

LIAODONG DIQU BUTONG YINGLIN CUOSHI
DUI TURANG TEXING DE YINGXIANG
JIQI ZUOYONG GUOCHENG YANJIU

辽东地区不同营林措施 对土壤特性的影响及其作用过程研究

苏芳莉 著



黄河水利出版社

LANDSCAPE ECOLOGY SUPPORTS FORESTRY DESIGN
BUILT THROUGH THE USE OF THE FOREST
LANDSCAPE ECOLOGY SUPPORTS FORESTRY DESIGN

辽东地区不同营林措施 对土壤微生物群落结构及功能的影响

刘明松 著



辽宁科学技术出版社

辽东地区不同营林措施对土壤特性的 影响及其作用过程研究

苏芳莉 著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

辽东地区不同营林措施对土壤特性的影响及其作用过程研究/苏芳莉著. —郑州:黄河水利出版社, 2011. 2

ISBN 978 - 7 - 80734 - 987 - 7

I. ①辽… II. ①苏… III. ①营林 - 影响 - 土壤 - 特性 - 研究 - 辽宁省 IV. ①S72②S15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 015273 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail: hhslebs@126. com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:890 mm × 1 240 mm 1/32

印张:5. 125

字数:148 千字

印数:1—1 000

版次:2011 年 2 月第 1 版

印次:2011 年 2 月第 1 次印刷

定价:18. 00 元

前 言

辽东森林不仅是辽宁省重要的水源涵养林基地,也是商品材生产基地,同时是辽宁中部城乡的绿色屏障,承担着发展经济、改善生态环境的双重使命,辽东山区的森林资源在涵养水源、保持水土、调节气候、抗御和防止自然灾害、维持生态平衡及保护生物多样性方面起着重要作用。目前存在部分森林质量下降、森林多样性下降、林地土壤衰退等问题(迟德霞,2006)。

辽宁东部山区森林类型多样,天然次生林和人工林均有较大面积,是该地区大气、土壤、水分循环中的重要环节,在当地的生态系统中发挥了不可替代的作用。面对辽东森林资源功能的衰减,本项研究利用辽宁省森林经营研究所的多年固定标准地,在已抚育间伐近 22 年的红松林内和抚育间伐近 12 年的杂木林及柞树林内设置样地,分别代表人工林和天然林这两种辽东林区的主要林种,并系统地研究了试验地区林分的生物量、枯枝落叶性质、分解规律和对土壤作用效果,探讨了不同抚育间伐强度下林分的作用效果。在试验设计中充分利用和借鉴了辽宁省森林经营研究所多年的试验条件和试验结果,对辽东三种主要林型及各自不同强度的间伐试验固定标准地进行研究,旨在确定适合于不同林型的合理间伐强度,从而指导当地的生产实践,并以此作为深入研究抚育措施对森林系统作用机理的理论探讨,使现有林分结构更为合理,使森林可持续发挥其应有的作用。

本书通过系统研究表明:抚育措施对不同林型林木生长的作用,基本遵循间伐能够促进植物生长,促进生物量的增加;不同间伐强度对森林多样性具有显著的影响,中度和弱度间伐较利于生物多样性的增大;不同林型间枯枝落叶性质差异较大,主要表现为各林型间年凋落量和枯枝落叶贮量均为中度和弱度间伐强度较好,而枯枝落叶的分解速度随着间伐强度的增大而减小;不同林型间养分归还能力的差异显著,杂

木林和柞树林以阔叶树为主的林型中,枯枝落叶养分含量较针叶树高,养分归还能力较针叶树高,杂木林中养分多积累在叶片;不同间伐措施对各林型土壤肥力的作用效果不尽相同,抚育间伐能够改变土壤养分状况,弱度间伐和中度间伐区土壤理化性质、微生物状况较佳;不同抚育措施间,杂木林和柞树林均以弱度和中度间伐区森林作用效果较高,而红松林以中度和强度间伐区森林作用效果较高。

本书是在作者博士论文导师刘明国教授和辽宁省森林经营研究所谭学仁教授级高工的悉心指导下完成的,在此表示最诚挚的谢意!

本书的主要参与人员有辽宁省森林经营研究所的胡万良教授级高级工程师、孔祥文教授级高级工程师、徐庆祥工程师、丁磊工程师,沈阳农业大学的刘青柏老师及迟德霞、张春锋、杨波、杨杰、杨森等同学,在此对各位在项目研究中的协助予以衷心的感谢!

