

澜沧江流域中下游地区 乔木分布格局及其环境影响因子分析

翟红娟^{1,①}, 董世魁²

(1. 长江水资源保护科学研究所, 湖北 武汉 430051; 2. 北京师范大学环境学院, 北京 100875)

摘要: 为了探明影响澜沧江流域中下游地区乔木分布格局的主要环境因子,以该区域 6 条样带的 113 个乔木样方为研究区,对各样方内的乔木种类及分布状况进行了调查,并采用 TWINSpan 2.3 软件对所有乔木样方进行了分组,同时,采用除趋势典范对应分析(DCCA)法对乔木分布格局与 13 个环境因子(包括年均温、年均空气相对湿度和年均降水量 3 个气候因子,海拔、纬度、坡度、坡向和坡位 5 个地形因子以及土壤的总氮、有机质、速效磷和速效钾含量及含水量 5 个土壤因子)的关系进行了分析。结果表明:第 1 轴和第 2 轴的物种-环境相关系数分别为 0.977 和 0.911,说明第 1 轴和第 2 轴能够充分反映澜沧江流域中下游地区乔木分布格局与环境因子的关系;其中,海拔和纬度与第 1 轴呈显著负相关,相关系数分别为-0.888 2 和-0.803 7,而年均温和年均空气相对湿度与第 1 轴呈显著正相关,相关系数分别为 0.850 5 和 0.889 4;土壤的速效钾和速效磷含量与第 2 轴分别呈显著和不显著正相关,相关系数分别为 0.590 2 和 0.524 1,说明第 1 轴主要反映气候因子和地形因子对该区域乔木分布格局的影响,第 2 轴主要反映土壤因子对该区域乔木分布格局的影响。TWINSpan 2.3 软件将所有乔木样方分成了 6 组,且各组沿第 1 轴和第 2 轴均分异明显。总体来看,澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局受气候因子、地形因子和土壤因子的综合影响,并且,气候因子和地形因子的影响大于土壤因子;该区域乔木分布格局在大尺度上主要受气候因子和地形因子的影响,而在小尺度上主要受土壤因子和局地地形的影响。

关键词: 澜沧江流域; 乔木分布格局; 气候因子; 地形因子; 土壤因子; 除趋势典范对应分析(DCCA)

中图分类号: Q948.15; Q948.11 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2018)03-0065-07

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2018.03.09

Analyses on arbor distribution pattern and its environmental influence factors in the middle and lower reaches of Lancang River Basin ZHAI Hongjuan^{1,①}, DONG Shikui² (1. Changjiang Water Resources Protection Institute, Wuhan 430051, China; 2. School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2018, 27(3): 65-71

Abstract: In order to explore the main environmental factors influencing on arbor distribution pattern in the middle and lower reaches of Lancang River Basin, taking 113 arbor plots in 6 belt transects in this area as research area, species and distribution status of arbor in each plot were investigated, and all arbor plots were grouped by using TWINSpan 2.3 software. Meanwhile, relationships between arbor distribution pattern and 13 environmental factors (including 3 climatic factors of annual average temperature, annual average air relative humidity and annual average precipitation, 5 topographic factors of elevation, latitude, slope, slope aspect and slope position, and 5 soil factors of contents of total nitrogen, organic matter, available phosphorus, available potassium and moisture in soil) were analyzed by using detrended canonical correspondence analysis (DCCA) method. The results show that species-environment correlation coefficients of axis 1 and axis 2 are 0.977 and 0.911, respectively, indicating axis 1 and axis 2 can fully reflect the relationship between arbor distribution pattern and environmental

收稿日期: 2017-11-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41201558)

