

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.02.016

不同干扰强度下的大渡河天然岷江柏种群特征

李绪佳¹,张庭端²,兰立达³,李德文³,高飞¹,王洪荣¹,王丽丽¹,封伟¹

(1.四川省林业生态环境监测中心,四川成都 610081;2.四川省阿坝州马尔康林业局,四川马尔康 624000;
3.四川省林业调查规划院,四川成都 610081)

摘要:岷江柏是国家Ⅱ级保护物种,主要分布于岷江、大渡河和白龙江流域。天然岷江柏林分布区域与居民聚居区相互重叠,受放牧、采伐、薪柴等人为活动扰动大。人为干扰对天然岷江柏种群特征的影响研究鲜有报道。本研究以干扰种类和强度为基础,把岷江柏林所受的干扰划分为过度干扰、重度干扰、中度干扰和轻度干扰,分别分析不同干扰强度下的岷江柏种群平均密度、高度、胸径和种群结构等,以期回答不同干扰强度对岷江柏种群特征的影响。结果表明,在轻度干扰的岷江柏林中,各等级胸径、树高和地径的岷江柏均有分布,幼苗幼树的比例较小,中间等级的岷江柏较多,有一定数量的大树,结构合理。中度干扰下,小等级的岷江柏占主体,中大等级均有分布,岷江柏种群有可能趋于正常。重度干扰下,以低等级为主,等级越高所占的比例越小。在过度干扰下,没有较大等级的大树。在轻度和中度干扰条件下,岷江柏林的年龄、树高、胸径或地径的结构较合理,种群能自然更新。在重度和过度干扰条件下,种群结构合理性和稳定性较差,几乎不能完成自然更新。

关键词:岷江柏;干扰强度;密度;胸径;树高

中图分类号:S718.54

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2017)02-0091-06

The Population Characteristics of Natural *Cupressus chengiana* Forests under Different Disturbance Intensity in the Dadu River Basin

LI Xu-jia¹ ZHANG Ting-duan² LAN Li-da³ LI De-wen³ GAO Fei¹
WANG Hong-rong¹ WANG Li-li¹ FENG Wei¹

(1. Forestry Ecological and Environmental Monitoring Center of Sichuan Province, Chengdu 624000, China;

2. Sichuan Maerkang Forestry Bureau, Maerkang 624000, China;

3. Sichuan Forest Inventory and Plan Institute, Chengdu 610081, China)

Abstract: The *Cupressus chengiana* S. Y. Hu is one of national second-level protected species, mainly distributed in the basins of Minjiang, Dadu and Bailong rivers. Its natural distribution area is also the living area of residents, and therefore being affected by grazing, cutting, wood burning and other human activity disturbance. Based on the disturbance type and intensity, the *C. chengiana* forests were divided into excessive, severe, moderate and mild disturbance types, respectively. In order to answer the affects of different disturbance intensity on the *C. chengiana* population characteristics, analysis was made of population density, heights, DBH and population structure of different disturbance types. The results showed that trees of *C. chenginina* of all levels of DBH, heights and basal diameter scattered under mild disturbance type, but the percentage of seedlings and saplings was small, intermediate grade trees were more, hence the population structure was reasonable. Under moderate disturbance, small levels of *C. chengiana* accounted for the main body, middle level trees had also some distribution, and *C. chengiana* populations might returns to

收稿日期:2016-11-25

课题资助:大渡河上游水电开发对岷江柏的影响及创新保护机制研究。

作者简介:李绪佳(1985-),男,工程师,主要从事森林资源、石漠化荒漠化和水土保持监测工作。E-mail:151369905@QQ.com

the normal state. Under the severe disturbance, there were many low level trees, but the higher level trees were scarce. Under the excessive disturbance, there were not higher level trees. In a word, the tree age, height, DBH, and DBH structure were more reasonable, and the population could naturally regenerate under the mild and moderate disturbance. But the rationality and stability of population structure was bad, and could hardly complete natural regeneration under the excessive and severe disturbance.

