

林火干扰对森林群落结构与物种组成的影响研究

艾东升

四川省安岳县自然资源和规划局 四川 安岳 642350

摘要: 森林作为重要生态系统,其群落结构与物种组成关乎生态功能稳定。本文以林火干扰对森林群落结构与物种组成为研究对象,系统分析林火的定义、类型及影响因素,探讨不同强度与频率的林火对森林群落垂直结构、水平结构及空间分布格局的改变,同时研究林火强度、频率与物种更替、丰富度的关联及对特殊物种的威胁。结果表明,低、中、高强度林火对群落垂直结构影响呈梯度差异,低频林火利于群落恢复,高频林火致结构退化;物种组成随林火强度定向更替,中频林火维持丰富度稳定。

关键词: 林火干扰;森林群落结构;物种组成;影响

引言: 林火作为常见干扰因素,随气候变化与人类活动加剧,对森林生态系统的影响愈发显著。当前研究多聚焦单一维度,缺乏对林火强度、频率与群落结构、物种组成关联的系统分析,且对特殊物种受威胁机制探讨不足。鉴于此,本文从林火基础特征切入,深入剖析其对森林群落结构与物种组成的影响,旨在填补研究空白,为森林资源科学管理与生态保护提供支撑。

1 林火干扰对森林群落结构与物种组成的影响概述

1.1 林火的定义与类型

林火是在森林、灌木丛或其他植被覆盖区域发生的非预期、失控燃烧现象,对生态环境、人类生活等多方面产生影响。其起火原因分自然起火和人为起火两大类:自然起火中,雷击火较常见,雷电击中植被可能引发火灾;枯枝落叶堆积发酵生热,热量积聚到一定程度也会导致自燃。人为起火原因多样,涵盖农事用火、林副业生产用火、非生产性用火及故意纵火行为。

按燃烧物质和火势蔓延特征,林火可分为以下三类:(1)地表火,沿林地表面蔓延,最为常见,从地面地被物开始燃烧,危害幼树、下木,烧伤大树根部,影响树木生长,严重时致大面积林木枯死,依蔓延速度和对林木危害,又细分为急进地表火和稳进地表火;(2)树冠火,由地表火遇强风或特殊地形向上烧至树冠并沿树冠蔓延,多发生在特定类型森林中,燃烧猛烈、灭火困难,对森林破坏极大,按蔓延速度分急进树冠火和稳进树冠火;(3)地下火,在地表以下腐殖质层或泥炭层蔓延,多发生在长期干旱且有相应土层的森林中,白天地面难见火焰仅见烟,夜间可见火舌,破坏树木、灌丛根部,致树木成片死亡。

1.2 森林群落结构的内涵与度量指标

森林群落结构,指特定森林生态系统中各类植物的

组合方式、与环境的相互关系及呈现的外貌和内在结构特征,是森林生态系统的重要组成部分,能反映其健康状况与发展阶段,内涵以下两个维度:(1)垂直方向上,群落分层明显,最上层为乔木层,由高大树木构成,光能利用效率较高,不同树种乔木在高度、树冠形态上有差异,可细分多级乔木层;乔木层下为灌木层,由较矮小灌木组成,适应弱光照,利用乔木层透下的光线光合作用;再下是草本层,由各类草本植物构成,生长于荫蔽湿润环境;最底层为地被层,含苔藓、地衣等,紧贴地面生长,对维持土壤湿度、防止水土流失有重要作用。(2)水平方向上,群落呈不同分布格局,地形平坦、环境均一区域植物分布较均匀;地形起伏大、土壤肥力不均、水分有差异的区域,植物种类和数量呈明显斑块状分布,形成镶嵌格局。

为准确描述和分析森林群落结构,常用以下四类度量指标:(1)物种丰富度,指群落中物种数量,丰富度越高,群落物种越多样;(2)多度,表示一个种在群落中的个体数目,反映物种数量状况;(3)盖度,指植物地上部分垂直投影面积占样地面积的百分比,分投影盖度和基部盖度等,体现植物对地面的覆盖程度;(4)重要值,综合物种的多度、频度和优势度,衡量物种在群落中的相对重要性,是评估群落结构的关键指标之一。

1.3 物种组成的影响因素

影响物种组成的因素主要有以下五类:(1)气候因素,温度、降水和光照等直接决定物种生存范围与分布区域,不同气候区域因条件差异,物种组成明显不同;(2)土壤条件,土壤的酸碱度、肥力、质地和排水状况等,影响植物对养分和水分的获取,进而改变植物种类与分布,最终作用于群落物种组成;(3)地形因素,山地、平原、丘陵等地形的海拔、坡度、坡向不同,导致