作者简介: 翟红娟(1981—),女,山东济宁人,博士,教授级高级工程师,主要从事生态修复及水利水电工程环境影响评估方面的研究工作。

①通信作者 E-mail: hongjuanzhai@126.com

factor in the middle and lower reaches of Lancang River Basin; in which, there are significantly negative correlations of elevation and latitude with axis 1, with correlation coefficients of -0.8882 and -0.8037 , respectively, while significantly positive correlations of annual average temperature and annual average air relative humidity with axis 1, with correlation coefficients of 0.8505 and 0.8894 , respectively; there are significantly and not significantly positive correlations of contents of available potassium and available phosphorus in soil with axis 2, with correlation coefficients of 0.5902 and 0.5241 , respectively, indicating axis 1 mainly reflects influences of climatic factors and topographic factors on arbor distribution pattern in this area, while axis 2 does influence of soil factors. All arbor plots are divided into 6 groups by using TWINSpan 2.3 software, and each group differs evidently on axis 1 and axis 2. In general, arbor distribution pattern in the middle and lower reaches of Lancang River Basin is comprehensively affected by climatic factors, topographic factors and soil factors, and influences of climatic factors and topographic factors are greater than those of soil factors. Arbor distribution pattern in this area are mainly influenced by climatic factors and topographic factors on large scale, and mainly influenced by soil factors and local terrain on small scale.

Key words: Lancang River Basin; arbor distribution pattern; climatic factor; topographic factor; soil factor; detrended canonical correspondence analysis (DCCA)

环境因子对植被分布格局影响明显^[1-5],土壤肥力和地形因子是公认的影响植被分布格局的主要环境因子^[6],其中关于海拔对植被分布格局影响的研究较多^[7-8],气候因子对植被分布格局也有明显影响^[9]。环境因子对植被分布格局的影响在不同尺度上存在差异^[10],明确环境因子在大尺度和小尺度上对植被分布格局的影响,尤其是明确跨越多个纬度带、地形地貌复杂、气候及地理特征变化明显的区域中环境因子对植被分布格局的影响,对于制定区域植被恢复策略具有重要意义。

澜沧江流域由北向南跨越 13 个纬度,涵盖从寒温带到热带的各种植被类型,该区域的植被分布格局具有明显的纬度地带性和垂直地带性特征。目前,水电梯级开发、高速公路建设及城镇发展等人为活动已经造成澜沧江流域局部地区的植被遭到严重破坏,并且,澜沧江流域中下游地区的植被遭到过度开发利用,生境破碎化严重,因此,亟需对澜沧江流域尤其是其中下游地区开展植被生态恢复。然而,仅见 Li 等^[11]在澜沧江流域中下游地区开展了大坝建设对水岸带植被分布格局影响方面的研究报道,尚未见在大尺度和小尺度上该区域植被分布格局及其环境影响因子方面的研究报道,对于制定科学合理并行之有效的澜沧江流域中下游地区的植被恢复策略有一定的限制作用。

鉴于此,作者以澜沧江流域中下游地区 6 条样带的 113 个乔木样方为研究区域,对各样方的乔木种类及分布状况进行了调查,采用 TWINSpan 2.3 软件对所有乔木样方进行了分组,并采用除趋势典范对应分

析 (detrended canonical correspondence analysis, DCCA) 法对该区域乔木分布格局与环境因子 (包括气候因子、地形因子和土壤因子) 的关系进行了分析,从不同尺度上分析了影响乔木分布格局的主要环境因子,以期澜沧江流域中下游地区植被恢复策略的制定提供科学依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

在中国境内,澜沧江的长度约 2 198 km,面积约 1.64×10^4 km²,由北向南共跨越 13 个纬度,气候和地形条件极为复杂,海拔和气温呈现明显的梯度变化。澜沧江流域上游地区属青藏高原高寒气候,地势高,气温低,年均温 $-3 \text{ }^\circ\text{C} \sim 10 \text{ }^\circ\text{C}$,年均降水量 400 ~ 800 mm;澜沧江流域中游地区属寒带至亚热带过渡性气候,具有明显的立体气候特征,年均温 $12 \text{ }^\circ\text{C} \sim 15 \text{ }^\circ\text{C}$,年均降水量 1 000 ~ 2 500 mm;澜沧江流域下游地区属亚热带气候,地势低,气温高,年均温 $15 \text{ }^\circ\text{C} \sim 22 \text{ }^\circ\text{C}$,年均降水量 1 000 ~ 3 000 mm。

澜沧江流域植被类型丰富,可划分为 3 个植被区域、6 个植被地带、7 个植被区和 12 个植被小区^[12],从北向南分别为青藏高原高寒植被区域、亚热带常绿阔叶林区域及热带季雨林和雨林区域,其中,澜沧江流域中下游地区属亚热带常绿阔叶林区域及热带季雨林和雨林区域。

