

文章编号: 1008 - 2786 - (2015) 1 - 42 - 06

DOI: 10. 16089 /j. cnki. 1008 - 2786. 000006

内蒙古贺兰山自然保护区不同生境下蒙古扁桃种群 结构与空间分布

杨跃文¹ 季 蒙¹ 刘新前¹ 曾 宇² 任建民¹ 李银祥¹ 王志波¹ 张凤鹤¹

(1. 内蒙古自治区林业科学研究院 ,内蒙古 呼和浩特市 010010; 2. 内蒙古自治区林业监测规划院 ,内蒙古 呼和浩特市 010020)

摘 要: 针对贺兰山蒙古扁桃种群分布特点 ,选择 3 个典型生境下的种群作为研究对象 ,以现地实测数据为基础 ,采用统计学方法对其种群结构和空间分布特征进行了研究 ,以期为该区域的生物多样性保护和资源合理开发利用提供依据。结果表明: 生境异质性会对植物个体生长和种群特征产生直接的影响 ,处于干旱阳坡种群的密度较大 ,但是灌丛高和冠幅平均直径较小; 位于干河床种群的密度最小 ,但灌丛高和冠幅平均直径较大。所调查样地内均有蒙古扁桃的实生苗存在 ,种群更新良好并处于稳定状态。贺兰山蒙古扁桃种群在生境适宜的小尺度范围内呈集群分布 ,且以幼苗和幼树为主 ,随着空间尺度的放大 ,种群呈明显的随机分布特征。

关键词: 贺兰山; 蒙古扁桃; 结构; 空间分布格局

中图分类号: Q948

文献标志码: A

种群是物种在自然界中存在的基本单位 ,也是生物群落的基本组成单位 ,种群结构和动态是其核心 ,也是一直以来生态学的研究热点^[1-3]。植物种群结构与动态是植物个体生存能力与外界环境相互作用的结果^[4] ,研究种群结构与动态不仅可以反映种群现在的状态 ,还可以分析种群受干扰情况^[5] ,对阐明种群未来发展趋势有重要意义。贺兰山是我国西部一条重要的自然地理分界线——温带草原与温带荒漠分界线 ,也是我国特有植物 8 个多度中心之一的核心区^[6] ,研究其植物种群特征对该区域的生物多样性保护和资源合理开发利用有重要意义。

蒙古扁桃(*Prunus mongolica* Maxim.) 隶属于蔷薇科(Rosaceae) 李属(*Prunus* L.) ,旱生灌木。生于荒漠区和荒漠草原区的低山丘陵坡麓、石质坡地及干河床^[7] ,分布于内蒙古的乌兰察布(西部) 、阴山(大青山西段、乌拉山、狼山) 、鄂尔多斯(桌子山) 、

东阿拉善、西阿拉善、贺兰山、龙首山 ,以及甘肃(河西走廊中部) 、宁夏(贺兰山) 和蒙古国的东戈壁、戈壁—阿尔泰、阿拉善戈壁等地^[8-9]。蒙古扁桃为重要的木本油料树种之一 ,同时是荒漠区和荒漠草原的景观植物和水土保持植物^[10] ,而且种仁具有一定的药用价值^[11]。随着环境条件的恶化和人为的破坏 ,蒙古扁桃的分布范围和种群数量都在减少 ,被列为三级濒危保护植物^[12-13]。

近年来 ,有关蒙古扁桃的研究主要集中在植物区系地理分布^[8]、生理特性^[14-17]、生物学特性^[11,18]、生长特性^[19-20]、种群结构^[21]、群落特征^[9,12]、保护措施^[22]等方面。在以往的研究中对贺兰山东坡(宁夏境内) 的蒙古扁桃研究较多 ,而对西坡(内蒙古境内) 的研究甚少 ,尚未见关于贺兰山西坡蒙古扁桃种群结构和空间分布格局等方面的研究报道。鉴于此 ,本文选取贺兰山(西坡) 的蒙古扁桃

收稿日期(Received date) : 2014 - 02 - 21; 修回日期(Accepted) : 2014 - 04 - 24。

基金项目(Foundation item) : 林业公益性行业科研专项经费项目: 藻草灌复合植被恢复重建关键技术与示范(201404204) 。[The special fund project for the scientific research of the forest public welfare industry: The research and application demonstration of key technology of vegetation restoration & reconstruction by algae-grass-shrub ecosystem(201404204) .]

