

陕西省栓皮栎群落物种多样性的空间异质性

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鼎湖山树木园, 广东 肇庆 526070; 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. 分渭北黄土高原、秦岭北坡、巴山地区三区, 研究了陕西不同区域生物多样性特征, 物种从渭北到秦岭, 再到巴山, 越来越丰富, 林内的差异性也越来越大, 均匀度就越来越差. 分海拔探讨了物种多样性特征, 得出海拔 700-900 m 处是最适宜栓皮栎生长的. 讨论了其它环境因子对多样性的影响, 进而提出了在暖湿的陕南秦巴山区, 海拔 700-900 m 处, 营造栓皮栎的人工林, 把人们的对栓皮栎的利用转到人工林的利用上来, 应该尽快采取措施对原有天然林进行保护.

关键词: 陕西省; 栓皮栎; 重要值; 物种多样性

中图分类号: Q948

文献标识码: A

文章编号: 1001-389X(2006)01-0063-06

Spatial heterogeneity on species diversity of *Quercus variabilis* community in Shanxi Province

LI Lin¹, HANG Zhong-liang¹, ZHANG Hai-zhong², WEI Shi-guang¹, ZHANG Wen-hui³

(1. Dinghushan Arboretum, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Zhaoqing 526070, China; 2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 3. College of Forestry, Northwest Sci-tech Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China)

Abstract: Importance value was used as the measuring of biodiversity. The richness index of species, Simpson and Shannon biodiversity indexes, Pielou and Alatto evenness indexes of *Quercus variaabilis* were calculated. According the physical characters, the study divided Shanxi Province into three parts: Weibei loess Plateau, North slope of Qinling mountain, North slope of Bashan mountain, species richness on Bashan mountain was the highest, and Qinling mountain was higher than Weibei loess Plateau. The evenness became littler and littler from Weibei loess Plateau to North slope of Qinling mountain to North slope of Bashan mountain. The diversity was discussed on three attitude steps. The results showed that the best attitude for *Q. variaabilis* growing was 700-900 m. The article also discussed the influence of other environmental factors on biodiversity. The measures were raised for the protection of *Q. variaabilis* forests. The man-controlled forest should build in Bashan and Qinling mountain at attitude 700-900 m. The measures should adopt to protect the natural forest rapidly.

Key words: Shanxi Province; *Quercus variabilis*; importance value; biodiversity

栓皮栎 (*Quercus variaabilis*) 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, 海拔高度约在 500-1 600 m, 主要生长在 800-1 300 m. 栓皮栎抗性, 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的战略的实施, 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. 由于中国西部辽阔的疆土, 古老的地质历史, 多样的地貌和气候条件, 形成复杂多样的生态环境, 因而孕育出丰富的生物多样性. 然而西部省份位于我国干旱、半干旱地区降水稀少, 自然条件恶劣, 由于人们的不当利用甚至破坏, 使西部的生物多样性受到

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30200035); 陕西科技攻关项目(2001K04G21).

作者简介: 李 林(1978-), 女, 陕西汉中, 博士研究生, 从事保护生态学和苗木繁育方面的研究; 通讯作者: 张文辉(1963-), 男, 陕西岐山人, 教授, 从事植物学和生态学研究.

收稿日期: 2005-03-15; **修回日期:** 2005-11-09.

严重威胁。西部大开发中,经济发展与环境保护的关系是一荣俱荣,一损俱损,两者关系至为紧密,难以单独处理^[1]。生物多样性的空间格局及其形成机制的研究是当前生物多样性研究的热点。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特征,从而为制定区域生物多样性保护对策提供理论依据^[2]。本文研究了陕西渭北黄土高原、秦岭北坡、巴山地区3个区域的栓皮栎林的群落生物多样性特征,探讨了不同海拔栓皮栎群落物种多样性特征,以及生物多样性与其它环境因子的关系,进而提出了保护措施,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

黄土高原、秦岭北坡和巴山北坡分属不同气候类型^[3],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,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^[4]。本次研究范围在黄土高原南部的黄龙县,海拔1 000-1 300 m地区;秦岭北坡(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的分布较为集中的地域。

