

林下经济复合经营模式对森林生态系统服务功能的影响

卢冬林

会理市林业和草原局

DOI:10.32629/eep.v9i4.3148

[摘要] 林下经济复合经营模式以森林生态系统为依托,将农、林、牧多业态有机融合,在增加农户收入的同时对森林生态系统服务功能产生了复杂的正负效应。本文梳理了林药、林禽、林菌和林草畜四类主要复合经营模式,从供给、调节、文化和支持服务四个维度系统分析其影响路径与强度,重点探讨经营强度超阈值时出现的土壤退化、生物多样性受损和碳汇功能弱化等风险,并从政策引导、技术规程和监测体系三个层面提出优化路径。研究认为,适度集约的复合经营可实现生态与经济效益的协同提升,但需在县域尺度建立动态管控机制,以规避过度开发导致的生态系统服务不可逆退化风险。

[关键词] 林下经济; 复合经营; 生态系统服务; 生物多样性; 碳汇功能

中图分类号: F0 文献标识码: A

The Impact of the Integrated Understory Economy Model on Forest Ecosystem Service Functions

Donglin Lu

School of Art, Southeast University

[Abstract] The understory economic composite management model, grounded in forest ecosystems, integrates agricultural, forestry, and livestock operations in an organic manner. While increasing farmers' incomes, it exerts complex positive and negative impacts on forest ecosystem services. This paper examines four primary composite management models—forest—pharmacological systems, forest—poultry systems, forest—fungal systems, and forest—grass—livestock systems—and systematically analyzes their influence pathways and intensity across four dimensions: supply, regulation, cultural value, and support services. It focuses on risks such as soil degradation, biodiversity impairment, and weakened carbon sequestration capacity when management intensity exceeds thresholds, proposing optimization strategies at three levels: policy guidance, technical protocols, and monitoring systems. The study concludes that moderately intensive composite management can achieve synergistic improvements in both ecological and economic benefits, but requires the establishment of dynamic governance mechanisms at the county level to mitigate the risk of irreversible ecosystem service degradation caused by overexploitation.

[Key words] Understory economy; Integrated management; Ecosystem services; Biodiversity; Carbon sink function

1 引言

森林生态系统属于陆地上功能最复杂、服务价值最高的生态系统类型之一,它所具有的服务功能包含物质供给、气候调节、生物多样性维持以及文化审美等诸多方面。中国现有的林地面积超过3.2亿公顷,但是单一的用材林和生态防护林经营模式在实践中很难同时满足生态保育和农村经济发展两个方面的需要。20世纪90年代以后,以“不砍树也能致富”为理念的林下经济开始兴起。2012年国务院办公厅发布《关于加快林下经济发展的意见》,将林下经济纳入现代林业建设体系,之后各省相继出台扶持政策,推动林下经济向规模化、多元化发展。林下经

济是指在有林地内利用林冠下的空间进行种植、养殖和采集等经营活动的复合经营模式,实质上是以森林生态系统为依托的多层次立体农业。相比于单一的农耕,复合经营可以利用林地空间异质性、生物多样性的优势,但是也不能避免对林分结构、土壤理化性质、物种多样性造成干扰。因此,科学评价不同的复合经营模式对森林生态系统服务功能的综合影响,是制订可持续林下经济政策的理论基础。本文依据现有的生态系统服务研究框架,对林下经济的主要模式影响路径进行梳理,就目前存在的实践困境给出相应的改进意见。

2 林下经济复合经营模式的主要类型与生态特征

2.1 主要经营类型

目前我国推广的林下经济复合经营模式主要有四种。第一种林药模式是在杉木、马尾松等人工林林冠下面种植天南星、黄精、七叶一枝花等耐阴中草药,利用林下散射光和腐殖质资源,既可以减少林地裸露,又能提供中药材供给,适合于郁闭度较高的成熟人工林或者次生阔叶林。第二,林禽模式,在阔叶林或者果园林冠下散养鸡、鸭等禽类;禽粪回归林地可以提高土壤肥力,禽类啄食杂草和害虫可以减少化学除草剂和杀虫剂的使用,但是高密度养殖时土壤踩踏和氮磷淋溶问题比较突出。第三种林菌模式就是用枯枝落叶和截段木材来培育香菇、木耳、灵芝等食用菌,它属于典型的生物质循环利用方式,对于有机质的分解以及养分的释放有着积极的作用,但是过度采集枯落物会减少腐殖质的积累。第四,林草畜模式,即在林隙地里种植牧草,再引入牛羊等草食动物,在南方丘陵区 and 北方农牧交错带都有比较广泛的使用,但是牲畜超载给土壤压实、幼苗存活造成严重威胁。