1.2 研究方法

1.2.1 样方设置及调查方法 分别于 2004 年、2005

年和2014年的8月至10月,采用样带和样地相结合的方法,在澜沧江流域云南段中下游地区的林地内并考虑阳坡和阴坡共设置6条样带,分别编号为T1至T6,各样带的具体位置见表1;考虑海拔梯度并兼顾不同的小地形和群落类型,在每个样带各坡面分别设置3~6个面积100 m×100 m的样地;依据植被的分布状况,在每个样地内设置3~5个面积10 m×10 m的乔木样方,共设置113个乔木样方,其中,T1样带内的各样方编号为P1至P21,T2样带内的各样方编号为P22至P39,T3样带内的各样方编号为P40至P54,T4样带内的各样方编号为P55至P69,T5样带内的各样方编号为P70至P79,T6样带内的各样方编号为P80至P113。

表1 澜沧江流域中下游地区供试样带的具体位置
Table 1 Specific positions of belt transects tested in the middle and lower reaches of Lancang River Basin

样带编号 No. of belt transect	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔/m Elevation
T1	N24°50'–N25°46'	E99°50'	1 566–2 400
T2	N24°12'–N24°40'	E100°20'	1 099–1 546
T3	N24°15'–N24°58'	E100°30'	990–1 122
T4	N23°50'–N24°11'	E100°30'	837–1 033
T5	N22°50'–N23°21'	E100°30'	585–710
T6	N22°12'–N22°39'	E101°10'	534–925

详细记录每个乔木样方中乔木的种类、高度、胸径、冠幅、树龄和株数等信息,同时记录调查时间、地点、纬度、经度、海拔、郁闭度、生境状况、空气温度、空气相对湿度、土壤含水量、土壤类型、坡向、坡位和坡度等信息。

1.2.2 土样采集及相关指标测定 在每个乔木样方内至少随机选取3个样点,采集每个样点0~20 cm土层的土壤,混合后作为该乔木样方的土样,经自然风干后研磨,过100目筛,备用。

采用开氏法^{[13]127–129}测定土壤总氮含量;采用高温外热重铬酸钾氧化-容量法^{[13]106–110}测定土壤有机质含量;采用浸提-比色法^{[14]40}测定土壤速效磷含量;采用浸提-火焰光度法^{[14]40–41}测定土壤速效钾含量。各指标均重复测定3次。

1.3 数据处理及分析

将实地调查记录信息及相关指标检测结果进行整理,按照环境因子和植被状况分别建立数据库。其中,气候因子包括年均温、年均空气相对湿度和年均降水量,地形因子包括海拔、纬度、坡度、坡向和坡位,

土壤因子包括土壤的总氮、有机质、速效磷和速效钾含量及含水量。

以重要值为指标结合标准化后的环境因子进行DCCA分析^[15–16]。按照公式“重要值=(相对密度+相对优势度+相对频度)/3”计算各乔木样方内每种乔木的重要值,所有数据存入spe文件夹。其中,坡向分为8个方向,以正东向为0°,按顺时针方向每45°为1个单位进行划分,依次赋值为1~8。由于采样时所测空气温度和空气相对湿度受采样时间和当天天气影响较大,因此,将澜沧江流域及其周边32个气象站1990年至2014年的多年平均气温、多年平均空气相对湿度和多年平均降水量数据在澜沧江流域范围内采用Anusplin 4.2软件进行插值计算,以计算出的各乔木样方所在位置的年均温、年均空气相对湿度和年均降水量作为Anusplin模型运算数据,存入env文件夹。根据各乔木种类的重要值,采用TWINSPAN 2.3软件将所有乔木样方进行分组^[17–18];采用Canoco 5.0软件对spe和env 2个文件夹的数据进行DCCA分析。

