

文章编号: 1000-0690(2002)03-0349-06

佛坪自然保护区植物群落物种多样性 与海拔梯度的关系

岳 明¹, 张林静^{1,2}, 党高弟³, 辜天琪¹

(1. 西北大学秦岭生物多样性研究中心, 陕西 西安 710069; 2. 山西师范大学生物系,
山西 临汾 041004; 3. 佛坪国家级自然保护区管理局, 陕西 佛坪 723400)

摘要: 用多元统计分析方法研究了佛坪自然保护区植物群落物种多样性及群落各生长型多样性特征沿海拔梯度的变化。结果表明: 1) 植物群落的 Shannon 指数与 Simpson 指数及物种丰富度与海拔梯度均呈显著负相关关系; 2) 乔木层的物种多样性沿海拔梯度的变化则体现了 中间高度膨胀 的规律, 即中等海拔高度上多样性高而低海拔和高海拔多样性较低; 3) 灌木层丰富度指数在 1 600~1 700 m 之间有个很不明显的峰值, 而其它 4 个指标沿海拔呈单调的下降趋势; 4) 草本层植物多样性呈先降后升的趋势, 在中等海拔高度较低。

关 键 词: 佛坪自然保护区; 植物群落; 物种多样性; 海拔梯度; 秦岭

中图分类号: Q948.5 文献标识码: A

海拔的变化常常是决定山地生境差异的主导因子, 因为海拔导致水热条件及其组合在空间上的分布, 并常伴随着温度、降水、风速、光照、土壤等许多因子的改变, 进而影响着植物群落的分布与结构及物种多样性, 同时海拔梯度也是较易于研究的综合性生态因子梯度。贺金生等(1997)曾对国内外有关的研究进行了综述^[1], 总结出物种多样性与海拔梯度关系的 5 种模式, 反映出不同地理区域山地上植物群落物种多样性沿海拔梯度的变化模式是不相同的, 但这种格局的形成机制还不是很清楚。

秦岭是我国暖温带和北亚热带气候的重要分界线, 是我国一个具有国际意义的陆地生物多样性分布中心^[2]。已有一些研究涉及到秦岭地区植物群落的物种多样性特征^[3~6], 但对该地区物种多样性与海拔梯度的关系讨论较少。我们曾报道了该区不同群落类型的物种多样性特征^[7], 本文主要讨论该区以样方为基础的物种多样性的海拔梯度特征。

1 研究区自然概况

佛坪国家级自然保护区位于秦岭中段南坡的陕西佛坪县境内, 是以保护大熊猫等珍贵动物及森

林生态系统为主的综合自然保护区。该区受第四纪冰川的影响较小, 因而保存有许多古老残遗物种, 这对于研究我国植物区系的发生及进化有着极为重要的意义。而且本区受人为活动影响较小, 其植被在秦岭南坡中保存相对完好, 另外其海拔高差达 2 000 m, 具有从亚热带北缘含常绿树的落叶阔叶林到亚高山灌丛草甸的较完整的植被垂直带谱^[7~9], 这为研究群落物种多样性的海拔梯度特征提供了良好的条件。

保护区地理坐标 107°44'~107°55'E、33°32'~33°43'N, 面积约 350 km²。其北界为秦岭主脊, 最低点海拔为 890 m, 最高点海拔为 2 904 m, 相对高差 2 014 m。本区处北亚热带与暖温带的过渡地带。城关气象站(海拔 800 m)年均温 13℃, 7 月均温 27℃, 1 月均温 -2℃, 年降雨量 950~1 200 mm, 雨季集中在 7~9 月份。由于海拔高差的影响, 保护区内表现出差异明显的山地气候, 大致 2 000 m 以下温暖湿润, 年均温 6~11℃。2 000 m 以上为凉温湿润, 年均温为 1~6℃。土壤由低山至亚高山逐渐过渡, 依次为黄棕壤(<1 300 m), 棕壤(1 300~2 500 m), 暗棕壤(2 400~2 800 m)和草甸土(2 600~2 904 m)。

