

中国典型灌丛研究: 格局与过程

刘庆* 陈冬东

中国科学院成都生物研究所, 中国科学院山地生态恢复与生物资源利用重点实验室, 生态恢复与生物多样性保育四川省重点实验室, 成都 610041

刘庆, 陈冬东 (2022). 中国典型灌丛研究: 格局与过程. 植物生态学报, 46, 1317-1320. DOI: 10.17521/cjpe.2022.0431

Studies on typical shrubland in China: pattern and process

LIU Qing* and CHEN Dong-Dong

CAS Key Laboratory of Mountain Ecological Restoration and Bioresource Utilization, Ecological Restoration and Biodiversity Conservation Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China

Liu Q, Chen DD (2022). Studies on typical shrubland in China: pattern and process. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1317-1320. DOI: 10.17521/cjpe.2022.0431

灌丛在我国山地及干旱半干旱地区广泛分布, 是我国陆地生态系统的重要组成部分(Tang *et al.*, 2018), 在水源涵养、生物固碳、土壤保持及防风固沙等方面起到了重要的作用(Piao *et al.*, 2009; 胡雄蛟等, 2021)。近年来, 我国开始重视灌丛研究, 先后开展了中国科学院先导专项课题“中国灌丛生态系统的固碳现状、变化和机制研究”及国家科技基础性工作专项项目“我国主要灌丛植物群落调查”等工作。通过十余年的研究, 对我国灌丛植物群落的类型、分布格局、物种组成以及碳收支等有了较系统的认知(谢宗强等, 2019)。

近年来, 国内外学者针对灌丛群落格局及过程开展了大量的研究工作, 并取得了一系列的重要进展。近期的相关植被调查初步掌握了我国灌丛分布格局, 明确了我国灌丛可分为常绿针叶灌丛、落叶阔叶灌丛、常绿阔叶灌丛、肉质刺灌丛及竹丛共5个植被型(郭柯等, 2020)。群落多样性格局的量化从单一描述群落物种丰富度, 逐渐发展到整合群落分类多样性、谱系多样性及功能多样性的多维度研究(Pistón *et al.*, 2016)。丰富的群落调查数据为研究灌丛群落多样性格局的形成机制, 即群落构建机制, 奠定了良好的数据基础。通常, 群落构建受到区域物种进化及谱系地理历史、区域种库效应、环境选择、随机扩散、种间关系等多个过程的共同作用(Stokes & Archer, 2010; HilleRisLambers *et al.*,

2012)。对于灌丛群落而言, 其构建过程具有较强的特异性, 其可能是原生演替形成, 也可能是森林群落退化形成或者退化群落的重组。当前, 群落生态学研究中兴起以零模型为代表的以格局推断过程的研究方法(Miller *et al.*, 2017)。这类方法通过检测群落谱系相似性或功能性状差异性与零模型之间是否存在显著差异来揭示确定性过程或随机过程对于群落结构的影响(Pavoine & Bonsall, 2011)。尽管不同的生态过程组合可能会产生相同的群落格局而导致零模型的适用范围存在一定的争议, 但其对于揭示自然生态系统中多样性格局形成的过程仍具有一定的指导意义(Molina & Stone, 2020)。

灌丛独特的生态位促使它占据了大量森林和草地无法发育的生境, 针对灌丛群落多样性格局及其形成过程的研究对于了解灌丛生态系统功能具有积极作用, 对其进行生态系统服务及价值评估可为灌丛的有效保护及科学利用提供重要依据。例如, 研究发现灌木物种的生长能够对微环境起到改善作用, 庇护不同物种在其冠层下存活, 提升冠层下物种丰富度(Pistón *et al.*, 2016)。为此, 灌丛对冠层下植物的促进作用已作为受损生态系统中物种多样性与维持的重要驱动因素, 成为植被修复的重要技术支撑(Gómez-Aparicio, 2009)。在环境胁迫下, 灌丛可以通过资源分配来调节各个器官的生物量以缓解环境胁迫, 对其生物量的分布格局及分配策略的研究有

收稿日期Received: 2022-10-31 接受日期Accepted: 2022-11-11

基金项目: 国家科技基础性工作专项(2015FY110300)和国家自然科学基金(32101234)。Supported by the Special Foundation for National Science and Technology Basic Research Program of China (2015FY110300) and the National Natural Science Foundation of China (32101234).

