

陕西栓皮栎群落类型划分及其 物种多样性特征

李林¹, 黄忠良¹, 张海忠², 魏识广¹, 张文辉^{3*}

(1. 中国科学院华南植物园, 广东广州 510650; 2. 福建农林大学, 福建福州 350002; 3. 西北农林科技大学, 陕西杨凌 712100)

摘要: 采用聚类分析法, 把陕西省内的栓皮栎林划分为 6 个群丛, 分别为: (1) 栓皮栎-僵子栎-大披针苔林; (2) 栓皮栎-胡枝子+铁仔-大披针苔林; (3) 栓皮栎-胡枝子+黄栌-牛尾蒿+大油芒林; (4) 栓皮栎-胡枝子+莢蒾-大披针苔林; (5) 栓皮栎-黄檀-大披针苔林; (6) 栓皮栎-侧柏+黄栌+胡枝子-野青茅+大披针苔林。采用重要值作为多样性测度指标, 计算了物种丰富度指数 S、多样性 Simpson 指数、Shannon 指数、均匀度 Pielou 指数和 Alatto 指数; 探讨了各群丛的物种多样性特征。

关键词: 栓皮栎; 群落类型; 物种多样性; 群丛; 聚类分析法

中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2005)04-0300-05

Community partition and species diversity of *Quercus variabilis* in Shaanxi Province

LI Lin¹, HUANG Zhong-liang¹, ZHANG Hai-zhong³,
WEI Shi-guang¹, ZHANG Wen-hui²

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 3. College of Forestry, North West Sci-Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)

Abstract: The study used Cluster Analysis to divide *Quercus variabilis* forests in Shaanxi Province into six types; *Q. variabilis*-*Q. baronii*-*Carex lanceolata*; *Q. variabilis*-*Lespedeza bicolor* + *Myrsinea fricana*-*C. lanceolata*; *Q. variabilis*-*Lespedeza bicolor* + *Continus coggygia*-*Antemisia subdigitata* + *Spodiopgon sibiricus*; *Q. variabilis*-*Lespedeza bicolor* + *Viburnum schensianum*-*C. lanceolata*; *Q. variabilis*-*Dalbergia hupena*-*C. lanceolata*; *Q. variabilis*-*Platyclusus orientalis* + *Continus coggygia* + *Lespedeza bicolor*-*Deyeaxia arundinscea* + *C. lanceolata*. Using Importance Value as the measuring index of biodiversity, the rich index of species, Simpson and Shannon biodiversity indexes, Pielou and Alatto evenness indexes were calculated. The biodiversity character of each type was analysed.

Key words: *Quercus variabilis*; community types; biodiversity; community; Cluster Analysis

栓皮栎(*Quercus variabilis*)是我国分布最广的树种之一, 广泛分布于华北、西北、华中、华南、西南等 20 多个省区, 秦岭是其分布中心之一, 海拔高度 500~1 600 m, 主要生长在 800~1 300 m 之间。栓

皮栎抗性强, 适应性广, 为其分布区内主要造林树种, 且是我国重要的经济树种之一, 是软木、木炭、食用菌、天麻、薪材的重要资源树种, 也是水源涵养和防护林的优良树种。同时, 由于过度的砍伐利用, 现

收稿日期: 2004-11-22 修订日期: 2005-02-24

基金项目: 陕西科技攻关项目(2001K04G21); 国家基金项目(30200035)。

作者简介: 李林(1978-), 女, 陕西汉中, 博士, 主要从事保护生态学和苗木繁育方面的研究。* 通讯作者

存的栓皮栎林大部分为残败次生林, 生产力低下。随着我国开发大西部战略的实施, 人们对西部的生物资源及其生物多样性的保护予以特别关注。对植物群落多样性的研究有助于进一步了解某区域的生物多样性的空间分布, 从而为制定区域生物多样性保护对策提供理论依据(马克平等, 1995)。迄今为止, 对栓皮栎林群落多样性的研究很少。本文在对陕西省内栓皮栎林类型划分的基础上探讨了群落多样性特征, 旨在为栓皮栎物种多样性的保护与持续利用提供理论依据, 为栓皮栎林的生态恢复及现有次生林的管理提供依据和参考。