2 结果和分析

2.1 乔木总体分布格局

根据每个乔木样方的实地调查和统计结果,澜沧江流域中下游地区的主要乔木种类有云南松(*Pinus yunnanensis* Franch.)、滇木荷(*Schima noronhae* Reinw. ex Bl.)、钝叶黄檀[*Dalbergia obtusifolia* (Baker) Prain]、红皮水锦树[*Wendlandia tinctoria* subsp. *intermedia* (How) W. C. Chen]、火绳树[*Eriolaena spectabilis* (DC.) Planch. ex Mast.]、鸡嗉子榕(*Ficus semicordata* Buch.-Ham. ex J. E. Sm.)、苦树[*Picrasma quassioides* var. *quassiodes* (D. Don) Benn.]、毛叶黄杞(*Engelhardtia colebrookiana* Lindl. ex Wall.)、思茅松[*Pinus kesiya* var. *langbianensis* (A. Chev.) Gaussen]和小果栲[*Castanopsis fleuryi* (Hick.) et A. Camus]等。

对澜沧江流域中下游地区各乔木样方和环境因子进行DCCA分析,其中,各环境因子与第1轴、第2轴、第3轴和第4轴的相关系数及相关分析见表2;各乔木样方分组及其与环境因子的关系见图1。

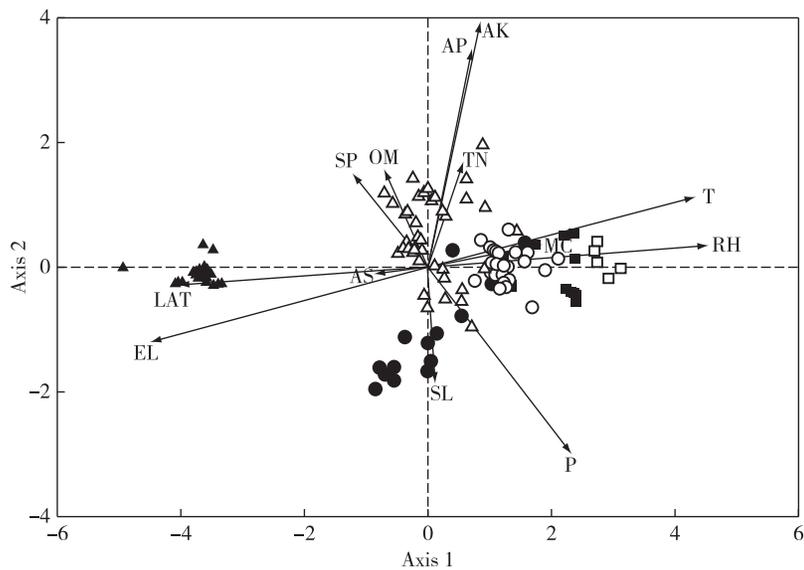
结果表明:第1轴和第2轴的物种-环境相关系数分别为0.977和0.911,说明第1轴和第2轴均能

表2 澜沧江流域中下游地区乔木样方的环境因子与 DCCA 分析 4 个轴的相关系数及相关分析

Table 2 Correlation coefficients between environmental factors of arbor plots and four axes of DCCA analysis in the middle and lower reaches of Lancang River Basin and related analysis

环境因子 Environmental factor	与各轴的相关系数 ¹⁾ Correlation coefficient with each axis ¹⁾			
	第1轴 Axis 1	第2轴 Axis 2	第3轴 Axis 3	第4轴 Axis 4
气候因子 Climatic factor				
年均温 Annual average temperature	0.850 5*	0.237 1	0.020 1	0.114 6
年均空气相对湿度 Annual average air relative humidity	0.889 4*	0.128 2	-0.133 7	-0.060 0
年均降水量 Annual average precipitation	0.435 2	-0.397 6	-0.146 6	-0.138 9
地形因子 Topographic factor				
海拔 Elevation	-0.888 2*	-0.251 1	-0.253 5	0.049 1
纬度 Latitude	-0.803 7*	-0.113 6	0.010 5	-0.215 7
坡度 Slope	0.004 5	-0.260 4	0.548 7*	0.185 4
坡向 Slope aspect	-0.185 5	-0.032 2	0.097 2	0.051 7
坡位 Slope position	-0.232 0	0.201 4	-0.377 5	0.338 5
土壤因子 Soil factor				
土壤总氮含量 Total nitrogen content in soil	0.125 7	0.259 3	0.730 2*	0.137 7
土壤有机质含量 Organic matter content in soil	-0.128 2	0.221 0	0.273 5	0.693 8
土壤速效磷含量 Available phosphorus content in soil	0.163 8	0.524 1	0.004 6	-0.353 1
土壤速效钾含量 Available potassium content in soil	0.189 9	0.590 2*	0.331 0	-0.088 9
土壤含水量 Moisture content in soil	0.330 0	0.077 5	-0.109 0	0.070 0
特征值 Eigenvalue	0.870*	0.445	0.354	0.288
物种-环境相关系数 Species-environment correlation coefficient	0.977*	0.911*	0.821*	0.788*
物种数据的方差累计百分比/% Cumulative percentage of variance of species data	2.8	4.3	5.5	6.4
物种-环境关系的方差累计百分比/% Cumulative percentage of variance of species-environment relation	16.4	25.2	0.0	0.0

