

文章编号: 1008-2786-(2006)1-123-06

# 甘肃小陇山锐齿栎群落生物量特征分析

索安宁<sup>1,2</sup>, 巨天珍<sup>2</sup>, 张俊华<sup>2</sup>, 王勤花<sup>2</sup>

(1 北京师范大学 生命科学学院, 北京 100875; 2 西北师范大学 环境科学系, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 对甘肃小陇山锐齿栎群落乔木层生物量进行大量的野外调查和分析, 结果表明: 1. 锐齿栎单一优势种混交群落生物量最大, 其次为锐齿栎-鹅耳枥等小乔木混交群落, 而锐齿栎单一优势种群落(纯林)生物量相对较小, 杂木林群落生物量最小, 其生物量比锐齿栎单一优势种混交群落低 34.27%; 2. 锐齿栎群落乔木层的生物量增长规律为在群落发育成熟(80林龄左右)之前生物量在一直增加, 到形成稳定的群落结构(成熟林), 生物量趋于稳定(200 t/hm<sup>2</sup>), 随群落发育进入末期, 生物量有可能稍有降低; 3. 锐齿栎群落乔木层生物量在阴、阳坡都随海拔梯度先升高, 后降低, 呈典型的“中间膨胀”模式。

**关键词:** 锐齿栎群落; 生物量; 特征; 甘肃小陇山

**中图分类号:** S718.5 **文献标识码:** A

生物量是体现生态系统获取能量能力的主要方式之一, 对生态系统结构的形成具有重要的影响<sup>[1]</sup>。因此, 生物量的研究是生态系统生态学的重要基础, 也是开展生产力和生态系统能量过程和能量分配研究的基础<sup>[2-3]</sup>。国内外学者对生态系统生物量关注较早, 不同学者从不同侧面对其进行了较为深入的研究<sup>[4-7]</sup>。甘肃小陇山位于秦岭西段北坡, 是我国锐齿栎 (*Quercus aliena* var. *acuteserrata*) 天然林分布的最西北端, 也是西北地区为数不多的几块天然森林生态系统类型之一, 对维护我国西北地区生态平衡有着非常重要的作用。已有学者对该区森林生态系统的结构及主要优势树种的生物量、材积量做过大量的基础性研究<sup>[8-11]</sup>, 但对锐齿栎群落生物量的时空动态特征研究未见报道, 而这一部分研究正是目前实施西北地区“天然林保护工程”, 进行森林管理经营和开展生物多样性保护等工作的重要理论基础。本文对甘肃小陇山锐齿栎群落乔木层生物量进行初步估算, 总结出了锐齿栎群落发育过程中生物量的变化模式和锐齿栎群落生物在空间上的分布模

式, 为进一步研究该区森林群落的能量分配和森林经营管理奠定一定基础。

## 1 研究区概况

研究区位于 34°0′~34°40′N, 105°30′~106°30′E, 海拔 700~2500 m 的秦岭西部山地, 相对高差 500~1100 m。该区处于我国暖温带南缘与北亚热带的过渡地带, 气候温暖湿润, 大多数地域属于暖温带—中温带半湿润大陆性季风气候类型, 年均气温 7~12℃, 极端最高气温 39.2℃, 极端最低气温 -23.2℃; ≥10℃积温 2444~3825℃; 年降雨量 460~800 mm, 降雨集中分布于 7~9月, 一般春秋两雨占年降雨量的 70%~80%, 降水的年际变化较大, 枯、丰年降水量相差近 1倍, 年蒸发量 989~1658 mm, 相对湿度 68%~78%; 年日照时数 1520~2313 h, 无霜期 120~218 d。区内的地带性土壤, 秦岭以北为灰褐土, 以南为黄褐土, 垂直分布比较明显, 北坡由低到高有碳酸盐灰褐土、山地褐色

收稿日期 (Received date): 2005-06-01; 改回日期 (Accepted): 2005-09-30

基金项目 (Foundation item): 国家重点基础研究发展规划 (973) 项目 (2002CB111507); 国家科技攻关项目 (2004BA508B22) [ Foundation item: Major State Basic Research Development Program of China (973 Program) (No. 2002CB111507) National Key Technologies R&D Program of China (No. 2004BA508B22) ]