收稿日期: 2001-04-28; 修订日期: 2001-09-25

基金项目: 林业部佛坪国家级自然保护区综合考察项目、西北大学校内基金(99NW51)。

作者简介: 岳明(1967-), 男, 新疆喀什人, 博士, 副教授, 主要研究方向为植被生态学及全球变化生态学。E-mail: yueming@nwu.edu.cn 个人网站: 生态空间(<http://ecospace.51.net>)

本区植被以森林为主,表现出显著的垂直分布格局。海拔 2 000 m 以下为栎林带。带内除表征本带特征的栓皮栎(*Quercus variabilis*)林(< 1 350 m)和锐齿槲栎(*Q. aliena* var. *acuteserrata*)林(1 300~ 2 000 m)两类栎林外,还有许多其它群落类型如油松(*Pinus tabulaeformis*)林和短柄枹栎(*Q. serrata* var. *brevipetiolata*)林等。另外,海拔 1 300~ 2 000 m 范围内的宽阔沟谷中广泛分布有落叶阔叶杂木林。常见树种有太白杨(*Populus purdomii*)、拐枣(*Hovenia dulcis*)、亮叶桦(*Betula luminifera*)、七叶树(*Aesculus chinensis*)、铁杉(*Tsuga chinensis*)、领春木(*Euptelea pleiosperma*)、锐齿槲栎、红桦(*Betula albo-sinensis*)、水曲柳(*Fraxinus mandschurica*)、秦岭冷杉(*Abies chinensis*)、山白树(*Sinowilsonia henryi*)等,其内多珍稀濒危保护植物。本带为幅度最广的自然带,林下广布巴山木竹(*Bashania fargesii*),是大熊猫冬春季的主要栖息地。

海拔 2 000~ 2 500 m 为桦林带,包括红桦林和牛皮桦(*Betula albo-sinensis* var. *septentrionalis*)林。华山松(*Pinus armandii*)林、青扦(*Picea wilsoni*)林和铁杉针阔叶混交林也主要分布于桦林带,优势树种较多,有时形成混交林。林下的优势灌木多为华桔竹(*Fargesia spathacea*),在林下经常形成背景化。

2 500 m 以上为针叶林带,大部地段为巴杉冷杉林占据,太白红杉林仅在海拔最高的局部地区有分布。山脊或峰顶多强风处斑块状分布有小面积的亚高山灌丛和草甸,优势种常为细枝绣线菊(*Spiraea myrtilloides*)、华桔竹、头花杜鹃(*Rhododendron capitatum*)、毛状苔(*Carex capilliformis*)、紫苞风毛菊(*Saussurea iodostegia*)等。本带及桦林带是大熊猫夏季的主要栖息地。

2 研究方法

对保护区内不同海拔高度及不同类型的植物群落进行常规群落学调查,样地布设于岳坝-大古坪-西河-黄桶梁、龙潭子-大城壕-三官庙-光头山-鲁班寨两条样带上,涵盖了保护区最低到最高的海拔梯度(890 m~ 2 904 m)。样方大小的选取以包括该类型群落绝大多数物种为标准,森林群落为 20 m × 20 m,共计 44 个;亚高山灌丛和草甸样方共 11 个,灌丛样方大小 5 m × 5 m,草甸 1 m × 1 m。共

出现种子植物 370 种,其中木本植物 199 种(含木质藤本),草本植物 161 种(含草质藤本),分别占总种数的 53.9% 和 46.1%。

参与分析的典型样地共 55 个,计算处理对象为样地内所有种子植物。鉴于植物尤其是草本植物个体数目统计困难,采用重要值作为多样性测度的计算依据^[4, 5, 10]。重要值 = 相对高度 + 相对多度 + 相对盖度。多样性的测度选用丰富度指数、均匀度指数和物种多样性指数 3 类。计算公式见文献[4, 7]。

共选定 55 个典型样地来探讨其群落物种多样性与海拔高度的关系,采用线性、指数、对数、多项式及幂函数 5 种函数对多样性测度指标对群落海拔高度进行回归分析,从各回归式中筛选出回归系数最高者来讨论($n = 55$ 时,当 $R^2 = 0.0684$, $P < 0.05$, 回归达显著水平;当 $R^2 = 0.1153$, $P < 0.01$, 回归达极显著水平)。