Key words: *Cupressus chengiana*, Disturbance intensity, Density, DBH, Tree height

岷江柏(*Cupressus chengiana* S. Y. Hu)是柏科柏属一常绿国家Ⅱ级保护物种,是一种喜阳耐寒、适应性强的树种^[1]。岷江柏生长地区的气候特征冬季较长而严寒,夏季温凉,冬干春旱,干湿季明显,年均温8℃~14℃;年均降水500 mm~750 mm,年蒸发量约为降水量的2倍。有关天然岷江柏的海拔分布文献较多,其结果存在一定差异。如《中国植物志》(1978)报道,岷江柏生于海拔1 200 m~2 900 m的干燥阳坡^[2];管中天(1982)在《四川松杉植物地理》中记述,岷江柏生于海拔1 300 m~2 800 m,以海拔1 800 m~2 600 m为常见^[3];包维楷等(2012年)对岷江柏的现存分布区进行了野外调查研究得出,现在天然岷江柏生长于海拔1 700 m~2 900 m,林分面积约82.6 km²^[1]。从这些调查结果来看,天然岷江柏分布的海拔下线在“抬升”,而分布的海拔上线几乎没有变化,说明低海拔区域的天然岷江柏遭受了破坏。

现有研究表明,岷江柏濒危原因包括遗传多样性丧失、人为干扰、生境破碎化、繁殖与自然更新障碍等方面,其中人为干扰是导致濒危的最重要外界因素之一^[1,4-10]。人为干扰主要包括薪柴采伐、放牧、枝叶采集、盗伐等。不同强度的人为干扰对岷江柏种群密度影响如何?以及对岷江柏种群基径、树高、胸径等分布格局的影响如何?这些科学问题鲜有研究报道。因此,本研究将人为干扰划分成不同强度等级,研究不同人为干扰强度下的天然岷江柏种群的特征,以为岷江柏的保护提供科学依据和保护对策。

1 研究区自然地理概况

现在天然岷江柏林集中分布于大渡河上游的金川县、小金县、马尔康市和丹巴县。该区域位于青藏高原东部的大渡河上游地区,按地貌分为高峡区和山原区,气候垂直变化强于水平变化,并具有复杂多样性。金川县年均温11℃以上,马尔康市年平均温5℃~9℃。马尔康市多年平均降水量750 mm以

上,金川县多年平均降水量仅610 mm。冬季受西伯利亚经青藏高原而来的西风环流控制,降水量较少,寒冷,夏季受西南和东南暖温气候影响,降水量较多,温暖。本区多年平均总辐射量120 kJ·cm⁻²~125 kJ·cm⁻²,年日照时数1 666 h^[1]~2 318 h^[1]。

由于生境类型复杂,同时受纬度、海拔高度、地貌变化的影响,水、热、光等因子的再分配,形成了复杂的局地气候和小气候。土壤类型多样,垂直地带性明显,主要土类有棕壤、暗棕壤、草甸土、褐土、高山寒漠土等。研究区植被隶属于川西高山峡谷针叶林、川西北高原灌丛-草甸两个地带,植被垂直分异大于水平分异。在典型的峡谷区,河谷气温高、热量足、降水量偏低;随海拔高度上升,气温下降、降水量增加、空气湿度加大、植被组成显著变化。河谷植被以干旱河谷灌丛和草,海拔1 700 m~2 100 m为落叶阔叶混交林,2 400 m~3 600 m为亚高山针叶林,3 600 m~4 000 m则为高山灌丛草甸、高山草甸,4 000 m至雪线基本上为流石滩植被。河谷和中山平缓地带及村落附近散生耕地与果园,形成栽培植被。

大渡河上游区域是藏族聚集区,人口稀少,以藏族为主。当地居民薪材和建材主要砍伐岷江柏、川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)、大果圆柏(*Sabina tibetica*)、山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platyphylla*)等,每户年砍伐薪材可达5 t~10 t。由于岷江柏木材和枝叶具有独特的浓香香味,是藏族祭祀活动(如煨桑、藏香)的主要材料。生长于悬崖峭壁上的岷江柏木材致密坚硬和独特的香气与留疤色泽,使岷江柏成为制作手串、佛珠的理想材料之一,加剧了对岷江柏的盗伐强度。岷江柏自然分布区与藏民黄牛、犏牛、山羊放牧区重叠,使得岷江柏林成为藏民重要草场。

2 材料与方法

2.1 干扰强度划分标准与类型

基于已有文献对干扰强度的划分方法^[11-14],同

时结合野外踏查中所发现的岷江柏林所受干扰类型及其来源,制定了岷江柏种群及其生境所受干扰强度的划分标准和类型(表1)。

表1 干扰强度类型与划分标准描述表

干扰强度	郁闭度	干扰种类、特征及其频率等描述
过度干扰	<0.1	常见采伐、放牧、采薪柴、砍枝桠等干扰痕迹,岷江柏林完全被破坏,岷江柏植株零星分布于杂灌丛中。
重度干扰	0.2~0.3	距离居民聚居点的直线距离 ≤ 1 km,且有人行小路和牧道可通达岷江柏林,常见放牧、盗伐大树和砍枝桠的干扰痕迹。
中度干扰	0.4~0.5	距离居民聚居点的直线距离 > 1 km,不见人行小路可通达岷江柏林,常见放牧,少见砍枝桠,没有盗伐痕迹。
轻度干扰	> 0.5	位于岷江柏州级自然保护区内,有剔枝丫的痕迹,没有放牧和盗伐痕迹。