作者简介 (Biography): 索安宁 (1977~), 男, 博士, 主要研究方向为景观生态与区域生态系统评价。E-mail: san720@sina.com [ Biography: SUO Anning, Ph. D., Mainly engaged in landscape ecology and ecosystem evaluation. E-mail: san720@sina.com ]

土、山地淋溶褐色土、山土棕壤、山地暗棕壤、山财草甸棕壤、山地草甸土、亚高山草甸草原土；南坡由抵到高有黄褐土、黄棕壤、山地棕壤、暗棕壤等。土层厚度 30~60 cm, 较湿润, 有机质含量高, 一般氮含量中度, 磷、钾含量较低, pH 值 6.5~7.5, 土壤质地多数为壤土、轻壤土和轻土。

本区有苔藓、蕨类、裸子、被子植物 224 科 945 属 2700 多种。其中草本植物 1900 多种, 木本植物 800 多种 (不包括引种栽培), 温带科属占优势, 热带、亚热带属种比较少。木本植物以壳斗科 (*Fagaceae*)、桦木科 (*Betulaceae*)、松科 (*Pinus*)、杨柳科 (*Saxifragaceae*)、榆科 (*Ulmaceae*)、槭树科 (*Aceraceae*)、蔷薇科 (*Rosaceae*) 等为主, 构成植被的主要组成成分。草本植物 158 科 726 属, 以禾木科 (*Gramineae*)、菊科 (*Compositae*)、豆科 (*Leguminosae*)、毛茛科 (*Ranunculaceae*)、兰科 (*Orchilaceae*)、唇形科 (*Labiatae*)、玄参科 (*Scrophulariaceae*) 为主。

## 2 研究方法

### 2.1 野外调查

采用样方法进行野外调查, 调查时间为 2002-08~09, 主要集中在麦草沟自然保护区和沙坝林业实验基地, 在调查区共设 20 m × 20 m 样方 35 个, 乔木层记录胸径 4.0 cm 以上所有个体的种名、胸径、株高、枝下高、冠幅等; 在每个样方中做 2 个 4 m × 4 m 和 2 个 1 m × 1 m 小样方分别用于灌木层和草本层调查, 灌木层记录种名、株数、高度和平均盖度。草本层记录种名、株数、平均高度、平均盖度<sup>[12-13]</sup>。

### 2.2 群落结构类型划分

采用群落乔木层的重要值作为划分群落类型的依据<sup>[14]</sup>。

$$\text{重要值} = (\text{相对高度} + \text{相对显著度} + \text{相对密度}) / 3$$

具体方法: 如果样方中锐齿栎的重要值  $\geq 1.40$  且为其他任一树种重要值的 2 倍以上, 该样方被归类为该锐齿栎的单一优势种群落; 当样方中锐齿栎的重要值  $< 1.40 > 1.00$  时, 重要值最大的两树种重要值之和  $> 1.60$  且锐齿栎为其他树种重要值的两倍以上时, 为锐齿栎单一优势种混交群落; 当样方中锐齿栎的重要值  $< 1.00$  重要值最大的两树种重要值之和为 1.20 左右, 为锐齿栎和这种树的混交群落; 未满足上述任一条件的样方全部归为杂木类类型<sup>[15]</sup>。

### 2.3 锐齿栎群落发育阶段的确定

本文根据小陇山林科所对 159 个解析木的研究, 一定范围的径级可代表一定时期的龄级, 以每个样方中胸径最大锐齿栎的胸径为依据<sup>[16-17]</sup>, 将调查区内的径经分为三类: 第一类 4~18 cm, 属幼龄林, 代表发育初期; 第二类径级在 20~32 cm 范围内, 属于中龄林, 代表发育中期; 第三类包括 34 cm 以上径级系列 (其中有一径级 58 cm, 年龄在百年以上), 属于成熟林。另外, 根据以前的研究结果和取样的资料, 从第三类分出成熟林 (径级在 32~38 cm 范围) 和衰败林 (径级  $> 38$  cm), 各期最大年龄分别为 30 a、50 a、100 a 和 130 a 以上。

### 2.4 生物量的估算

林分生物量的计算采用以下方法: 将调查到的所有树种根据林区长期经营的经验, 分为以锐齿栎为主的慢生类型 (其中锐齿栎占该类型总株数的 72.31%), 以山杨 (*Populus davidiana*) 为主的中速生类型 (其中山杨占该类型总株数的 52.64%) 和极慢生类型 (全部为华山松 *Pinus amardii*), 三种生长类型的生物量回归模型如表 1。