* E-mail: liuqing@cib.ac.cn

助于深化环境选择对灌丛群落影响的认识(杨弦等, 2017)。

基于以上论述的意义和目的, 我们组织了“中国典型灌丛研究: 格局与过程”专辑, 以期推进我国灌丛生态学的研究, 促进灌丛格局及其变化机制的前沿研究。本专辑收录了10篇文章, 内容涉及典型区域的灌丛植物群落特征及植被分类方案, 环境因素及干扰对灌丛群落特征的影响, 从群落功能性状的角度探讨了植物株高、叶性状及茎性状之间及其与气候和土壤化学计量特征之间的关系, 并基于不同时期植株群落叶性状的动态特征, 评估了胁迫环境中灌丛物种在资源权衡策略上的变化趋势。同时对灌丛群落内木本植物间、木本-草本植物间的竞争及促进作用进行了系统的梳理, 突出了种间关系在塑造灌丛群落结构中的重要作用。

在灌丛植物群落方面, 研究人员基于灌丛群落调查数据, 对我国典型灌丛植物群落组成与结构特征进行了研究, 系统展示了四川巴塘海子山高寒灌丛群落(刘秋蓉等, 2022)与内蒙古地区虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)灌丛群系(要振宇等, 2022)的基本特征, 对区域灌丛群落的物种组成、生态环境特征及其相互关系进行了详细的描述, 并根据《中国植被志》研编内容与规范(王国宏等, 2020)对群落进行了数量分类。在放牧的影响下, 亚热带喀斯特山地灌丛群落的物种组成和群落结构发生了显著变化(黄伶俐等, 2022), 放牧干扰强度的增加会驱使灌丛物种组成与群落结构简单化、稀疏化和矮小化, 从而显著降低地上生物量并增加喀斯特山地灌丛植被退化的潜在风险。

在群落功能性状方面, 基于选取的9种锦鸡儿属(*Caragana*)植物以及41个锦鸡儿属样地的群落调查数据, 研究人员综合植物的株高、叶性状和茎性状, 分析了不同功能性状之间及功能性状与气候和土壤特征之间的关系(罗源林等, 2022), 发现植物的功能性状沿着气候梯度, 尤其是干旱程度与土壤氮含量梯度, 呈现出明显的变化趋势, 表明植物功能性状在一定程度上能够适应环境变化。代远萌等(2022)在毛乌素沙地研究了黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)叶性状在沙丘不同固定阶段的动态特征, 发现在沙丘固定前期黑沙蒿倾向于增强光合作用来提高生存能力, 而中后期对叶片光合能力的投资会随物理防御结构的增加而降低, 在沙丘的固定过程

中, 黑沙蒿在资源权衡策略上存在从“快速投资-收益型”向“缓慢投资-收益型”变化的趋势, 以此来适应环境变化。此外, 祁鲁玉等(2022)通过室内盆栽实验, 对中国暖温带3种常见本地灌木和2种外来灌木的叶性状及生物量等指标进行测量, 分析了不同物种幼苗的生长策略与生态位分化机制, 表明了本地种表现出比较保守的资源利用能力, 而外来物种偏向于较高的光合速率。

在种间关系及生态适应方面, 张零念等(2022)在滇中云南杨梅灌丛中发现木本植物物种的生态位重叠指数普遍偏小, 主要物种之间对环境资源的需求相似性不大, 种间竞争较弱; 而主要物种的种间联结呈显著正相关关系, 群落各物种之间可以协调共存, 促进群落结构稳定。在干旱半干旱区灌丛群落中, 灌木物种对草本植物的促进作用随水分的减少并不总是线性增强, 而是受到多种群落生态特征的共同影响, 这对于系统认识灌丛促进作用在退化生态系统植被恢复中的贡献具有重要意义(崔光帅等, 2022)。此外, 高璐鑫等(2022)在区域尺度上对中亚热带北部灌丛群落中物种的空间周转规律及其驱动因素进行了分析, 发现气候因子对物种周转产生显著影响, 海拔、坡度、土壤总氮含量等因素与物种周转速率呈现正相关关系, 土壤因子为驱动物种周转的关键因素。

针对山地灌丛群落的土壤化学计量与分异规律, 牟文博等(2022)在祁连山地区开展了灌丛土壤养分化学计量特征的空间分布格局研究, 表明了灌丛群落土壤养分含量存在显著的海拔格局, 有机碳、全氮的含量随着海拔升高呈现先增后减的趋势, 且与灌丛地上生物量呈正相关关系, 而全磷含量随海拔升高持续增加, 高寒灌丛植物生产力受氮制约严重, 适量增施氮肥有助于缓解土壤氮限制性作用对高寒地区灌丛群落稳定性的影响。

本专辑未覆盖中国所有灌丛群落的多样性格局及空间分布规律, 但针对典型灌丛群落类型的物种组成及其变化特征、形成机制、生态功能及化学计量特征等方面对灌丛群落进行了研究, 这对于了解我国灌丛植物群落的格局与过程具有重要意义。

