

保护区周边居民薪柴采集对乔木分布影响研究

——以四川王朗大熊猫自然保护区为例

葛之葳¹ 邢玮¹ 李俊清^{1*} 杨伟勇²

(1. 北京林业大学, 北京 100083; 2. 法国奥弗涅大学, 法国)

摘要:保护区内周边地区的自然村庄中人们的日常生活对于村庄附近的森林群落结构有着重要的影响。本文通过分析乔木蓄积量和“乔木—灌木”复合系统中乔木的相对密度随着距离村落中心远近变化的函数关系,揭示当地居民薪柴采集活动对于乔木分布影响的规律。首先对于四川省平武县木座乡、木皮乡和白马乡里10个村庄进行随机入户农村家庭经济调查,掌握基本经济条件;然后对于调查结果进行聚类分析,选定小河、厄里和详述加三个典型村庄作为研究对象。按照距村落中心距离远近作梯度样带调查,计算出各个样带中的木材蓄积量和“乔木—灌木”复合系统中乔木的相对密度,利用数理统计方法进行模型拟合。拟合结果显示:(1)贫富差距对于乔木分布规律没有明显的影响,三个村落的数据分析结果类似。说明这三个村落的贫富差距还没有足以影响村落周围乔木分布。(2)木材蓄积量和“乔木—灌木”复合系统中乔木的相对密度与距村落中心位置距离的函数关系分别符合Logistic模型和Growth模型。在距离小于第一阈值(3~4km)的时候,因变量随着自变量——距离的增加而缓慢增加。这说明这一区域内乔木分布受到薪柴采集活动影响很大,虽然也有所增加但是趋势不明显。当距离在第一阈值(3~4km)至第二阈值(7~8km)的时候,曲线切线斜率突然增大。这说明薪柴采集活动频率和强度迅速增加,因而导致乔木的蓄积量和密度都快速恢复。当距离继续增大的时候,因变量增长速率又逐渐回落,乔木分布也已经与原始林中的状态相似。

关键词: 木材蓄积量 乔木相对密度 薪柴采集 聚类分析 Logistic 模型 Growth 模型

基金项目: 国家重大基础研究项目资助(2002CB111505)

作者简介: 葛之葳(1981~), 男, 汉族, 安徽省广德县人, 硕士研究生, 主要研究方向是保护生物学和生态恢复。联系方式: 010-67847854, 13683307409, nerrynor@hotmail.com, 北京林业大学 739 信箱, 100083。

*通讯作者 Author for Correspondence. E-mail: lijq@bjfu.edu.cn

Foundation item: the National Major Fundamental Research Program of China (2002CB111505)

Biography: Ge Zhiwei (1981~), male, the Han nationality, born in Anhui province Guangde County, post-graduate student, research interests are conservation biology and restoration ecology. Tel: 010-67847854; e-mail: nerrynor@hotmail.com

The Impact of Firewood Collection by Local People on the Distributing of Arbors around the Nature Reserves: A Case Study in Wanglang Nature Reserve for Giant Panda (Sichuan)

Ge Zhiwei¹ Xing Wei¹ Li Junqing^{1*} Yang Weiyong²

(1. Beijing Forestry University, Beijing 100083; 2. Universite d'Auvergne, France)