3 结果与讨论

对各多样性测度指标与海拔高度最好的拟合绝大多数表现为多项式回归。本区植物群落的 3 个物种多样性测度指标即 Shannon 指数与 Simpson 指数及物种丰富度与海拔梯度均呈显著或极显著的负相关关系,即随海拔的升高,群落物种多样性逐渐降低,而且这 3 个指标所表现的规律完全一致(图 1a, b; 图 2 群落总体)。两种均匀度指标与海拔高度没有显著相关关系(图 1c, d)。

各指标表现了相同的沿海拔升高而下降的趋势,这种规律与北京地区^[10]及秦岭主峰太白山北坡^[4]群落物种多样性所表现的中间高度膨胀现象不同。也有许多山脉显示出植物群落物种多样性沿海拔梯度单调下降的规律^[11, 12],喜马拉雅山南坡的情况是经典的例子^[13],这有些类似于多样性沿纬度的变化。秦岭水热配合状况较好的地区应该在中山地带^[4, 14, 15],但本区群落物种多样性却并未向着较恶劣的环境而简单地减少,原因是多方面的。本区中山带各多样性测度指标偏低的重要因素是该高度带上竹类的繁盛,这一地区多数群落中巴山木竹的密度在 30~ 100 秆/m²(图 3),这使其多样性计算结果偏低。由于同样的原因,也使得中山带森林群落林下灌木和草本种类较少。因为草本植物丰富度对群落物种丰富度贡献很大,草本植物种类的减少使得群落物种丰富度也显著减

少。同时, 本区中山带地形坡度较小而且林分趋于老化, 使得环境异质性降低, 这也导致了多样性的降低。类似的情况在群落演替过程也能常常看到, 许多研究表明物种多样性的峰值并不出现在演替的末期, 而是在环境异质性较高的中后期^[16]。

乔木层的物种多样性沿海拔梯度变化很好地体现了 中间高度膨胀 的规律, 即中等海拔高度上多样性高而低海拔和高海拔多样性较低(图 2 乔木, 图 4), 各指标与海拔高度间的回归均达极显著水平。这一结果与秦岭北坡落叶阔叶林群落物种

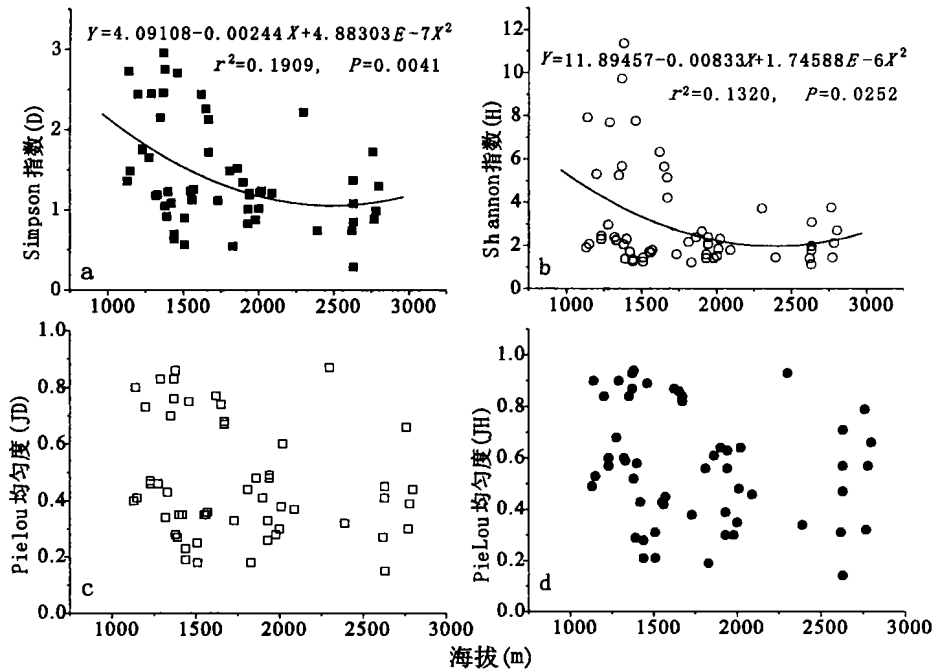


图 1 佛坪自然保护区植物群落物种多样性指数与海拔的关系

Fig. 1 The relationships between species diversity indices of communities and altitude in FNR