表1 研究地区自然概况

Table 1 The physiographic condition of research locality

地区	气候类型	土壤类型	年降雨量/mm	年平均温度/℃	1月平均温度/℃	7月平均温度/℃	极端最高温度/℃	极端最低温度/℃	年内≥10℃的积温/℃	无霜期/d
黄龙山区	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	暖温带气候	棕壤	1 000	13.5	-7	25	43.4	-19	4 500	180
巴山北坡	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》^[5],有修改。

2 研究方法

2.1 样地调查

在上述地区,经过充分踏查后,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,海拔。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^[6]。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,记录每株栓皮栎的坐标值。

2.2 多样性测度方法

采用重要值作为多样性指数的测度指标。这里重要值(importance value)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^[2]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 为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, $J = (- \sum P_i \log P_i) / \log S$;

Alatalo 均匀度指数, $E = [(\sum P_i^2)^{-1} - 1] / [\exp(- \sum P_i \ln P_i) - 1]$ 。

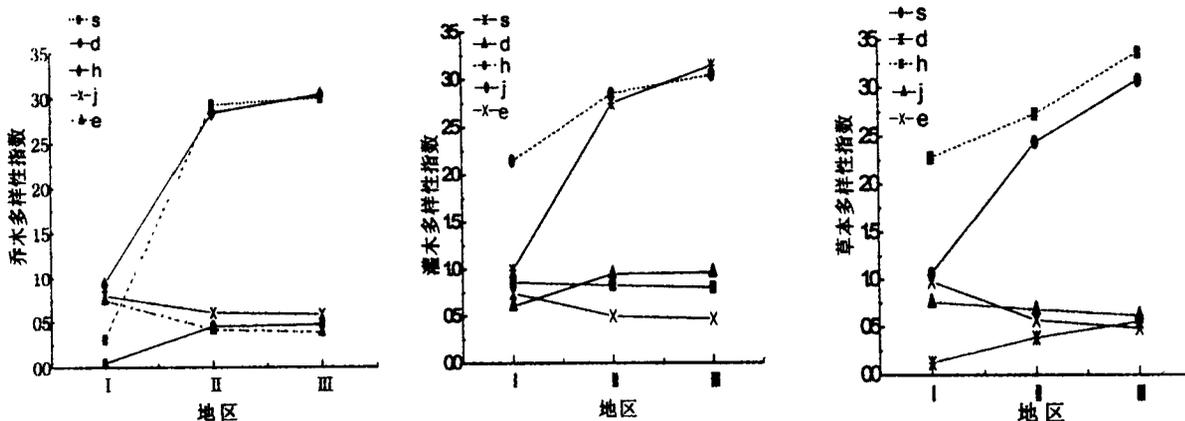
2.3 多样性与环境因子相关性的非参数检验

生物多样性与主要环境因子之间的相关程度采用 Pearson 相关分析。

3 结果与分析

3.1 不同纬度地区的多样性特征

按照纬度不同, 将陕西省的栓皮栎主要分布区分为 3 个区域, 渭北黄土高原、秦岭北坡和巴山地区. 3 个地区乔、灌、草 3 层的生物多样性指数如图 1.



注: I. 渭北黄土高原; II. 秦岭北坡; III. 巴山北坡. *S* 为物种数; *d* 为 Simpson 多样性指数; *h* 为 Shannon 多样性指数; *j* 为 Pielou 均匀度指数; *e* 为 Alatlo 均匀度指数. 由于 *S* 值大, 为作图方便, 将乔灌木草三层的都除 15.