Abstract: The activities of local people living in or around the nature reserves have important influences on the structure of forest communities. This study focused on the influences, which come from the firewood collecting by the local people, on the distribution of arbors. Through the investigation in 10 villages near the Wanglang nature reserve, the income levels of the villages were divided into 3 ranks using the K-means Cluster, and 3 villages, which are the closest to the average values of each rank, were chosen to do the detailed analysis. At 90 sites around these 3 villages, some information was recorded on the characteristics of arbors (species, height, diameter at breast height, and percentage of cover) and shrubbery (species, height, quantity, percentage of cover, basal diameter and weight). Based on these data, the results indicated that the cumulative quality of the timber and the tree density relative to the one of shrubby both were the function of the distance to the center of the village (independent variable). By using the SPSS (Statistical Program for Social Sciences), regressive curves estimation was made in 10 math models. From the results of estimating, significant difference could not be found among the 3 villages so that the conclusion can be made as follow: the economic gaps existing in these 3 villages didn't affect obviously the distribution of the arbors. It is because that the economic differences lying among the 3 villages are not significant enough to cause the changing on the approaches and the quantities of firewood collection of the local people. In addition, the results of curve estimation show that the R^2 reaches the peak when comparing the function between the independent variable and the cumulative quality of the timber with the Logistic Model. Simultaneously, the maximum R^2 appeared when we compared the function curve composed by the independent variable and the tree density relative to the one of shrubby with the Growth Model. The distributing pattern can be easily found from the curve of the function. At first, the dependent variable ascended gently along with the increasing of the independent variable, which illustrates that if the distance to the center of the village is less than the first threshold (between 3 km to 4 km), firewood collection plays a key role in the distribution of arbors. Even if the quality and the quantity increase, the trend changes slightly. However, if the distance keeps going up, the slope of the curve rises up suddenly and sharply. The trend is caused by the dramatic intensity reducing of the negative disturbance from firewood collecting, and the existing range lies from the first threshold to the second threshold (between 7 km to 8 km). And after that, due to the human's influence on firewood collecting reduce gradually and almost can be ignored, the increasing trend of the curve becomes gentle again, and finally, the quality and quantity of the arbors go back to what they are in the original state.

Key words: firewood, K-means Cluster, cumulative quality, tree density, curve estimation, Logistic Model, Growth Model.

由于特定的历史和自然因素，在保护区内以及周边邻近地区保留有很多自然村落，我们不能完全忽视这些依靠森林而存在的社区对于森林资源的合理使用权。^[1,7]生物资源遭到破坏的主要原因就是在于剥夺了最接近自然保护区的居民对这些资源的经营使用权。^[2,8,9]生物资源保护在维持基本的生态过程和生命维持系统，保持生物遗传多样性的基础上，还要保证生态系统合生物物种的持续利用。也就是说，我们不能简单的禁止人为活动在受保护的森林中发生，这是不科学也是不现实的。^[10-12]因此，了解人为活动对森林群落结构和分布的影响就显得非常重要。

在大部分自然村落中，对森林分布有直接影响的人为活动主要就是薪柴的采集。^[13-15]薪柴采集活动能够在短时期内使得生态系统中物种多样性上升^[16,17]，但是单纯的物种多样性上升并不能全面反映生态系统健康水平。^[18-20]本研究希望通过分析乔木分布与薪柴采集活动强度之间的函数关系，揭示薪柴采集对乔木分布的影响规律。

1 研究地概况

本文选定紧邻王朗国家级大熊猫自然保护区的四川省绵阳地区平武县作为研究对象。四川王朗国家级自然保护区建于 1965 年，是全国建立最早的四个以保护大熊猫等珍稀野生动物及其栖息地为主的自然保护区之一。本区地处横断山北缘的川西高山峡谷地区，青藏高原与四川盆地的接合部。地势由西北向东南倾斜，属深山切割型山地，峰峦叠嶂，山高谷狭，溪流纵横。^[3-5]

2 研究方法

选定这一区域作为研究地的理由是：（1）在平武县与王朗自然保护区毗邻处是羌族和白马藏族聚居地，这些地方的居民由于自身民族习惯以及政府相关政策的限制，没有发展大型工业产业，只有少量旅游业和运输业的开展；^[3]（2）由于从 1999 年开始实施退耕还林政策，农户仅保留了一定的自留地，没有了大面积农田，乡村周边的森林群落受到了良好的保护。因此在这一区域内，居民采集薪柴是人为活动对森林直接影响的唯一途径，排除了第一、第二产业活动的开展对于研究结果的影响。

2.1 研究样地设置点的选取

2005 年 5 月，我们对四川省绵阳地区平武县内木座、木皮和白马三个乡共 10 个村庄进行了随机入户农村家庭经济调查，回收有效问卷 334 份。一般意义上来说，贫富差距会导致当地居民日常生活方式的不同（比如用沼气、电力等现代能源替代传统能源——薪柴），从而导致薪柴使用量的差异。因此，为了能够在建立的数学模型中反应出贫富差异对乔木分布