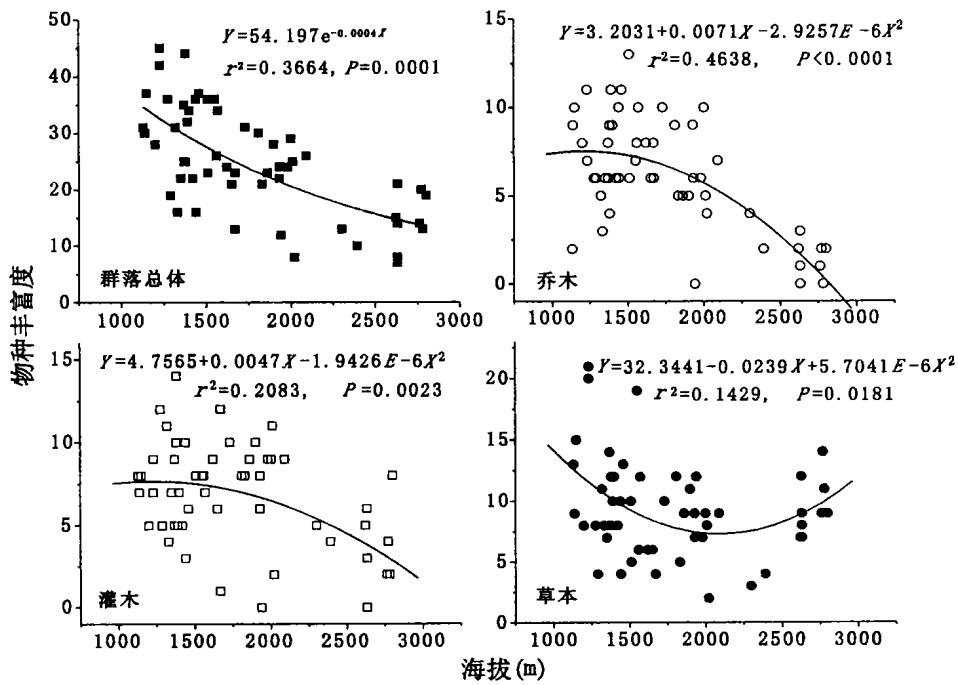


图 2 佛坪自然保护区植物群落物种丰富度与海拔的关系

Fig. 2 The relationships between species richness of communities and altitude in FNR

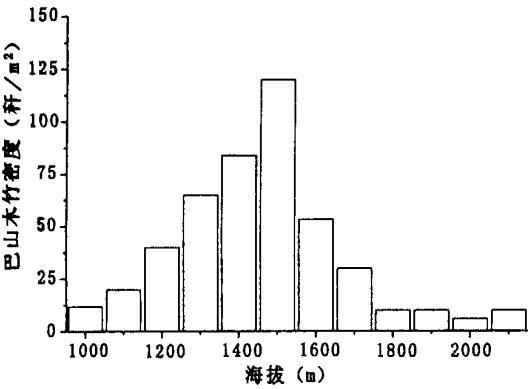


图3 巴山木竹密度沿海拔梯度的变化

Fig. 3 The change of *Bashania fargesii* density along altitude

多样性在海拔梯度上变化相类似^[4]。因为乔木处在群落的上层,受其它各层的影响要小得多,其多样性在中等海拔高度上较高很大程度上是因为秦岭中山带是水热条件配合最好的区域。低海拔处往往因人为活动的影响而导致多样性降低,较高海拔处则主要是由于低温制约了许多乔木树种的分布。

灌木层的情况与乔木层有很大的差别,除其物种丰富度外(图2灌木),其它4个指标在海拔1 000~ 3 000 m 区间内呈单调下降趋势(图5),丰富度指数的拟合曲线在1 600~ 1 700 m 之间有个很不明显的峰值(图2灌木)。各指标对海拔高度回归均达显著或极显著水平。形成这种格局的原因