图 1 3 个区域栓皮栎林内乔灌木草 3 层的生物多样性格局

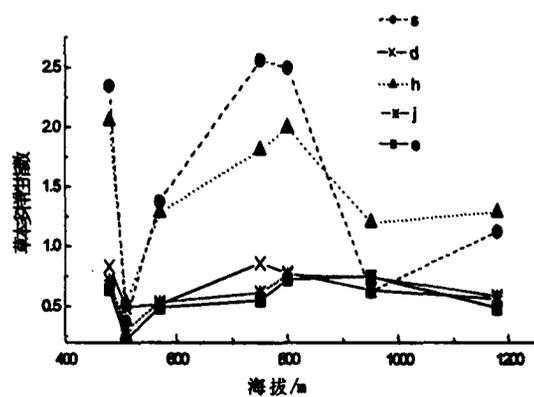
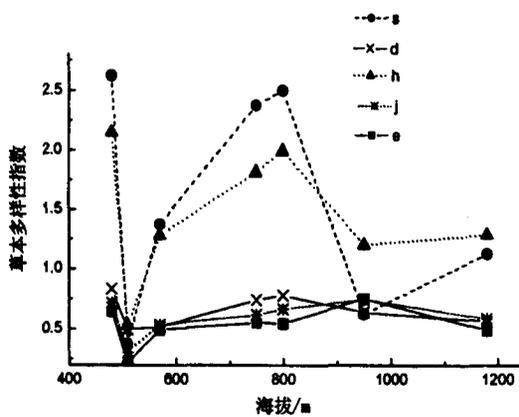
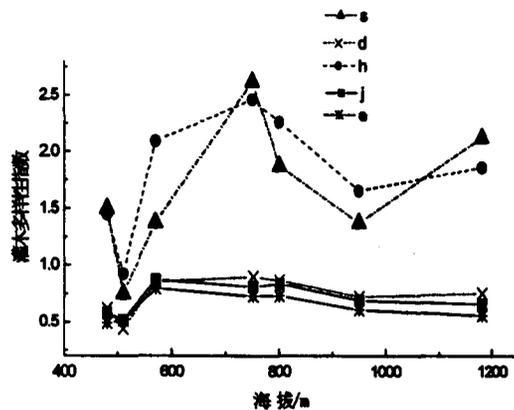
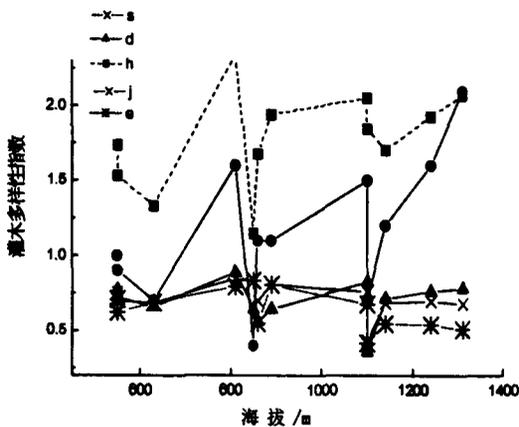
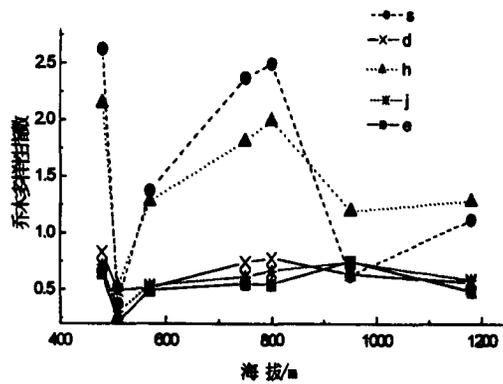
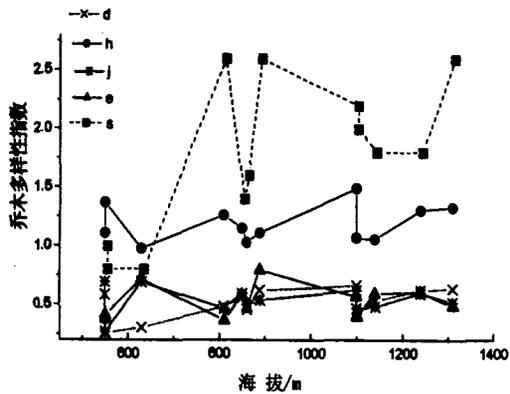
Figure 1 Biodiversity pattern of arbor, shrub and herbage of *Q. variabilis* communities in three regions

由图 1 可以看出从渭北黄土高原黄龙山区到秦岭北坡, 再到巴山地区随着纬度降低, 物种丰富度逐渐增高, Shannon 指数增长趋势较大; Simpson 指数增长趋势较缓, 物种均匀度指数 Pielou 指数和 Alatlo 指数缓慢下降. 渭北黄龙山区到秦岭变幅, 栓皮栎林的乔灌木草 3 层的物种丰富度大幅度增加, 且增长趋势是: 乔木 > 灌木 > 草本. 而从秦岭北坡到巴山北坡, 乔灌木草 3 层的物种丰富度增加趋势变缓, 且增长的趋势是: 草本 > 灌木 > 乔木. 乔灌木草 3 层的 Shannon 指数和 Simpson 指数变化趋势相同, 从黄龙山区到秦岭北坡增幅大于秦岭北坡到巴山北坡. 乔灌木草 3 层的均匀度指数变化趋势也相同, 从黄龙山区到秦岭北坡的降幅大于秦岭北坡到巴山北坡. 这主要是由不同地区的生境异质性决定的. 3 区的气候条件和水热条件呈现梯度性变化, 从渭北到秦岭北坡, 水热条件差异大, 秦岭北坡到巴山北坡气候因子差异小. 物种从渭北到秦岭, 再到巴山, 越来越丰富, 林内的差异性也越来越大, 均匀度就越来越差. 这也说明了气候条件对物种多样性的影响是很大的.