由于编者水平有限,不足之处在所难免,恳请读者批评、指正。

作 者
2010 年 12 月

目 录

前 言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 森林的生态作用	(1)
1.2 森林枯枝落叶的研究进展	(2)
1.3 不同林型及抚育措施的作用效果研究进展	(9)
1.4 辽东森林现状及存在的问题	(11)
1.5 研究意义	(13)
第 2 章 试验地区自然概况及研究内容	(14)
2.1 研究地区自然概况	(14)
2.2 研究目的与内容	(16)
第 3 章 抚育措施对各林型生长及森林生物量的作用	(17)
3.1 引言	(17)
3.2 结果与分析	(19)
3.3 结论与讨论	(39)
第 4 章 抚育措施对各林型生物多样性的作用	(40)
4.1 引言	(40)
4.2 研究方法	(42)
4.3 结果与分析	(43)
4.4 结论与讨论	(50)
第 5 章 抚育措施对各林型枯枝落叶性质的作用	(51)
5.1 引言	(51)
5.2 研究方法	(52)
5.3 结果与分析	(54)
5.4 结论与讨论	(104)

第 6 章	不同抚育措施对各林型土壤特性的作用	(107)
6.1	引言	(107)
6.2	研究方法	(109)
6.3	结果与分析	(110)
6.4	结论与讨论	(127)
第 7 章	不同抚育措施下各林型作用效果的综合评价	(128)
7.1	引言	(128)
7.2	研究方法	(129)
7.3	结果与分析	(130)
7.4	结论与讨论	(138)
第 8 章	结论	(140)
8.1	抚育措施对各林型林木生长状况及生物量的作用	(140)
8.2	抚育措施对各林型生物多样性的作用	(141)
8.3	抚育措施对各林型枯枝落叶性质的作用	(141)
8.4	抚育措施对各林型土壤性质的作用	(143)
8.5	不同抚育措施下各林型作用效果的综合评价	(144)
参考文献		(145)

第1章 绪论

林业是国民经济的重要组成部分,既是一项产业,更是一项社会公益事业。森林资源兼有生态、经济效益和社会效益,其生态功能远远高于生产功能,美国的统计数字表明,森林的生态功能与生产功能的比值为9:1,芬兰的统计数字为3:1。

1.1 森林的生态作用

关于森林的作用,国内外学者都进行了大量的研究,发表了大量的论文与专著,其主要观点分为以下几种:美国学者(Daniel, 1987)认为森林的生态效应是指:①与生命支持系统相关的生态服务或生态系统服务;②与人类活动相关的社会价值;③经济效益。英国学者(David, 1990)认为森林的生态效应是指有市场交换的内部效应(即木材的经济收获)外的无市场价格的外部效应,包括与环境有关的外部效应和与环境无关的外部效应。Daniel(1987)把森林的生态效应分为对气候的影响、对水文的影响、对土壤的影响和对生物生长的影响,并据此提出森林的三种效应:①保健效应;②感情效应;③经济效益。

我国学者在20世纪80、90年代也开展了很多讨论。张嘉宾(1986)认为森林的生态效应是指在森林生态系统及其影响所及范围内,对人类有益的全部效应,它包括森林生态系统中生命系统的效应、环境系统的效应、生命系统与环境系统相统一的整体效应,以及由上述客体存在而产生的物质和精神方面的所有效应。张忠谊(1987)认为,生态效应是指生态系统能量、物质转化效率以及维持生态环境稳定、改善生态环境质量的程度或能力。蒋敏元(1991)认为森林的生态效应是指由于森林生态系统的存在和森林新陈代谢过程的作用而对人类的生存环境——生物圈所产生的有益影响。安树青(1994)在《生态学词

典》中将生态效应定义为在各种生态效应中,凡是对人类的生活、生产环境能产生某种有利作用的效应,如森林的存在能调节气候、保持水土、控制风沙等效应。综合以上观点,将森林的生态效应定义为:森林对组成地球生物圈的生命和环境提供的直接与间接的有利于人类的,其有使用价值的涵养水源、保持水土、改善小气候及净化大气等公益效能(不包括木材的经济价值)。

森林的生态效应已被人们所认知,探讨不同森林类型中不同营林措施的生态效应,对合理利用林地,防止地力衰退,实现森林的可持续利用,具有重要的现实意义。关于森林的功能及其与林分的关系,国内外均有较多研究,其科学的研究体系已初步建立。本书在研究不同林型及抚育措施的作用效果时,除开展常规指标研究外,重点研究其对枯枝落叶的影响效应。

1.2 森林枯枝落叶的研究进展

越来越多的人们意识到(耿玉清等,1999;林波等,2003;周存宇,2003;吴钦孝等,1998;李叙勇等,1997),森林独有的枯枝落叶层的存在及其分解过程中物质的分解、转化等特性是森林生态学的重要组成部分。