表 1 锐齿栎群落乔木层生物量计算模型

Table 1 The models for tree layer biomass in *Quercus aliena* var. *acutesrata* community

| 生长类型<br>Growth type                  | 器官<br>Organ | 回归方程<br>Regression model              | 回归精度<br>Correlation coefficient | 幅度<br>Scope                                       | 备注<br>Exp lain ing     |
|--------------------------------------|-------------|---------------------------------------|---------------------------------|---|------------------------|
| 慢生类型<br>Slow growth type             | 杆 Trunk     | $WS = 0.02231 \times (D^2H)^{0.378}$  | $r = 0.977$                     | $D = 4.0 \sim 25.0$ cm<br>$H = 4.0 \times 20.0$ m | 甘肃小陇山<br>锐齿栎生物<br>量模型* |
|                                      | 皮 Bark      | $WBK = 0.01033 \times (D^2H)^{0.814}$ | $r = 0.962$                     |   |                        |
|                                      | 枝 Branch    | $WB = 0.00616 \times (D^2H)^{0.970}$  | $r = 0.979$                     |   |                        |
|                                      | 叶 leaf      | $WL = 0.03694 \times (D^2H)^{0.662}$  | $r = 0.921$                     |   |                        |
| 中速生类型<br>Common and fast growth type | 根 Root      | $WR = 0.01469 \times (D^2H)^{0.934}$  | $r = 0.969$                     | $D = 4.0 \sim 28.0$ cm<br>$H = 4.0 \sim 20.0$ m   | 秦岭北坡山<br>杨生物量模<br>型△   |
|                                      | 杆 Trunk     | $WS = 0.2268 \times (D^2H)^{0.693}$   | $r = 0.96$                      |   |                        |
|                                      | 皮 Branch    | $Wb = 0.0247 \times (D^2H)^{0.737}$   | $r = 0.97$                      |   |                        |
|                                      | 叶 Leaf      | $Wl = 0.0108 \times (D^2H)^{0.818}$   | $r = 0.94$                      |   |                        |
| 极慢生类型<br>Very slow growth type       | 根 Root      | $Wr = 0.1553 \times (D^2H)^{0.595}$   | $r = 0.93$                      | $D = 4.0 \sim 25.0$ cm<br>$H = 4.0 \sim 20.0$ m   | 甘肃小陇山<br>华山松生物<br>量模型* |
|                                      | 杆 Trunk     | $WS = 0.02697 \times (D^2H)^{0.919}$  | $r = 0.989$                     |   |                        |
|                                      | 皮 Bark      | $Wbk = 0.00604 \times (D^2H)^{0.834}$ | $r = 0.926$                     |   |                        |
|                                      | 枝 Branch    | $Wb = 0.01394 \times (D^2H)^{0.923}$  | $r = 0.979$                     |   |                        |
|                                      | 叶 Leaf      | $Wl = 0.00760 \times (D^2H)^{0.925}$  | $r = 0.988$                     |   |                        |
|                                      | 根 Root      | $Wr = 0.01376 \times (D^2H)^{0.9248}$ | $r = 0.937$                     |   |                        |

注: \* 引自韩涛, 马霖, 1997 △引自冯宗炜, 1999

模型中,  $D$  为树木胸径,  $H$  为树高,  $WS$  为树干生物量,  $Wbk$  为树皮生物量,  $Wb$  为树枝生物量,  $Wl$  为树叶生物量,  $Wr$  为树根生物量。对于胸径大于上述范围的个体 (全部为锐齿栎为主的慢生类型), 由于应用上述回归模型偏差较大, 本文采用材积推算法, 通过查找树木材积表, 得出单株材积, 结合 18 株胸径  $> 25.0$  cm 的锐齿栎立木解析资料, 把材积换算成树干生物量 (换算系数为 0.854), 再由树干生物量占总生物量的比例 (0.763), 推算出全株生物量。用上述回归模型与方法估算各龄阶单株、单位面积各器官的生物量。

