

Study on the effects of bamboo whip expansion on forest community structure and ecological environment in nature reserves

Qiong Lei¹ Zongsen Lei¹ Huangxin Lin² Xinpeng Zhao³ Zupei Lei^{4*}

1. Zhejiang Boao Municipal and Garden Engineering Co., Ltd., Taishun, Zhejiang, 325500, China

2. Taishun Office, Zhejiang Communications Investment Group Expressway Operation Management Co., Ltd., Taishun, Zhejiang, 325500, China

3. Taishun County Rural Development Co., Ltd., Taishun, Zhejiang, 325500, China

4. Zhejiang Wuyanling National Nature Reserve Management Center, Taishun, Zhejiang, 325500, China

Abstract

As a typical fast-growing bamboo species in southern China, Moso bamboo possesses significant ecological and economic value. However, its rapid expansion through an advanced underground rhizome system has gradually invaded native communities such as broadleaf forests and mixed coniferous-broadleaf forests in nature reserves, leading to noticeable changes in forest community structure and degradation of ecological functions. Field investigations and literature analysis reveal that the expansion of Moso bamboo exhibits high concealment and strong resource competitiveness, significantly reducing tree species diversity and understory vegetation diversity during invasion, resulting in a trend toward homogeneity in community stratification. The expansion also alters soil water cycling and nutrient distribution, affecting soil organic matter accumulation and microbial community stability, thereby weakening ecosystem stability and service functions. To address this issue, this study proposes scientific ecological regulation and comprehensive management strategies based on practical reserve management experiences, providing theoretical foundations and practical references for maintaining forest community structures and improving ecological environment quality.

Keywords

bamboo whip expansion; forest community structure; biodiversity; ecological environment; nature reserve

毛竹扩鞭对自然保护区森林群落结构与生态环境影响的研究

雷琼¹ 雷宗森¹ 林黄昕² 赵新鹏³ 雷祖培^{4*}

1. 浙江博奥市政园林工程有限公司, 中国·浙江 泰顺 325500

2. 浙江交投集团高速公路运营管理有限公司泰顺所, 中国·浙江 泰顺 325500

3. 泰顺县农村发展有限公司, 中国·浙江 泰顺 325500

4. 浙江乌岩岭国家级自然保护区管理中心, 中国·浙江 泰顺 325500

摘要

毛竹作为中国南方典型的速生竹种, 具备重要的生态与经济价值。然而, 毛竹依赖发达的地下鞭根系统迅速扩张, 逐步入侵自然保护区的阔叶林、针阔混交林等原生群落, 导致森林群落结构发生明显改变, 生态功能出现退化。通过实地调查与文献分析发现, 毛竹扩鞭具有高度隐蔽性和强烈的资源竞争能力, 入侵过程中显著降低了树种和林下植被多样性, 使群落分层结构趋于单一。毛竹扩张还改变了土壤水分循环与养分分布, 影响了土壤有机质积累和微生物群落稳定性, 进而削弱了生态系统的稳定性和服务功能。针对这一问题, 本文结合保护区管理实际, 提出科学的生态调控与综合治理策略, 为维护森林群落结构和提升生态环境质量提供理论依据和实践参考。

关键词

毛竹扩鞭; 森林群落结构; 生物多样性; 生态环境; 自然保护区

【作者简介】雷琼(1990-), 女, 中国浙江泰顺人, 本科, 助理工程师, 从事园林研究。

【通讯作者】雷祖培, 男, 本科, 正高级工程师, 从事生态保护修复研究。

1 引言

自然保护区作为维护生物多样性、保护典型生态系统和珍稀物种的重要载体, 其生态完整性和原真性至关重要。然而, 随着毛竹在中国南方山区的广泛分布, 其扩鞭特性对

保护区森林群落结构与环境造成了新的挑战。毛竹依靠地下根状茎系统迅速向周边扩展,表现出极强的资源占据能力,使得原生树种及林下植物的生境不断缩减。毛竹扩张不仅是单一物种的数量扩张,更是对群落空间格局与生态过程的深刻改造。