2.2 共同生态特征

这四种模式共有的生态特征就是在保留乔木冠层的基础上,再引入次级物种组合来挖掘林地光、热、水分和养分的剩余承载力,形成垂直分层的仿自然群落结构。该结构从理论上讲可以提高生境的异质性以及功能群的多样性,进而加强多项生态服务。但是实际效果很大程度上取决于三个核心变量,即作业密度,即单位面积内引进的物种密度或者放牧强度;投入品种类,即是否使用农药、化肥等外源物质;经营年限,由于长期连茬种植和持续踩踏会产生累积性的生态效应。这三者一起决定着复合经营同生态系统服务的关系是协同增效还是相互消耗,形成了林下经济生态评价的基本分析框架。

3 复合经营对森林生态系统服务功能的影响

3.1 对供给服务的影响

供给服务是林下经济最直接的目的,包括食物、药材、纤维、可利用的水资源等。复合经营依靠引进经济物种明显拓宽了林地的供给种类,典型的林药模式黄精鲜重产量一般能达到每亩800~1200千克,每亩年收益是同类纯用材林的4~6倍,林菌模式的袋料香菇单季产值也较高,并且可以利用修枝废弃物来减少生物质浪费。但是供给服务的扩大不是没有代价的,密集化林药种植会破坏表层腐殖质,加大根系的竞争;高密度林禽养殖在雨季会产生大量的氮磷淋溶,造成林内水体富营养化的风险;林菌模式如果截取木段的速度超过林分自然更新的能力,就会减少凋落物的归还量,从而影响到土壤有机质的长期积累。从图中可以看出,供给服务的扩大同生态系统内部承载力存在着明显的量-质权衡关系,这是复合经营管理的主要矛盾,经营者要在短期收益和生态系统长期维持能力之间找到平衡点。

3.2 对调节服务的影响

调节服务包含碳汇固存、水源涵养、水土保持和小气候调节,是森林生态系统最主要的一个非市场价值来源。适度复合经营对调节服务的影响总体上是正向的,林下植被覆盖率提高之

后,雨滴击溅侵蚀减少,坡面径流峰值下降,水源涵养功能得到加强;林禽模式减少了除草剂喷施,林下草本层逐渐恢复,有利于土壤有机碳库的积累;林药模式在郁闭度适中的林分中引入多年生草本,地上地下生物量均有一定程度的增加,净生态系统碳交换量(NEP)短期内略有上升。但是经营强度超过生态阈值之后,调节服务就会出现明显的下降,在林草畜模式中,牲畜超载造成土壤容重明显增大,土壤孔隙度降低,地表径流系数上升,水土流失量随之增大,在高投入林药模式中,农药残留在土壤中积累,影响土壤微生物群落的多样性和功能结构,从而减弱氮循环效率和碳矿化速率。综合起来看,调节服务对于复合经营强度存在着一种倒U形的响应关系,中等强度经营是维持调节服务功能的重要区间,超过上限之后边际生态成本急剧上升。

3.3 对文化服务的影响

文化服务包含景观美学、生态旅游、自然教育体验等内容,属于林下经济同旅游产业深度融合的新动力。林下种植多样化花卉、草药、食用菌之后,林内景观层次更加丰富,给乡村生态旅游提供有吸引力的场景资源;部分地区把林药复合基地同「中医药文化体验」融合起来,创建起具有地方特色的林业旅游产品,推动了周边民宿和餐饮业发展。但是不当经营也会对文化服务造成损害,设施化禽畜养殖产生的气味、粪便污染降低林地游憩舒适度,大面积单一作物的林下种植破坏林内景观多样性、视觉美感,水体富营养化、水质恶化直接影响游客健康感知、饮用水安全。总体来看,文化服务对于经营方式最敏感,景观多样性保护和不当经营造成的感官污染之间存在矛盾,这是发展林旅融合型林下经济时需要重点考虑的问题。

3.4 对支持服务的影响

支持服务包括养分循环、土壤形成、初级生产,是供给、调节、文化服务得以持续运转的物质基础。林下经济对支持服务有双向影响,合理引入固氮植物和食用菌类分解者可以加快凋落物分解,促进养分循环,林禽模式中禽粪有机质的补充可以明显提高土壤微生物生物量碳,增加过氧化氢酶、脲酶等土壤酶的活性,从而改善土壤结构和养分供应能力。但是土地翻耕、重型机械进入、高密度踩踏会破坏土壤团聚体结构,加快土壤有机碳的分解和流失;林下物种替换以外来入侵草本为代价,会压制本地植物多样性,降低初级生产者的物种丰富度基础,引起群落结构的简化。长期单一林下作物连茬种植容易造成化感物质积累、土传病害暴发,进而威胁到林分的整体健康和幼树更新能力,支持服务的退化会形成对其他三种服务的级联负反馈,是最难逆转的风险类型。