3.2 生物多样性与环境因子的关系

3.2.1 不同海拔的多样性特征 图 2、3 显示, 秦岭北坡栓皮栎林, 在不同的海拔梯度上物种分布不同, 其乔木层生物多样性特征也不同. 生物多样性指数随着海拔升高, 呈波动性变化, 整体趋势是上升. 在海拔 700-900 m 这一区段内, 各指数都会出现一个最高点或次高点, 这说明秦岭北坡这一区段栓皮栎林内乔木层物种最丰富, 多样性也最大, 同时也比较稳定. 巴山地区的栓皮栎林物种多样性特征同秦岭一样: 随海拔高度增高, 多样性指数呈波动性变化, 整体趋势是下降. 两个地区的乔木层的丰富度指数 *S* 和多样性 Shannon 指数变化幅度均较大, Simpson 指数、Pielou 指数和 Alatlo 指数变幅小.

秦岭北坡和巴山地区的栓皮栎林, 在不同的海拔梯度上灌木层的物种多样性特征也不同. 生物多样性指数随着海拔升高, 呈波动性变化. 总的趋势是: 波动性上升. 从高点骤然降低的点, 是由于取样的特殊性, 这块样地内受人为干扰大, 生境差, 使一些物种无法存活, 物种丰富度降低, 多样性也随之降低. 在海拔 700-800 m 这一区段, 各指数都会出现一个最高点, 这说明这一区段栓皮栎林内物种最丰富, 多样性也最大, 同时也比较稳定. 均匀度指数 Pielou 和 Alatlo 在 2 个地区都是呈下降的趋势, 秦岭



注: S 为物种数; d 为 Simpson 多样性指数; h 为 Shannon 多样性指数; j 为 Pielou 均匀度指数; e 为 Alatto 均匀度指数. 由于 S 值大, 为作图方便, 将乔灌草三层的都除 10.

图2 秦岭北坡栓皮栎林内乔灌草三层的生物多样性随海拔变化趋势

Figure 2 Biodiversity trend of arbor, shrub and herbage of *Q. variabilis* communities with the change of altitude in North slope of Qinling mountain

图3 巴山地区栓皮栎林内乔灌草三层的生物多样性随海拔变化趋势

Figure 3 Biodiversity trend of arbor, shrub and herbage of *Q. variabilis* communities with the change of altitude in North slope of Bashan mountain

北坡栓皮栎林的均匀度指数波动性下降, 巴山地区的则呈现出线性下降趋势.

秦岭北坡和巴山地区栓皮栎林, 在不同的海拔梯度上草本层的生物多样性特征表现出相似性. 生物多样性指数随着海拔升高, 呈波动性变化, 总的趋势是下降. 在海拔 700-800 m 这一区段, 各指数都会出现一个最高点或次高点, 这说明秦岭北坡和巴山地区这一区段栓皮栎林内物种最丰富, 多样性也最大, 同时也比较稳定. 丰富度指数 S 和多样性 Shannon 指数变化幅度均较大, Simpson 指数变幅小. 均