的影响，我们首先对这 10 个村庄进行分类。

根据各个村的平均家庭年收入水平进行聚类分析，将其分为第 1 类：富裕、第 2 类：中等、第 3 类：贫穷（见表 1）。由分类结果可以看出最接近三类经济水平平均值的三个村庄分别是：木皮乡的小河村、白马藏族自治乡的厄里和白马藏族自治乡的亚者村，因此选定这三个村作为本研究的样地设置点。

表 1：随机入户农村家庭经济调查结果和分类情况统计表

Table 1: the results of the economic status of all the villages which had been investigated

乡 Town	行政村 Village	回收有效问卷 数（份） Valid questionnaires	平均家庭年收入 （元） Average income per household	经济水平 分类 Economic range	与该类平均水平 差距（元） The distance to the average
木座乡 (Muzuo town)	和平村 (Heping village)	68	5394.426	2	728.7888
	新义村(Xinyi village)	38	4009.747	2	655.8902
	小河村 (Xiaohe village)	32	4432.387	2	233.2502*
木皮乡 (Mupi town)	关坝村 (Guanba village)	36	8163.222	3	504.1547
	金丰村 (Jinfeng village)	23	6906.0	3	753.0673
	厄里(Eli) 王坝楚 (Wangbachu)	19	7313.789	3	345.2783*
白马藏族自 治乡 (Baima Zang nationality borough)	民族村 (Minzu village)	22	5113.091	2	447.4538
	亚者村(Yazhe village)	43	4378.535	2	287.1022
	伊瓦村(Yiwa village)	23	14000.52	1	0*
		31	8253.258	3	594.1907

(*: 表示最接近该类平均水平的数据; *: the number who has the shortest distance to the mean of his range)

在选定了行政村之后，还需要确定样地设置的具体自然村位置，这三个行政村中只有厄里村是一个自然村，不用进行二次筛选，其他小河村和亚者村两个村落都各自包括 4 个自

然村落，再根据他们各自的家庭平均年收入和周围植被保护情况最终选定小河村的上（下）坝组（自然村）和亚者村的详述加组（自然村），连同厄里村作为实验的三个样地设置点。

2.2 样带的设置

在被调查的村落中，居民的薪柴采集活动只有面积限制（即：只允许在村里分配的柴山上砍柴）而没有树种和木材粗度的限制。另外，他们的薪柴采集方式非常原始，90%以上的农户是利用人工背扛或牲畜运输方式，采伐工具也没有现代的工业化设备。因此，薪柴采集强度主要受距离远近的控制，所以本研究以距离自然村落中心位置距离作为梯度标准进行样地的设置。

首先确定三个自然村落的中心位置，然后通过实地观察和询问当地居民确定一条村民薪柴采集主要道路，并确定：一般步行采集薪柴最远距离为 7km 左右。从距离村落中心位置 1km 处开始设置样带，以后用手掌式 GPS 卫星定位仪进行距离的测算，每隔 200m 设置 30m×4m 的样带（南北方向为 30m，东西方向为 4m），进行每木检尺；再在每个样带两端和中间分别设置 3 个 4m×4m 的小样方分别调查灌木种类、株数、盖度、基径、重量、高度等特征。每个自然村落设置 30 个样带，最远样带距离村落中心为 6.8km。

为了保证所有样带中森林群落类型的统一，在样带具体选取过程中遵循以下两个原则：

（1）在道路选取过程中尽量保持所有的样地海拔差距不超过 150m，将海拔对森林群落的影响降低到最小；

（2）全部样带都设置在半阴坡上，坡度在 23°~26° 之间，消除坡向和坡度对于森林群落的影响

2.3 数据处理

本研究选取乔木蓄积量和乔木相对于灌木的密度来反映乔木分布特征。因此，在样带中主要观察的生态学指标包括：乔木层——单株树高（具体指标包括：仰角、俯角、观测点和被观测乔木的水平距离）、单株胸径；灌木层——种类、株数。计算公式如下：