¹⁾ * : 在 0.05 水平上差异显著 The significant difference at 0.05 level.



▲: 第1组 Group 1; △: 第2组 Group 2; ●: 第3组 Group 3; ○: 第4组 Group 4; ■: 第5组 Group 5; □: 第6组 Group 6.

T: 年均温 Annual average temperature; RH: 年均空气相对湿度 Annual average air relative humidity; P: 年均降水量 Annual average precipitation; EL: 海拔 Elevation; LAT: 纬度 Latitude; SL: 坡度 Slope; SA: 坡向 Slope aspect; SP: 坡位 Slope position; TN: 土壤总氮含量 Total nitrogen content in soil; OM: 土壤有机质含量 Organic matter content in soil; AP: 土壤速效磷含量 Available phosphorus content in soil; AK: 土壤速效钾含量 Available potassium content in soil; MC: 土壤含水量 Moisture content in soil.

图1 DCCA 分析中澜沧江流域中下游地区各乔木样方分组及其与环境因子的关系

Fig. 1 Groups of each arbor plot and their relationships with environmental factors in the middle and lower reaches of Lancang River Basin in DCCA analysis

够充分反映澜沧江流域中下游地区乔木分布格局与环境因子的关系。海拔和纬度与第1轴呈显著负相关,相关系数分别为-0.888 2和-0.803 7,而年均温和年均空气相对湿度与第1轴呈显著正相关,相关系数分别为0.850 5和0.889 4;土壤的速效钾和速效磷含量与第2轴分别呈显著和不显著正相关,相关系数分别为0.590 2和0.524 1。说明第1轴主要反映气候因子和地形因子对澜沧江流域中下游地区乔木分布格局的影响,第2轴主要反映土壤因子对澜沧江流域中下游地区乔木分布格局的影响。沿第1轴从左到右,年均温和年均空气相对湿度逐渐升高,而海拔和纬度却逐渐降低;沿第2轴从下到上,土壤的总氮、有机质、速效磷和速效钾含量均逐渐升高。

TWINSPAN 2.3 软件将各乔木样方分成了6组,并且,各组沿第1轴和第2轴均分异明显,尤其沿第1轴分异更为明显,说明澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局受气候因子和地形因子的影响明显大于土壤因子。

2.2 在大尺度上的乔木分布格局

由图1可见:从整个研究区来看(即在纬度差异较大的大尺度上),澜沧江流域中下游地区6条样带的113个乔木样方可分成6组。第1组位于第1轴的最左边及第2轴的中间位置,包括P1至P21共21个乔木样方,这些乔木样方均属于高纬度、高海拔、相对寒冷且干燥的区域,分布的主要乔木种类有尼泊尔椴木(*Alnus nepalensis* D. Don)和云南松等。第2组位于第1轴的中间及第2轴的偏上方位置,包括P22至P32、P40至P51、P55至P66、P71、P72和P78共38个乔木样方,这些乔木样方均属于中纬度、中海拔、水热条件中等的区域,且多数样方的土壤养分含量相对较高,分布的主要乔木种类有滇木荷、钝叶黄檀、红皮水锦树、鸡嗉子榕、苦树、毛叶黄杞和思茅松等。第3组位于第1轴的中间及第2轴的偏下方位置,包括P33至P39、P52至P54、P67至P69和P73共14个乔木样方,这些乔木样方也属于中纬度、中海拔、水热条件中等的区域,但土壤相对贫瘠、坡度相对较大,分布的主要乔木种类有枹栎(*Quercus serrata* Thunb.)、滇合欢(*Albizia simeonis* Harms)、钝叶黄檀、高山锥(*Castanopsis delavayi* Franch.)、厚皮树[*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.]、山香圆[*Turpinia montana* var. *montana* (Bl.) Kurz]、思茅松、小果栲和一担柴[*Colona floribunda* (Wall.) Craib.]等。第4组