作者简介(Biography) : 杨跃文(1983 -) ,男 ,汉族 ,内蒙古呼和浩特人 ,硕士 ,助理研究员 ,从事森林生态研究。[Yang Yuewen (1983 -) ,male ,master ,Research Assistant ,major in study of forest ecology.] E - mail: nmyuewen@ 126. com

* 通信作者(Corresponding author) : 季 蒙(1962 -) ,男 ,汉族 ,江苏南通人 ,研究员 ,从事森林经营研究。[Ji Meng ,male ,researcher ,major in study of forest management.] E - mail: jimeng04@ tom. com

种群作为研究对象,通过对其种群结构、种群分布格局和空间关联等方面的研究,探讨贺兰山蒙古扁桃种群生长状况和动态规律以及与环境因子之间的关系,旨在为贺兰山蒙古扁桃的保护及可持续利用提供理论依据。

1 研究区概况

贺兰山位于内蒙古阿拉善高原和宁夏银川平原之间,西坡位于内蒙古阿拉善盟,东坡属宁夏回族自治区,是内蒙古境内最高的山脉,海拔 2 000 ~ 3 000 m,相对高度为 1 500 ~ 2 000 m,山体近南北走向,略呈弧形,绵延约 270 km,东西宽约 20 ~ 40 km^[23]。

该区地处干旱区之内,随海拔上升,水、热条件有显著的差异。东麓(石嘴山)年平均温度 8.2 °C,降水量 183.3 mm;西麓(巴彦浩特)年平均温度为 7.6 °C,年降雨量为 200 mm;山体内部海拔 2 000 ~ 3 000 m,≥10°C 积温 1 800 ~ 2 350 °C,干湿度 7.5 ~ 10.0,年降水量 300 ~ 350 mm^[24]。贺兰山地处我国温带草原与荒漠两大植被区域的交接处,植物区系成分复杂,植被群落类型多样^[6],其中,森林植物群落主要有青海云杉(*Picea crassifolia* Kom.)、油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)、山杨(*Populus davidiana* Dode.)以及杜松(*Juniperus rigida* Sieb.)、灰榆(*Ulmus glaucescens* Franch.)疏林;灌木群落主要有蒙古扁桃(*Prunus mongolica* Maxim.)灌丛、蒙古绣线菊(*Spiraea mongolica* Maxim.)灌丛、金露梅(*Potentilla fruticosa* L.)灌丛、虎榛子(*Ostryopsis davidiana* Decne.)灌丛、臭柏(*Sabina vulgaris* Ant.)灌丛等;山地荒漠草原与典型草原植物群落分布于山麓倾斜平原与山体下部,荒漠草原以旱生、超旱生的短花针茅(*Stipa breviflora* Griseb.)、戈壁针茅(*Stipa tianschanica* Roshev.)建群,典型草原以本氏针茅(*Stipa capillata* Linn.)建群;高山草甸常见于海拔 2 900 m 以上的山体顶部,以嵩草属(*Kobresia* Willd.)植物为主。土壤类型有灰漠土、棕钙土、灰褐土、高寒灌丛草甸土。

2 研究方法

2.1 样地设置及调查

在掌握内蒙古贺兰山自然保护区蒙古扁桃分布情况的基础上,研究地点设在哈拉乌沟,根据生境的

不同设置 3 个有代表性的样地(A:阳坡,B:阴坡,C:干河床),每个样地大小为 20 m × 30 m。采用相邻网格法,将每个样地划分成 10 m × 10 m 的 6 个样方,调查样地内所有灌丛的高度和冠幅,同时以每个样地的东北角为原点记录每个灌丛的坐标 x 和 y 值。在每个灌木样地对角线上设置 3 个 1 m × 1 m 的草本样方进行群落调查,记录每个样方内植物种名、株数(丛数)、高度、多度、盖度等。另外在每个样地内挖 1 个 1 m × 1 m × 0.6 m 的土壤剖面,采用环刀法取样,深度为 60 cm,取样层次分别为 0 ~ 10 cm、10 ~ 20 cm、20 ~ 40 cm、40 ~ 60 cm,每层 3 个重复。同时记录样地的坐标、海拔、坡向、坡度及土壤类型等生境因子。

