

## 保护区周边居民薪柴采集对乔木分布的影响

——以四川王朗大熊猫自然保护区为例

葛之葳<sup>1</sup>, 邢 玮<sup>1</sup>, 李俊清<sup>1\*</sup>, 杨伟勇<sup>2</sup>

(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。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 3 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,3 个村落的的数据分析结果类似。说明这 3 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 1 域值(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 1 域值(3~4km)至第 2 域值(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

文章编号:1000-0933(2006)01-0097-07 中图分类号:Q142, Q948, S718.52<sup>+</sup>4 文献标识码:A

## 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 Zhi-Wei<sup>1</sup>, XING Wei<sup>1</sup>, LI Jun-Qing<sup>1\*</sup>, YANG Wei-Yong<sup>2</sup> (1. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Université d'Auvergne, France). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 97-103.

**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

基金项目:国家重大基础研究资助项目(2002CB111505)

收稿日期:2005-08-05;修订日期:2005-10-20

作者简介:葛之葳(1981-),男,安徽省广德县人,硕士生,主要从事保护生物学和生态恢复研究. E-mail: nerrynor@hotmail.com

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

Foundation item: National Major Fundamental Research Program of China (No. 2002CB111505)

Received date: 2005-08-05; Accepted date: 2005-10-20

Biography: GE Zhi-Wei, Master candidate, mainly engaged in conservation biology and restoration ecology. E-mail: nerrynor@hotmail.com

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 R2 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 R2 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,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<sup>[1,2]</sup>。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<sup>[3-5]</sup>。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,不能简单的禁止人为活动在保护的森林中发生,这是不科学也是不现实的<sup>[6-8]</sup>。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<sup>[9-11]</sup>。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<sup>[12,13]</sup>,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<sup>[14-16]</sup>。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<sup>[17-19]</sup>。

## 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<sup>[17]</sup>;(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,对四川省绵阳地区平武县内木座、木皮和白马3个乡镇共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,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(表 1)。由分类结果可以看出最接近 3 类经济水平平均值的 3 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 3 个村作为本研究的样地设置点。

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 3 个行政村中只有厄里村是一个自然村,不用进行 2 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 3 个样地设置点。

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(Yuan)	经济水平分类 Economic range	与该类平均水平差距(元) The distance to the average(Yuan)
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
木皮乡 Mupi town	小河村 Xiaohu village	32	4432.387	2	233.2502*
	关坝村 Guanba village	36	8163.222	3	504.1547
	金丰村 Jinfeng village	23	6906.0	3	753.0673
白马藏族自治乡	厄里 Eli	19	7313.789	3	345.2783*
Baima Zang nationality borough	王坝楚 Wangbachu	22	5113.091	2	447.4538
	民族村 Minzu village	43	4378.535	2	287.1022
	亚者村 Yazhe village	23	14000.52	1	0*
	伊瓦村 Yiwa village	31	8253.258	3	594.1907

\* 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

## 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 3 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)在道路选取的过程中尽量保持所有的样地海拔的差距不超过 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:

树高  $H$

$$H = (\operatorname{tg}A - \operatorname{tg}B) \cdot S \quad (1)$$

式中, $A$  为仰角; $B$  为俯角; $S$  为观测点到被观测乔木的水平距离。

蓄积量  $V$

$$V = a \cdot D^b \cdot H^c \quad (2)$$

式中,  $D$  为树木胸径;  $H$  为树高;  $a$ 、 $b$ 、 $c$  为常数, 可由表 2 查算得出。

乔木相对密度  $I$

$$\text{乔木相对密度} = \text{乔木个体数} / \text{总个体数} \times 100\% \quad (3)$$

## 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; 第 1 域值(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。

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, 平均拟合优度达到了 0.841, 样本总体数据拟合优度达到了 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 3 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  $\pm 0.0002$ , 3 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坐标差距不大, 这说明 3 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, 并且两者之间函数关系符合 Logistic 数学模型, 并最终收敛于原始状况下森林群落中的乔木蓄积量。

(2) 观察值的后半段波动相对较大, 因为受到林间空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(第 1 域值)处和 7~8km(第 2 域值)处。

表 2 二元立木材积表参数及精度表(部分)<sup>[20]</sup>

Table 2 The parameters for accounting the quantity of the wood and its precision<sup>[20]</sup>