（1）树高 H：

$$H = (\operatorname{tg}A - \operatorname{tg}B) \cdot S$$

（A：仰角；B：俯角；S：观测点到被观测乔木的水平距离）

（2）蓄积量 V：

$$V = a \cdot D^b \cdot H^c$$

(D: 树木胸径; H: 树高; a、b、c: 常数, 可由表 2 查算得出)

表 2: 二元立木材积表参数及精度表 (部分)^[6]

Table 2: the parameters for accounting the quantity of the wood and its precision

树种名称 The name of species	系数 (Coefficient)		
	a×10 ⁻⁵	b	c
云杉 (<i>Picea asperata</i> Mast)	5.6790543	1.8517320	1.0334624
杉木 (<i>Cunninghamia lanceolata</i>)	5.7173591	1.8813305	0.99568845
白桦 (<i>Betula platyphlla</i>)	4.8941911	2.0172708	0.88580889
其它阔叶树(other Broadleaves)	5.2750716	1.9450324	0.93885330

本表转自《高山营林手册》^[6] This table is extracted from “*Forest Management hand book in alps*”^[6]

(3) 乔木相对密度 I:

乔木相对密度=乔木个体数/总个体数×100%

2.4 数学模型的建立

以距离村落中心远近为自变量, 乔木蓄积量和相对重要值为因变量, 利用 SPSS 数理统计软件建立数学模型, 并对 10 种数学模型 (线性模型、二次方程模型、复合曲线模型、等比级数曲线模型、对数方程模型、三次方程模型、S 型曲线模型、指数方程模型、幂曲线模型和 Logistic 曲线模型) 进行曲线拟合, 选择拟合优度 (R^2) 最高的数学模型结合实地情况进行讨论分析。

3 结果与分析

由于在样地选取时, 对于海拔和坡向、坡度进行了控制, 所有样带内森林类型都属于亚热带针阔混交林, 所以排除了森林群落类型对数据结果的影响, 所有样带数据具有可比性。

3.1 木材蓄积量与距离的关系

木材蓄积量随着与村落中心位置距离的增加有不断增加的趋势, 通过分析可以看出 (见图 1): 在距离村落中心 3km 以内, 木材蓄积量呈现缓慢上升趋势; 3~4km 处切线斜率突然升高, 波动幅度也明显增加; 而在距离增加到 7km 以后切线斜率有开始慢慢回落, 特别是与 Logistic 模型和 S 曲线模型的拟合结果可以看出最后曲线收敛于曲线上限的趋势非常明显。

图 1: 乔木蓄积量与距离变化关系的 Logistic 模型拟合结果图

Fig. 1: the relationship between the cumulative quantity of the wood and the distance curve estimation to the Logistic model