2.2 数据处理

2.2.1 灌丛高和冠幅结构

由于实测灌木年龄较困难,以往研究表明“空间代替时间”是研究种群动态的有效方法^[25-27]。本研究采用大小级结构^[28-29]来分析种群动态,灌丛高(通过灌丛中心点的自然垂直高度)和冠幅(通过灌冠中心点的两个垂直直径的平均值)均以 20 cm 为间隔划分等级,并统计各个等级的灌丛数,分别绘制灌丛高和冠幅的结构图。

2.2.2 点格局分析^[30-32]

点格局分析的统计学理论是 Ripley 在 1977 年提出来的,被广泛应用于不同尺度的种群空间分布格局及其种间关系的研究。Diggle(1983)等进行了发展。用函数 $K(r)$ 估计

$$\hat{K}(r) = \frac{A}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{1}{W_{ij}}(u_{ij}) \quad (1)$$

式中 A 为样地面积, n 为总点数(植物个体数), r 表示空间尺度, μ_{ij} 为点 i 和点 j 之间的距离,当 $u_{ij} \leq r$ 时 $I_r(u_{ij}) = 1$,当 $u_{ij} > r$ 时 $I_r(u_{ij}) = 0$; W_{ij} 为以点 i 为圆心, μ_{ij} 为半径的圆周长在面积 A 中的比例,为一个点可被观察到的概率,可校正边界效应引起的误差。

在实践中,用 $\hat{L}(r)$ 代替 $\hat{K}(r)$ 函数,其表达式为

$$\hat{L}(r) = \sqrt{\hat{K}(r)/\pi} - r \quad (2)$$

当 $\hat{L}(r) = 0$ 时,表示随机分布;当 $\hat{L}(r) > 0$ 时,为集群分布;当 $\hat{L}(r) < 0$ 时,为均匀分布。

用 Monte - Carlo 拟合检验计算上下包迹线,即置信区间。假定种群是随机分布,则用随机模型拟合组点的坐标值,对每一个值,计算 $\hat{L}(r)$ 值;同样用随

表 1 3 个蒙古扁桃样地的基本情况
Table 1 General situations of the three samples

生境类型 Habitat	种群编号 Population numbers	海拔 Altitude /m	坡度 Slope /°	坡向 Aspect	坡位 Slope position	土壤砾石含量 Soil gravel content /%	土壤有机质 Soil organic matter/(g/kg)	种群密度 Population density /(丛/hm ²)	灌丛平均高 Average high shrub/cm	冠幅平均直径 Average diameter of the crown/cm
石质低山	A	2 135	15	阳坡	中位	29.06	39.47	2 200	46	52
沟谷坡面	B	2 144	20	阴坡	中位	17.19	38.76	1 467	81	84
干河床	C	2 105	<5	—	—	9.38	48.21	833	117	138

机模型再拟合新一组点的坐标值,分别计算不同 r 值,重复进行这一过程直到达到事先确定的次数, $L_{(r)}$ 值的最大值和最小值分别为上下包迹线的坐标值。数据分析过程通过生态学软件包 ADE-4 完成。

3 结果与分析

3.1 不同生境及蒙古扁桃种群基本特征

从表 1 可知 3 个蒙古扁桃种群所处的生境明显不同,种群 C 的生境条件优于其他两个种群。不同生境下的种群存在显著地差异,种群 A 的密度最大,灌丛高和冠幅平均直径最小;种群 C 的密度最小,但是灌丛高和冠幅平均直径最大;种群 B 居中。

3.2 蒙古扁桃灌丛高和冠幅结构

从图 1 中可以看出 3 种生境下蒙古扁桃种群的灌丛高结构差异明显,且缺乏 0~20 cm 小苗。种群 A 的灌丛高都在 100 cm 以下,最高植株为 95 cm,以 20~60 cm 为最高,占 83.33%;种群 B 的灌丛高度主要集中在 20~140 cm 之间,占个体总数的 95.5%,在调查的样地内只有 2 个灌丛高度超过 140 cm,最高植株为 218 cm;种群 C 的灌丛高度均较大且基本在每个高度级上都有分布,最高植株可达 230 cm。

图 2 为不同蒙古扁桃种群冠幅结构,从图中可以看出,不同生境下蒙古扁桃种群的冠幅结构差异明显,且与不同种群的灌丛高结构有相同的分布趋势。种群 A 的灌丛平均直径集中在 20~80 cm,占个体总数的 78.8%,最大直径为 158 cm;种群 B 的灌丛平均直径主要集中在 20~120 cm,占 77.3%,最大直径为 178 cm;种群 C 的灌丛平均直径均较大且分布较均匀,最大直径可达 337 cm。