1 样地概况

本项研究的区域是陕西省内的黄土高原、秦岭北坡和巴山北坡, 它们属于不同气候类型(雷明德, 1999), 由北向南环境呈规律性变化, 在土壤、植被方面也存在差异(表 1)。栓皮栎在黄土高原已处于分布区的西北边界, 仅在黄龙山区有成片纯林出

现, 偶见于其它地区, 样地选择在黄龙山区, 海拔范围在 1 000~1 300 m。在秦巴山区, 栓皮栎林为低海拔地区地带性植被(张文辉等, 2002); 秦岭北坡的研究范围为(南五台、楼观台、太白山); 巴山北坡(宁强县, 平利县, 安康县), 海拔 500~1 400 m 地区, 这些地区均为栓皮栎种群分布较为集中的地域。

2 研究方法

2.1 样地调查

在上述地区, 经过充分调查后, 选择栓皮栎林保护较好的地段作为样地布设地域, 共设置 20 m×20 m 样地 22 块, 其中渭北黄龙山区 3 块, 秦岭北坡 12 块, 巴山北坡 7 块。调查内容: ①生境: 地貌地形、人为干扰、土壤、气象、坡向、坡位。②群落学特征: 分乔木层、灌木层和草本层记录各植株种名、高度、盖度、胸径或基径等(张鸿烈等, 1996)。③栓皮栎定位: 以样地一边为 X 轴, 以其垂直边作为 Y 轴建立平面直角坐标系, 记录每一株栓皮栎的坐标值。

表 1 研究地区自然概况

Table 1 The physiographic condition of research locality

| 地区 Region | 气候类型 Climate type | 土壤类型 Soil type | 年降 雨量 Rainfall (mm) | 年平均 温度 Tempe- rature (°C) | 1月平均 温度 Tempera- ture in Ja- nuary (°C) | 7月平均 温度 Tempera- ture in July(°C) | 极端最 高温度 High tem- perature (°C) | 极端最 低温度 Low tem- perature (°C) | 年内≥10 °C 的积温 Accumulation temperature (°C) | 无霜期 Frost- less (d) |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|--|---|--|--|------------------------------|
| 黄龙山区 Huanglong Mt. | 暖温带 气候 | 灰褐土、 褐土 | 800 | 10.2 | -3.8 | 23.5 | 38 | -23.7 | 3 600 | 182 |
| 秦岭北坡 Qinling north slope | 暖温带 气候 | 棕壤 | 1 000 | 13.5 | -7 | 25 | 43.4 | -19 | 4 500 | 180 |
| 巴山北坡 Bashan north slope | 亚热带 气候 | 黄棕壤、 黄褐土 | 1 240 | 15 | 3.4 | 26 | 43 | -18 | 4 950 | 274 |

注: 本表数据主要参考(陕西森林)(张仰渠, 1986), 有修改。

Note: The data in this table is mainly from Shaanxi Forest, and some are modified.

2.2 聚类分析法

在分别计算出样地的物种重要值的基础上, 用欧氏距离(Euclidean distances): $d_{ij} = \{\sum_i (x_i - x_j)^2\}^{1/2}$ 划分类型。采用 STATISTICA 软件中的 Cluster Analysis, 对 22 个样地的基本数据进行栓皮栎林群落的聚类分析(张峰等, 1998)。

2.3 多样性测度方法

各植物种组成各个群落的个体数是群落多样性的重要测度指标。但是, 由于不同种类的植物个体大小差异悬殊, 植物的个体数, 特别是草本植物的个体数计数难度较大, 以个体数作为多样性测度指标时肯定会带来很大的误差。由于植物这种特殊性,

Pielou, Whittaker 等学者建议采用相对盖度、重要值或生物量等作为多样性测度的指标, 国内外许多学者曾对这些测度方法作出过详细地介绍和评论, 并在研究植物群落多样性时加以应用, 取得了较好的效果(马克平等, 1995)。本文采用重要值作为多样性指数的测度指标。这里重要值(IV)的含义为: 乔灌木: $IV = (\text{相对优势度} + \text{相对频度} + \text{相对密度}) \times 100$; 草本: $IV = (\text{相对高度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) \times 100$ 。根据马克平等所述的植物群落测度方法, 选择了以下 5 种进行测度: (1) 丰富度指数: 物种丰富度指数 $S = \text{出现在样地的物种数}$; (2) 多样性指数: Simpson 指数 $D = 1 - \sum [N_i(N_i - 1)/N(N -$