参考文献

- Cui GS, Luo TX, Liang EY, Zhang L (2022). Advances in the study of shrubland facilitation on herbs in arid and semi-arid regions. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46,

- 1321-1333. [崔光帅, 罗天祥, 梁尔源, 张林 (2022). 干旱半干旱区灌丛对草本植物的促进作用研究进展. 植物生态学报, 46, 1321-1333.]
- Dai YM, Li ML, Xu MZ, Tian Y, Zhao HX, Gao SJ, Hao SR, Liu P, Jia X, Zha TS (2022). Leaf traits of *Artemisia ordosica* at different dune fixation stages in Mau Us Sandy Land. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1376-1387. [代远萌, 李满乐, 徐铭泽, 田赞, 赵洪贤, 高圣杰, 郝少荣, 刘鹏, 贾昕, 查天山 (2022). 毛乌素沙地沙丘不同固定阶段黑沙蒿叶性状特征. 植物生态学报, 46, 1376-1387.]
- Gao LX, Lan TY, Zhao ZX, Deng SY, Xiong GM, Xie ZQ, Shen GZ (2022). Spatial turnover of shrubland communities and underlying factors in northern mid-subtropical China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1411-1421. [高璐鑫, 兰天元, 赵志霞, 邓舒雨, 熊高明, 谢宗强, 申国珍 (2022). 中国中亚热带北部灌丛群落植物空间周转及其驱动因素. 植物生态学报, 46, 1411-1421.]
- Gómez-Aparicio L (2009). The role of plant interactions in the restoration of degraded ecosystems: a meta-analysis across life-forms and ecosystems. *Journal of Ecology*, 97, 1202-1214.
- Guo K, Fang JY, Wang GH, Tang ZY, Xie ZQ, Shen ZH, Wang RQ, Qiang S, Liang CZ, Da LJ, Yu D (2020). A revised scheme of vegetation classification system of China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 44, 111-127. [郭柯, 方精云, 王国宏, 唐志尧, 谢宗强, 沈泽昊, 王仁卿, 强胜, 梁存柱, 达良俊, 于丹 (2020). 中国植被分类系统修订方案. 植物生态学报, 44, 111-127.]
- HilleRisLambers J, Adler PB, Harpole WS, Levine JM, Mayfield MM (2012). Rethinking community assembly through the lens of coexistence theory. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 43, 227-248.
- Hu XJ, Song CS, Fan XY, Xiao Y, Xu WH, Ouyang ZY (2021). Main regulation services and value assessment of shrub ecosystem in China. *Journal of Beijing Forestry University (Social Sciences)*, 20(3), 58-64. [胡雄蛟, 宋昌素, 范馨悦, 肖焱, 徐卫华, 欧阳志云 (2021). 中国灌丛生态系统主要调节服务及价值评估. 北京林业大学学报(社会科学版), 20(3), 58-64.]
- Huang KK, Hu G, Pang QL, Zhang B, He YY, Hu C, Xu CH, Zhang ZH (2022). Effects of grazing on species composition and community structure of shrub tussock in subtropical karst mountains, southwest China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1350-1363. [黄侔侔, 胡刚, 庞庆玲, 张贝, 何业涌, 胡聪, 徐超昊, 张忠华 (2022). 放牧对中国亚热带喀斯特山地灌草丛物种组成与群落结构的影响. 植物生态学报, 46, 1350-1363.]
- Liu QR, Li L, Luo Y, Chen DD, Huang X, Hu J, Liu Q (2022). Species composition and structure characteristics of alpine shrubland communities of Haizi Mountain in Batang, Sichuan, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1334-1341. [刘秋蓉, 李丽, 罗焱, 陈冬东, 黄鑫, 胡君, 刘庆 (2022). 四川巴塘海子山高寒灌丛群落的基本特征. 植物生态学报, 46, 1334-1341.]
- Luo YL, Ma WH, Zhang XY, Su C, Shi YB, Zhao LQ (2022). Variation of functional traits of alternative distribution of *Caragana* species along environmental gradients in Nei Mongol, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1364-1375. [罗源林, 马文红, 张芯毓, 苏闯, 史亚博, 赵利清 (2022). 内蒙古锦鸡儿属植物地理替代分布种的功能性状沿环境梯度的变化. 植物生态学报, 46, 1364-1375.]
- Miller ET, Farine DR, Trisos CH (2017). Phylogenetic community structure metrics and null models: a review with new methods and software. *Ecography*, 40, 461-477.
- Molina C, Stone L (2020). Difficulties in benchmarking ecological null models: an assessment of current methods. *Ecology*, 101, e02945. DOI: 10.1002/ecy.2945.
- Mou WB, Xu DH, Wang XJ, Jing WM, Zhang RY, Gu YL, Yao GQ, Qi SH, Zhong L, Gou YF (2022). Soil carbon, nitrogen, and phosphorus stoichiometry along an altitude gradient in shrublands in Pailugou watershed, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1422-1431. [牟文博, 徐当会, 王谢军, 敬文茂, 张瑞英, 顾玉玲, 姚广前, 祁世华, 张龙, 苟亚飞 (2022). 排露沟流域不同海拔灌丛土壤碳氮磷化学计量特征. 植物生态学报, 46, 1422-1431.]
- Pavoine S, Bonsall MB (2011). Measuring biodiversity to explain community assembly: a unified approach. *Biological Reviews*, 86, 792-812.
- Piao SL, Fang JY, Ciais P, Peylin P, Huang Y, Sitch S, Wang T (2009). The carbon balance of terrestrial ecosystems in China. *Nature*, 458, 1009-1013.
- Pistón N, Schöb C, Armas C, Prieto I, Pugnaire FI (2016). Contribution of co-occurring shrub species to community richness and phylogenetic diversity along an environmental gradient. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 19, 30-39.
- Qi LY, Chen HN, Sairebieli K, Ji TY, Meng GD, Qin HY, Wang N, Song YX, Liu CY, Du N, Guo WH (2022). Growth strategies of five shrub seedlings in warm temperate zone based on plant functional traits. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1388-1399. [祁鲁玉, 陈浩楠, 库丽洪·赛热别力, 籍天宇, 孟高德, 秦慧颖, 王宁, 宋逸欣, 刘春雨, 杜宁, 郭卫华 (2022). 基于植物功能性状的暖温带5种灌木幼苗生长策略. 植物生态学报, 46, 1388-1399.]
- Stokes CJ, Archer SR (2010). Niche differentiation and neutral theory: an integrated perspective on shrub assemblages in a parkland savanna. *Ecology*, 91, 1152-1162.
- Tang XL, Zhao X, Bai YF, Tang ZY, Wang WT, Zhao YC, Wan HW, Xie ZQ, Shi XZ, Wu BF, Wang GX, Yan JH,