### 3 结构与分析

#### 3.1 不同群落结构生物量比较

根据群落类型划分方法, 我们将研究区森林群落划分为锐齿栎单一优势种群落、锐齿栎单一优势

种混交群落、锐齿栎 - 鹅耳枥 (*Carpinus turczaninavii*), 钓樟 (*Lindera umbellata*) 等小乔木混交群落和甘肃枫杨 (*Pterocarya macroptera*), 麻栎 (*Quercus acutissima oxyphylla*) 等小乔木组成的杂木群落, 并计算出每种群落类型的平均生物量。由表 2 可以看出, 调查样方属于锐齿栎单一优势种群落的占 24.31%, 其平均生物量为 182.91 t/hm<sup>2</sup>; 属于锐齿栎群落单一优势种混交群落的占 27.12%, 平均生物量为 206.84 t/hm<sup>2</sup>; 属于锐齿栎 - 小乔木混交群落的占 31.43%, 其平均生物量为 191.68 t/hm<sup>2</sup>; 属于杂木群落的占 17.14%, 平均生物量为 154.05 t/hm<sup>2</sup>。对比这四种群落结构类型的生物量, 锐齿栎群落单一优势种混交群落的生物量最大, 锐齿栎 - 小乔木混交群落生物量和锐齿栎单一优势种群落生物量相关不大 (前者比后者高 4.80%), 杂木群落生物量比锐齿栎单一优势种混交群落生物量低 34.27%。

表 2 锐齿栎群落生物量

Table 2 Biomass of *Quercus* var. *acutesrata* community

| 群落结构类型<br>Community Structure Type  | 锐齿栎群落单一优势种群落<br>The single <i>Quercus aliena</i> var. <i>acutesrata</i> dominant community | 锐齿栎群落单一优势种混交群落<br>The single <i>Quercus aliena</i> var. <i>acutesrata</i> dominant mixed community | 锐齿栎与小乔木混交群落<br>The <i>Quercus aliena</i> var. <i>acutesrata</i> and small trees mixed community | 杂木群落<br>The copse community |
|-------------------------------------|--|--|---|-----------------------------|
| 所占比例<br>Ratio (%)                   | 24.31  | 27.12  | 31.43   | 17.14                       |
| 生物量<br>Biomass (t/hm <sup>2</sup> ) | 182.91   | 206.84   | 191.68  | 154.05                      |

### 3.2 锐齿栎群落生物量的发育动态特征

国内外学者对植物群落生物量的动态研究较多,但是这些研究大多是在不同群落的演替过程中的长时间尺度上展开的<sup>[19]</sup>,尤其是发育时间较长的同一个森林植物群落的生物量动态研究更少。为了了解锐齿栎群落在发育过程中生物量的变化动态,我们以时空替代法来分析锐齿栎群落乔木层生物量在发育动态(图 1)。

可以看出,锐齿栎群落乔木层生物量随着群落由幼龄林到中龄林、成熟林、衰败林发育的过程中,生物量由最初的幼龄林、中龄林前期的较低水平(100 t/hm<sup>2</sup>)直线增加,直到成熟林末期(林龄 100 a左右)达到最大值(250 t/hm<sup>2</sup>),然后随着群落的进一步发育,进入衰败林后生物量稍有下降,但基本保持稳定生物量(200 t/hm<sup>2</sup>)。也就是说研究区锐齿栎群落生物量在群落达到成熟前末期之前(林龄 100 a左右)一直处于增长状态,到达成熟林末期群落生物量达到最高值,群落进一步发育生物量有微弱的下降趋势,但基本保持稳定状态(200 t/hm<sup>2</sup>)。

### 3.3 锐齿栎群落生物量的空间分布

海拔和坡向是控制半湿润半干旱气候条件下地表可获得资源(主要是水分)的重要综合生态因子之一,海拔和坡向在空间上的分布和组合特征在很大程度上制约着森林植物群落结构和生态过程。<sup>[20]</sup>。为了剖析锐齿栎群落生物量的空间分布特征,我们沿海拔和坡向梯度分别来分析生物量在这两个综合生态因子梯度上的分布模式。