1)], Shannon-Wiener 指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$; (3) 均匀度指数: Pielou 均匀度指数 $J = (-\sum P_i \log P_i) / \log 5$, Alatalo 均匀度指数 $E = [(\sum P_i^2)^{-1} - 1] / [\exp(-\sum P_i \ln P_i) - 1]$ 。

3 结果与分析

3.1 群落类型划分与分析

3.1.1 类型划分 由图 1 可得, 在距离系数为 240 时, 可将 22 个样地聚为 6 个群丛。样地 3 在太白, 以僵子栎 (*Quercus baronii*) 为优势种, 自成一类; 样地 (15, 13,) 聚为一类, 它们都是以胡枝子 (*Lesped-*

za bicolor) 和铁仔 (*Myrsine africana*) 为优势灌木的栓皮栎林; 样地 (17, 16, 19, 18, 6, 5) 聚为一类, 样地 (17, 16, 19, 18) 在巴山地区, 优势种为胡枝子和黄栌 (*Continus coggygia*), 而样地 (6, 5) 在秦岭北坡楼观台, 其优势种是黄栌, 其中也有胡枝子; 样地 14 自成一类, 以胡枝子和荚蒾 (*Viburnum schensianum*) 为优势种; 样地 (11, 12) 以黄檀 (*Dalbergia hupeana*) 为优势种聚为一类; 样地 (21, 22, 20, 10, 9, 8, 4, 2, 7, 1) 聚为一类, 其中 (21, 22, 20) 为黄龙的三块样地, 侧柏 (*Platycladus orientalis*) 和槲栎 (*Quercus aliena*) 在林中较多, (10, 9, 8, 4, 2, 7, 1) 为秦岭北坡太白、楼观台及南五台的样地, 林中以黄栌

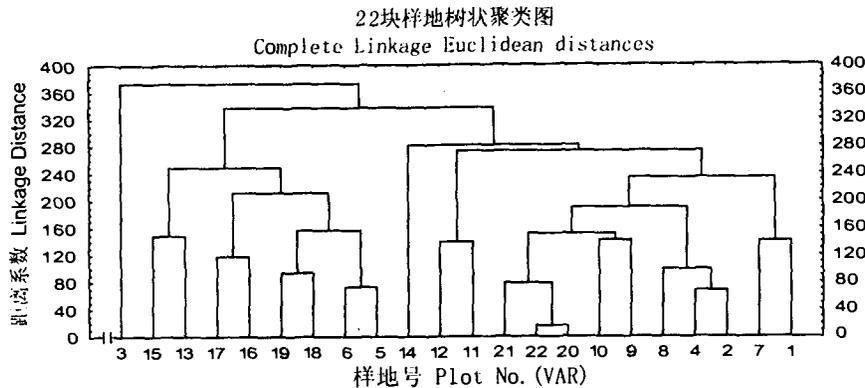


Fig. 1 The result of Cluster Analysis

和胡枝子为优势种。

综上所述, 聚类后划分结果为 6 个群丛, 分别为: (1) 栓皮栎—僵子栎—大披针苔林; (2) 栓皮栎—胡枝子+铁仔—大披针苔林; (3) 栓皮栎—胡枝子+黄栌—牛尾蒿+大油芒林; (4) 栓皮栎—胡枝子+荚蒾—大披针苔林; (5) 栓皮栎—黄檀—大披针苔林; (6) 栓皮栎—侧柏+黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林。

另外 6 又分为: 栓皮栎—侧柏+槲栎—大披针苔林, 和栓皮栎—黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林两个亚群丛。

3.1.2 群落结构特征分析 (1) 栓皮栎—僵子栎—大披针苔林: 分布于海拔 1 100 m, 坡度为 30°, 阴坡, 平均冠高 13 m。人为干扰大, 水土流失严重, 林相残败。乔木层较稀疏, 郁闭度不足 0.5, 下木发育不良, 植株萌生力已趋向衰退, 干矮, 多在 4~5 m 处弯曲。群落遭到严重破坏, 个别地段将被酸枣等灌丛代替。灌木层几乎全由僵子栎幼树组成, 该种

群密集, 因而林下其它灌木稀少, 高度在 50~80 cm, 偶有陕西荚蒾。草本层高 15~20 cm, 总盖度 20%~30%, 种类贫乏, 以大披针苔 (*Carex lanceolata*) 为主。土壤为山地褐土, 一般在林分稀处或天窗处发生栓皮栎幼林更新。

