.
- [20] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I a 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性(MA Ke-ping. Measurement of biotic community diversity for I a diversity[J]. Chinese Biodiversity), 1994, 2(4): 231-239.
- [21] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 II  $\beta$  多样性的测度方法[J]. 生物多样性(MA Ke-ping. Measurement of biotic community diversity for II  $\beta$  diversity[J]. Chinese Biodiversity), 1995, 3(1): 38-43.
- [22] 张峰, 张金屯, 上官铁梁. 历山自然保护区猪尾沟森林群落植物多样性研究[J]. 植物生态学报(ZHANG Feng, ZHANG Jin-tun, SHANGGUAN Tie-liang. Plant diversity of forest community in Zhuweigou of Lishan mountain nature reserve[J]. Acta Phytocologica Sinica), 2002, 26(Suppl.): 46-51.
- [23] 冉春燕, 陶建平, 宋利霞. 亚热带常绿阔叶林几种乔木种子萌发特性研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版)(RAN Chun-yan, TAO Jian-ping, SONG Li-xia. A comparative study on seed germination characteristics of several tree species in subtropical evergreen broad-leaf forests[J]. Journal of Southwest Agricultural University (Natural Science)), 2005, 27(6): 753-756, 776.
- [24] 江洪. 云杉种群生态学[M]. 北京: 中国林业出版社(JIANG Hong. Spruce Population Ecology[M]. Beijing: Chinese Forestry Press), 1992. 11-30.
- [25] 洪伟, 王新功, 吴承祯, 等. 濒危植物南方红豆杉种群生命表及谱分析[J]. 应用生态学(HONG Wei, WANG Xin-gong, WU Cheng-zhen, et al. Life table and spectral analysis of endangered plant[J]. Chinese Journal of Applied Ecology), 2004, 15(6): 1109-1112.
- [26] 毕晓丽, 洪伟, 吴承祯, 等. 武夷山米槠种群生命表分析[J]. 热带亚热带植物学报 (BI Xiao-li, HONG Wei, WU Cheng-zhen, et al. Life table analysis of *Castanopsis carlesii* population in wuyishan[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany), 2001, 9(9): 243-247.
- [27] 祝宁, 王文弘, 陈文斌. 植物种群生态学导论[M]. 哈尔滨市: 东北林业大学出版社 (ZHU Ning, WANG Wen-hong, CHEN Wen-bin. Introduction to Plant Population Ecology[M]. Haerbing: Northeast Forestry University Press), 1987. 19-50.
- [28] 张池, 黄忠良, 史军辉, 等. 鼎湖山季风常绿阔叶林木本植物死亡动态[J]. 生态学报(ZHANG Chi, HUANG Zhong-liang, SHI Jun-hui, et al. Dynamics and causes of woody plant death in the monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan Nature Reserve[J]. Acta Ecologica Sinica), 2006, 26(8): 2457-2462.
- [29] YVONNE B. Ecosystem function of biodiversity[J]. Bioscience, 1994, 44 (10): 657-660.
- [30] CLARENCE L, LEHMAN, DAVID T. Biodiversity, stability, and productivity in competitive communities[J]. The American Naturalist, 2000, 156(5): 534-552.

## 2011 年《杂交水稻》征订启事

《杂交水稻》是由国家杂交水稻工程技术研究中心和湖南杂交水稻研究中心主办的、对国内外公开发行的专业技术刊物, 刊号: ISSN 1005-3956, CN 43-1137/S. 获第二届国家期刊奖提名奖, 为全国中文核心期刊、中国科学引文数据库(CSCD)核心库来源期刊、《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊、中国科技论文统计源期刊、中国学术期刊综合评价数据库来源期刊、《中国期刊网》和《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊、万方数据资源系统数字化期刊群全文收录期刊、湖南省一级期刊、湖南省优秀科技期刊、湖南省十佳科技期刊、全国优秀科技期刊、中国期刊方阵双效期刊。主要宣传报道我国及国外杂交水稻研究、应用中的最新成果、进展、动态、技术经验和信息等。辟有专题与综述、选育选配、栽培技术、繁殖制种、新组合、基础理论、国外动态和简讯等栏目。

双月刊, 大 16 开本, 96 页, 逢单月出版, 每册定价 8.0 元, 年价 48 元。订阅办法: (1) 可到当地邮局订阅, 邮发代号: 42-297. (2) 直接向本刊杂志社订阅, 另加收挂号费每个订户全年 18 元整。请将款邮至长沙市马坡岭远大二路 736 号《杂交水稻》杂志社或信汇中国农业银行长沙马坡岭支行, 账户为湖南杂交水稻研究中心, 账号 18035801040000507 (务请注明为杂交水稻 2011 年杂志款), 邮编 410125, 电话 0731-82872955, 82872954, 82872961; E-mail: jhybrice@2118.cn; http://zjsd.chinajournal.net.cn.

欢迎订阅, 并欢迎投稿、刊登广告。