2.2 种群调查方法

重度干扰、中度干扰和轻度干扰的岷江柏种群特征调查采用样方法。首先在野外选择具有代表性的地段划定一定范围大小地块,定量地统计分析岷江柏的结构特征,样方大小为 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 。主要测定指标有岷江柏林郁闭度、胸径、地径、树高、基径、幼苗密度和干扰因素等。另外,过度干扰区域的岷江柏稀疏(郁闭度 < 0.1),采用 $5\text{ m} \times 50\text{ m}$ 的样线法,测定指标与样方法相似。本调查共7条样线、重度干扰类型8个样地、中度干扰类型6个样地、轻度干扰类型8个样地。

2.3 大小分级标准

2.3.1 高度级划分标准

岷江柏高度大小分级参考包维楷等在2012年提出的岷江柏高度分级标准略作修改,将树高(H)的等级确定为: $H < 1\text{ m}$ 为I级, $1\text{ m} \leq H < 3\text{ m}$ 为II级, $3\text{ m} \leq H < 5\text{ m}$ 为III级, $5\text{ m} \leq H < 9\text{ m}$ 为IV级, $9\text{ m} \leq H < 13\text{ m}$ 为V级, $13\text{ m} \leq H < 19\text{ m}$ 为VI级, $19\text{ m} \leq H < 25\text{ m}$ 为VII级, $H \geq 25\text{ m}$ 为VIII级。

2.3.2 地径级划分标准

岷江柏地径大小分级参考包维楷等在2012年提出的岷江柏地径分级标准略作修改,将地径(D)等级确定为: $D < 2\text{ cm}$ 、 $H < 0.3$ 为幼苗(I), $D < 2\text{ cm}$ 、 $H > 0.3$ 为幼树(II), $2\text{ cm} \leq D < 6\text{ cm}$ 为成树一级(III), $6\text{ cm} \leq D < 10\text{ cm}$ 为成树二级(IV), $10\text{ cm} \leq D < 16\text{ cm}$ 为成树三级(V), $16\text{ cm} \leq D < 24\text{ cm}$ 为成树四级(VI), $24\text{ cm} \leq D < 34\text{ cm}$ 为成树五级(VII), $D \geq 34\text{ cm}$ 为成树六级(VIII)。

2.3.3 胸径级划分标准

岷江柏胸径大小分级参考包维楷等在2012年提出的岷江柏地径分级标准略作修改,将胸径

(DBH)的等级确定为: $1\text{ cm} \leq \text{DBH} < 5\text{ cm}$ 为I级, $5\text{ cm} \leq \text{DBH} < 7\text{ cm}$ 为II级, $7\text{ cm} \leq \text{DBH} < 9\text{ cm}$ 为III级, $9\text{ cm} \leq \text{DBH} < 13\text{ cm}$ 为IV级, $13\text{ cm} \leq \text{DBH} < 19\text{ cm}$ 为V级, $19\text{ cm} \leq \text{DBH} < 27\text{ cm}$ 为VI级, $\text{DBH} \geq 27\text{ cm}$ 为VII级。

2.4 数据分析方法

本文数据分析采用SPSS 22.0统计软件完成。分析不同干扰强度对岷江柏种群特征影响作单因素方差分析(One-way ANOVA)和Tukey检验。所有数据均用平均值 \pm 标准误差表示,显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$ 。

3 结果与分析

3.1 种群总体特征

3.1.1 平均密度

不同干扰强度下岷江柏林的种群密度变化大(图1)。表现为重度干扰($2\ 270.89\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2} \pm 147.1\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$) $>$ 中度干扰($1\ 915.69\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2} \pm 129.9\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$) $>$ 轻度干扰($1\ 034.49\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2} \pm 80.2\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$) $>$ 过度干扰($186.19\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2} \pm 13.4\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$)。方差分析表明,各干扰强度下的岷江柏种群密度有极显著差异($F_{(3,35)} = 160.864, P < 0.01$)。

