

DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2020.05.023

天水小陇山红豆杉群落特征的生态学意义

张国强¹, 巨天珍^{1*}, 刘文桢², 裴洁¹, 张永佳¹, 马超¹

(1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省小陇山林业科学研究所, 甘肃 天水 741018)

摘要: [目的] 红豆杉属植物对生境条件要求较严格, 对外界环境变化和人为干扰较为敏感。研究其群落特征和生态位特征对了解群落动态和生境变化有重要意义。[方法] 基于野外采样调查, 对小陇山林区红豆杉群落的种属组成、数量、生活型谱和主要种群的生态位特征进行了研究。[结果] 1. 组成红豆杉林的植物共有 64 种, 隶属于 33 科 47 属。乔木层的优势科为红豆杉科, 灌木层的优势科为蔷薇科, 草本层为莎草科; 红豆杉群落物种多度分布呈倒 J 型; 红豆杉群落生活型谱表现为地上芽植物>高位芽植物>地面芽植物>地下芽植物>一年生植物; 2. 红豆杉群落乔木层生态位宽度依次为红豆杉>油松>栓皮栎>毛栗子>侧柏>青檀; 红豆杉与其他种群之间重叠值小于伴生种之间的重叠值; 红豆杉林各种群之间的生态位相似性比值 C_{ih} 大于 0.9 的有 16 对, 占 57.15%, 在 0.7-0.8 之间有 9 对, 占 32.14%, 0.6-0.7 之间有 3 对, 占 10.71%。人工红豆杉林油松对红豆杉的干扰程度较青檀大。

关键词: 红豆杉; 生态位; 生活型谱; 小陇山; 秦岭

中图分类号: S718.54

文献标志码: A

文章编号: 1001-1498(2020)05-0184-07

群落的种属组成和功能特征可以反映群落内小环境和群落外大环境的特征, 监测其物种数量及其生态位的动态可以指示环境的变化, 包括人为活动的影响。森林的物种多度分布, 能够为植物群落物种多样性的维持动态提供一个视角, 是对群落内不同物种数量结构的描述^[1]。生活型谱是群落适应外部环境而在外貌上的表现, 不同群落生活型谱的组成不同, 反映群落生境的特质以及群落外环境的异质性(气候型)。生态位反映物种对资源环境的要求, 揭示各种群在群落中的功能地位和生态适应性, 可以反映物种对资源的竞争强度^[2], 也可以指示物种间相互作用的竞争位序与群落内外环境的关系, 进而影响植物群落的构建过程^[3-4]。

红豆杉(*Taxus chinensis* (Pilger) Rehd.), 为红豆杉科(Taxaceae), 红豆杉属(*Taxus*), 常绿乔木或

灌木植物, 雌雄异株, 民间一般称“紫杉”。分布于北半球温带、寒温带及热带、亚热带高山地区, 目前全球发现和鉴定的红豆杉属 11 个种^[5], 我国有 4 种 1 变种, 分别为东北红豆杉、西藏红豆杉、云南红豆杉、红豆杉(中国红豆杉)和南方红豆杉。红豆杉属植物对生境温度、水分、光照等要求较严格, 对森林类型选择及层间植物环境也有较为苛刻的要求, 所以它的地理分布有局限性, 制约了其空间拓展^[6], 红豆杉属是中国 I 级重点保护植物, 材质优良, 紫杉醇含量较高, 具有重要的药用价值^[7-8]。通过 FT-IR 和 GC/MS 分析红豆杉提取物中的 37 种化学成分, 可广泛应用于生物工程、制药工程、化妆品行业和其他化学工业^[9]。红豆杉属分子谱系地理学与遗传多样性研究表明^[10], 位于天水小陇山的红豆杉是中国红豆杉的主要分布区(秦岭-大巴

收稿日期: 2019-08-27 修回日期: 2020-06-03

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0500907)、甘肃省重点研发计划项目(17YF1FA120)、兰州市科技计划项目(2017-RC-69)