学界对毛竹的研究多集中于经济价值、碳汇功能与人工林培育,而对毛竹扩鞭入侵自然保护区后对群落结构与生态系统功能的系统性研究仍显不足。本文试图通过多维度分析,探讨毛竹扩鞭对森林群落物种组成、群落结构稳定性以及土壤与生态服务的影响,并在此基础上提出管理对策,以期对自然保护区的科学管理提供参考。

2 毛竹扩鞭的生态学特征与扩展机制

2.1 毛竹根状茎系统的生物学特征

毛竹拥有极为发达的根状茎系统,这一结构是其实现大范围空间扩展和持续资源占据的生物学基础。毛竹根状茎通过节间的横向生长和分枝,可在地下形成错综复杂的网络,实现对空间的高效占据。每年春季,地下鞭根在适宜温度和水分条件下迅速生长,部分根系甚至可以穿透坚硬土层或石砾带,突破空间障碍,延伸至数米甚至十数米之外。通过根茎节点不断分化形成新竹鞭和竹笋,实现个体无性繁殖的高频更新,这使得毛竹在自然群落中具备超越大多数木本植物的更新速率和生态适应力。与主要依赖种子萌发和幼苗成长的乔木、灌木等植物相比,毛竹的无性繁殖优势不仅体现在生长速度快,更在于其对不良环境的适应能力和群体稳定性。这种根状茎系统的“克隆扩展”机制是毛竹成为群落空间优势种的根本原因,也是其入侵性和生态影响力极强的关键生物学特征。

2.2 扩鞭的空间格局与动力机制

毛竹扩鞭不仅仅是数量增长,更体现为空间格局上的高度适应性和动力性。其地下根状茎生长具有明显的定向性,常向着光照充足、水分充沛、养分富集的区域延伸。毛竹根状茎遇到物理障碍(如石块、树根等)时,表现出极强的绕行能力和再分枝特性,从而避免单一通路受限,实现多点突破和分布。扩鞭速度受多种环境因子调控,其中土壤肥力和含水量是最主要的驱动因素。坡地、林缘及次生林区,由于空间资源和养分相对富集,往往成为毛竹扩鞭的热点区域。野外监测数据显示,在适宜环境下,毛竹根状茎年平均扩展距离可达1.5至2米,远超本地乔木和灌木的天然更新或迁移速率。这种快速空间扩展不仅改变了原有的群落结构格局,也为后续毛竹形成优势群落奠定了基础。因此,毛竹扩鞭在空间层面上展现出高度的主动性与竞争力,是其对原生群落产生强烈替代效应的重要动力机制。

2.3 与森林群落原生物种的竞争关系

毛竹扩鞭对原生森林群落的物种构成和资源分配格局造成了深刻影响。毛竹通过地下根系与周围植物直接竞争水分和土壤养分,根系密布的土壤区域往往资源可利用度下降,致使阔叶乔木、灌木幼苗的存活率和生长速率明显降低。

毛竹地上茎秆的高密度分布遮蔽了林下大部分光照,抑制了林下草本及灌木的光合作用,进而导致这些植物的生长、开花和结实受到严重限制。随着时间推移,毛竹逐步占据了森林群落的空间与资源优势,原生优势种如壳斗科、木兰科等更新乏力,群落多样性显著下降,生态位出现单一化趋势。进一步而言,毛竹替代原生树种后,改变了森林的能量流动和物质循环过程,使整个生态系统的结构与功能趋于简化和低效。毛竹与原生物种的强烈竞争,实际上是推动群落结构转型和生态服务功能衰退的内在驱动力,也是自然保护区生态治理中最为棘手的问题之一。

3 毛竹扩鞭对森林群落结构的影响

3.1 物种多样性下降

毛竹扩鞭对自然保护区森林群落的物种多样性构成了系统性威胁。调查数据显示,随着毛竹的持续扩张,原生林地的乔木层物种数量出现显著下降,部分区域的乔木层物种数较未受影响的原生林减少30%以上。这一趋势主要源于毛竹在地下和地上空间的强烈资源竞争,导致原有优势乔木种如枫香、樟树、银杏等的幼苗难以获得充足的生长空间和必需的光照,进而阻碍了其更新过程。与此同时,林下草本层的物种也因毛竹形成的致密冠层遮蔽和土壤养分贫乏而急剧减少,部分耐阴性较弱的草本和蕨类植物出现局地消失现象。长期来看,毛竹主导的群落环境削弱了区域物种的生存多样性,造成了生物多样性保护功能的衰退。多样性指数的下降不仅体现在植物层面,还波及依赖多样化植物资源的昆虫、鸟类等动物群体,对自然保护区整体生态网络的稳定性产生连锁影响。因此,毛竹扩鞭的持续推进已成为影响自然保护区物种多样性维持和生态安全的核心风险因素之一。