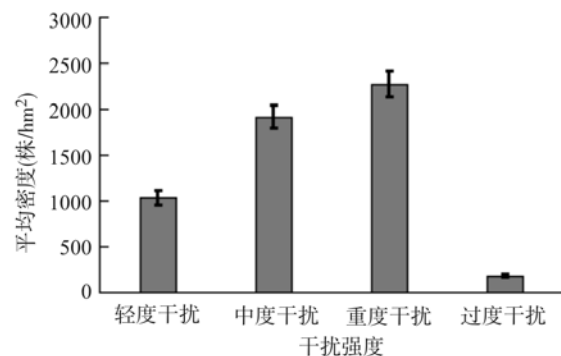


图1 不同干扰强度下的岷江柏平均密度

3.1.2 平均高度

干扰对岷江柏种群平均高度有显著影响($F_{(3,1581)} = 52.713, P < 0.01$,图2),4种干扰强度下的岷江柏平均高度表现为轻度干扰($5.66\text{ m} \pm 0.39\text{ m}$) $>$ 中度干扰($4.25\text{ m} \pm 0.12\text{ m}$) $>$ 重度干扰($2.49\text{ m} \pm 0.10\text{ m}$) $>$ 过度度干扰($1.99\text{ m} \pm 0.14\text{ m}$)。多重比较表明,轻度干扰岷江柏的平均高度极显著高于其他3类,中度干扰的平均高度显著大于重度干扰和过度干扰,重度干扰条件下岷江柏的平

均高度大于过度度干扰、但差异不显著。

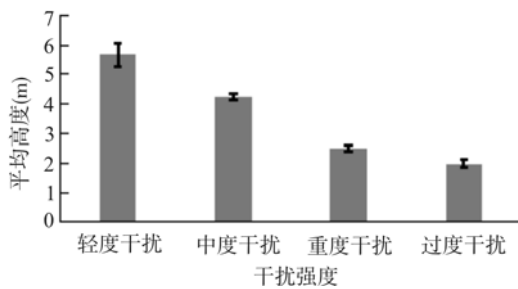


图2 不同干扰强度下的岷江柏平均高度

3.1.3 平均地径

干扰强度对岷江柏平均地径有极显著影响 ($F_{(3,1581)} = 52.698, P < 0.01$, 图3), 4种干扰强度岷江柏林的地径大小表现为轻度干扰 ($12.39 \text{ cm} \pm 0.77 \text{ cm}$) > 中度干扰 ($9.48 \text{ cm} \pm 0.25 \text{ cm}$) > 重度干扰 ($6.15 \text{ cm} \pm 0.22 \text{ cm}$) > 过度度干扰 ($4.26 \text{ cm} \pm 0.32 \text{ cm}$)。多重比较表明, 轻度干扰岷江柏的平均地径显著高于其他3种干扰, 中度干扰的平均地径显著大于重度干扰和过度度干扰, 重度干扰条件下岷江柏的平均地径大于过度度干扰、但差异不显著。

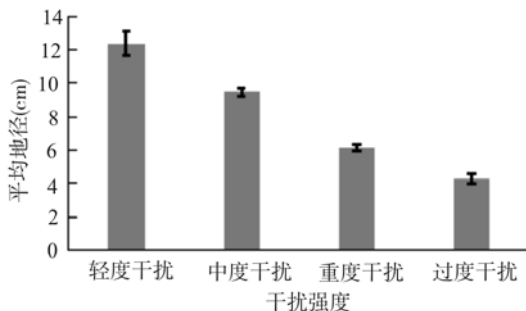


图3 不同干扰强度下的岷江柏平均地径

3.1.4 平均胸径

干扰对岷江柏平均胸径有极显著影响 ($F_{(3,1041)} = 34.835, P < 0.01$, 图4), 4种生境中岷江柏的平均胸径大小表现为轻度干扰 ($12.04 \text{ cm} \pm 0.86 \text{ cm}$) > 中度干扰 ($8.53 \text{ cm} \pm 0.26 \text{ cm}$) > 重度干扰 ($5.16 \text{ cm} \pm 0.27 \text{ cm}$) > 过度干扰 ($4.39 \text{ cm} \pm 0.32 \text{ cm}$)。多重比较表明, 轻度干扰岷江柏的平均胸径极显著高于其他3类干扰, 中度干扰的胸地径极显著大于重度干扰和过度干扰, 重度干扰条件下岷江柏的平均胸径大于过度干扰、但差异不显著。

3.2 种群高度级分布格局

不同高度等级的岷江柏株数的分布比例见图5。轻度干扰的岷江柏高度在3 m ~ 5 m的株数最多 (25.08%), 1 m ~ 3 m之间次之 (24.47%), 再其次