- Ma KP, Du S, Li SG, *et al.* (2018). Carbon pools in China's terrestrial ecosystems: new estimates based on an intensive field survey. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115, 4021-4026.
- Wang GH, Fang JY, Guo K, Xie ZQ, Tang ZY, Shen ZH, Wang RQ, Wang XP, Wang DL, Qiang S, Yu D, Peng SL, Da LJ, Liu Q, Liang CZ (2020). Contents and protocols for the classification and description of Vegetation Formations, Alliances and Associations of Vegetation of China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 44, 128-178. [王国宏, 方精云, 郭柯, 谢宗强, 唐志尧, 沈泽昊, 王仁卿, 王襄平, 王德利, 强胜, 于丹, 彭少麟, 达良俊, 刘庆, 梁存柱 (2020). 《中国植被志》研编内容与规范. 植物生态学报, 44, 128-178.]
- Xie ZQ, Tang ZY, Liu Q, Xu WT (2019). *Carbon Budget of Shrub Ecosystem in China*. Science Press, Beijing. [谢宗强, 唐志尧, 刘庆, 徐文婷 (2019). 中国灌丛生态系统碳收支研究. 科学出版社, 北京.]
- Yang X, Guo YP, Mohhamot A, Liu HY, Ma WH, Yu SL, Tang ZY (2017). Distribution of biomass in relation to environments in shrublands of temperate China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 41, 22-30. [杨弦, 郭焱培, 安尼瓦尔·买买提, 刘鸿雁, 马文红, 于顺利, 唐志尧 (2017). 中国北方温带灌丛生物量的分布及其与环境的关系. 植物生态学报, 41, 22-30.]
- Yao ZY, Shi YB, Ma WH, Zhao LQ, Juhua, Haoren T, Su C, Zhang XY, Liang CZ (2022). Community characteristics of *Ostryopsis davidiana* alliance in Nei Mongol, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1342-1349. [要振宇, 史亚博, 马文红, 赵利清, 菊花, 浩仁塔本, 苏闯, 张芯毓, 梁存柱 (2022). 内蒙古地区虎榛子群系的群落特征. 植物生态学报, 46, 1342-1349.]
- Zhang LN, Zhu GQ, Yang K, Liu XY, Gong HD, Zheng L (2022). Niche and interspecific association of main woody plants in *Myrica nana* shrubland in central Yunnan, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 1400-1410. [张零念, 朱贵青, 杨宽, 刘星月, 巩合德, 郑丽 (2022). 滇中云南杨梅灌丛主要木本植物生态位与种间联结. 植物生态学报, 46, 1400-1410.]

责任编辑: 郭柯 编辑: 乔鲜果