3.2 群落分层结构的简化

原生森林群落通常呈现出复杂的垂直结构,包括乔木层、灌木层和草本层等多个层次,群落内不同植物类型通过空间互补与资源分异,共同维持生态系统的稳定性和高效性。毛竹扩鞭显著打破了这一结构平衡。在毛竹大规模扩张的区域,乔木层原有优势逐渐丧失,部分乔木因根系空间受限、生长势减弱和更新障碍而逐步退出群落主导地位。灌木层则因竹秆遮蔽和资源拮抗难以发育,种类和覆盖度迅速下降。草本层生境进一步碎片化,呈现出明显的斑块化和局部消亡趋势。最终,毛竹成为群落的主导组成,森林结构由多层次趋于单层化,空间异质性与生态功能高度简化。这种结构简化导致生态系统抵御外部干扰(如极端气候、病虫害等)的能力下降,能量流动和物质循环过程趋于单一,系统整体的稳定性和恢复力削弱。

4 毛竹扩鞭对生态环境的影响

4.1 土壤理化性质的改变

毛竹扩鞭入侵极大地重塑了森林土壤的理化属性。毛竹落叶中的木质素、鞣酸和有机酸类物质丰富,这些特定化学成分随落叶分解渗入土壤,影响了土壤的酸碱缓冲能力和

有机质的积累过程。研究表明,毛竹扩张区的土壤 pH 值普遍低于周边原生林地,酸化趋势明显,长期酸性环境抑制了部分阔叶树种幼苗和林下草本的生长。与此同时,毛竹根系分泌物对土壤微生物群落产生选择性抑制作用,进一步减缓有机残体的分解和养分释放速率。因此,毛竹扩鞭对土壤理化性质的深层次改变,是其导致森林群落结构单一化和生态功能弱化的重要机制。

4.2 水文循环与土壤水分动态

毛竹扩鞭同样对森林水分循环与土壤水分分布造成深远影响。毛竹根系极其发达,具有较强的水分吸收和蒸腾能力。在高密度毛竹群落中,地下根系层级纵横交错,能够从较深土层大量抽取水分,显著降低了林下土壤的持水能力。竹叶结构又对降水有较强的拦截作用,导致地表水分渗透减少,土壤表层湿度下降。水分竞争的加剧使得阔叶乔木和灌木类植物面临更严峻的水分胁迫,部分物种出现生长停滞或生理衰退。相关研究还发现,持续的土壤水分亏缺破坏了保护区原有的水文平衡,诱发局部土壤干裂、地表径流加剧、地下水补给减少等连锁反应。极端气候条件下,毛竹扩鞭区更易发生季节性干旱甚至林下植物大面积枯萎。

4.3 微生物群落与养分循环

毛竹扩鞭引发的土壤环境变化进一步波及微生物群落的多样性和功能。与原生阔叶林土壤相比,毛竹入侵区的微生物多样性指数显著下降,真菌/细菌比例失衡,细菌群落中以分解竹叶纤维素和木质素为主的功能类群占比升高,其他促进植物生长的有益微生物逐步减少。土壤微生物代谢功能趋于单一,氮循环中的硝化作用和碳循环的分解能力下降,导致养分释放和再利用效率降低。长期来看,微生物群落结构的