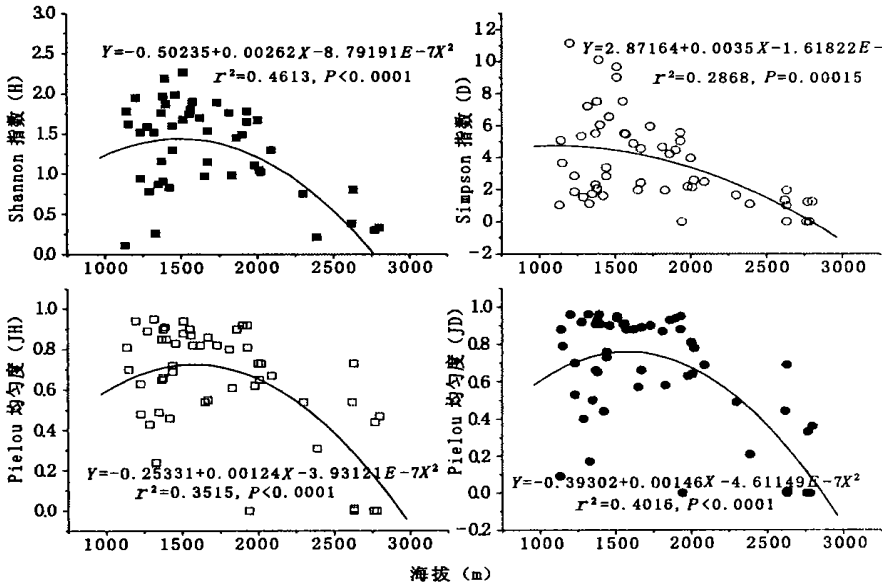


图4 佛坪自然保护区植物群落乔木物种多样性指数与海拔的关系

Fig. 4 The relationships between species diversity indices of tree and altitude in FNR

与群落物种多样性相似,同样受竹类影响较大。

草本层植物多样性呈先降后升的趋势,在中等海拔高度较低(图2草本,图6)。两种均匀度及Shannon 指数对海拔高度的回归没有达到显著水平,Simpson 指数和物种丰富度的多项式拟合达显著水平。Simpson 指数和物种丰富度的回归方程在海拔1 650~ 1 750 m 附近有个极低值。草本层的发育与乔木层和灌木层盖度常常呈负相关关系^[3],本区恰在中等海拔高度上乔木郁闭度及巴山木竹多度盖度均较高,使草本层物种多样性呈现了如图所示的格局。群落物种多样性在山体的中部较低的情形不太多见,美国 Front Range 山脉的东坡有这种规律^[17]。

植物群落不同的生长型物种多样性随海拔高度的变化规律经常是不同的^[1],有些学者认为这是海拔梯度与水分梯度相交错的结果^[18],土壤基质和山体所处地带的降水量对群落物种多样性沿海拔梯度的变化规律也有较大影响^[19]。一般来说,物种多样性受多种生态因素的影响,但各因素对其影响程度在不同地区却不尽相同。佛坪自然保护区植物群落的物种多样性沿海拔梯度单调下降,主要受群落内部因子的影响。虽然在这一高度上水分热量配合较好,但林下竹类层片的发育程度很高且环境异质性较小,使得群落内灌木和草本植物较少,因而没有表现出中山带多样性高的格局。而乔木层多样性则更主要地依赖于群落外部环境因