3.3 种群点格局

由图 3 可知,不同生境下蒙古扁桃种群空间分

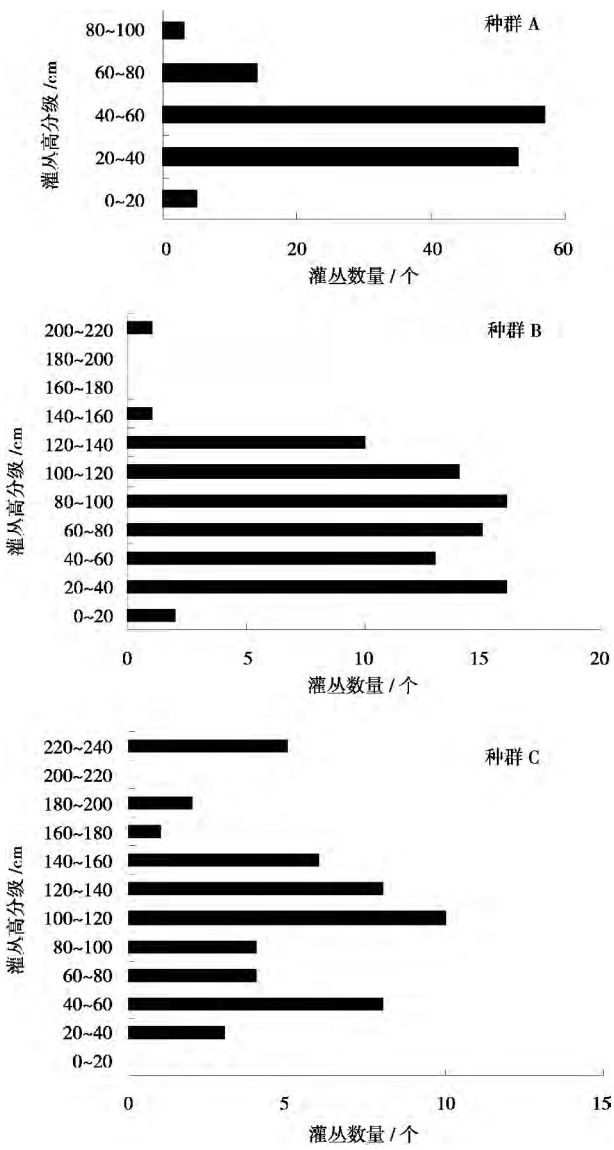


图 1 不同蒙古扁桃种群灌丛高结构

Fig. 1 The bush height structures of different *Prunus mongolica* populations

布格局存在一定差异,随着空间尺度的放大,种群 A 和种群 C 的空间分布格局变化不明显,均呈随机分布;种群 B 在取样半径 $r < 1.5$ m 时为聚集分布,随着半径的增大($r > 1.5$ m),种群呈明显的随机分布。