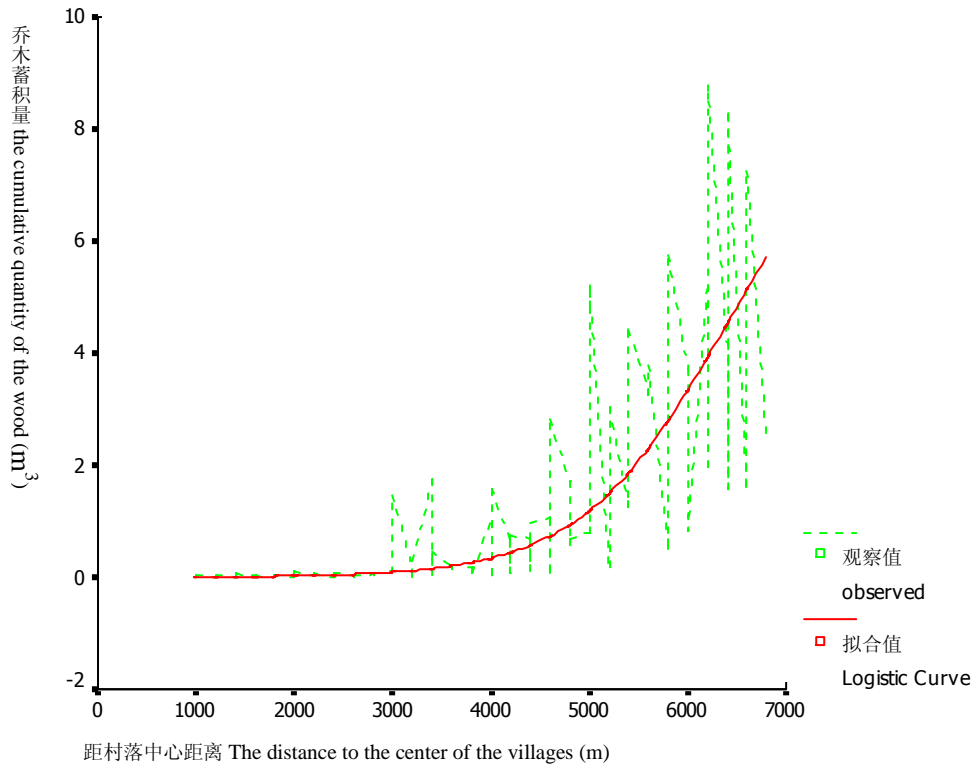


表 3: 木材蓄积量分布数学模型曲线拟合结果表

Table 3: the distribution of the quantity of the wood curve estimation

数学模型 math model		小河村数据分 析 the analysis of data from Xiaohe village	厄里数据分析 the analysis of data from Eli	亚者数据分析 the analysis of data from Yazhe village	样本总体分析 the analysis of the data in total
Logistic 曲线模型 (Logistic model)	b_0	1870.49	778.740	380.248	642.931
	b_1	0.9984	0.9987	0.9985	0.9986
	拟合优度(R^2)	0.839	0.834	0.849	0.757
	上限 (upper level)	6	4	9	9
参与分析数据量 The quantity of numbers in analysis		28	30	28	86

(注: Logistic 曲线模型标准方程—— $y = 1/(1+u+b_0 \cdot b_1^x)$; u: Logistic 曲线上限)

(Note: the equation of Logistic model— $y = 1/(1/u+b_0 \cdot b_1^x)$; u: the upper level in Logistic curve)

在将原始数据相对于 10 种数学模型进行拟合后，其中拟合优度最高的是 Logistic 曲线，平均拟合优度 到了 0.841，样本总体数据拟合优度 到了 0.757，（见表 3）这证明调查样地的木材蓄积量随着与村落中心距离的增加也近似按照 Logistic 模型增长。

通过三个村落拟合结果对比可以看出，关键系数 b_1 的变化 围为 0.0002，三个拟合结果曲线非常相似，Logistic 曲线的两个斜率突变点对应的距离 标差距不大，这说明三个村落的乔木蓄积量随距离变化而变化的规律非常相似。

对乔木蓄积量与距离变化关系的 Logistic 模型拟合结果观察显示：

（1）乔木蓄积量随距村落中心距离的增加而增加，并 两者之间函数关系符合 Logistic 数学模型，并最后收敛于原始状况下森林群落中的乔木蓄积量；

（2）观察值的后半 波动相对 大，因为受到林间 地等随机因素的影响，导致数据的波动（小河村样地数据和亚者样地数据分别出现两个异常数据就是这个原因）；

（3）Logistic 方程的两个斜率突变点分别出现在距离村落中心为 3~4km 处和 7~8km 处；

（4）薪柴采集对于乔木蓄积量的影响随着距离的增加逐渐 小，这种 小趋势可以用 Logistic 数学模型来 述。

3.2 乔木相对密度与距离的关系

乔木相对密度分布曲线与 10 种数学模型拟合后结果（见表 4）可以看出，与乔木蓄积量分布关系类似。

表 4：乔木相对密度分布数学模型曲线拟合结果表

Tab. 4: the distribution of the density of the trees curve estiamtion

数学模型 math model		小河村数据分 析 the analysis of data from Xiaohe village	厄里数据分析 the analysis of data from Eli	亚者数据分析 the analysis of data from Yazhe village	样本总体分析 the analysis of the data in total
增长函数模型 (Growth model)	b_0	-6.6155	-6.7556	-7.1977	-6.8795
	b_1	0.0007	0.0009	0.0008	0.0008
	拟合优度(R^2)	0.788	0.873	0.679	0.735
	参与分析数据量 The quantity of numbers in analysis	30	30	28	88