* 通讯作者: 巨天珍, 教授。主要研究方向: 城市生态学。电话: 13088765319 Email: jujutz@163.com 地址: 西北师范大学 邮政编码: 730070

山区分布区), 是物种重要的避难所之一, 红豆杉遗传多样性的保护较好, 这一地区也是我国红豆杉林分布的西北角, 加之红豆杉对生境条件要求较严格也对环境变化比较敏感, 因此对其群落物种数量和功能特征变化的监测能够记录小陇山的大环境的演变^[11]。过去该林人为破坏较严重, 后期林区加强管理并进行了人为修复, 小陇山林区所在的国家 and 地方级自然保护区的研究和保护工作成效显著, 是本次调查的主要区域, 因此研究其群落特征对了解群落动态和生境变化有重要意义。

近年来国内学者对红豆杉属的南方红豆杉、东北红豆杉和云南红豆杉群落特征方面的研究较多, 如山西陵川南方红豆杉群落优势种生态位特征研究^[12]、濒危植物南方红豆杉冠层结构对其净光合速率的影响^[13]、滇西北金沙江流域云南红豆杉群落种内与种间竞争^[14], 基于 MaxEnt 模型预测云南红豆杉潜在适宜分布区域^[15], 基于 GIS 和生态位模型的西藏红豆杉遗传景观和物种分布格局, 揭示了空间遗传结构和物种分布变化对西藏红豆杉的进化过程及其物种保护工作尤为重要^[16], 以及不同产地东北红豆杉幼苗迁地保护的生存稳定性分析^[17]等。Zhang Meng 对中国红豆杉的分子、结构和系统发育进行了分析^[18], 在红豆杉 AP2/EREBP 转录因子的新来源及进化过程中发现其具有极其保守的进化过程^[19]。红豆杉主要分布区之一的小陇山红豆杉林前期有红豆杉林下土壤微生物多样性与生态因子关系^[20]、红豆杉种群动态分析^[21]、秦岭西段红豆杉群落物种多样性特征和生境评价^[22]等方面的研究, 但是小陇山红豆杉林的种属组成、生活型谱和种群生态位的研究未见报道。本研究在实地调查的基础上, 从群落的种属组成、外貌和生态位角度出发, 对红豆杉群落进行了研究和分析。为小陇山林区红

豆杉种群的保护和生态监测提供理论依据。

1 研究区概况

小陇山自然保护区 (34°0'~34°40' N, 105°30'~106°30' E) 位于甘肃省东南部, 总面积约 83 万 hm^2 , 海拔 700~2 500 m, 跨越长江黄河两大流域。保护区地处秦岭西段, 是我国华北、华中、喜马拉雅、蒙新四大自然植被区的交汇处, 是我国暖温带向亚热带的过渡地区保存最原始的森林生态系统类型的自然保护区之一, 也是南北气候的分水岭^[23]。经统计, 红豆杉群落人工林树龄在 15 年左右, 天然林多数在 40~60 年, 整体环境为中度郁闭。该地区属于典型的温带-中温带半湿润大陆性季风气候, 温暖湿润, 年均气温 9.5℃, 年降水量 460.0~800.0 mm, 年蒸发量 989.0~1 658.0 mm, 属于湿润半湿润地区。保护区北部以灰褐土为主, 南部为黄褐土, 土质较为湿润, pH 约为 6.5~7.5, 呈现微酸性至中性^[24], 土壤中氮元素含量适中, 钾元素、磷元素含量都偏低, 土壤表层矿物质含量丰富, 有机质含量高。保护区内植物种类丰富, 有木本植物 800 余种, 草本植物 1 986 种, 30 余种珍贵树种, 素有“植物基因库”之称。