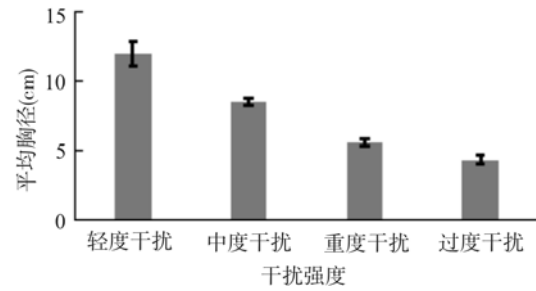


图4 不同干扰强度下的岷江柏平均胸径

的为5 m ~ 9 m之间 (17.82%) 和 < 1 m的 (16.92%), 大树也占有一定的比重, 特别是高度超过25 m的株数仍占总体的6.95%。在中度干扰条件下, 岷江柏的高度主要为1 m ~ 3 m和5 m ~ 9 m (均占29.85%), 3 m ~ 5 m的次之 (21.70%), < 1 m的 (9.46%) 和9 m ~ 13 m (8.16%) 的相当, 超过13 m (0.98%) 的很少, 调查中发现没有超过20 m的大树。重度干扰条件下, 以1 m ~ 3 m的最多 (占47.16%), < 1 m的次之 (占22.02%), 3 m ~ 5 m (16.51%) 和5 m ~ 9 m (11.38%) 的有一定比例, 9 m ~ 13 m (1.65%) 和13 m ~ 19 m (1.28%) 的仍少量分布, 调查中没有超过20 m的大树。过度干扰条件下, 以1 m ~ 3 m的最多 (占51.04%), < 1 m的次之 (占26.04%), 再次为3 m ~ 5 m (16.67%), 5 m ~ 9 m的最少 (6.25%), 调查中没有发现超过10 m的大树。

3.3 地径级分布格局

不同地径等级的岷江柏株数的分布比例见图6。轻度干扰的岷江柏地径主要分布在Ⅲ ~ V级, 分别占24.77%、16.62%和20.24%; II级和VI级的相当, 分别为10.27%和12.99%; 再次为地径 > 34 cm的大树 (7.55%), 幼苗 (I级) 和VII级的比例较小, 分别为4.83%和2.72%。在中度干扰条件下, 岷江柏以Ⅲ级地径的居多 (32.79%), IV级 (20.39%) 和V级 (21.04%) 的相当, 再次为VI级 (17.78%), 幼苗 (I级, 2.94%) 和幼树 (II级, 4.24%) 较少, 调查中没有发现地径 > 24 cm的大树。重度干扰条件下, Ⅲ级占优势 (40.92%), IV级的次之 (24.59%), 再次为II级 (14.31%), I级的幼苗和V级、VI级的也有一定分布, 调查中没有地径 > 24 m的大树。过度干扰条件下, Ⅲ级占优势 (39.58%), II级 (22.92%) 和IV级 (23.96%) 的相当, 幼苗和V级也有一定的数量, 调查中没有发现地径 > 16 cm的大树。