均匀度指数 Pielou 和 Alatto 呈波动性下降趋势, 变幅小。

3.2.2 生物多样性与其它环境因子的关系 根据表1可以得出结论: 栓皮栎林的乔灌木3层的物种丰富度(SR)与表2的气候因子成正相关。主要受温度因子的调控, 而与降雨量相关性小。影响丰富度指数的气候因子中, 乔木层相关系数前3位的分别为极端高温、极端低温和年平均温度; 灌木层为极端低温、年平均温和 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温, 其中极端低温的影响极为显著; 草本层为年平均温、 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温和7月平均温度, 其中年平均温度和 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温的影响极为显著。乔灌木3层的 Shannon-Wiener 指数与气候因子也成正相关, 乔木层与温度因子相关性大, 相关系数前3位的分别为极端低温、极端高温和年平均温度; 灌木层与极端低温相关性显著, 年均温度和 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温相关系数尾随其后; 草本层与降雨量显著相关, 7月平均温度和 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温的相关系数也较高。Pielou 均匀度指数与各气候因子成负相关。乔木层与温度因子的相关性最大, 相关系数前3位的分别为极端高温、极端低温和年平均温度; 灌木层与7月平均温度相关性极显著, 与 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温的相关性显著, 年平均气温的相关系数也达到-0.995。草本层与7月平均温度相关性显著, 与年降雨量的相关系数达到-0.995, 与 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温的相关系数达到-0.990。

表2 多样性指数与主要环境因子相关性的非参数检验

Table 2 Non-parametric Pearson correlation between diversity indices and main environmental factors

多样性指数	年降雨量	年平均温	1月温度	7月温度	极端最高	极端低温	积温	无霜期
A(SR)	0.852 (0.351)	0.960 (0.182)	0.241 (0.845)	0.927 (0.244)	0.996 (0.058)	0.990 (0.089)	0.953 (0.196)	0.506 (0.663)
S(SR)	0.919 (0.258)	0.990 (0.088)	0.380 (0.752)	0.972 (0.151)	0.972 (0.152)	1.000** (0.004)	0.987 (0.103)	0.626 (0.569)
H(SR)	0.966 (0.167)	1.000** (0.002)	0.508 (0.661)	0.996 (0.060)	0.928 (0.242)	0.989 (0.095)	1.000* (0.012)	0.730 (0.479)
A(H')	0.882 (0.313)	0.975 (0.144)	0.298 (0.807)	0.948 (0.206)	0.989 (0.096)	0.997 (0.051)	0.969 (0.159)	0.556 (0.625)
S(H')	0.932 (0.237)	0.994 (0.068)	0.410 (0.731)	0.979 (0.130)	0.964 (0.172)	0.999* (0.025)	0.992 (0.082)	0.651 (0.548)
H(H')	0.999* (0.027)	0.953 (0.196)	0.743 (0.467)	0.978 (0.134)	0.774 (0.436)	0.899 (0.289)	0.960 (0.181)	0.902 (0.285)
A(J)	-0.872 (0.325)	-0.970 (0.156)	-0.280 (0.819)	-0.942 (0.219)	-0.991 (0.084)	-0.995 (0.063)	-0.964 (0.171)	-0.540 (0.637)
S(J)	-0.986 (0.108)	-0.995 (0.061)	-0.585 (0.602)	-1.000** (0.001)	-0.890 (0.301)	-0.971 (0.154)	-0.997* (0.047)	-0.791 (0.420)
H(J)	-0.995 (0.064)	-0.986 (0.105)	-0.639 (0.558)	-0.998* (0.042)	-0.857 (0.345)	-0.952 (0.197)	-0.990 (0.090)	-0.831 (0.376)

注: SR为物种丰富度, H'为香农-维纳多样性指数, J为均匀度; H代表乔木, S代表灌木, G代表草本层。相关系数和显著水平(括号内的数据为平均数; * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$)。

4 讨论

4.1 陕西不同区域栓皮栎林多样性变化的原因

陕西的黄龙山区、秦岭北坡和巴山北坡分属不同气候类型^[3], 由北向南环境呈规律性变化, 在土壤、植被方面也存在差异。三区的气候条件和水热条件呈现梯度性变化, 从渭北到秦岭北坡, 水热条件差异大, 秦岭北坡到巴山北坡气候因子差异小。导致物种丰富度指数和多样性指数从渭北到秦岭变幅较大, 而秦岭北坡到巴山地区变幅较缓。物种从渭北到秦岭, 再到巴山, 越来越丰富, 林内的差异性也越来越大, 均匀度就越来越差。

不同层次的植物多样性对海拔高度的反应具有共性, 如在海拔700-900 m处均于最高或次高。但3个层次对海拔的反应亦具有差异, 虽然都是波动性变化, 乔木层的总体趋势是上升, 而灌木层和草本层的趋势是下降。