2 研究方法

2.1 样地调查

在红豆杉天然林, 人工纯林, 以及种植油松和青檀的人工干扰林典型区域内, 依次设置 5 个 20 m × 20 m 调查样地 (表 1)。在典型区域内 5 个样地具有代表性, 可以代表小陇山自然保护区的红豆杉林特征。记录每个样地的土壤、海拔、坡向、坡度、坡位, 以及干扰因素。调查并记录样方中乔木个体的种名、胸径 (起测径阶 ≥ 4 cm)、树高、活枝下

表 1 样地类型
Table 1 Sample type

样地 Sample	建群种 Constructive species	干扰与起源 Interference Origin	海拔 Altitude/m	土壤剖面 Soil profile/cm		
				腐殖质层 Humus layer	淋溶层 Eluvial horizon	沉积层 Sediment layer
样地1	红豆杉 <i>Taxus chinensis</i>	人工林(青檀干扰) Planted forest (<i>Green wingceltis</i> Interference)	1 888	0~2	2~16	16~30
样地2	红豆杉 <i>Taxus chinensis</i>	人工林 Planted forest	2 220	0~1	1~19	19~35
样地3	红豆杉 <i>Taxus chinensis</i>	人工林(油松干扰) Planted forest (<i>Pinus tabulaeformis</i> Interference)	2 420	0~1	1~20	20~40
样地4	红豆杉 <i>Taxus chinensis</i>	天然林 Natural forest	2 347	0~4	4~15	15~60

高、冠幅、受灾害情况等记录。再从每个样方中均匀布点选取5个4 m×4 m的灌木调查样方,5个1 m×1 m的草本样方。调查样方内所有灌木、草本和地被植物,记录其种类、高度、株数和平均盖度等,分析人为影响下群落特征及其环境意义。

2.2 数据处理

2.2.1 重要值 重要值是以综合数值来表示群落中不同植物的相对重要性。

$$IV = (\text{相对多度} + \text{相对优势度} + \text{相对高度})/3 \quad (1)$$

式(1)相对多度= n/N , n 为样方内某一物种的个体总数; N 为样方内全部物种个体总数。相对优势度= $\sum m/\sum M$, $\sum m$ 为某一树种的胸高断面积之和; $\sum M$ 为所有物种胸高断面积之和。相对高度= $\sum h/\sum H$, $\sum h$ 为某一物种的高度之和; $\sum H$ 为全部物种高度之和。

2.2.2 生态位宽度测定方法 生态位宽度(niche breadth)是指某一物种所利用的各种不同资源的总和,主要反映物种对资源的利用程度。本文中生态位宽度采用 Levins^[25]:

$$B_{(L)i} = 1/r \sum_{j=1}^r P_{ij}^2 \quad (2)$$

式(2)中, $B_{(L)i}$ 为物种*i*的 Levins 生态位宽度; $P_{ij} = n_{ij}/N_{ij}$, 而 $N_{ij} = \sum n_{ij}$, 本文中 n_{ij} 为种*i*在第*j*样方的重要值; r 为样方数。

2.2.3 生态位重叠测定方法 生态位重叠是指在一定的生态环境下,同一资源位的两个物种利用同等资源,相互重叠的程度,可用对称 a 法(Pianka 公式)测算。

$$NO_{ik} = \sum_{j=1}^r P_{ij}P_{kj} / \sqrt{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2} \sqrt{\sum_{j=1}^r P_{kj}^2} \quad (3)$$

式(3)中, NO_{ik} 为生态位重叠值,和 P_{kj} 为种*i*和种*k*在资源位*j*上的优势度(文中为物种重要值)^[26]。

2.2.4 生态位相似性比例测定方法 生态位相似比例是指两个物种利用资源的相似程度,其计算公式为:

$$C_{ih} = 1 - 1/2 \sum_{j=1}^r |P_{ij} - P_{hj}| = \sum_{j=1}^r \min(P_{ij}, P_{hj}) \quad (4)$$