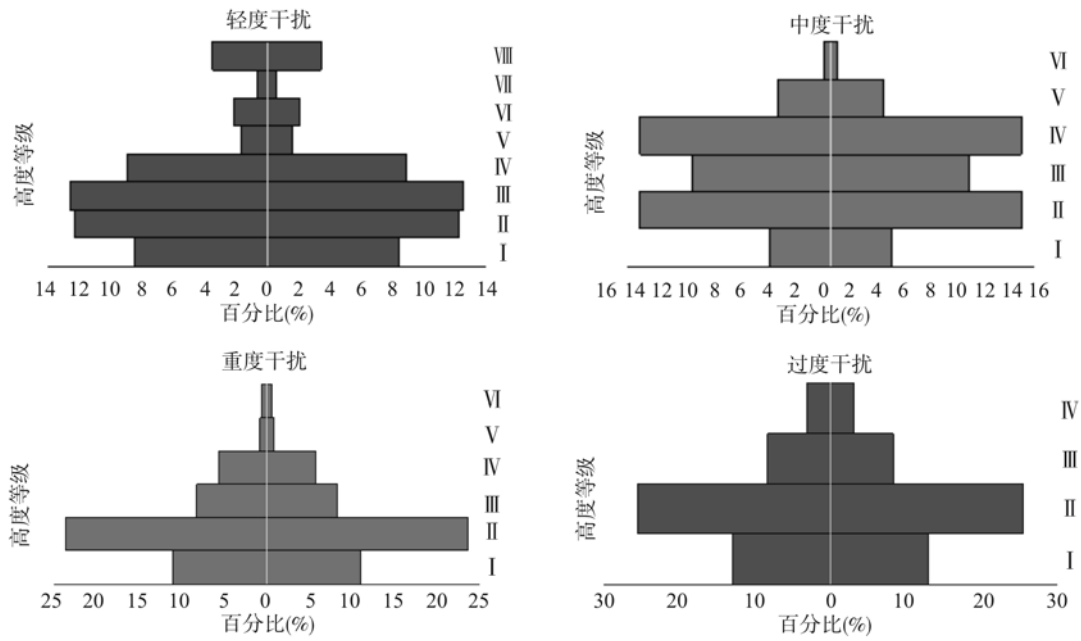


图5 不同岷江柏高度等级的株数占总株数的百分比

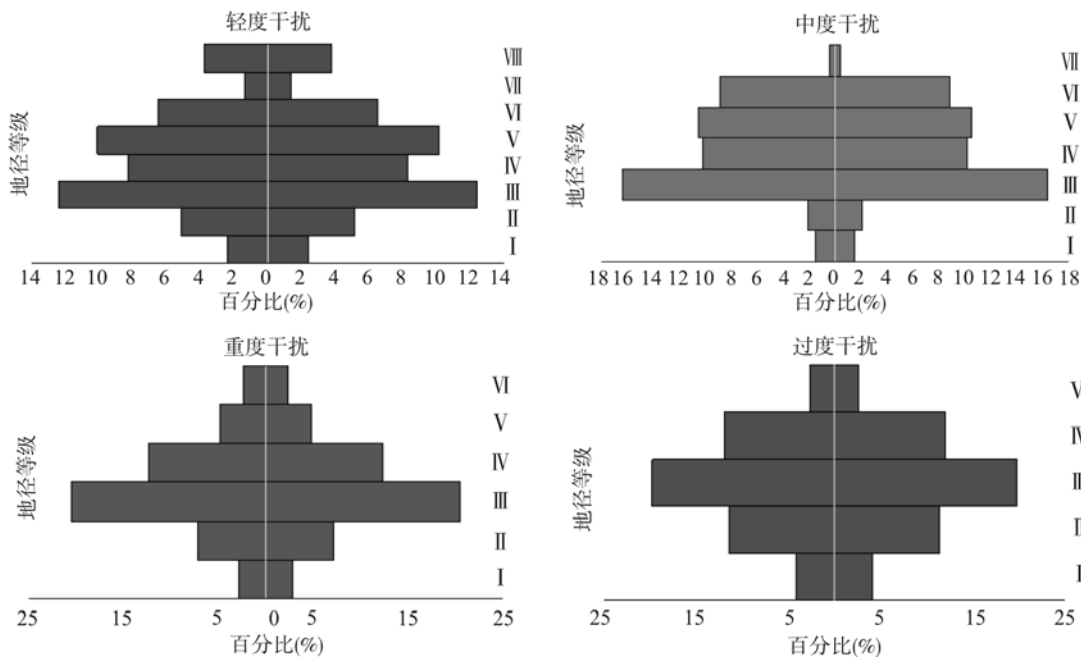


图6 不同地径等级的岷江柏株数占总株数的百分比

3.4 胸径级分布格局

不同胸径等级的岷江柏株数的分布比例见图7。轻度干扰中的岷江柏胸径分布最多的在1 cm ~ 5 cm(31.3%),在II ~ V级之间的差别不大,分别占12.61%、12.61%、15.65%和13.04%;胸径>27 cm的大树有一定的比例(11.3%),VI级大树的比例最小(3.48%)。在中度干扰条件下,岷江柏以I级的居多(32.97%),V级次之(22.27%);III ~ V

级相当,分别为12.88%、12.88%和16.38%;VI级最少(2.62%),调查中没有发现胸径>27 cm的大树。重度干扰条件下,I级占绝对优势(52.06%),II级的次之(23.17%);III、IV级相当,分别为8.25%和9.21%;V级VI级的也有一定分布,调查中没有胸径>27 cm的大树。过度干扰条件下,I级占优势(65%),II级(20%)次之和III级(15%)最少,调查中没有发现胸径>9 cm的大树。