(2) 栓皮栎—黄檀—大披针苔林: 分布于海拔 800 m 以上, 坡度 30°~34°, 阴坡、半阴坡和阳坡都有分布, 平均冠高 13 m, 土壤为森林褐土。林内水分条件较差, 土壤瘠薄, 为七岁左右生次生林, 人为干扰较少, 为单层林冠的栓皮栎幼林, 同龄性强。乔木层郁闭度高, 达到 0.8~0.9, 下木有扁担木 (*Grewia biloba*)、油松 (*Pinus tabulaeformis*)、蔷薇 (*Rosa multiflora*)、杭子梢 (*Campylotropis macrocarpa*) 等, 乔灌层分化不明显。灌木层种类组成比较单纯, 主要由栓皮栎和黄檀幼树组成, 盖度达 0.6 左右, 平均高度达到 1.5 m。群落内草本种类稀少, 盖度 55%, 大披针苔占优势。

(3) 栓皮栎—黄栌+胡枝子—牛尾蒿+大油芒

林：该群丛海拔分布范围广，从 500~1 200 m 都有。坡度 30°~35°，阳坡和半阳坡上都有分布，达 0.6~0.8，种类较多，但栓皮栎占有明显优势；灌木层种类较为繁多，盖度达 0.7 以上，高度 90 cm，以黄栌和胡枝子为优势种，其次为胡颓子(*Elaeagnus umbellata*)、荚迷等；草本种类较多，盖度 60% 以上，以牛尾蒿和大油芒突出。

(4) 栓皮栎—胡枝子+铁仔—大披针苔林：海拔分布在 500 m 以上，阳坡半阳坡都有，坡度在 30°左右，冠高 4 m，土壤较为贫瘠，水分条件较差，为淋溶褐土，人为干扰较严重，乔木层种类较少，栓皮栎占绝对优势，伴生树种有黄檀、油松、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)等，郁闭度较高，达 0.8 左右，幼树多。灌木层种类也较少，高度 50 cm，以黄栌和铁仔数量最多，优势最大，伴生种为胡颓子、胡枝子和卫矛(*Euonymus alatus*)。草本以大披针苔为多，盖度小，10%~20%，种类较纯，盖度较大。

(5) 栓皮栎—胡枝子+荚蒾—大披针苔林：海拔 1 180 m，阳坡，坡度在 30°左右，土壤类型为黄棕壤，冠高 4 m。人为干扰较严重，土壤较为贫瘠，水分条件一般，为砍伐后的次生林。乔木层的郁闭度在 0.6 以上，种类单纯。灌木层和草本层盖度较低，为

0.4 左右。种类较少，高度也在 50 cm 以下，以胡枝子和荚蒾为优势种，其他伴生种有菝葜(*Smilax china*)、忍冬(*Lonicera japonica*)、石灰花楸(*Sorbus folgneri*)等。

(6) 栓皮栎—侧柏+黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林：此类型分布范围广，包含样地多，海拔 500~1 300 m，阳坡、半阳坡和半阴坡都有分布，坡度在 30°~45°，土壤类型为森林褐土，冠高 16.5 m。由于分布区域不同样地间的差异，此类型包含两个亚群丛，栓皮栎—侧柏+榉栎—大披针苔林，分布于黄龙。海拔 1 100~1 200 m，冠高 4~5 m，人为干扰严重，大部分为天然次生林，土层薄且干旱。乔木种类单纯，郁闭度 0.6 左右，栓皮栎占绝对优势，其次是侧柏和榉栎，灌木草本极少，高度 50 cm 以下，盖度 10%~20%；栓皮栎—黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林，分布在秦岭北坡，海拔 500~1 300 m，冠高 15~20 m，有的地方人为破坏严重，土壤干旱瘠薄，有些地方较阴湿，乔灌木种类都多，郁闭度 0.8 左右。乔木层伴生种为榉栎、锐齿栎(*Q. liouana*)等；灌木层伴生种有木蓝(*Indigofera*)、莨花(*Wikstroemia*)、石灰花楸等，平均高度达到 1.2 m；草本以野青茅(*Deyeuxia sylvatica*)和大披针苔为多。