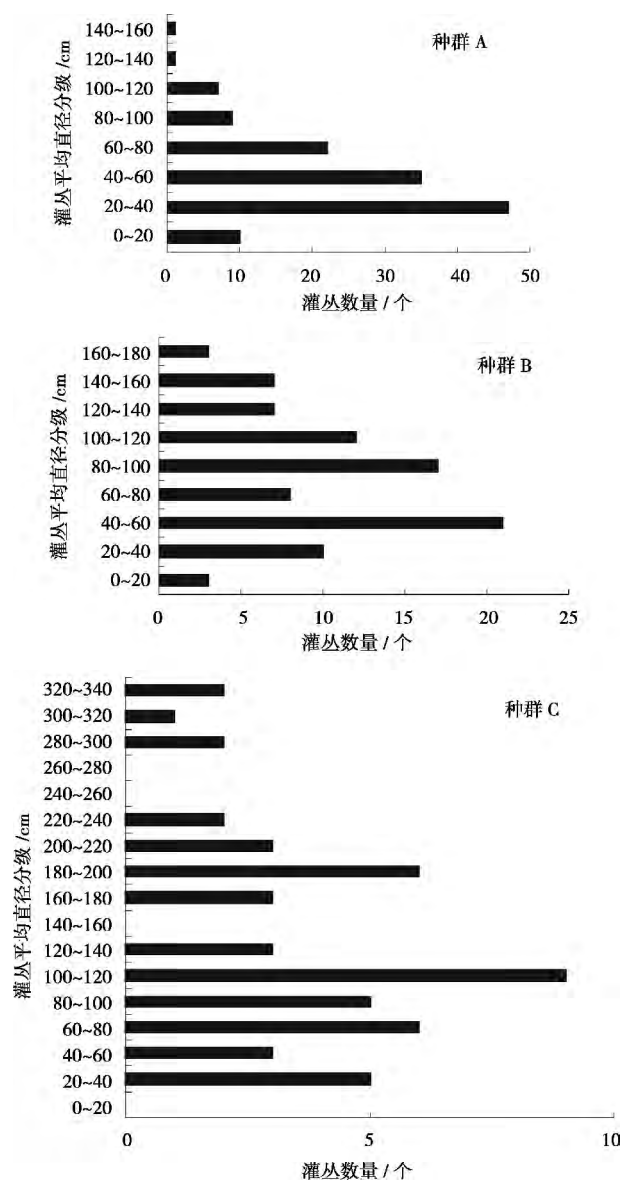


图 2 不同蒙古扁桃种群冠幅结构

Fig. 2 The crown width structures of different *Prunus mongolica* populations

4 结论与讨论

蒙古扁桃群落是贺兰山山地森林植被的重要类型之一,分布于海拔 1 800 ~ 2 200 m 的石质山坡和干河床内,在阳坡和干河床常形成纯群落。

3 个蒙古扁桃种群及所处的生境均存在明显的差异,处于干旱阳坡的种群 A 密度较大,但是灌木高和冠幅平均直径最小,位于干河床的种群 C 的密度最小,但灌木高和冠幅平均直径最大,这种差异与种群所处的生境的砾石含量和土壤有机质有直接关系。调查中发现 3 个样地内均有更新的蒙古扁桃实生苗,其中种群 A 中有 6 株、种群 B 中有 18 株、种

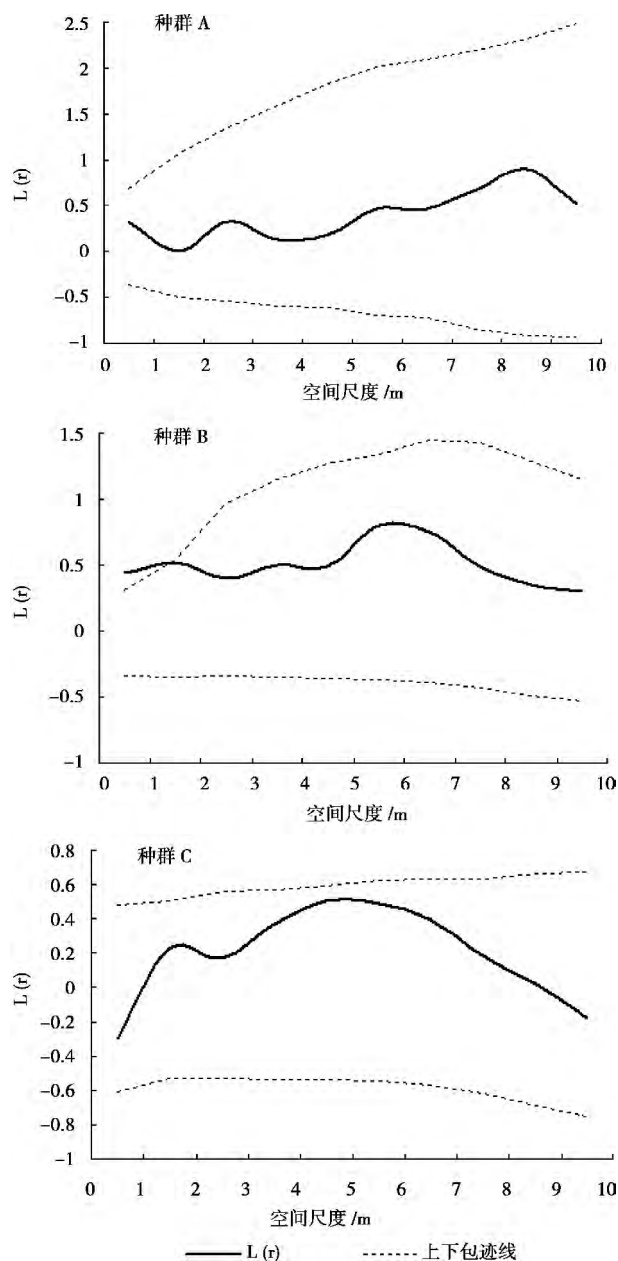


图 3 蒙古扁桃不同种群空间分布格局

Fig. 3 Spatial patterns of different *Prunus mongolica* populations

群 C 中有 9 株,且长势良好。所以说 3 个生境下的蒙古扁桃种群处于稳定状态,种群自我更新的潜能良好,同时,还需对该区蒙古扁桃种群进行封禁保护,清除病株、濒死植株,促进林分结构的优化。