图 2显示了锐齿栎群落生物量沿海拔梯度的垂

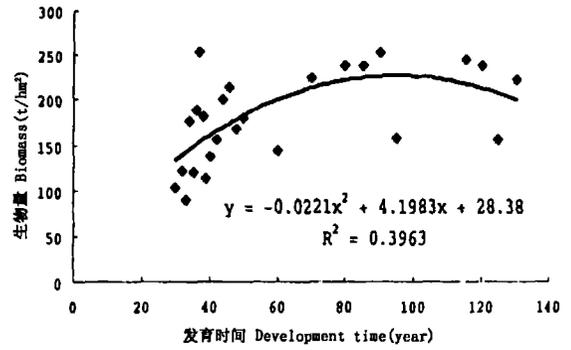


图 1 锐齿栎群落生物量随群落发育的动态变化

Fig 1 The hynan ics of bim ass along the development of *Quercus aliena* var *acutesrata* community

直变化模式,可以看出,锐齿栎群落生物量在阴、阳坡沿海拔梯度呈现出相同的变化模式,即单峰曲线模式,也可叫生物量在海拔梯度上的“中间膨胀”模式。在阳坡,生物量在低海拔(1500~1600 m)较小(150 t/hm<sup>2</sup>),随海拔升高急剧增大,在海拔 1750 m处达到最大值(250 t/hm<sup>2</sup>),而后缓慢递减,在海拔 1850 m以上,又保持在 150 t/hm<sup>2</sup>左右,生物量沿海拔梯度呈明显的单峰曲线模式;在阴坡,也是在低海拔(1500~1600 m)生物量较小,随海拔升高而增大,到海拔 1800 m左右达到最高值(250 t/hm<sup>2</sup>),而后,沿海拔梯度而下降,在海拔 1900 m以上保持在 150 t/hm<sup>2</sup>左右。也呈单峰曲线模式,只不过点集分布比较分散。对阴、阳坡进行比较,可以发现,阳坡,生物量随海拔变化更具有规律性。这可能是由于阴坡群落类型复杂的缘故。

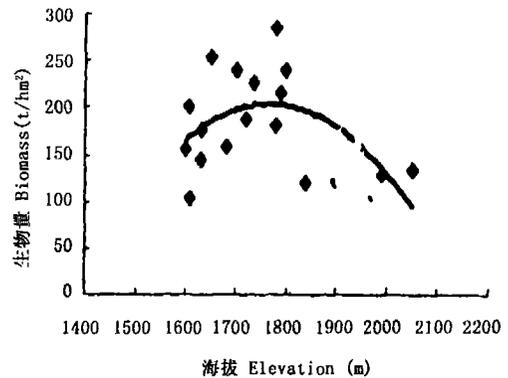
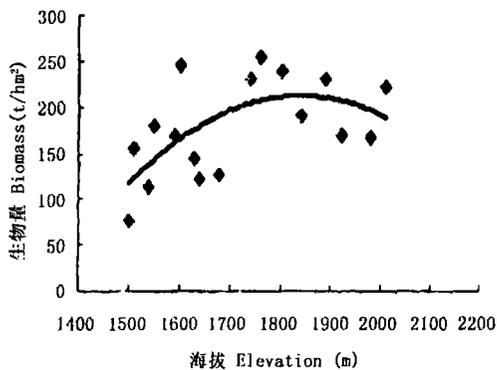


图 2 锐齿栎群落生物量沿海拔梯度的垂直变化模式

Fig 2 The vertical model of biomass along the elevation gradient of *Quercus aliena* var *acutesrata* community

## 4 结论与讨论

锐齿栎群落不同群落结构类型生物量以锐齿栎单一优势种混交群落最大,其次是锐齿栎-小乔木混交群落,其比锐齿栎单一优势种群落生物量高 48.0%,杂木群落生物量最小,仅为锐齿栎单一优势种群落生物量的 74.22%。在锐齿栎群落发育成熟末期之前(100 a 林龄左右)之前生物量在一直直线增加,到形成稳定的群落结构,生物量到达最高值,随群落发育进入末期,生物量有可能稍有降低,但总体趋于稳定(200 t/hm<sup>2</sup>)。锐齿栎群落生物量随海拔梯度先升高,后降低,在阴、阳坡生物量沿海拔在垂直方向上的都呈“中间膨胀”模式。