1.2.1 枯枝落叶的作用

1.2.1.1 枯枝落叶在森林生态系统养分循环中的作用

早在1876年,德国学者E. Ebermager在《森林凋落物量及其化学组成》中便阐述了森林凋落物在养分循环中的重要性。凋落物在森林系统养分循环中发挥重要作用。首先体现在它是物质循环中最重要的一环之一。凋落物是森林生态系统的重要物质组成部分,在 1 hm^2 具有最大密度的林地上,通过落叶、落枝、落果和树皮每年可给地面增加 $1.5\sim 5.0\text{ t}$ 有机质(干重),其中落叶约占总量的70%(Spurr等,1982)。凋落物中的主要成分是纤维素,这些纤维素的降解是自然界中维持碳素平衡不可缺少的过程,该降解过程每年以 CO_2 形式归还到

大气中的碳大约为 850 亿 t,一旦纤维素分解过程停止,并且光合作用仍以目前状态继续,则地球上的所有生命将在 20 年内由于缺乏 CO_2 而停止(Hulson,1980)。另一方面,凋落物中的营养元素是森林植物生长发育所需养分的一个重要来源。有研究表明(Gholz 等,1985),森林每年通过凋落物分解归还土壤的总氮量占森林生长所需总氮量的 70%~80%,总磷量占 65%~80%,总钾量占 30%~40%。枯落物分解速率的高低在很大程度上也决定了一个生态系统(尤其是森林生态系统)生产力的高低和生物量的大小(黄建辉等,1998,2000)。由此可见,凋落物及其分解在物质循环中占有极为重要的地位,是森林生态系统得以维持的重要因素。

1.2.1.2 枯枝落叶在森林土壤肥力中的作用

枯枝落叶对森林土壤肥力有着深远的影响。土壤肥力是土壤物理、化学、生物等性质的综合反映,而凋落物对土壤肥力的这三个方面均有影响。

土壤结构、土壤温度和土壤水分是土壤物理性质的重要方面。土壤结构的形成过程主要是土壤中团聚体的形成过程。在团聚体形成过程中,作为胶结剂最重要物质的有机胶体是在有植物残体情况下微生物活动的产物,凋落物是土壤结构改善的重要基础(中国科学院南京土壤研究所,1978)。土壤温度与植物生长有密切的关系,土温过高或过低都不利于土壤生物的活动和土壤中各种生化反应的进行。相当厚度的凋落物层可使土壤温度常年保持稳定,起到一定的绝热作用。枯枝落叶在维持森林水量平衡方面起着重要作用(姜志林,1984,1992)。枯枝落叶本身有很强的持水能力,一般吸收的水量可达其本身干重的 2~5 倍,甚至可达 7 倍。另外,枯枝落叶层的覆盖抑制了土壤水分的蒸发,从而影响土壤水分分布和水分动态。

土壤有机质是土壤化学性质的重要方面,也是衡量土壤肥力的重要指标之一。凋落物是土壤有机质的组成部分,凋落物的质和量,加上温度、雨量等外界环境因素共同决定了相应土壤中有机质的含量。土壤的酸碱度是土壤的重要特性之一,研究表明(徐振邦等,1993),植物凋落叶的浸出液 pH 值随植物种类不同而有差异,所以选择适宜树种,

通过凋落物影响土壤 pH 值,是土壤改良的重要方面之一。

生活在土壤中的生物(包括土壤动物和土壤微生物)对土壤腐殖质的形成起主导作用,而土壤生物的最终物质、能量来源是包括凋落物在内的植物残体以及由其降解而来的土壤有机质。研究表明(蚁伟民等,1984),有植被覆盖的土壤,其微生物数量比植被长期遭到破坏形成的裸地土壤微生物数量要大,且种类也多。

1.2.2 森林凋落物的分解

凋落物分解过程将生物大分子降解为无机小分子,最后大部分转化为 CO_2 和水,只剩少量的腐殖质进入土壤。凋落物分解失重可分为两个主要阶段。前期的快速失重阶段主要是非生物作用过程,为可溶成分的淋溶;后期的裂解阶段主要是生物作用过程,为生物分解者的活动。Melillo 等(1989)建立的两相分解模型中,凋落物分解失重到 80% 之前为第 1 期,之后为第 2 期。前期的快速失重与分解环境的水分状况有关,湿度越大失重越快。河岸林在高湿度条件下,开始 2 周的凋落物失重可达 1% ~ 10% (Blackburn 等,1979)。