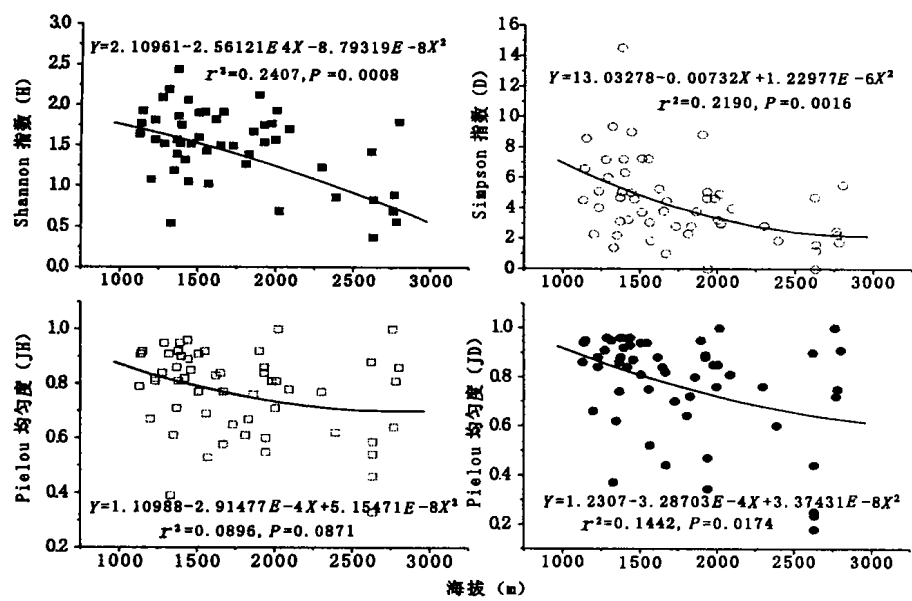


图5 佛坪自然保护区植物群落灌木物种多样性指数与海拔的关系
Fig. 5 The relationships between species diversity indices of shrub and altitude in FNR

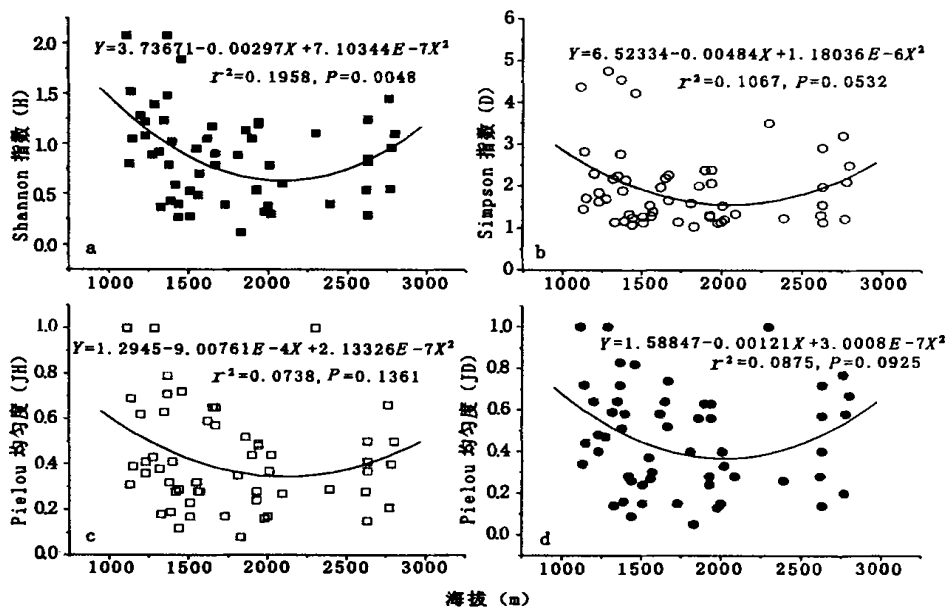


图6 佛坪自然保护区植物群落草本植物物种多样性指数与海拔的关系
Fig. 6 The relationships between species diversity indices of herb and altitude in FNR

子,在水热条件较好的中山带多样性较高。灌木层及草本层物种多样性对于群落内环境的变化更为敏感,竹类优势度大的群落其物种多样性较低。由于竹类发育程度与水热等因子常呈正相关,因此本区物种多样性同样受环境因子的影响,只是其表现形式与其它地区有所不同。

群落物种多样性是一个群落结构和功能复杂

性的度量,对物种多样性的研究可以更好地认识群落的组成、变化和发展,同时对植物群落物种多样性的测定也可以反映群落及其环境的保护状况,这对控制和预防珍稀濒危物种的丧失是很有意义的。本文所揭示的植物群落及各生长型物种多样性的海拔梯度特征,为佛坪自然保护区管理和大熊猫栖息地动态监测提供了一定的理论基础。

参考文献:

[1] 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.