4 复合经营的实践问题与优化路径

4.1 主要实践问题

目前林下经济推广存在着三个主要的系统性问题。第一,政策激励同生态门槛相脱离。目前的补贴政策大多按照种植面积或者养殖头数来计算,没有将生态系统服务监测数据和绩效标准挂钩,造成部分经营主体为了短期收益不断加大作业强度,超出了生态系统的承载能力而不受限制。第二,缺少技术规范且

存在较大差异。各地林下经济经营技术大多依靠农户的经验积累,郁闭度阈值、放牧密度上限、施肥限额和农药品种等关键参数没有省级或者县级层面的量化标准,造成同一模式在不同的林分条件下产生截然不同的生态后果,不能够进行有效的区域比较和推广借鉴。第三,缺少预警机制的生态监测体系不健全。大多数经营区域还没有形成长期的土壤质量、水文过程、生物多样性监测站点,问题往往是在已经造成不可逆转的退化之后才发现,错过了最佳的干预和恢复时间。以上三种问题互相影响、互相加强,一起制约着林下经济在生态安全轨道上持续发展。

4.2 优化路径

就上述的实践问题而言,可以从政策、技术、监测这三个方面共同推进来加以改善。从政策上来说,可以将碳汇量、土壤有机质含量、林下植物物种多样性指数等生态系统服务功能评价指标纳入林下经济项目年度验收标准,对监测指标连续达标经营主体给予差异化补贴和信贷优惠,对生态指标连续下滑经营主体实行减补或者暂停审批,以此形成以生态绩效为导向的市场激励机制。从技术角度来说要分区域制订林下经济经营技术规程,确定针叶纯林、阔叶混交林、竹林等各类森林的适宜经营模式及重要操作参数,推行「林分体检」定期评价法,把郁闭度阈值、翻土深度、放牧密度和农药用量等包含进承包合同中的约束性条款当中去,创建起林业技术推广站同农户之间定时的技术培训和现场指导体系。从监测角度来说,依靠已有的林业综合样地监测网络,在典型林下经济集中区域设置生态系统服务长期观测点,把遥感时序影像和地面调查数据融合起来创建动态预警平台,达成「问题识别-决策响应-效果反馈」的完整管理闭环,给县域林下经济的精确调控赋予数据支撑。

5 结论

林下经济复合经营模式在适度集约条件下可以实现生态服务功能和经济产出的协同提高,主要是林下物种多样性增加、土壤有机质改善、景观层次丰富、部分调节服务正向增益。但是高强度经营情景下,调节服务和支持服务具有明显的阈值响应

特点,当生态系统承载能力达到极限的时候,碳汇功能、水源涵养能力、生物多样性保护功能就会同时受到损害,并且恢复的成本远远大于预防的成本。因此,林下经济的可持续发展路径要以生态系统服务功能的动态维护为约束,在县域尺度上创建起政策、技术、监测三者协同的跨部门管控体系,把经营强度控制、生态绩效补贴、技术规程推广这三条途径一起推进。未来的研究应该集中于在不同的气候带、森林类型中开展复合经营时生态承载阈值的量化、对长期累积效应的动态追踪,以及在多功能林业背景之下,对于生态系统服务权衡和协同关系的空间格局展开分析,从而给林下经济政策的精准制定赋予更为牢固的科学支撑。

【参考文献】

- [1] 欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].应用生态学报,1999,10(5):635-640.
 - [2] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis[R]. Washington DC: Island Press, 2005.
 - [3] 温远光,刘世荣,陈放.我国南方人工林下层植物物种多样性研究[J].林业科学,2005,41(4):17-22.
 - [4] 国务院办公厅.关于加快林下经济发展的意见[Z].国办发〔2012〕42号.
 - [5] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等.中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J].自然资源学报,2004,19(4):480-491.
 - [6] 傅伯杰,张立伟.土地利用变化与生态系统服务:概念、方法与进展[J].地理科学进展,2014,33(4):441-446.
 - [7] 刘璨,朱文清.中国林下经济发展现状与政策分析[J].林业经济,2014(8):3-9.
 - [8] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems[M]. Washington DC: Island Press, 1997.
- 作者简介:**
卢冬林(1997--),男,彝族,四川会理人,职称:林业助理工程师,主要研究方向:林学。