种群格局是物种与环境长期相互适应、相互作用的结果,与物种的生物学特性和物种所处的生境由密切联系^[24]。种群 B 在 $r < 1.5$ m 时为聚集分布,其余尺度呈随机分布,是由于生长环境较适宜的地段有较多幼苗和幼树的缘故;种群 A 和种群 C 的空间分布格局随着空间尺度的放大变化不明显,均

呈随机分布,这是因为幼苗和幼树都聚集在母树的周围,随着幼树的生长发育,种内个体之间竞争越发激烈,导致种群的聚集度减弱,成体阶段多为随机分布,这与前人的研究结果是一致的^[5 26-27]。

参考文献(References)

- [1] Li bo, Yang Chi, Lin Peng. Ecology [M]. Beijing: Higher Education Press 2000. [李博, 杨持, 林鹏. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社 2000.]
- [2] Li Xiankun, Su Zongming, Xiang Wusheng, et al. Study on the structure and spatial pattern of the endangered plant population of *Abies yuanbaoshanensis* [J]. Acta Ecologica Sinica 2002, 22(12): 2246-2253 [李先琨, 苏宗明, 向悟生, 等. 濒危植物元宝山冷杉种群与分布格局[J]. 生态学报 2002, 22(12): 2246-2253]
- [3] Zhang Jintun, Meng Dongping. Spatial pattern analysis of individuals in different age-classes of *Larix principis-rupprechtii* in Luya Mountain reserve, Shanxi, China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(1): 35-40 [张金屯, 孟东平. 芦芽山华北落叶松林不同龄级立木的点格局分析[J]. 生态学报 2004, 24(1): 35-40]
- [4] Wu Tao, Zhang Wenhui, Lu Yuanchang, et al. Effects of different forest practices on *Pinus tabulaeformis* population numbers and species diversity in the forest region of Huanglongshan mountain [J]. Acta Botanica Boreali - Occidentalia Sinica, 2006, 26(5): 1007-1013 [吴涛, 张文辉, 陆元昌, 等. 黄龙山林区不同培育措施对油松种群数量动态及物种多样性的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(5): 1007-1013]
- [5] Zhang Lei, Wang Xiaojiang, Hu Ercha, et al. Population Structure and Spatial Pattern of *Ulmus macrocarpa* var. *mongolica* in Horqin Sandy Land, China [J]. Journal of Desert Research, 2011, 31(1): 115-120 [张雷, 王晓江, 胡尔查, 等. 科尔沁沙地蒙古黄榆种群结构与空间分布格局[J]. 中国沙漠 2011, 31(1): 115-120]
- [6] Liang Cunzhu, Zhu Zongyuan, Wang Wei, et al. The diversity and spatial distribution of plant communities in the helan mountains [J]. Acta Phytocologica Sinica 2004, 28(3): 361-368 [梁存柱, 朱宗元, 王伟, 等. 贺兰山植物群落类型多样性及其空间分异[J]. 植物生态学报 2004, 28(3): 361-368]
- [7] Ma Yuquan. Inner Mongolia flora (Vol. 5) [M]. Hohhot: Inner - Mongol People Publishing House, 1980: 258 [马毓泉. 内蒙古植物志: 第一卷[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1980: 258]
- [8] Zhao Yizhi. Study on floristic Geographical distribution of *Amygdalus mongolica* [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis NeiMongol: Natural Science, 1995, 26(6): 713-715 [赵一之. 蒙古扁桃的区系地理分布研究[J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 1995, 26(6): 713-715]
- [9] Jin Shan, Hu Tianhua, Li Zhigang, et al. Species diversity of *Prunus mongolica* community in Ningxia Helan Mountain Nature Reserve [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2009, 23(7): 142-147 [金山, 胡天华, 李志刚, 等. 宁夏贺兰山自然保护区蒙古扁桃群落物种多样性[J]. 干旱区资源与环境 2009, 23(7): 142-147]