式(4)中 C_{ih} 表示物种*i*和*h*的相似程度, C_{ih} 值域为[0, 1]; P_{ij} 与 P_{hj} 分别为物种*i*和物种*h*在资源位*j*上的重要值百分率^[27-28]。

2.2.5 生活型谱测定方法

$$\text{某一生活型百分率} = (d_{ij}/D_{ij}) \times 100\% \quad (5)$$

式(5)中, d_{ij} 表示该地区在*j*资源位上该生活型的植物种数, D_{ij} 为该地区在*j*资源位上全部植物的种数。

3 结果与分析

3.1 红豆杉群落特征

3.1.1 种类数量分析 在调查样地中乔木、灌木和草本植物共有64种,隶属于33科47属。按科属的数量从大到小排列,主要的科依次是蔷薇科,菊科,禾本科和漆树科;乔木层的优势科为红豆杉科,灌木层的优势科为蔷薇科,草本层为莎草科。

4个样地中的建群种是红豆杉,高度为0.5~10 m;油松(*Pinus tabuliformis* Carr.)、栓皮栎(*Quercus variabilis* Bl.)、毛栗子(*Castanea mollissima* Bl.)和侧柏(*Platycladus orientalis* (L.) Franco)为乔木层主要伴生种群,高度为4~8 m。灌木层的优势种是美丽胡枝子(*Lespedeza Formosa* (Vog.) Koehne),其次是多花木兰(*Magnolia multiflora* M. C. Wang et C. L. Min)、蒙古荚蒾(*Viburnum mongolicum* (Pall.) Rehd.)、血色卫矛(*Pholidota yunnanensis* Rolfe)、五加(*Acanthopanax gracilistylus* W. W. Smith)和绣线菊(*Spiraea salicifolia* L.)等。草本层植物优势种为苔草(*Carex longenostriata* Mey, var *tsinlingensis* K.TL.Fu)和唐松草(*Thalictrum aquilegifolium* Linn. var. *sibiricum* Regel et Tiling),其次是羊胡子草(*Carex duriuscula* C.A.May.)、狼尾草(*Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng)和铁杆蒿(*Artemisa sacrorum* Ledeb)等。红豆杉在乔灌木三层均有分布,在0.5~5 m数量居多。

红豆杉群落乔木层各主要种群的多度分布格局(图1)。红豆杉群落内大多数物种的多度值都较低,只有少数物种属于常见种。红豆杉种群占绝对优势,其中0.5~5 m的红豆杉在整个群落中占41.84%,5~10 m的红豆杉在整个群落中占12.12%。其余种群都只占极小的一部分。说明红豆杉处于群落的优势地位。

3.1.2 红豆杉群落的生活型谱分析 红豆杉群落生活型谱分布是群落内物种共同作用,长期适应外界环境而表现的群落外貌,并与当地气候相适应。研究区红豆杉群落生活型的组成是以地上芽植物为