树种 Species	系数 Coefficient		
	$a \times 10^{-5}$	$b$	$c$
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

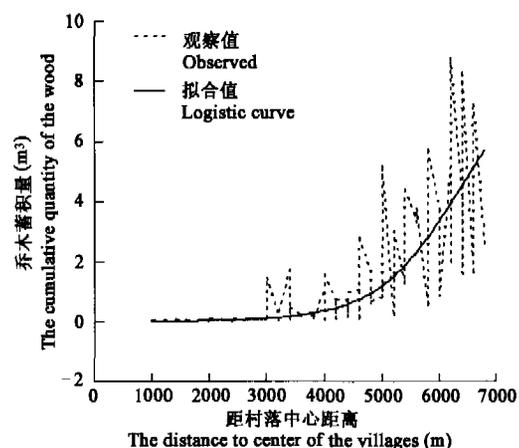


图 1 乔木蓄积量与距离变化关系的 Logistic 模型拟合结果图

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

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

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 Xiaohu 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

Logistic 曲线模型标准方程 the equation of Logistic model  $y = 1/(1/u + b_0 \cdot b_1^x)$ ;  $u$ : Logistic 曲线上限 the upper level in Logistic curve

### 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(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

Table 4 The distribution of the density of the trees curve estimation

数学模型 Math model		小河村数据分析 The analysis of data from Xiaohu 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

增长函数模型标准方程 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,平均拟合优度达到了 0.780,样本总体拟合优度达到了 0.735(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(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。

3 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  $\pm 0.0001$ ,与乔木蓄积量的分析结果一样,3 个拟合结果曲线非常相似,这说明 3 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。

## 4 结论与讨论

### 4.1 经济水平差距影响分析

虽然被调查的 3 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 3 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:

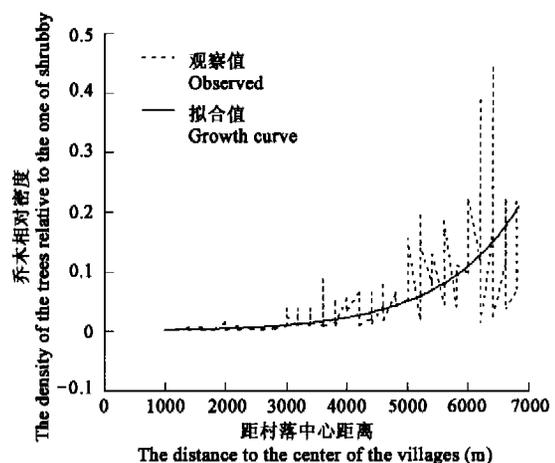


图2 乔木相对密度与距离变化关系的 Growth 模型拟合结果图

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

(1)不同经济条件下的村落能源使用结构并没有显著的差别\* 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,主要能源来源仍然是薪柴(在调查的 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飞速发展,所有的村落都已经铺设了电线,电饭锅也成为普及率很高的家用电器之一。因此现在这些村落的能源使用结构是:所有的取暖能源以及大部分的烹调能源都是使用薪柴;只有一小部分用来煮饭的能源是使用电能。

(2)经济条件的差距并没有使得薪柴采集方法产生根本的改变 不同经济条件下的村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,采集效率仍然很低。

#### 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、第二产业的前提下,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 1 域值(3~4km)区域内观察值增长缓慢,几乎呈现均匀分布,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起决定性作用。

(2)在第 1 域值(3~4km)至第 2 域值(7~8km)之间,观察值急速增长,曲线切线斜率很大,表明数据增长速度很快。说明在第 1 域值(3~4km)至第 2 域值(7~8km)之间薪柴采集活动影响力迅速减弱,森林群落内部增长驱动力重要性越来越高。

(3)在曲线的最后阶段,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略,而森林群落内部增长驱动力的作用也已经接近极限。

(4)由 Logistic 方程式可以推算出 3 个村落各自达到蓄积量上限的 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略。