(注：增长函数模型标准方程— $y = e^{(b_0+b_1 \cdot x)}$ ； Note: the equation of Growth model— $y = e^{(b_0+b_1 \cdot x)}$)

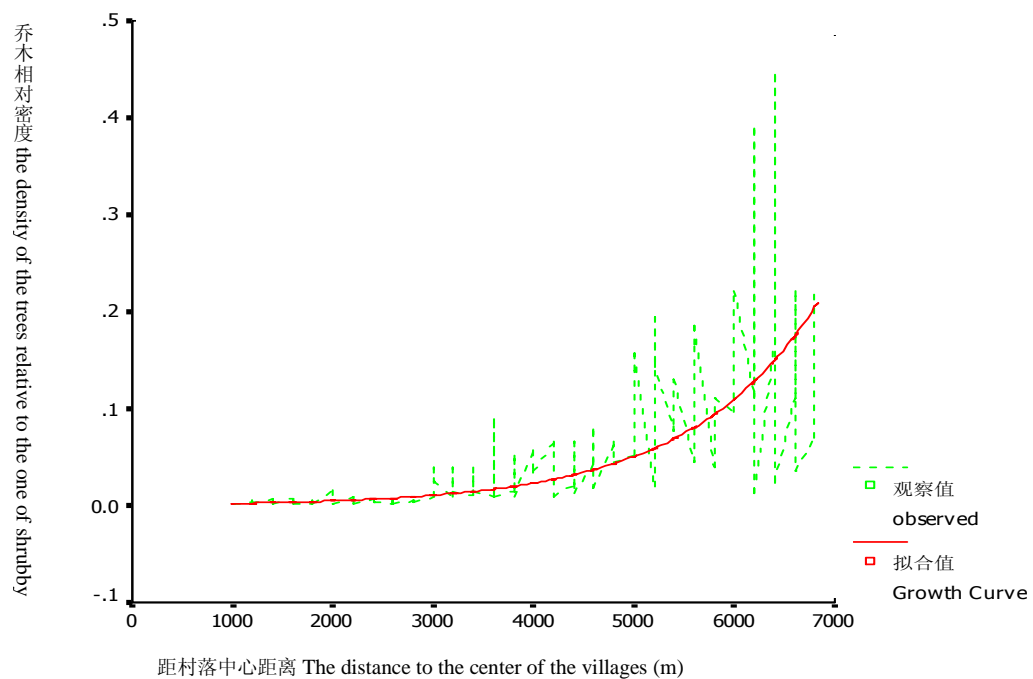
将原始数据相对于 10 种数学模型进行拟合，其中拟合优度最高的是 Growth 曲线，平均拟合优度 到了 0.780，样本总体拟合优度 到了 0.735（见表 4），这证明调查样地的乔

木相对密度随着与村落中心距离的增加符合 Growth 模型（见图 2）。拟合方程表明乔木密度随距离增加而增加，在距村落中心距离 4km 时增长速率很小； 4km 时增长速率开始增加，迅速上升至接近原始状态。

三个村落拟合结果对比可以看出，关键系数 b_1 的变化范围为 0.0001，与乔木蓄积量的分析结果一样，三个拟合结果曲线非常相似，这说明三个村落的乔木相对密度随距离变化而变化的规律也非常相似。

图 2: 乔木相对密度与距离变化关系的 Growth 模型拟合结果图

Fig. 2: the relationship between the density of the trees relative to the one of shrubby and the distance curve estimation to the Growth model