表 2 群落多样性指数表
Table 2 Biodiversity index of different community types

| 群落类型 Community types | 层次 Levels | 物种丰富度 Species richness (S) | Simpson 指数 Simpson index(D) | Shannon 指数 Shannon index(H) | Pielou 指数 Pielou index (J) | Alatlo 指数 Alatlo index (E) |
|---|--------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 栓皮栎—僵子栎—大披针苔林 <i>Quercus variabilis</i> — <i>Q. baronii</i> — <i>Carex lanceolata</i> | 乔 | 10 | 0.432 7 | 1.069 9 | 0.464 7 | 0.396 |
| | 灌 | 7 | 0.357 2 | 1.844 9 | 0.434 2 | 0.416 7 |
| | 草 | 5 | 0.49 | 0.688 | 0.552 6 | 0.456 1 |
| 栓皮栎—胡枝子+铁仔—大披针苔林 <i>Q. variabilis</i> — <i>Lespedeza bicolor</i> + <i>Myrsine africana</i> — <i>C. lanceolata</i> | 乔 | 37 | 0.8035 | 2.2763 | 0.730 4 | 0.75 |
| | 灌 | 28 | 0.749 1 | 0.163 2 | 0.649 2 | 0.711 1 |
| | 草 | 10 | 0.877 7 | 2.227 1 | 0.967 4 | 0.927 |
| 栓皮栎—黄栌+胡枝子—牛尾蒿+大披针苔林 <i>Q. variabilis</i> — <i>L. bicolor</i> + <i>Continus coggygria</i> — <i>Antemisia subdigitata</i> + <i>Spodiopgon sibiricus</i> | 乔 | 15 | 0.499 1 | 1.246 8 | 0.460 4 | 0.399 3 |
| | 灌 | 21 | 0.850 5 | 2.244 3 | 0.737 1 | 0.658 9 |
| | 草 | 8 | 0.86 | 2.003 2 | 0.663 3 | 0.634 7 |
| 栓皮栎—胡枝子+荚蒾—大披针苔林 <i>Q. variabilis</i> — <i>Lespedeza bicolor</i> + <i>Viburnum schensianum</i> — <i>C. lanceolata</i> | 乔 | 9 | 0.563 7 | 1.288 5 | 0.586 4 | 0.488 1 |
| | 灌 | 17 | 0.754 1 | 1.861 2 | 0.656 9 | 0.557 |
| | 草 | 4 | 0.467 3 | 1.457 4 | 0.612 4 | 0.264 6 |
| 栓皮栎—黄檀—大披针苔林 <i>Q. variabilis</i> — <i>Dalbergia hupena</i> — <i>C. lanceolata</i> | 乔 | 14 | 0.595 1 | 1.358 5 | 0.514 8 | 0.504 4 |
| | 灌 | 12 | 0.820 8 | 1.912 2 | 0.769 5 | 0.799 5 |
| | 草 | 4 | 0.728 6 | 1.334 2 | 0.962 4 | 0.944 5 |
| 栓皮栎—侧柏+黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林 <i>Q. variabilis</i> — <i>Platyclusus orientalis</i> + <i>Continus coggygria</i> + <i>L. bicolor</i> — <i>Deyeuxia arundinacea</i> + <i>C. lanceolata</i> | 乔 | 40 | 0.613 4 | 1.763 2 | 0.878 | 0.825 4 |
| | 灌 | 49 | 0.999 9 | 3.353 8 | 0.751 2 | 0.826 1 |
| | 草 | 14 | 0.84 | 2.201 2 | 0.834 1 | 0.639 1 |

3.2 生物多样性特征

3.2.1 群落生物多样性特征 表 2 记录了 6 个群丛

乔灌木的五个指数，其中栓皮栎—僵子栎—大披针苔林和栓皮栎—胡枝子+荚蒾—大披针苔林内，物

种丰富度低,多样性小,均匀度差;栓皮栎—胡枝子+铁仔—大披针苔林和栓皮栎—黄檀—大披针苔林内,物种较丰富,多样性较高,均匀性和稳定性也较好;栓皮栎—黄栌+胡枝子—牛尾蒿+大披针苔林和栓皮栎—侧柏+黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林内,物种丰富度最大,多样性指数最高,均匀性和稳定性都最好。栓皮栎—僵子栎—大披针苔林、栓皮栎—黄檀—大披针苔林、栓皮栎—侧柏+黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林和栓皮栎—黄栌+胡枝子—牛尾蒿+大披针苔林常处于阳坡和半阳坡,光热条件好,长势好,林内物种丰富,多样性高,稳定性也好。