5 毛竹扩鞭的生态风险与保护区管理挑战

5.1 生物多样性保护的困境

自然保护区建立的初衷在于维护原生生态系统的完整性与多样性,而毛竹扩鞭的入侵使这一目标面临新的威胁。毛竹凭借其地下根状茎的快速扩展与地上竹秆的高密度生长,逐步占据了森林群落的优势地位。伴随其扩张过程,原有阔叶林和针阔混交林中的乔木幼苗更新空间被挤压,林下灌木和草本植物因光照受限与水分、养分竞争而大幅减少。尤其是一些珍稀濒危树种,如分布范围有限的特有种,更容易在毛竹扩鞭主导的生境中丧失适宜的生长条件,进而面临局地性灭绝的风险。物种多样性下降不仅表现为种类数量的减少,还涉及种群结构的单一化与遗传多样性的衰退。这种趋势削弱了群落抵御病虫害、极端气候和外来干扰的能力,使保护区的生态稳定性与生态安全受到严重挑战。因此,从生物多样性保护的角度看,毛竹扩鞭入侵已成为制约自然保护区生态目标实现的重要生态困境。

5.2 生态服务功能的弱化

森林生态系统通过涵养水源、保持水土、调节气候和提供碳汇等多重服务功能,成为维持区域生态安全与人类可

持续发展的关键保障。毛竹群落虽然具备较快的生物量累积能力,在碳固定和部分水土保持方面发挥了一定作用,但其功能结构与原生阔叶林存在明显差距。毛竹单一化群落在植被分层、根系深度和凋落物质分解方面均不及多样化的阔叶林,导致土壤有机质循环效率下降,水分调节能力削弱。此外,毛竹扩鞭还改变了林下光照与湿度环境,使得原本复杂的微生境被大幅简化,进而降低了系统对外界扰动的缓冲能力。随着时间推移,生态服务功能呈现出弱化趋势:涵养水源效果下降,水土保持功能减弱,区域碳汇能力趋向不稳定。更为关键的是,毛竹群落难以以为多样化的动物提供稳定的栖息环境,从而间接削弱了生态系统整体的服务供给水平。这种功能弱化直接挑战了自然保护区在生态安全与社会需求层面的双重使命。

6 结语

毛竹扩鞭对自然保护区森林群落结构与生态环境的影响呈现系统性与深远性。其入侵导致物种多样性下降、群落结构简化、土壤与水文循环失衡,并进一步威胁保护区的生态服务功能。治理毛竹扩鞭不能仅依赖单一措施,而需构建综合性的生态调控机制。建议结合人工干预与生态恢复技术,如定期清理扩张竹鞭、引入本土树种恢复群落多样性、加强土壤改良与水分调控,同时通过长期监测与科学评估实现动态管理。唯有如此,方能在保障自然保护区生态完整性的同时,合理利用毛竹资源,实现生态保护与可持续发展的双重目标。

参考文献

- [1] 黄鸿青,张裕顺,吴兴毅.毛竹林扩鞭蔓延现状与基于生态保护视角的对策研究——以福建省建瓯市为例[J].福建林业,2017,(05):26-28.
- [2] 李赛花.延平区毛竹林扩鞭性增长对林业的影响[J].福建林业科技,2014,41(02):220-223.
- [3] 董晨玲.毛竹扩鞭成林新竹生长效果研究[J].竹子研究汇刊,2003,(04):30-33.
- [4] 董建文,张兴正,林德根.不同土壤管理措施的毛竹扩鞭效果研究[J].江西农业大学学报,2000,(01):37-40.
- [5] 薛云.池州市贵池区毛竹丰产栽培技术[J].现代农业科技,2015,(17):208-209.
- [6] 范莉.近自然状态下毛竹竹鞭空间扩张规律研究[J].广东蚕业,2024,58(09):26-28.DOI:CNKI:SUN:GDCY.0.2024-09-008.
- [7] 陈珺.毛竹入侵及去除对杉木林群落结构与碳储量的影响[D].浙江农林大学,2021.DOI:10.27756/d.cnki.gzjlx.2021.000199.
- [8] 徐道炜.戴云山自然保护区毛竹向杉木扩张对林分土壤质量及其凋落物分解的影响[D].福建农林大学,2018.
- [9] 黄鸿青,张裕顺,吴兴毅.毛竹林扩鞭蔓延现状与基于生态保护视角的对策研究——以福建省建瓯市为例[J].福建林业,2017,(05):26-28.DOI:CNKI:SUN:FJLT.0.2017-05-016.
- [10] 郭宝华.不同生产力水平毛竹林碳氮磷生态化学计量特征研究[D].中国林业科学研究院,2014.