位于第1轴中间偏左及第2轴的中间位置,包括P70、P74至P77、P85至P99、P102至P104和P112共24个乔木样方,这些乔木样方均属于年均温较高、年均空气相对湿度较大、土壤含水量较高的区域,分布的主要乔木种类有滇黔黄檀(*Dalbergia yunnanensis* Franch.)、滇青冈(*Cyclobalanopsis glaucooides* Schott.)、红皮水锦树、杧果(*Mangifera indica* Linn.)、木奶果(*Baccaurea ramilifera* Lour.)、宿萼木(*Strophoblachia fimbriicalyx* Boerl.)和猪肚木(*Canthium horridum* Blume)等。第5组和第6组均位于第1轴的右边及第2轴的中间位置,且第6组位于第1轴的最右边,第5组包括P79、P100、P101、P105至P111和P113共11个乔木样方,第6组包括P80至P84共5个乔木样方,这些乔木样方均属于年均温和年均空气相对湿度较大、海拔较低的低纬度区域,第5组乔木样方分布的主要乔木种类有铁刀木(*Cassia siamea* Lam.)、高山锥、大叶栎(*Quercus griffithii* Hook. f. et Thoms ex Miq.)、红皮水锦树、火绳树和山牡荆[*Vitex quinata* (Lour.) Wall.]等,第6组乔木样方分布的主要乔木种类有三叶橡胶[*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Muell. Arg.]和林生杧果(*Mangifera sylvatica* Roxb.)等。

总体来看,在大尺度上,澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局主要受纬度、海拔和水热条件的影响,即主要受气候因子和地形因子的影响;在海拔较低且水热条件丰富的区域乔木种类多样性较高。在调查区域内,随着海拔降低和气温升高,植被从北到南呈现明显的梯度变化,即由寒温带植被逐渐过渡到热带植被,具体表现为由以云南松和尼泊尔椴木等占优势的乔木种类逐渐过渡为以高山锥、大叶栎、红皮水锦树、厚皮树、钝叶黄檀和三叶橡胶等占优势的乔木种类。

2.3 在小尺度上的乔木分布格局

实际上,T2、T3、T4和T5样带的纬度差异较小。由图1可见:这4条样带的乔木样方基本上分布在第2组和第3组中,位于第1轴和第2轴的中间区域,并沿第1轴和第2轴有一定的延伸分布,且在第2轴上第2组和第3组明显分离,结合各环境因子与第2轴的相关性分析结果可见,在纬度差异较小的小尺度上,澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局受土壤因子和局地地形影响明显。

3 讨论和结论

张景华等^[19]的研究结果表明:气温和降水对澜沧江流域植被生长均具有明显影响。本研究结果表明:在大尺度上,地形因子和气候因子对澜沧江流域中下游地区乔木分布格局的影响较大,各乔木样方基本沿着纬度和水热条件变化呈现明显的分异特征;其中,年均温、年均空气相对湿度、海拔和纬度均对澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局有显著影响。说明在大尺度上,除气候因子外,地形因子对澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局也有重要作用。

相关研究结果^[20]表明:地形因子在小尺度和微尺度上可影响局部区域的降水、气温和光照等条件,进而影响植被分布。在小尺度上,海拔和土壤因子对景洪小勐养高速公路附近的植被分布格局有重要影响^[21],并且,土壤因子对湘西北河谷特殊生境中植被的分布格局有明显影响^[22]。本研究中,第2组和第3组的乔木样方在第2轴上分异明显,且这些乔木样方基本上分布在澜沧江流域的小湾电站至大朝山库区河段,由于这2组乔木样方基本位于同一纬度,水热条件相似,据此推测,土壤因子和坡度是影响该区域乔木分布格局的主要环境因子。