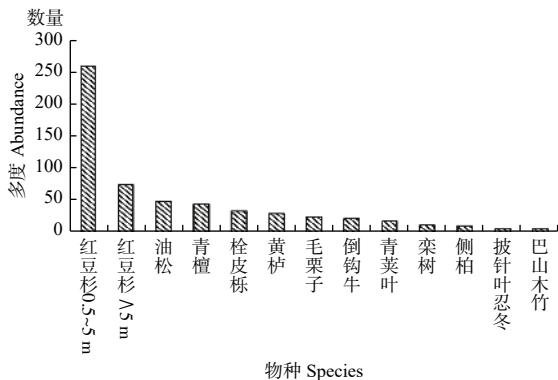


图1 红豆杉群落物种多度分布

Fig. 1 Species diversity distribution map of *Taxus chinensis* community

主(图2), 生活型谱图表现为地上芽植物(Ch)>高位芽植物(Ph)>地面芽植物(H)>地下芽植物(Cr)>一年生草本(Th)。

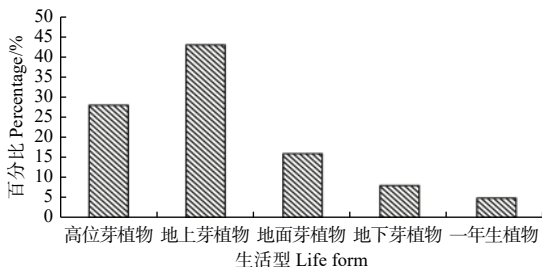


图2 红豆杉群落生活型谱分布

Fig. 2 Distribution chart of life-form spectrum of *Taxus chinensis* community

3.2 红豆杉群落生态位特征

生态位理论被广泛应用于种间关系、群落结构、物种的多样性和种群进化研究方面。也应用于植物与环境、植物与植物之间关系的研究^[29]。此次研究主要是通过生态位来揭示各种群在群落中不同的生态适应性和关系情况。

3.2.1 生态位宽度分析 利用 Levins 公式计算红豆杉群落中主要种群的生态位宽度, 所得种群生

态位宽度变化的趋势如下: 乔木层为红豆杉>油松>栓皮栎 (*Quercus variabilis* Bl.)>毛栗子>侧柏 (*Platycladus orientalis* (L.) Franco)(图3); 灌木层表现为甘肃忍冬 (*Lonicera kansuensis* (Batal. ex Rehd.) Pojark.)>粗榧 (*Cephalotaxus sinensis* (Rehd. et Wils.) Li)>倒钩牛 (*Rubus delavayi* Franch.)>青莢叶 (*Helwingia japonica* (Thunb.) Dietr.)>马桑 (*Cercis chinensis* Bunge)>三叶木通 (*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.)>巴山木竹 (*Bashania fargesii* (E. G. Camus) Keng f. et Yi)(图4)。该群落的建群种红豆杉生态位宽度值最大, 为 0.455 5, 表明红豆杉在该群落环境中的资源利用充分, 对该生境的适应能力最强, 在该群落中占据优势地位, 具有很强的生存能力。位居第二的是常绿乔木油松, 其生态位宽度值为 0.281 5, 为红豆杉林的次优势种, 冠幅及胸径较大。栓皮栎位于第三, 其次是毛栗子和侧柏。随着全球气候环境变暖的趋势, 更有利于油松这种阳生植物的生存发展, 表现为油松种群在红豆杉群落中生态位宽度较大, 占据着重要的位置, 对红豆杉种群在生境中的发展产生不利影响。

3.2.2 生态位重叠值分析 红豆杉群落各种群间生态位重叠值都在 0~1 之间, 0.5 以上有 7 对, 占 25%, 0.3 以上有 9 对, 占 32%, 0~0.29 之间有 12 对, 占 43%。相比较之下, 红豆杉与其他种群之间重叠值小于伴生种之间的重叠值, 如红豆杉与其他物种之间重叠值均小于 0.5, 而伴生物种之间的重叠值较高如油松和青檀 (*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.)、青肤杨 (*Rhus potaninii* Maxim.) 和青檀、毛栗子和油松、青檀之间(表2)。

3.2.3 生态位相似性比例分析 红豆杉群落中生态位相似性比值 C_{ij} 0.6~0.7 之间有 3 对, 占 10.71%, 0.7~0.8 之间有 9 对, 占 32.14%, 大于 0.9 的有 16 对, 占 57.15%。红豆杉与油松生态位相似性较高, 其