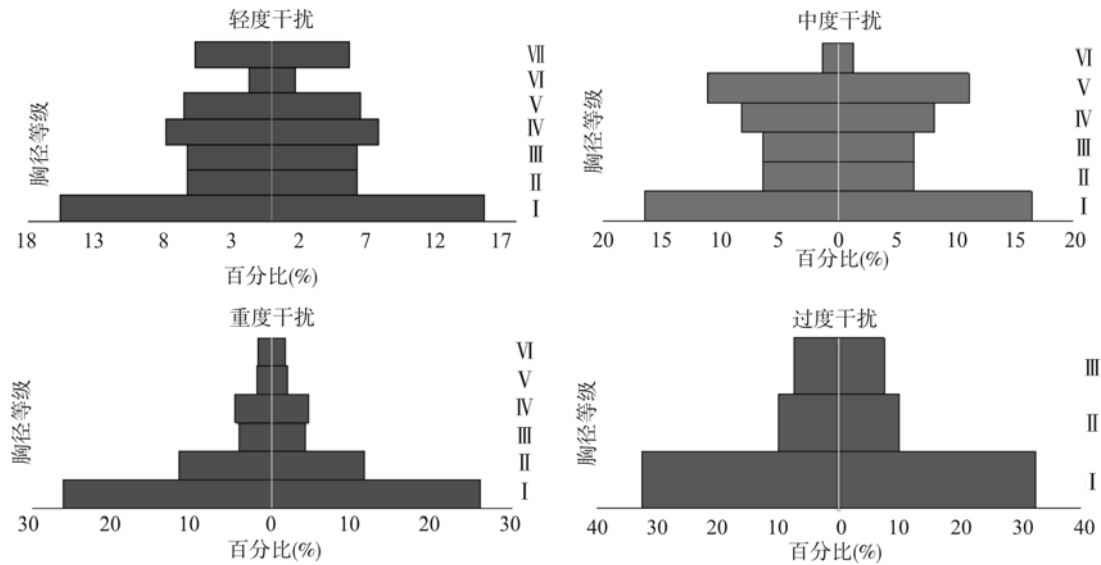


图7 不同胸径等级的岷江柏株数占总株数的百分比

4 讨论与结论

干扰是指发生在一定时间和空间尺度上,对森林生态系统结构和生态过程造成影响,使环境资源和物质可利用性或森林内自然环境发生改变的作用力^[15]。关于干扰假说主要有两种,即依据物种组成的改变分为平衡假说和非平衡假说。平衡假说认为森林群落种群结构和功能常处于一种平衡状态,受到干扰后将恢复到原群落状态;而对于非平衡假说则认为群落种群结构和功能很少能达到平衡状态,只有当群落物种多度和组成随着时间的持续改变达到高多样性水平时才能得以维持^[16]。

天然岷江柏林分布的海拔范围与大渡河流域藏民日常生活区域重叠,受采伐、放牧、采薪、砍枝桤等人为活动的干扰是常见的,也是必然的^[1]。本研究表明,放牧、盗伐、采枝等重度干扰下的岷江柏种群密度最高,其原因是重度干扰下的岷江柏林下灌木层盖度很低,且有相对大一点的岷江柏被盗伐后形成林窗,这些林下小生境有利于喜阳岷江柏种子萌发、幼苗定居、存活和生长^[17-18]。在轻度干扰下的原始岷江柏林密度低的原因是林冠层大树较多、郁闭度高,而且林冠层与灌木层分层明显,灌木层长势好、盖度高,林下光照弱,不利于岷江柏幼苗生长和定居,只有部分幼苗或幼树能突破灌木层的“压制”。过度干扰的岷江柏地的岷江柏密度很低,仅是散生,其主要原因有岷江柏种源(成熟母树)相

对缺失、灌草盖度过高、无岷江柏幼苗生存的微生境。

总而言之,不同扰动岷江柏种群结构在轻度干扰的原始岷江柏林中,各等级胸径、树高和地径的岷江柏均有分布,幼苗幼树的比例较小,中间等级的岷江柏较多,有一定数量的大树,结构比较合理。中度干扰下,小等级的岷江柏占主体,中大级均有分布,说明在干扰较小的情况下,岷江柏种群有可能趋于正常。强度干扰下,以低等级为主,等级越高所占的比例越小。在过度干扰下,基本没有可能成为较大等级的大树,在自然状况下基本没有恢复成岷江柏林的可能性。在轻度和中度干扰条件下,岷江柏林的年龄、树高、胸径或地径的结构较合理,种群能自然更新。在重度和过度干扰条件下,种群结构合理性和稳定性较差,几乎不能完成自然更新。

参考文献:

- [1] 包维楷,庞学勇,李芳兰,等. 干旱河谷生态恢复与持续管理的科学基础[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第七卷)[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [3] 管中天. 四川松杉类植物分布的基本特征[J]. 植物分类学报, 11982,9(4):391~407.
- [4] 白昆声,吴中北,梅炯杰. 岷江柏调查研究[J]. 中南林业调查规划,1990,(2):43~49.
- [5] 徐亮,包维楷,庞学勇. 温度、光照和种子含水量对四川小金县岷江柏种子发芽的影响[J]. 植物资源与环境学报,2005,14(3):21~25.