- [10] Siqinbater. *Prunus mongolica* [J]. Bulletin of Biology, 2003, 38(8): 23-24 [斯琴巴特尔. 蒙古扁桃[J]. 生物学通报 2003, 38(8): 23-24]
- [11] Zhang Jie, Wang Jia, Li Haoyu, et al. Genetic diversity of different eco-geographical populations in endangered plant *Prunus mongolica* by ISSR Markers [J]. Acta Ecologica Sinica 2012, 32(14): 4443-4452 [张杰, 王佳, 李浩宇, 等. 濒危植物蒙古扁桃不同地理种群遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 生态学报, 2012, 32(14): 4443-4452]
- [12] Hong Yu, Zou Linlin, Zhu Qingfang, et al. Community structure characteristics of endangered plant *Prunus mongolica* [J]. Chinese Journal of Ecology 2010, 29(10): 1907-1911 [红雨, 邹林林, 朱清芳. 珍稀濒危植物蒙古扁桃群落结构特征[J]. 生态学杂志 2010, 29(10): 1907-1911]
- [13] The environmental Protection Agency, The Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. China's list of rare and endangered plants [D]. Beijing: Science Press, 1987. [国家环境保护局, 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录(第一册)[D]. 北京: 科学出版社, 1987.]
- [14] Bao Yulong. The study on drought tolerance physiological characteristics of *Prunus Mongolica* on the Mongolian Plateau of China [D]. Hohhot: Inner Mongolia Normal University 2007. [包玉龙. 荒漠植物蒙古扁桃耐旱生理特性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学 2007.]
- [15] Siqinbater, Xiu Min. Hydrological characteristic of the desert plant *Prunus Mongolica* on the Mongolian Plateau of China [J]. Acta Phytocologica Sinica 2007, 31(3): 484-489 [斯琴巴特尔, 秀敏. 荒漠植物蒙古扁桃水分生理特征[J]. 植物生态学报, 2007, 31(3): 484-489]
- [16] Fang Haitao, Hong Yu, Na Ren, et al. Study on foliar biology of endangered plant *Prunus mongolica* [J]. Guihaia 2006, 27(2): 167-169 [方海涛, 红雨, 那仁, 等. 珍稀濒危植物蒙古扁桃花生物学特性[J]. 广西植物 2006, 27(2): 167-169]
- [17] Siqinbater, Man Liang. Study on seed germination's physiology of *Prunus mongolica* Maxim [J]. Guihaia, 2002, 22(6): 564-566 [斯琴巴特尔, 满良. 蒙古扁桃种子萌发生理研究[J]. 广西植物 2002, 22(6): 564-566]
- [18] Fang Haitao, Siqinbater. Blossom character and insect pollination of *Prunus mongolica* Maxim [J]. Chinese Journal of Ecology 2007, 26(2): 177-181 [方海涛, 斯琴巴特. 蒙古扁桃的花部综合特征与虫媒传粉[J]. 生态学杂志 2007, 26(2): 177-181]
- [19] Zou Linlin, Hong Yu, Ren Guoxue. The comparative research on the germination rate and seedling growth of the endangered plants *Prunus mongolica* and *Prunus pedunculata* [J]. College of life sciences and technology, Inner Mongolia Normal University 2008, 37(6): 791-794 [邹林林, 红雨, 任国学. 濒危植物蒙古扁桃和柄扁桃种子萌发率和幼苗生长比较研究[J]. 内蒙古师范大学学报: 自然科学汉文版 2008, 37(6): 791-794]
- [20] Yan Zizhu, Li Aide, Li Delu, et al. Growth characteristics of endangered *Amygdalus mongolica* [J]. Acta Botanica Boreali - Occidentalia Sinica, 2007, 27(3): 625-628 [严子柱, 李爱德, 李德禄, 李昌龙. 珍稀濒危保护植物蒙古扁桃的生长特性研究[J]. 西北植物学报 2007, 27(3): 625-628]