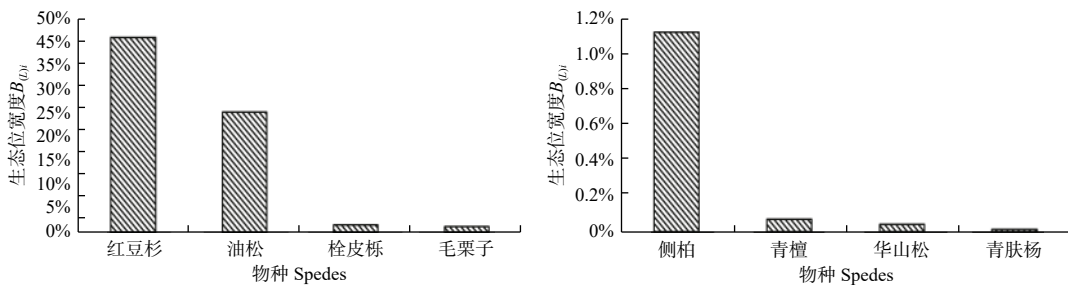


图3 红豆杉群落乔木层生态位宽度

Fig. 3 Niche width of tree layer in *Taxus chinensis* community

重叠度与相似度可推测出对红豆杉林的油松干扰较青檀对红豆杉的影响大,这与图5生态位宽度红豆杉>油松>青檀相符合。

从全国的尺度上看,油松、栓皮栎等乔木种的生态位宽度明显大于红豆杉,随着全球气候变暖的趋势,阳生植物(如油松)会扩大其生存空间,表现为阳生植物会向阴暗潮湿的地域扩散,这样就会导致红豆杉种群的生存发展受到限制,通过研究天水濒危物种红豆杉林的生态位特征(生态位宽度、重叠度、相似度),充实对红豆杉种群的保护工作成果。

生态位重叠表征两个或两个以上生态位相似的物种对同一空间资源利用和竞争的力度^[32-33]。生态位相似的物种,资源丰富时只是占据相似的生态空间,对同一空间资源的需求类别存在一定的差异,不一定会导致种间竞争^[34]。本研究发现,生态位宽度大的物种间生态位重叠值均较大,生态位宽度较小的物种重叠值不一定较小,如红豆杉和油松,青檀和其他树种。这与 Sandeep^[35]等的研究中也存在相同结果,可能存在原因:(1)物种间对资源的竞争作用,如油松与红豆杉之间产生的竞争;(2)物种在生境中的地位需要彼此共同促进而决定其生态学作用和意义^[36],红豆杉群落内物种数量与种类均丰富,处于稳定发展的状态。

5 结论

(1) 目前,红豆杉群落各物种多度分布呈倒J型;且红豆杉的幼树、中树较多;群落生活型谱特征与红豆杉群落所在的暖温带与亚热带过渡区的地理位置相适应,说明小陇山红豆杉林处于相对稳定状态,人工红豆杉林中油松种群对红豆杉的干扰程度较青檀大。

(2) 红豆杉群落中红豆杉的生态位最大,为建群种。乔木层生态位宽度由大到小依次为红豆杉>油松>栓皮栎>毛栗子>侧柏>青檀。红豆杉与其他种群之间重叠值小于伴生种之间的重叠值。

(3) 鉴于对红豆杉林的保护工作,在林区对群落进行重建或修复,通过种植先锋树种(或速生树种)优先恢复生境,提高植被覆盖率,还是种植重要伴生树种恢复生境,有待今后进行实验性研究。

参考文献:

[1] 方晓峰,杨庆松,刘何铭,等.天童常绿阔叶林中常绿与落叶物种的物种多度分布格局[J].生物多样性,2016,24(6):629-638.

[2] Parrish J A D, Bazzaz F A. Competitive interactions in plant communities of different successional ages[J]. Ecology, 1982, 63(2): 314-320.

[3] Aschehoug E T, Brooker R, Atwater D Z, et al. The mechanisms and consequences of interspecific competition among plants[J]. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2016, 47(1): 263-281.

[4] Bowman W D, Swatling-Holcomb S. The roles of stochasticity and biotic interactions in the spatial patterning of plant species in alpine communities[J]. Journal of Vegetation Science, 2018, 29(1): 25-33.

[5] 杨玉林,宋学东,董京祥,等.红豆杉属植物资源及其世界分布概况[J].森林工程,2009,25(3):5-10.