[2] 王献溥, 刘玉凯. 生物多样性的理论与实践 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994. 60.

[3] 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征 [J]. 生态学报, 1994, 14 (4): 337~ 344.

[4] 岳明, 周虹霞. 太白山北坡落叶阔叶林物种多样性特征 [J]. 云南植物研究, 1997, 19 (2): 171~ 176.

[5] 岳明. 秦岭及陕北辽东栎林群落物种多样性特征 [J]. 西北植物学报, 1998, 18 (1): 124~ 131.

[6] 高贤明, 陈灵芝. 北京山区辽东栎林群落物种多样性的研究 [J]. 植物生态学报, 1998, 22 (1): 22~ 32.

[7] 岳明, 任毅, 党高弟, 等. 佛坪国家级自然保护区植物群落物种多样性特征 [J]. 生物多样性, 1999, 7 (4): 263~ 269.

[8] 岳明, 佛坪自然保护区植被 [A]. 任毅 (主编). 秦岭大熊猫栖息地植物 [C]. 西安: 陕西科技出版社, 1998. P341~ 410.

[9] 岳明, 党高弟, 雍立军. 佛坪国家级自然保护区植被基本特征 [J]. 武汉植物学研究, 17 (1): 22~ 28.

[10] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东陵山地区植物群落物种多样性的研究 [J]. 生态学报, 1995, 15 (3): 268~ 277.

[11] Hamilton A C, Perrott R A. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt. Elgon, Kenya/Uganda [J]. Vegetatio, 1981, 45: 107~ 125.

[12] Itow S. Species turnover and diversity patterns along an elevation broad-leaved forest coenocline [J]. Journal of Vegetation Science, 1991, 2: 477~ 484.

[13] Yoda K A. Preliminary survey of the forest vegetation of eastern Nepal [J]. J. Coll. Arts Sci. Chiba Univ. (Nat. Sci. Ser.). 1967, 5: 99~ 140.

[14] 陈明荣. 试论秦岭垂直温度带的划分 [J]. 西北大学学报 (自然科学版), 1992, 22 (4): 465~ 472.

[15] 赵景波, 岳明. 秦岭栎林的发育与气候 [J]. 西安地质学院学报, 1996, (5): 24~ 29.

[16] Louks O L. 1970, Evolution of diversity, efficiency, and community stability [J]. Am. Zool. , 10: 17~ 25.

[17] Peet R K. Forest vegetation of the Colorado, Front Range; Pattern of species diversity [J]. Vegetatio, 1978, 37: 65~ 78.

[18] Minchin P R. Montane vegetation of the Mt. Field massif, Tasmania: a test of some hypotheses about properties of community patterns [J]. Vegetatio, 1989, 83: 97~ 110.

[19] Wilson J B, Lee W G, Mark A F. Species diversity in relation to ultramafic substrate and to altitude in southwestern New Zealand [J]. Vegetatio, 1990, 86: 15~ 20.

The Relationships of Higher Plants Diversity and Elevation Gradient in Foping National Reserve

YUE Ming¹, ZHANG Lin-jing^{1,2}, DANG Gao-di³, GU Tian-qi¹

(1. Biology Department and Qinling Biodiversity Centre, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069;

2. Biology Department of Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004;

3. Foping Nature Conservation, Foping, Shaanxi 723400)

Abstract: The relationships between species diversity indices of plant in communities and altitude gradient of Foping National Reserve were studied using multiple regression analysis. The results are as follows: 1) The Shannon index, Simpson index and species richness of communities are negatively related to latitude significantly. 2) The species diversity of arbor layer showing a rule of Mid-altitude bulge with change of altitude, means that it is higher in intermediate altitude while lower in lower and higher altitude. 3) There is a no obvious peak value of species richness of shrub layer at Alt. 1600~ 1700m, while the other four diversity indices decreased monotonously with altitude. 4) All of the species diversity indices of herb layer are lower at intermediate altitude.

Key words: Foping National Reserve; plant community; species diversity; altitude gradient; Qinling mountains