澜沧江流域从北到南各地区的海拔逐渐降低,气温逐渐升高,土壤类型依次为棕壤、紫色土、红壤和赤红壤,各环境因子均呈现明显的梯度变化,导致乔木分布格局呈现梯度变化。实际上,各环境因子间具有明显的相关关系,经度、纬度和坡向等地形因子能够影响区域内的光、水、热和土壤等条件,进而影响植被分布。温璐等^[23]认为,植被的空间分布是地理环境、土壤环境和人为干扰强度等因子综合作用的结果;而环境因子对乔木、灌木和草本种类分布的影响各异,例如,在小尺度上,地形因子对灌木种类分布的影响强于土壤因子,而土壤因子对草本种类分布的影响强于地形因子^[24]。本研究中,在大尺度上,澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局具有明显的纬度地带性,并且,受到年均温、年均空气相对湿度和海拔等环境因子的影响;在纬度地带性和水热条件均差异较小的小尺度上,乔木分布格局更多受到土壤因子和局地地形的影响。

综合本研究结果,澜沧江流域中下游地区的乔木分布格局受气候因子、地形因子和土壤因子的综合影

响,并且,气候因子和地形因子的影响大于土壤因子;该区域乔木分布格局在大尺度上主要受气候因子和地形因子的影响,在水热条件差异较小的小尺度上主要受土壤因子和局地地形的影响。

明确植被分布格局与环境因子的关系对于植被恢复具有重要的指导意义。根据上述研究结果,在对澜沧江流域中下游地区植被基带进行恢复时建议关注气候因子、地形因子和土壤因子对植被分布的共同作用,乔木种类选择在大尺度上应侧重于气候和纬度地带性的作用,在小尺度上应侧重于土壤因子和局地地形的作用,选择适宜乔木种类,提高植被恢复成活率。实际上,乔木分布格局除了受气候因子、地形因子及土壤因子的影响外,还受到多种人为干扰的影响,在进行植被恢复时应加以关注。

参考文献:

- [1] 董世魁,崔保山,丁宗凯,等. 大保高速公路老营段路域植被生态恢复[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1483-1490.
- [2] 刘亚琦,刘加珍,陈永金,等. 黄河三角洲潮间带怪柳灌丛的格局及结构动态研究[J]. 生态科学, 2017, 36(1): 153-158.
- [3] WITTMANN F, SCHÖNGART J, MONTERO J C, et al. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin [J]. *Journal of Biogeography*, 2006, 33(8): 1334-1347.
- [4] 刘敏,毛子军,厉悦,等. 不同纬度阔叶红松林红松径向生长对气候因子的响应[J]. 应用生态学报, 2016, 27(5): 1341-1352.
- [5] 周庆,欧晓昆,张志明,等. 澜沧江漫湾水电站库区土地利用格局的时空动态特征[J]. 山地学报, 2008, 26(4): 481-489.
- [6] 欧芷阳,苏志尧,袁铁象,等. 土壤肥力及地形因子对桂西南喀斯特山地木本植物群落的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(13): 3672-3681.
- [7] 沈丽,石松林,李景吉,等. 珠穆朗玛峰国家级自然保护区高山杜鹃群落多样性研究[J]. 西北植物学报, 2014, 34(12): 2553-2561.
- [8] 张敏,宋晓阳. 热带森林群落土壤种子库对海拔梯度的响应[J]. 生态学杂志, 2015, 34(9): 2390-2400.
- [9] 王陆军,赵天田,马庆华,等. 中国特有种川榛的地理分布格局与气候环境因子的关系分析[J]. 植物资源与环境学报, 2017, 26(1): 77-83.
- [10] 吴大千,刘建,王炜,等. 黄河三角洲植被指数与地形要素的多尺度分析[J]. 植物生态学报, 2009, 33(2): 237-245.
- [11] LI J P, DONG S K, PENG M C, et al. Vegetation distribution pattern in the dam areas along middle-low reach of Lancang-Mekong River in Yunnan Province, China [J]. *Frontiers of Earth Science*, 2012, 6(3): 283-290.
- [12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 749-758.