锐齿栎单一优势种群落锐齿栎种群优势度明显,限制了其下层小乔木的发育,降低了群落对资源的有效利用率,从而限制了群落整体的能量存储;锐齿栎单一优势种混交群落空间结构层次明显,一般可分为第一层:以锐齿栎为主的大乔木层,第二层:以鹅耳枥、四照花(*Prunus polytricha*)等为主的小乔木层及以华榛(*Corylus chinensis*)、五倍子(*Rhus potaninii*)等为主的大灌木层。由于不同层次在地上和地下的分布空间不同,从前减小了群落对有限资源的竞争程度,提高了资源的有效利用率,增加了群落整体的生物量维持能力,而锐齿栎-小乔木混交群落中,锐齿栎的优势度已大为降低,下层鹅耳枥等小乔木十分发育,故群落整体生物量比锐齿栎单一优势种混交群落要小;由甘肃枫杨、麻栎等组成的杂木群落,由于优势种不明显,群落整体高度低,空间结构较为简单,大多数个体都在 4~10 m 的高度范围内竞争生存资源,这样就降低了整个群落对资源的利用效率,群落的整体生物量比较小,由此看出,要维持群落较高的生物量,不仅要保持优势种群有一定的优势度,而且还应该维持合理的群落结构。

虽然研究区锐齿栎群落发育过程中生物量的动态表现出与 F. H. Bormann 和 G. E. Likens(1981)对美国北方阔叶林发生演替过程中生物量的累积过程相似,但研究区锐齿栎群落是该区次生森林群落演替过程中的一个发育阶段,其在此发育阶段生物量的发育动态应该是与群落演替过程中生物量的动态机理有所不同。其生物量的累积过程只反映了该群落发育过程中群落结构的动态过程,这是从群落演替时间尺度上研究生物量动态无法揭示的。

出现生物量沿海拔梯度的“中间膨胀”分布模式,可能与群落资源空间分布有关。在低海拔,(1560~1700 m),降水量少,蒸发量大,水分成为群落发育的限制因子(尤其是在阳坡),群落个体胸径一般较小,故生物量不大;到中海拔(1700~1900 m),水分条件有所改善,群落发育比较均称,胸径也到达一定尺度,总体生物量达到最大值;高海拔(1900 m 以上),水热条件配置比较好,加上人为干扰比较少,群落发育比较完全,出现了许多大径级个体,其排除了其它个体的生存,降低了群落整体密度,故群落整体生物量不是很大。

## 参考文献 (References)

- [1] Li Ba Morden ecological lecture [M]. Beijing Science Press 1995 [李博. 现代生态学讲座 [M]. 北京: 北京科学出版社, 1995.]
- [2] Cai Xiaoming Ecosystem ecology [M]. Beijing Science Press 2001 [蔡晓明. 生态系统生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.]
- [3] Sang Weiguo Biomass and energy density research of warm temperate deciduous broad leaved forest on Donglingshan [J]. *Acta Phytocological sinica*, 2002, 26: 88~92 [桑卫国. 东灵山暖温带落叶阔叶林生物量和能量密度研究 [J]. 植物生态学报, 2002, 26: 88~92.]
- [4] Yu Wantai Yu Yongqiang Advance in the research of underground biomass [J]. *Journal of applied ecology*, 2001, 12(6): 928~932 [禹万泰, 于永强. 地下生物量研究进展 [J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 928~932.]
- [5] Yang Chi The issue of quantity relationship of biomass and water-heat of *Leymus chinensis* steppe [A]. In: Research of grass ecosystem (the first compile) [C]. Beijing Science Press 1985 [杨持. 羊草草原生物量与水热关系数量探讨 [A]. 见: 草地生态系统研究 (第一集) [C]. 北京: 科学出版社, 1985.]
- [6] Liu Zhigang Ma Yanqin Research of biomass and productivity of Larix Mill [J]. *Acta Botanic Sinica*, 1994, 18(4): 328~337 [刘志刚, 马彦钦. 兴安落叶松天然林生物量和生产力研究. 植物生态学报, 1994, 18(4): 328~337.]
- [7] Fen Zongwei Wang Xiaoke Wu gang Biomass and productivity of forest ecosystem in China [M]. Beijing Science Press 1999. [冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.]
- [8] Han Tao Ma Lin Forest sciences compile of Tianshui Xiaolingshan [C]. Lanzhou Lanzhou University Press 1997 49~55 [韩涛, 马霖. 天水小陇山林业科技论文集 [C]. 兰州: 兰州大学出版社, 1997 49~55.]
- [11] Ju Tianzhen Dynamic analysis of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim community on Xiaolingshan in Tianshui [J]. *Journal of Northwest Normal University (natural science)*, 1994, 30(3): 80~82 [巨天珍. 天水小陇山锐齿栎群落组成分析 [J]. 西北师范大学学报 (自然科学版), 1994 30(3): 80~82.]
- [12] Ju Tianzhen Analysis of the floristic element of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim community on Xiaolingshan in Tianshui [J].