光照、温度、水分等生态因子分布有差异,使物种组成产生区别;(4)生物间相互作用,竞争关系中,生态位相似物种争夺有限资源,竞争力强者占优,弱者数量减少甚至淘汰,改变物种组成;捕食关系中,捕食者调控被捕食者种群数量,影响物种数量与分布;共生关系促进物种相互依存、共同生存,利于维持物种多样性与稳定性;(5)人类活动,森林砍伐破坏生态系统,致物种失栖息地、数量减少甚至灭绝;农业开垦改变原有植被类型与生态环境,引入特定生物,减少野生生物生存空间;城市建设使自然生态系统被人工生态系统取代,生物多样性大幅降低;而植树造林、生态修复等活动,有助于增加物种数量、改善物种组成^[1]。

2 林火干扰对森林群落结构的影响

2.1 林火强度对群落垂直结构的改变

以下不同强度的林火会对群落垂直分层的完整性、层次高度及生物量分配产生差异化影响。(1)低强度林火主要作用于群落下层,对乔木层的高大植株影响较小,多烧毁地被层的枯枝落叶和部分低矮草本,灌木层可能出现局部灼伤但不会大面积死亡。这种干扰会轻微降低地被层和草本层的盖度,短期内可能导致下层植被生物量减少,但不会破坏垂直分层的整体框架,反而可能通过清除地表凋落物、增加表层土壤光照,为下层植被的重新生长创造条件。(2)中强度林火的影响会延伸至灌木层和乔木下层,不仅会烧毁大部分草本和地被,还会导致灌木层大量植株死亡,部分胸径较小的乔木幼苗、幼树被烧枯。此时群落垂直分层的连续性被打破,灌木层的高度显著降低,乔木层与灌木层之间的过渡带消失,原本多层级的垂直结构简化为“乔木层+稀疏草本层”的模式,各层次的生物量分配向乔木层倾斜,下层植被的生物量占比大幅下降。(3)高强度林火则会对群落垂直结构造成毁灭性冲击,不仅会完全烧毁地被层、草本层和灌木层,还会导致乔木层大量成林树木死亡,部分高大乔木虽未完全倒伏,但树干皮层被烧损、树冠被烧毁,失去光合作用能力。此时群落垂直分层几乎消失,仅残留少量抗火性强的巨大乔木枯立木,整体结构退化为“稀疏枯立木+裸露地表”的状态,生物量急剧下降,垂直结构的恢复需要漫长的生态演替过程。

2.2 林火频率对群落水平结构的塑造

以下林火频率通过长期累积效应,改变森林群落水平方向上的植被分布均匀性、斑块大小及连通性,进而重塑水平结构特征。(1)低频林火对水平结构的影响具有阶段性,每次干扰后群落有充足时间恢复,水平方向上植被分布会逐渐回归均一化,斑块状分布的范围和差

异度较小。(2)中频林火会使群落水平结构呈现出明显的斑块化特征。每次林火干扰后,不同区域的植被恢复速度存在差异,部分区域因土壤条件、微环境的细微差别,植被重新生长速度较快,形成植被覆盖度较高的“恢复斑块”;而干扰较重或环境条件较差的区域,植被恢复缓慢,形成覆盖度低的“裸露斑块”。(3)高频林火会导致群落水平结构持续退化,植被难以完成自然恢复过程,每次干扰都会加剧水平分布的破碎化。高频干扰下,植被覆盖度整体下降,大面积区域呈现裸露或仅残留少量耐火烧植被,原本的连续植被带被分割为孤立的小斑块,斑块面积不断缩小、数量增多,且斑块间的距离增大,连通性极低,水平结构呈现出“碎片化裸露区+零星小斑块”的不稳定状态,难以形成完整的植被分布格局。

2.3 林火干扰对群落空间分布格局的重塑

林火干扰会打破森林群落原有的空间分布规律,通过改变微环境条件和植被生存状态,重塑物种的空间分布格局。(1)在林火干扰前,群落内物种的空间分布多受物种自身生态特性、种间竞争及环境异质性影响,可能呈现均匀分布、随机分布或聚集分布等相对稳定的格局。(2)林火干扰后,物种的空间分布格局会向“抗火性主导型”转变。抗火性强的物种(如树皮较厚、根系发达的树种)在干扰中存活概率更高,会在火灾迹地中优先保留,形成局部聚集分布;而抗火性弱的物种则大量死亡,其原有分布区域会出现“分布空白区”。(3)林火干扰会改变土壤的物理化学性质,如烧毁地表凋落物导致表层土壤养分暂时富集,或因高温导致土壤有机质分解加快、保水能力下降,这些微环境的变化会进一步引导后续植被的分布,使物种向土壤条件更适宜的区域聚集,形成新的聚集中心。(4)林火干扰还会改变群落内的空间异质性,原本相对均一的环境会因火痕(如烧黑的地表、残留的枯木)、未烧区域的差异,形成多样化的微生境斑块,不同微生境斑块会适配不同生态需求的物种,进而使群落整体空间分布格局呈现出“斑块化聚集、异质性增强”的特征^[2]。