- [21] Liu Jianquan, Wang Duoyao, Yang Quansheng, et al. Growth characteristics of endangered *Amygdalus mongolica* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(6): 46–51 [刘建泉, 王多尧, 杨全生, 等. 龙首山蒙古扁桃种群结构和生活史特征[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(6): 46–51]
- [22] Song Shuyan. Current situation and protection measures of *Prunus mongolica* [J]. Ningxia forestry science and technology, 2013, 54(01): 23–24 [宋淑燕. 贺兰山蒙古扁桃保护措施[J]. 宁夏农林科技, 2013, 54(01): 23–24]
- [23] Comprehensive Expedition in Inner Mongolia, Ningxia, Chinese Academy of Sciences. The vegetation of Inner Mongolia [M]. Beijing: Science Press, 1985: 758 [中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 758]
- [24] Pei Hao, Ao Yanhong, Li Yunpeng, et al. The research on the climate division of Alashan league, Inner Mongolia [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2000, 14(3): 46–55 [裴浩, 敖艳红, 李云鹏, 等. 内蒙古阿拉善地区气候区划研究[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(3): 46–55]
- [25] Hong Wei, Liu Jiang, Wu Chengzhen. A study on structure and spatial distribution pattern of *Canstanopsis hystrix* population [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2001, 37(Suppl. 1): 6–10 [洪伟, 柳江, 吴承祯. 红锥种群结构和空间分布格局的研究[J]. 林业科学, 2001, 37(增1): 6–10]
- [26] Hong Wei, Liu Jiang, Wu Chengzhen. Spatial distribution pattern of *Pinus tabulaeformis* population in Taiyue Mountain, Shanxi Province [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2009, 29(3): 269–273 [黄三祥, 张赞, 赵秀海. 山西太岳山油松种群的空间分布格局[J]. 福建林学院学报, 2009, 29(3): 269–273]
- [27] Yang Yuewen, Duan Yuxi, Ji Meng, et al. Study on population structure and spatial distribution characteristics of *Pinus tabulaeformis* in the forest region of the Helan Mountains in Inner Mongolia [J]. Forest Resources Management, 2014, 2(2): 87–92 [杨跃文, 段玉玺, 季蒙, 等. 贺兰山林区油松种群结构与空间分布特征研究[J]. 林业资源管理, 2014, 2(2): 87–92]
- [28] Zhen Jianghong, Liu Guohou. Population structure characteristics of *Tetraena mongolica* in different habitats [J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(4): 1829–1841 [甄江红, 刘果厚. 不同生境条件下四合木(*Tetraena mongolica* Maxim.) 种群结构特征[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1829–1841]
- [29] Zhang Lei, Wang Xiaojiang, Zhang Wenjun, et al. Study on population structure and spatial distribution characteristic of *Amygdalus pedunculata* in two habitats [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2000, 14(3): 46–55 [张雷, 王晓江, 张文军, 等. 两种生境下扁桃种群结构与空间分布特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(3): 46–55]
- [30] Ripley B D. Spatial Statistics [M]. New York: Wiley, 1981.
- [31] Diggle P J. Statistical Analysis of Spatial Point Patterns [M]. New York: Academic Press, 1983
- [32] Zhang Jintun. Analysis of spatial point pattern for plant species [J]. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(4): 344–349 [张金屯. 植物种群空间分布的点格局分析[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 344–349]

Population Structure and Spatial Distribution of *Prunus mongolica* in the Helan Mountains National Reserve of Inner Mongolia

YANG Yuewen¹, JI Meng^{*}, LIU Xinqian¹, ZENG Yu², REN Jianmin¹, LI Yinxian¹,
WANG Zibo¹, ZHANG Fenghe¹

(1. Inner Mongolia Academy of Forestry Science, Hohhot 010010, Inner Mongolia, China;

2. The Institute of Forestry Monitoring and Planning of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010020, Inner Mongolia, China)

Abstract: Based on an investigation into the *Prunus mongolica* communities distributed in the Helan Mountains of China. There is great significance to master the *Prunus mongolica* population structures and distribution patterns for the biodiversity conservation and the resource protection and reasonable development in the nature reserve. Three representative samples were set up in different habitats and the population structures and distribution patterns were discussed by using statistical methods. The results showed that the growth of individual plant and population density and spatial structures were distinctly different under the different habitat conditions. There were many seedlings within the scope of investigation which indicating the *Prunus mongolica* population had a better renewal and in a stable state. In addition, we also found that under suitable growth environment and population were dominated by young trees, the population displayed an aggregated distribution pattern. And a random distribution pattern was observed with spatial criterion increasing.

Key word: The Helan Mountains; *Prunus mongolica*; structure; spatial distribution pattern