- [13] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [14] 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [15] 朱源, 康慕谊. 排序和广义线性模型与广义可加模型在植物种与环境关系研究中的应用[J]. 生态学杂志, 2005, 24(7): 807-811.
- [16] 贾晓妮, 程积民, 万惠娥. DCA、CCA 和 DCCA 三种排序方法在中国草地植被群落中的应用现状[J]. 中国农学通报, 2007, 23(12): 391-395.
- [17] 张先平, 李志琴, 王孟本, 等. 山西高原草地景观的数量分类与排序[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3386-3395.
- [18] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 178-240.
- [19] 张景华, 封志明, 姜鲁光, 等. 澜沧江流域植被 NDVI 与气候因子的相关性分析[J]. 自然资源学报, 2015, 30(9): 1425-1435.
- [20] 张昌顺, 谢高地, 包维楷, 等. 地形对澜沧江源区高寒草甸植物丰富度及其分布格局的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(11): 2767-2774.
- [21] DONG S K, YANG Z F, CUI B S, et al. Impacts of environmental factors and human disturbance on composition of roadside vegetation in Xishuangbanna National Nature Reserve of Southwest China [J]. Procedia Environmental Sciences, 2010, 2(1): 1213-1219.
- [22] 徐亮, 陈功锡, 张洁, 等. 湘西北河谷特殊生境植物多样性和区系成分及其与土壤环境因子的相关性[J]. 植物资源与环境学报, 2013, 22(1): 20-28.
- [23] 温璐, 董世魁, 朱磊, 等. 环境因子和干扰强度对高寒草甸植物多样性空间分异的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(7): 1844-1854.
- [24] CUI B S, ZHAI H J, DONG S K, et al. Multivariate analysis of the effects of edaphic and topographical factors on plant distribution in the Yilong Lake Basin of Yun-Gui Plateau, China [J]. Canadian Journal of Plant of Science, 2009, 89(1): 209-219.

(责任编辑: 佟金凤)



《林产化学与工业》2019 年征订启事

《林产化学与工业》(1981 年创刊), 由中国林业科学研究院林产化学工业研究所、中国林学会林产化学化工分会共同主办, 为全国林产化工行业的学术类期刊。报道范围是可再生的木质和非木质生物质资源的化学加工与利用, 研究领域为生物质能源、生物质化学品、生物质新材料、生物质天然活性成分和制浆造纸等, 主要包括松脂化学、生物质能源化学、生物质炭材料、生物基功能高分子材料、胶黏剂化学、森林植物资源提取物化学利用、环境保护工程、木材制浆造纸为主的林纸一体化和林产化学工程设备研究设计等方面的最新研究成果。

本刊现被美国《化学文摘》(CA 核心)、荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)、美国“乌利希国际期刊指南”、英国《英联邦农业和生物科学文摘》(CAB Abstracts)、英国《全球健康》、英国《皇家化学学会系列文摘》(RSC)、俄罗斯《文摘杂志》

(PЖ) 等国外数据库收录; 被中国科学引文数据库 (CSCD) 核心库、中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE 中国核心学术期刊 (A)、中国农业核心期刊、中国期刊全文数据库、中国学术期刊综合评价数据库、万方数据——数字化期刊群、中文科技期刊数据库、中国核心期刊 (遴选) 数据库、《中国学术期刊文摘》等国内多种大型刊库收录。

本刊为双月刊, 逢双月月末出版, 大 16 开本; 国内统一连续出版物号 CN 32-1149/S, 国际标准连续出版物 ISSN 0253-2417。国内外公开发行人, 国内邮发代号: 28-59, 每期定价 15.00 元, 全年定价 90.00 元; 国外发行代号: Q5941, 每期定价 15.00 美元, 全年定价 90.00 美元。地址: 江苏省南京市锁金五村 16 号 林化所内 (邮编: 210042); 电话: 025-85482493, 85482493 (传真); E-mail: cifp@vip.163.com; 网址: http://www.cifp.ac.cn。