(下转第54页)

因此,在小熊猫圈养中,应为小熊猫的日粮提供足够的能量,并提供较大的运动场地,以满足小熊猫的正常生活保证其动物福利。

参考文献:

- [1] 黄小富,张泽钧.大熊猫与小熊猫生态习性的比较:食物、体型大小及系统发育的影响[J].四川动物,2008,27(4):687-692.
- [2] 杨青,冉江洪,张顺林,等.四川邛崃山系小熊猫分布[J].动物学研究,2008,29(5):746-752.
- [3] 张得良.小熊猫的饲养繁殖[J].黑龙江畜牧兽医,2014(4):108-109.
- [4] 黄松,吴晓云,刘成,等.小熊猫人工育幼的研究[J].野生动物杂志,2008,29(4):195-197.
- [5] 汪丽芬,朱岩,张旭升,等.小熊猫的常规行为训练[J].野生动物,2013,34(5):264-266.
- [6] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:中国农业出版社,2003:13-20.
- [7] 邹兴淮.野生动物营养学[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2000:200-204.
- [8] 吴晋强.动物营养学[M].合肥:安徽科学技术出版社,1999:147-153.
- [9] 彭琳,孟迪,王伟.温度对圈养小熊猫行为影响的观察[J].重庆林业科技,2012(4):14-16.
- [10] 吴登虎,谢幼新,胡洪光,等.小熊猫的消化试验[J].四川师范学院学报(自然科学版),1994(4):336-342.
- [11] 李莉,黄璐,张守全,等.小熊猫对不同日粮的消化试验[J].黑龙江畜牧兽医,2010(21):150-151.
- [12] 黎绘宏,李婉萍,黄志宏,等.圈养小熊猫对栖息地点的选择及其行为观察[J].野生动物,2013,34(3):125-127.
- [13] 王兴金,黎绘宏,李婉萍,等.小熊猫的圈养繁殖[J].野生动物杂志,2008,29(2):74-76.
- [14] 刘群秀,张妹,何维光,等.环境丰容对上海动物园圈养小熊猫行为分配的影响[J].野生动物学报,2015,36(1):11-17.
- [6] 袁志忠,何丙辉.岷江柏种群现状及研究进展[J].山区开发,2003,(6):34-35.
- [7] 王了德.白龙江林区岷江柏木生物学特性调查及利用价值研究[J].甘肃科技,2015,31(11):144-145.
- [8] 彭成,李绪佳,王欢,等.大渡河水电开发对岷江柏(*Cupressus chenggiana*)空间分布格局的影响[J].四川林勘设计,2011,(1):48-52.
- [9] 袁志忠,包维楷,何丙辉.岷江柏4个地理种群年龄结构动态比较分析[J].植物资源与环境学报,2004,13(3):25-30.
- [10] 袁志忠.岷江柏种群结构及其特征研究[J].贵州农业科学,2009,37(10):167-169.
- [11] 高伟,叶功富,游水生,等.不同干扰强度对沙质海岸带植物物种 β 多样性的影响[J].生态环境学报,2010,9(11):2581-2586.
- [12] 雷平,邹思成,兰文军.不同干扰强度下江西武夷山河岸带阔叶林群落的结构与数量特征[J].植物科学学报,2014,32(5):460-466.
- [13] 杨梅,林思祖,曹光球.不同人为干扰强度下甜槠群落物种多样性比较分析[J].2009,37(7):30-32.
- [14] 张尚炬,范海兰,洪滔,等.干扰强度对仙人谷国家森林公园森林群落结构特征的影响[J].亚热带农业研究,2007,3(1):39-44.
- [15] 李政海,田桂泉,鲍雅静.生态学中的干扰理论及其相关概念[J].内蒙古大学学报(自然科学版),1997,28(1):130-134.
- [16] 毛志宏,朱教君.干扰对植物群落物种组成及多样性的影响[J].生态学报,2006,26(8):2695-2701.
- [17] 臧润国,刘静艳,董大方.林隙动态与森林生物多样性[M].北京:中国林业出版社,1999.
- [18] 朱教君,刘足根.森林干扰生态研究[J].应用生态学报,2004,15(10):1703-1710.

(上接第96页)