#### 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 3 个阶段:

(1)缓慢增长阶段 此阶段内乔木层缓慢增长,薪柴采集活动对于乔木分布的影响很大;分布范围为距村落中心距离小于第 1 域值(3~4km)的区域内。

(2)急速增长阶段 此阶段内乔木层增长速率大幅度的提升,薪柴采集活动影响程度迅速下降,人为活动影响迅速减少;分布范围以村落的中心为圆心,距离在第 1 域值(3~4km)和第 2 域值(7~8km)之间的环形区域内。

(3)趋向原始阶段 此阶段内乔木层增长速率回落,薪柴采集活动影响基本可以忽略,人为痕迹非常少见;分布范围在急速增长阶段以外至原始状态之间区域,经计算  $\geq 8.5\text{km}$  时乔木层可以恢复到接近原始林 95% 水平。

#### References:

- [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] Munasinghe M, McNeely J. Economic and Policy issues in natural habitats and Protected Areas. In: Munasinghe M, McNeely J, eds. Protected Area Economics and Policy. Cambridge: IUCN., 1994. 15 ~ 49.
- [3] 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 eds. The Impact

\* 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

of Human Alteration on Ecosystem Diversity. Zhejiang: Zhejiang Technology publisher, 1999. 139 ~ 197.

- [ 4 ] Bakker. Nature Management by grazing and cutting. Kluwer Academic Publisher, 1989. 11 ~ 17.
- [ 5 ] McNeely J A. Conservation biodiversity: the key political, economic and social measures. In: F. Di Castri, T. Younes, eds. Biodiversity, Science and Development. Paris: CAB International, 1996. 264 ~ 281.
- [ 6 ] Di Castri F. The chair of sustainable development. Nature and Resource, 1995, 31(3): 2 ~ 7.
- [ 7 ] 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.
- [ 8 ] Oldman R A A. Sustainable development is fuzzy development. Nature and Resources, 1995, 31(3): 1 ~ 1.
- [ 9 ] 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.
- [ 10 ] 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.
- [ 11 ] 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.
- [ 12 ] Abugov R. Species Diversity and Phasing of Disturbance. Ecology, 1982, 63(2): 289 ~ 293.
- [ 13 ] Miller T E. Community Diversity and Interactions between the Size and Frequency of Disturbance. American Naturalist, 1982, 120: 533 ~ 536.
- [ 14 ] Huston M A. General Hypothesis of Diversity. American Naturalist, 1979, 113: 81 ~ 1018.
- [ 15 ] Connell J H. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. Science, 1978, 19: 1302 ~ 1310.
- [ 16 ] Collins S L. Experimental Analysis of Intermediate disturbance and Initial Floristic Composition; Decoupling Cause and Effect. Ecology, 1995, 76(2): 486 ~ 492.
- [ 17 ] Compilation committee of "The Ping Wu County". The Ping Wu County. Sichuan: Sichuan Technology publisher, 1997. 94 ~ 190.
- [ 18 ] 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.
- [ 19 ] The management of research & protection of the wild animal resource in Sichuan, Sichuan academy of forest eds. The general scientific report of Wanglang nature reserve in Sichuan. Sichuan: Sichuan Technology Publisher, 1999. 5 ~ 9.
- [ 20 ] Yang Y P ed. Forest Management hand book in alps. Sichuan: Sichuan Technology Publisher, 1985. 298 ~ 361.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 安丽丹,李景文.自然保护区及其周边社区的可持续发展.见:李延寿主编.中国自然保护区可持续发展有效管理.北京:中国生物多样性保护基金会,2002. 121 ~ 133.
- [ 3 ] 高贤明,陈灵芝,马克平,等.人类活动对暖温带生态系统多样性的影响.见:陈灵芝,王祖望主编.人类活动对生态系统多样性的影响.浙江:浙江科学技术出版社,1999. 79 ~ 131.
- [ 17 ] 平武县志编纂委员会.平武县志.四川:四川科学技术出版社,1997. 94 ~ 190.
- [ 18 ] 申国珍,李俊清,蒋仕伟.大熊猫栖息地亚高山针叶林结构和动态特征.生态学报,2004,24(6):1294 ~ 1299.
- [ 19 ] 四川省野生动物资源调查保护管理站,四川省林业科学院编著.四川王朗自然保护区综合科学考察报告.四川:四川林业出版社,1999. 5 ~ 9.
- [ 20 ] 杨玉坡主编.高山营林手册.四川:四川科学技术出版社,1985. 298 ~ 361.