[6] 王亚飞,王强,阮晓,等.红豆杉属植物资源的研究现状与开发利用对策[J].林业科学,2012,48(5):116-125.

[7] Hong-Bo WENG, Wen-Ke HAN, Yan-Wen XIONG, et al. *Taxus chinensis* ameliorates diabetic nephropathy through down-regulating TGF- β 1/Smad pathway[J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2018, 16(2): 90-96.

[8] 陈龙涛,石晓东,高润梅,等.山西陵川南方红豆杉群落种间联结与生态位特征研究[J].植物科学学报,2016,34(4):521-529.

[9] Zhe Hu, Jun-Tao Chen, Shuai-Cheng Jiang, et al. Chemical components and functions of *Taxus chinensis* extract[J]. Journal of King Saud University - Science, 2020, 32(2): 1562-1568.

[10] 程蓓蓓.中国红豆杉属分子谱系地理学与遗传多样性研究[D].北京,中国林业科学研究院,2016.

[11] 巨天珍,陈学林.甘肃小陇山林区全新世中期以来古植被演替的研究[J].西北植物学报,1998,(2):141-148.

[12] 王霞,铁军,刘泽宇,等.山西陵川南方红豆杉群落优势种生态位特征[J].生态科学,2017,36(5):64-72.

[13] 铁军,王霞,刘倍贝,等.濒危植物南方红豆杉冠层结构对其净光合速率的影响[J].生态学杂志,2018,37(4):967-973.

[14] 李帅锋,刘万德,苏建荣,等.滇西北金沙江流域云南红豆杉群落种内与种间竞争[J].生态学杂志,2013,32(1):33-38.

[15] 庄鸿飞,秦浩,王伟,等.基于MaxEnt模型的云南红豆杉潜在适宜分布预测[J].山西大学学报:自然科学版,2018,41(1):233-240.

[16] 于海彬,张德铨,高俊刚,等.基于GIS和生态位模型的西藏红豆杉遗传景观和物种分布格局(英文)[J]. Journal of Resources and Ecology, 2014, 5(3): 193-202.

[17] 吴世雄,刘艳红,张利民,等.不同产地东北红豆杉幼苗迁地保护的生长稳定性分析[J].北京林业大学学报,2018,40(12):27-37.

[18] Meng Zhang, Ying Chen, Lin Nie, et al. Molecular, structural, and phylogenetic analyses of *Taxus chinensis* JAZs[J]. Gene, 2017, 620.

[19] Meng Zhang, Ying Chen, Xiao fei Jin, et al. New different origins and evolutionary processes of AP2/EREBP transcription factors in *Taxus chinensis*[J]. BMC Plant Biology, 2019, 19(413).

[20] 陈源.中国小陇山国家级自然保护区珍稀濒危植物红豆杉林土壤微生物生态学研究[D].西安,西北师范大学,2008

[21] 杨斌,巨天珍,曹春,等.甘肃小陇山国家级自然保护区红豆杉种群动态分析[J].甘肃农业大学学报,2015,50(6):88-93.

[22] 裴洁,巨天珍,刘文桢,等.秦岭西段珍稀物种红豆杉的物种多样性特征和生境评价[J].湖北农业科学,2019,58(6):92-113.