4 结论与讨论

4.1 经济水平差距影响分析

虽然被调查的三个村落的经济水平存在着差距，但是在分析过程中可以看出三个村落

周边的森林中乔木分布不存在非常明显的差距。出现这种情况的原因主要是：

(1) 不同经济条件下的村落能源使用结构并没有明显的差别*：在保护区附近的这些自然村落，由于运输条件和自然资源开采的限制，主要能源来源 然是薪柴（在我们调查的 10 个村落 334 户农户中仅有木皮乡金丰村里一户人家有沼气的使用）；由于近年来基础设施建设的 速发展，所有的村落都已经 设了电线，电 也 为 及率很高的家用电 之一。因此现在这些村落的能源使用结构是：所有的取 能源以及大部分的 调能源都是使用薪柴；只有一小部分用来 的能源是使用电能；

(2) 经济条件的差距并没有使得薪柴采集方法产生根本的 变：不同经济条件下的村

* It is cited from “*Forest Protection and Rural Economic Welfare: The case of Labagoumen Nature Reserve (China)*” written by Sylvie Drmurger & Martin Fournier, which is prepared for the Fourth Bioecon Workshop on the Economics of Biodiversity Conservation “Economic Analysis of Policies for Biodiversity Conservation”, August 28-29, 2003, Venice, Italy.

落都采取的是原始的采集方式，并没有现代化林业设备的应用，采集效率 然很低。

4.2 当地居民采集薪柴对森林中乔木分布影响特点

由于距村落中心距离可以反映薪柴采集活动强度，所以由乔木蓄积量和乔木相对密度随距离变化而变化的规律可以看出：在不利用现代化林业设备，不发展第一、第二产业的

下，薪柴采集强度对乔木蓄积量的影响呈 Logistic 曲线增长趋势，而对乔木相对密度影响符合 Growth 增长模型。对比以上两种数学模型特点可见：

(1) 在距离自然村落中心位置小于第一阈值（3~4km）区域内观察值增长缓慢，呈现均 分布，与距离自变量相关性很低。这说明这一距离内薪柴采集活动对蓄积量和乔木相对密度 定性作用；

(2) 在第一阈值（3~4km）至第二阈值（7~8km）之间，观察值 速增长，曲线切线斜率很大，表明数据增长速度很快。说明在第一阈值（3~4km）至第二阈值（7~8km）之间薪柴采集活动影响力迅速 ，森林群落内部增长 动力重要性 来 高；

(3) 在曲线的最后 ，曲线斜率又开始回落。这说明薪柴采集活动的影响已经很小，在接近原始状态下可以忽 ，而森林群落内部增长 动力的作用也已经接近 限；

(4) 由 Logistic 方程公式可以 算出三个村落各自 到蓄积量上限的 95%时，距离分别为 7662.7m、8447.1m 和 7382.8m。说明在距离村落中心 8.5km 时薪柴采集活动的影响已经可以忽 。

4.3 自然村落周围森林中乔木分布规律

由以上分析可以得出结论：在没有第一、第二产业的自然村落周围森林中乔木分布分为三个：

(1) 缓慢增长：此区内乔木层缓慢增长，薪柴采集活动对于乔木分布的影响很大；分布围为距村落中心距离小于第一阈值（3~4km）的区域内。

(2) 速增长：此区内乔木层增长速率大幅度升，薪柴采集活动影响程度迅速下降，人为活动影响迅速少；分布围以村落中心为核心，距离在第一阈值（3~4km）和第二阈值（7~8km）之间的区域内。

(3) 趋向原始：此区内乔木层增长速率回落，薪柴采集活动影响基本可以忽略，人为非常少见；分布围在速增长以外至原始状态之间区域，经计算 8.5km 时乔木层可以恢复到接近原始林 95% 水平。

Reference:

- [1] An L D, Li J W. The Sustainable Development of the Nature Reserves & the Communities. In: Li Y S ed. *The Effective Management for Sustainable Development in Chinese Nature Reserve*. Beijing: China Biodiversity Conservation Fund. 2002. 121~133.
- [2] Gao X M, Chen L Z, Ma K P, et al. The Impact of Human Alteration on Ecosystem Diversity in Shennongjia. In: Chen L Z, Wang Z W ed. *The Impact of Human Alteration on Ecosystem Diversity*. Zhejiang: Zhejiang Technology publisher. 1999. 139~197.
- [3] Compilation committee of "The Ping Wu County". The Ping Wu County. *Sichuan: Sichuan Technology publisher*. 1997. 94~190..
- [4] Shen G Z, Li J Q, Jiang S W. Structure and Dynamics of Subalpine Forests in Giant Panda Habitat. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1294~1299.
- [5] The management of research & protection of the wild animal resource in Sichuan, Sichuan academy of forest ed. The general scientific report of Wanglang nature reserve in Sichuan. *Sichuan: Sichuan Technology publisher*. 1999. 5~9.
- [6] Yang Y P ed. Forest Management hand book in alps. *Sichuan: Sichuan Technology publisher*. 1985. 298~361.
- [7] Munasinghe M, McNeely J. Economic and Policy issues in natural habitats and Protected Areas. In: Munasinghe M, McNeely J. ed. *Protected Area Economics and Policy*. Cambridge:

- IUCN. 1994. 15~49.
- [8] Bakker. Nature Management by grazing and cutting. *Kluwer Academic Publisher*, 1989. 11~17.
- [9] McNeely J.A. Conservation biodiversity: the key political, economic and social measures. In: F. Di Castri, T. Younes. ed. *Biodiversity, Science and Development*. Paris: CAB International. 1996. 264~281.
- [10] Di Castri F. The chair of sustainable development. *Nature and Resource*. 1995, 31(3): 2~7.
- [11] Di Castri F. The ecosystem in a specific, economic and social context: Is sustainability possible? In: Salvatore Leonardi ed. *Sustainability of chestnut forest ecosystem*. Italy: International symposium in Catania. 1998. 22~24.
- [12] Oldman R. A. A. Sustainable development is fuzzy development. *Nature and Resources*, 1995, 31(3): 1~1.
- [13] Akira Mori, Hiroshi Takeda. Effects of undisturbed canopy structure on population structure and species coexistence in an old-growth subalpine forest in central Japan. *Forest Ecology and Management*. 2004 (200): 89~100.
- [14] Fan H, Zhang H D. Study on the Spreading of Environmental Impact of Human Being's Activities and its Crucial Factors in Upper Minjiang River. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 2003, 8(3): 949~956.
- [15] Jianguo Liu, Marc Linderman, Zhiyun Ouyang *et al.* Ecological Degradation in Protected Areas: The Case of Wolong Natural Reserve for Giant Pandas. *Science*, 2001,6(292): 98~101.
- [16] Abugov R. Species Diversity and Phasing of Disturbance. *Ecology*, 1982, 63(2): 289~293.
- [17] Miller T E. Community Diversity and Interactions between the Size and Frequency of Disturbance. *American Naturalist*, 1982, 120: 533~536.
- [18] Huston M. A. General Hypothesis of Diversity. *American Naturalist*, 1979, 113: 81~1018.
- [19] Connell J. H. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 1978,19: 1302~1310.
- [20] Collins S L. Experimental Analysis of Intermediate disturbance and Initial Floristic Composition: Decoupling Cause and Effect. *Ecology*, 1995, 76(2): 486~492.

- [1] 安 文, 李文. 自然保护区及其周边社区的可持续发展. 见: 李 文 主 编. 中国自然保护区可持续发展有效 理. 北京: 中国生物多样性保护基金会, 2002. 121~133.
- [2] 高 明, 王 望, 马 平等. 人类活动对 带生态系统多样性的影响. 见: 王 望 主 编. 人类活动对生态系统多样性的影响. : 科学 出 社, 1999. 79~131.
- [3] 平武县县 会. 平武县 . 四川: 四川科学 出 社, 1997. 94~190.
- [4] 国珍, 李俊清, 伟. 大熊猫栖息地亚高山针叶林结构和动态特征. 生态学 , 2004, 24 (6): 1294~1299.
- [5] 四川省野生动物资源调查保护 理 , 四川省林业科学 . 四川王朗自然保护区 合科学 察 . 四川: 四川林业出 社, 1999. 5~9.
- [6] 杨 坡主 编. 高山营林手册. 四川: 四川科学 出 社, 1985. 298~361.