3 林火干扰对森林物种组成的影响

3.1 林火强度与物种的更替及消长

以下林火强度直接决定森林物种的生存阈值,不同强度的林火会推动物种组成发生定向更替,导致部分物种消退、另一部分物种占据优势。(1)低强度林火对物种组成的影响以“微调”为主,主要作用于对火敏感的低矮物种,这类物种可能因地表灼烧出现短期数量下降,但不会彻底消失;而抗火性较强的物种受影响较小,其在群落中的相对占比可能因敏感物种的暂时衰退而略有

上升。(2) 中强度林火会打破物种间的原有平衡, 引发明显的物种更替。对火敏感的物种, 尤其是无休眠机制、根系较浅的物种, 会因植被灼烧、栖息地破坏而大量消退, 部分物种可能在局部区域暂时消失; 而抗火性中等的物种, 凭借树皮较厚、种子能耐受一定高温等特性, 在干扰后可快速恢复生长, 其数量占比显著提升, 成为群落中的优势类群。(3) 高强度林火会导致物种组成的剧烈重构, 大量对火敏感的物种因无法承受高温灼烧和栖息地彻底破坏而消退, 部分物种甚至可能在较大区域内难以自然恢复; 仅抗火性极强的物种, 如具有深根系、种子可在土壤中休眠多年的物种, 能够在干扰后存活并萌发。

3.2 林火频率与物种丰富度的关联

林火频率通过长期干扰周期, 调控森林物种丰富度的动态变化, 以下不同频率的干扰会形成差异化的物种共存环境。(1) 低频林火对物种丰富度的影响具有“阶段性恢复”特征, 每次干扰后群落有充足时间完成物种更替与恢复, 物种丰富度会先因干扰短暂下降, 随后逐步回升, 甚至可能因干扰清除了优势物种的竞争压制, 为更多物种提供生存空间, 使丰富度恢复至干扰前水平或略有提升。(2) 中频林火会使物种丰富度维持在相对稳定的中等水平。这种频率的干扰既能避免高频干扰导致的物种持续消退, 又能防止低频干扰下优势物种过度占据资源、抑制其他物种生长。每次干扰会清除部分优势物种, 为潜在物种腾出生态位。(3) 高频林火会导致物种丰富度持续下降。频繁的干扰使物种难以完成生长、繁殖过程, 对火敏感的物种不断消退且无法恢复, 抗火性中等的物种也因反复干扰而数量减少, 仅少数极端抗火的物种能够存活。

3.3 林火干扰对特殊物种的威胁与生存挑战

林火干扰会对特殊物种造成针对性威胁, 加剧其生存压力。(1) 从生境(指生物个体、种群或群落生存的具体空间环境, 又称栖息地, 包含生物完成生命过程所

需的全部生态因子)角度看, 特殊物种多依赖稳定的微环境, 如特定的植被覆盖度、土壤湿度或凋落物厚度, 林火干扰会直接破坏这种生境条件——地表植被的烧毁导致遮荫减少、土壤水分蒸发加快, 凋落物的燃烧改变土壤养分结构, 使特殊物种的生存环境失去稳定性, 进而影响其觅食、繁殖等基础生存活动。(2) 从繁殖过程看, 特殊物种普遍繁殖周期较长、繁殖成功率较低, 林火干扰会进一步打断其繁殖链条。部分特殊物种的种子传播依赖特定媒介, 林火可能导致传播媒介数量减少, 影响种子扩散; 还有些物种的幼苗生长需要特定的植被庇护, 林火清除庇护植被后, 幼苗易受极端环境影响而死亡, 导致种群自然更新受阻。(3) 从种群规模看, 特殊物种本身种群数量较少、分布范围较窄, 林火干扰可能导致其种群碎片化——原本连续的栖息地被烧断, 形成孤立的小种群, 种群间基因交流受阻, 遗传多样性下降^[3]。

结束语: 本研究系统阐明了林火干扰对森林群落结构与物种组成的影响规律, 明确不同林火强度、频率下群落结构的变化特征及物种组成的响应机制, 揭示了特殊物种面临的生存挑战。研究成果丰富了森林干扰生态学理论, 为制定差异化森林火灾防控策略、优化生态修复方案提供科学参考。

参考文献:

- [1] 岳永杰, 贾文杰, 张泽桃, 赵鹏武, 周梅, 舒洋. 林火干扰后植被恢复与更新及其物种多样性影响因子研究进展[J]. 生态学杂志, 2025, 44(9): 3126-3134.
- [2] 郑鑫, 刘晏铭, 司莉青, 舒立福, 陈锋, 王千雪, 王烁, 张吉利. 林火干扰对林分结构及植被更新影响研究进展[J]. 北京林业大学学报, 2025, 47(1): 156-162.
- [3] 贾翔, 金慧, 王超, 赵莹, 秦立武, 耶贵平, 王润林, 陈庆红, 尹航. 林火对长白落叶松林群落物种组成及结构特征的短期影响[J]. 生态学杂志, 2024, 43(2): 352-361.