4.2 物种多样性与海拔的关系

山地植物群落物种多样性随海拔高度的变化规律一直是生态学家感兴趣的问题^[7-8],但因山地植物群落物种多样性受山地分布区域的环境条件、群落类型、气候条件、水热状况等影响,研究结果差异很大,二者之间的相互关系比较复杂.所以,同是山地,秦岭北坡和巴山北坡的栓皮栎林的生物多样性格局随海拔的变化趋势就有差异.在不同纬度区,海拔对多样性的影响存有差异.由于所选样地内都有人为干扰,且至今为止还没有一个很好的尺度来衡量人为干扰的程度,所以这些差异到底是人为干扰引起的,还是由不同地区的生境异质性起决定作用的,有待于进一步的研究.

4.3 生物多样性与其它环境因子之间的关系

目前生物多样性研究的热点是生物多样性形成的机制,探讨物种多样性与环境因子之间的关系,对生物多样性的保育工作显得尤为重要^[9-10].生物多样性随着纬度的升高而下降这一现象的解释有多种,区域气温的作用是其中的一种.本研究支持这种解释.陕西境内栓皮栎林乔灌草的物种丰富度都主要受温度因子的调控,从陕北黄土高原到关中平原,再到陕南的巴山地区年平均温、>10℃积温、7月平均温度和极端温度都成上升趋势,物种丰富度也随之增加.乔灌层的 Shannon 指数也受控于温度,但是草本层与降雨量关系显著. Pielou 均匀度指数与各气候因子成负相关.

5 结论

栓皮栎的物种多样性指数从渭北黄龙山区到秦岭北坡,再到巴山地区逐渐增高,而均匀度指数逐渐下降.气候条件对物种多样性的影响是很大的.3区的气候条件和水热条件呈现梯度性变化,从渭北到秦岭北坡,水热条件差异大,秦岭北坡到巴山北坡气候因子差异小.物种从渭北到秦岭,再到巴山,越来越丰富,林内的差异性也越来越大,均匀度就越来越差.秦岭北坡和巴山地区的栓皮栎林,乔木层和灌木层物种多样性的变化趋势是不同的:随海拔高度增高,秦岭北坡波动上升,巴山地区波动下降.草本层的变化趋势是相同的:随海拔高度增高,都呈波动性下降.在海拔700-900m内乔灌草的多样性指数均达到最高或次高点,说明在这一区段内,水热条件和气候条件都最适于栓皮栎林的生长和演替,物种丰富,差异性大,多样性大.均匀度指数 Pielou 和 Alatalo 呈波动性下降趋势,变幅小.

由此可见,栓皮栎在陕西更适合生长在暖湿的陕南秦巴山区.而目前所分布的大部分都是天然林,当地居民用来生木耳和香菇已成传统,一些林分已经遭到破坏,急需保护和引导人们进行合理利用.一方面,应该在秦巴山区,海拔700-900m处适宜栓皮栎生长的地段内,营造栓皮栎的人工林,把人们的对栓皮栎的利用转到人工林的利用上来,对山区经济建设做出贡献.另一方面,应该尽快采取措施对原有天然林进行保护,设立保护区,建立种子库,为当地的造林提供优质适宜的种子和幼苗.

参 考 文 献:

- [1] 钊晓东.西部大开发中的生物多样性的保护[J].四川环境,2001,20(1):46-61.
- [2] 马克平,黄建辉,于顺利,等.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].生态学报,1995,15(3):268-277.
- [3] 雷明德.陕西植被[M].北京:科学出版社,1999.
- [4] 张文辉,卢志军,李景侠,等.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].西北植物学报,2002,2(3):476-483.
- [5] 张仰渠.陕西森林[M].北京:中国林业出版社,1986.
- [6] 张鸿烈,刘光崧.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,1996.
- [7] 程瑞梅,肖文发,李建文,等.三峡库区森林植被多样性分析[J].应用生态学报,2002,13(1):35-40.
- [8] 贺金生,陈伟烈.陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征[J].生态学报,1997,17(1):91-99.
- [9] 常学向,赵文智,赵爱芬.祁连山区不同海拔草地群落的物种多样性[J].应用生态学报,2004,15(9):1599-1603.
- [10] 陈睿,洪伟,吴承祯.闽北常绿阔叶林物种多样性海拔梯度分析[J].福建林学院学报,2004,24(1):12-16.