- [23] 刘小林, 张宋智, 李惠萍, 等. 小陇山森林生态系统服务功能价值评估[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(6): 69-74.
- [24] 巨天珍, 王彦, 任海峰, 等. 小陇山国家级自然保护区次生林分类、排序及演替[J]. 生态学杂志, 2012, 31(1): 23-29.
- [25] Levins R. Evolution in Changing environments: Some theoretical explorations[M]. Princeton: Princeton University Press, 1968:158-162.
- [26] PIANKA E R. The Structure of Lizard Communities[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, (4): 53-74.
- [27] 铁军, 张晶, 彭林鹏, 等. 神农架川金丝猴栖息地优势树种生态位及食源植物[J]. 植物生态学报, 2009, 33(3): 482-491.
- [28] 刘金福, 洪伟. 格氏栲群落生态学研究——格氏栲林主要种群生态位的研究[J]. 生态学报, 1999, (3): 59-64.
- [29] 李雪梅, 程小琴. 生态位理论的发展及其在生态学各领域中的应用[J]. 北京林业大学学报, 2007, (S2): 294-298.
- [30] 高贤明, 陈灵芝. 植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森林植物生活型谱分析[J]. 植物学报, 1998, (6): 70-76.
- [31] Gunton R M, Boyes L J, Griffiths M E, *et al.* Regeneration niches and function traits of three common species in subtropical dune forest[J]. Forest Ecology and Management, 2010, 260: 1490-1497.
- [32] Cardillo M, Warren D L. Analysing patterns of spatial and niche overlap among species at multiple resolutions[J]. Global Ecology and Biogeography, 2016, 25(8): 951-963.
- [33] Arellano G, Umaña M N, Macía M J, *et al.* The role of niche overlap, environmental heterogeneity, landscape roughness and productivity in shaping species abundance distributions along the Amazon-Andes gradient[J]. Global Ecology and Biogeography, 2017, 26(2): 191-202.
- [34] Carboni M, Zeleny' D, Acosta A T R, *et al.* Measuring ecological specialization along a natural stress gradient using a set of complementary niche breadth indices[J]. Journal of Vegetation Science, 2016, 27(5).
- [35] Pulla S, Suresh H S, Dattaraja H S, *et al.* Multidimensional tree niches in a tropical dry forest[J]. Ecology, 2017, 98(5): 1334-1348.
- [36] 郟亚栋, 滕德雄, 吕光辉, 等. 干旱荒漠区植物生态位对水盐的响应[J]. 生态学报, 2019, 39(8): 2899-2910.

Ecological Significance of Community Characteristics of *Taxus chinensis* in Xiaolongshan Mountains of Tianshui

ZHANG Guo-qiang¹, JU Tian-zhen¹, LIU Wen-zhen², PEI Jie¹, ZHANG Yong-jia¹, MA Chao¹

(1. College of Geography and Environmental Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China; 2. Forestry Research Institute of Xiaolong Mountains Forestry Experimental Bureau, Tianshui 741018, Gansu, China)

Abstract: [Objective] To study the community characteristics and niche of *Taxus chinensis* for the purpose of understanding the community dynamics and habitat changes. [Method] Based on field sampling survey, the composition, quantity, life form spectrum and niche characteristics of the main *T. chinensis* community in Xiaolongshan Mountains were studied. [Result] (1) There were 64 species belonging to 33 families and 47 genera in the *T. chinensis* community. The dominant families of arbor layer, shrub layer and herb layer were *Taxus*, *Rosaceae* and *Cyperaceae* respectively; The species abundance distribution of the community followed an inverted J type, and the life-form spectrum of the community showed that the above-ground bud plants>higher bud plants>ground bud plants>underground bud plants>annual plants; (2) The niche breadth of the tree layer of *T. chinensis* community was sequentially: *Taxus chinensis* > *Pinus tabulaeformis* > *Quercus variabilis* > *Castanea mollissima* > *Platyclusus orientalis* > *Pterocarpus indicus*; The overlap value between *T. chinensis* and other populations was smaller than that among the companion species; the niche similarity ratio C_{ih} greater than 0.9 among various populations of *T. chinensis* forests was 16 pairs, accounting for 57.15%. There were 9 pairs of C_{ih} between 0.7-0.8, accounting for 32.14%; and 3 pairs between 0.6-0.7, accounting for 10.71%. From the viewpoint of disturbance to *T. chinensis* plantation, *Pinus tabulaeformis* was more obvious than *Pterocarpus tatarinowii*.

Keywords: *Taxus chinensis*; niche; life form spectrum; Xiaolongshan; Qinling Mountains