4 结论与讨论

陕西境内栓皮栎林基本上可以分为6个类型:(1)栓皮栎—僵子栎—大披针苔林;(2)栓皮栎—胡枝子+铁仔—大披针苔林;(3)栓皮栎—胡枝子+黄栌—牛尾蒿+大油芒林;(4)栓皮栎—胡枝子+荚蒾—大披针苔林;(5)栓皮栎—黄檀—大披针苔林;(6)栓皮栎—侧柏+黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林。

栓皮栎—侧柏+黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林又分为:栓皮栎—侧柏+榉栎—大披针苔林,和栓皮栎—黄栌+胡枝子—野青茅+大披针苔林两个亚群丛。

影响群落物种多样性的因素主要是生境条件和人为干扰程度。本研究的栓皮栎—僵子栎—大披针苔林、栓皮栎—黄檀—大披针苔林多样性和丰富度

差,是由于其生境差,林内干旱,且人为干扰大,导致结构稳定性差,物种数下降。栓皮栎—胡枝子+铁仔—大披针苔林和栓皮栎—胡枝子+荚蒾—大披针苔林地处阴坡和半阴坡,光热条件的限制,使一些物种无法生存,因而丰富度差,多样性指数小,林内稳定性和均匀度都差。此外,群落演替阶段也是影响群落物种多样性的重要因素,在顺向演替中,初期多样性低,后期则多样性高。

参考文献:

- 张仰渠. 1986. 陕西森林[M]. 北京:中国林业出版社.
张鸿烈,刘光崧. 1996. 陆地生物群落调查观测与分析—中国生态系统研究网络观测与分析标准方法[M]. 北京:中国标准出版社.
雷明德. 1999. 陕西植被[M]. 北京:科学出版社.
Ma KP(马克平),Huang JH(黄建辉),Yu SL(于顺利), et al. 1995. Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing, China: II. Species richness, evenness and species diversity(北京东灵山地区植物群落多样性的研究: II. 丰富度、均匀度和多样性指数)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 15(3):268—277.
Zhang WH(张文辉),Lu ZJ(卢志军),Li JX(李景侠), et al. 2002. A comparative study on spatial distribution pattern and its dynamics of *Quercus variabilis* population among different forest areas in Shaanxi Province, China((陕西不同林区栓皮栎种群空间分布格局及动态的比较研究)[J]. *Acta Bot Boreali-Occidentalia Sin*(西北植物学报), 2(3):476—483.
Zhang F(张峰),Shangguan TL(上官铁梁). 1998. Analysis on the community diversity of forest vegetation in Main Mountain, Shanxi(山西绵山森林植被的多样性分析)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 22(5): 461—465.

(上接第313页 Continue from page 313)

资源需求日益增加压力,从而减少对森林的破坏和采伐,保护植物多样性(白军红等,2003)。

(3)开展引种、育种及科学研究工作。植物的引种、育种是拯救珍稀植物的重要举措,青海植物园、苗圃、花圃应积极开展引种、育种和繁殖工作,使祁连圆柏、羽叶丁香、文冠果、栎等濒于灭绝的物种得到拯救。

参考文献:

- 国家环境保护局自然保护司. 1991. 珍稀濒危植物保护与研究[M]. 北京:中国环境科学出版社, 110—113.
青海省林业局. 1990. 青海省孟达自然保护区[M]. 西宁:青

- 海人民出版社, 1—7.
青海植物志编辑委员会. 1999. 青海植物志[M]. 西宁:青海人民出版社, 372—385.
青海百科全书编纂委员会. 1998. 青海百科全书[M]. 西宁:青海人民出版社, 89—91.
Cai J(蔡靖), Yang XP(杨秀萍), Jiang ZM(姜在民). 2002. Researches on vegetation bio-diversity in Zhouzhi National-level Nature Reserve(陕西周至国家级自然保护区植物多样性研究)[J]. *J Northwest Fore Univ*(西北林学院学报), 4:19—23.
Bai JH(白军红), Deng W(邓伟), Zhang Y(张勇), et al. 2003. Protection for habitat security of biological resources in wetland of Zhalong Natural Reserve(扎龙自然保护区湿地生物生境安全保护)[J]. *J Northwest Fore Univ*(西北林学院学报), 3:6—9.