- Journal of Northwest Normal University (natural science)*, 1993 (3): 73~ 76[巨天珍. 天水小陇山锐齿栎群落组成分析[J], 西北师范大学学报(自然科学版). 1993 (3): 73~ 76]
- [13] Ma Keping Diversity research of plant community in the region of Beijing donglshan [J]. *Acta biological sinica*, 1995 15(3): 268~ 277[马克平. 北京东灵山地区植物群落多样性研究[J], 植物生态学报. 1995 15(3): 268~ 277]
- [14] Zehao Shen Jingyun Fang Patterns of biodiversity above the vertical vegetation spectrum of the east aspect of Gonggea mountain [J]. *Acta Phytoecological sinica*, 2001, 25(6): 721~ 732[沈泽昊, 方精云. 贡嘎山东麓植被垂直带谱的物种多样性格局[J], 植物生态学报. 2001 25(6): 721~ 732]
- [15] Lin P. Community ecology [M]. Shanghai Science & Technical Press of Shanghai 1986 [林鹏. 群落生态学[M]. 上海科技出版社, 1986]
- [16] Gao Xianming Ma Keping Specie diversity of some deciduous broad leaved forest in warm temperate zone and its relations to community stability [J]. *Acta Ecological Sinica*. 2001 25(3): 283~ 290[高贤明, 马克. 暖温带若干阔叶落叶林群落物种多样性及其与群落动态的关系[J]. 植物生态学报 [J], 2001, 25(3): 283~ 290]
- [17] Hong Wei Research of forest ecology of Mingjiang basin [M]. Xi'an Xian University Press 2000. [洪伟. 闽江流域森林生态研究[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2002]
- [18] Zhong Zhangcheng Ecological research of green forest [M]. Chongqing Southwest Normal University Press 1988. [钟章成. 常绿阔叶林生态学研究[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1988]
- [19] Transeau E. N.: The accumulation of energy by plants [J]. *Ohio J Sciencæ*, 1926 26: 1~ 10
- [20] Jiang Deming Bo Jun Biomass dynamics and regeneration method of artificial plant community in sand land [J]. *Journal of desert research*, 1997 17(2): 189~ 193[蒋德明, 博军. 沙地人工植物群落生物量动态与更新方法[J]. 沙漠研究, 1997, 17(2): 189~ 193].
- [21] Yue Ming The relationships of higher plant diversity and elevation gradient in Foping national reserve [J]. *Scientia Geographica sinica*. 2002 22(3): 349~ 354[岳明. 佛坪自然保护区植物多样性与海拔梯度的关系[J]. 地理学报. 2002, 22(3): 349~ 354]

## Analysis of Biomass Characteristics of *Quercus aliena* var *acutesrata* Community on Mt Xiaolongshan in Gansu

SUO A nning<sup>1, 2</sup>, JU Tianzhen<sup>2</sup>, ZHANG Junhua<sup>2</sup>, WANG Qinhu<sup>2</sup>

(1 Life Science College, Beijing Normal University, Beijing 100875 China;

2 Department of Environment Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract** The tree layer biomass characteristics of *Quercus aliena* var *acutesrata* community on Mt Xiaolongshan in Gansu were analyzed and found that (1) The biomass of the single *Quercus aliena* var *acutesrata* dominant mixed community was the biggest, and the *Quercus aliena* var *acutesrata* small trees mixed community was bigger than that of single *Quercus aliena* var *acutesrata* dominant community, the copse community was the smallest one. The biomass of the copse community was 74.48% of that the single *Quercus aliena* var *acutesrata* dominant mixed community. (2) The tree layer biomass of *Quercus aliena* var *acutesrata* community was increasing in until the mature of community (80 years), then the biomass trended to stability (200 t/hm<sup>2</sup>) and decreased weakly with the community developed further. (3) The tree layer biomass of *Quercus aliena* var *acutesrata* community increased along the elevation gradient first, then decreased, it showed unimodal model along aelevation gradient on both sunny and shade slope.

**Key words** *Quercus aliena* var *acutesrata* community; biomass characteristics; Xiaolongshan in Gansu