人们不懈地探索凋落物分解过程的规律性,试图了解决定和控制凋落物分解速率的因素及起主导作用的因子,期望以此对凋落物分解速率进行预测。经长期的研究积累,人们认识到凋落物的分解受到凋落物的内在因素和外在因素的制约。内在因素即指凋落物自身的物理和化学性质;外在因素即指凋落物分解过程发生的外部环境条件,包括生物和非生物两类。生物因素是指参与分解的异养微生物和土壤动物群落的种类、数量、活性等,非生物因素是指气候、土壤、大气成分等环境条件。

1.2.2.1 枯枝落叶分解的内在因素

(1) 凋落物的物理和化学性质是制约凋落物分解的内在因素。

Swift 等(1979)将凋落物的化学属性称为基质质量,定义为凋落物的相对可分解性,依赖于构成组织的易分解成分(N、P 等)和难分解有机成分(木质素、纤维素、半纤维素、多酚类物质等)的组合情况、组织的养分含量和组织的结构。把用于土壤有机物的 CENTURY 模型修改

为凋落物分解模型时,把植物残体分为代谢物质和结构物质。代谢物质易于快速分解,而结构物质的分解速率可表达为木质素/纤维素比的函数,比值越高,分解速率越低。

用做凋落物(基质)质量的常见指标有:N浓度、P浓度、木质素与纤维素浓度、C/N比、木质素/N比、C/P比等。其中C/N比和木质素/N比最能反映凋落物分解的速率(Hill, 1926; Jensen, 1929; Witkamp, 1966; Taylor等, 1989)。Heal等(1997)称C/N比是凋落物质量的一般化指数。在木质素含量低的凋落物中C/N比反映凋落物碳水化合物与蛋白质的比率,在木质化程度高的组织中C/N比反映凋落物(碳水化合物+木质素)/蛋白质的比率(Gloaguen, 1982),可见C/N比是凋落物较为本质的属性。

(2)在有些情况下,凋落物的木质素浓度是预测凋落物分解和失重的好指标(Ogden等, 1997; Cromack, 1973; Meentemeyer, 1986)。

木质素构成了凋落物中难分解的主要成分,其结构较为复杂。Van(1974)认为木质素之所以对凋落物分解速率有主导性的影响,是因为木质素能作为凋落物的物理和化学性质的代表物,控制凋落物分解速率。凋落物质量还与其组分的结构复杂性有关,如分子的大小和化学键的多样化(Paustian等, 1997)。Berendse等(1987)建立的凋落物分解模型还区分了束缚于木质素中的碳水化合物和游离于氮和木质素的碳水化合物的各自特性。

由限制因子原理可知,多个因子制约过程的速率由最慢的“瓶颈”因子决定。木质素是凋落物中最难分解的成分,其分解速率最慢,因此木质素浓度是凋落物分解的重要质量指标。

其他的凋落物质量指标,在部分试验中亦可用做分解预测指标。如N浓度指标方面,含N量高的凋落物分解快于含N量低的(Flanagan等, 1983)。Taylor等(1989)的研究发现,在分解的前期,由N制约凋落物分解速率,后期由木质素浓度或木质素/N比制约凋落物分解速率。Melillo等的研究发现,在分解前期木质素/N比是分解速率的良好预测指标,在较长的分解期木质素含量是更好的预测指标。

P 浓度指标方面,也有研究表明 P 浓度和 C/P 比是分解速率的良好指标 (Heal, 1997; Coulson 等, 1978; Schlesinger 等, 1981)。Aerts 等 (1997) 发现,养分对苔草属的几种植物凋落物分解的制约是随时间而变化的,初期(3 个月内)的分解强烈地受到与 P 相关的凋落物质量参数的制约,但长期(1 年以上)的分解又与酚类物质/N 比、酚类物质/P 比、木质素/N 比、C/N 比强烈相关。这可能与研究地荷兰的高水平大气 N 沉降,导致 P 的相对缺乏,形成不利于细菌和真菌的基质有关。

其他一些化学成分与凋落物分解的相关性也有报道。Van (1974) 在研究环极地的冻原和泰加林凋落物分解的文献中报道: P + Ca、木质素 + 单宁、碳水化合物包括纤维素都与凋落物分解速率有关。Gallardo 等 (1993) 提出角质在分解后期的支配作用。Berg (2000) 发现 Mn 浓度是制约凋落物分解速率的关键因素,它与分解速率呈线性关系。

(3) 物理性质方面,韧性与凋落物的分解有良好的相关性。

Vitousek 等 (1994) 将来源于不同海拔的同种植物凋落物放在一个样地中分解,其分解速率的不同被部分地归因为叶的形态特征不同。来自高海拔的叶枯落物厚度更大、结构更粗糙,因而分解更慢。综上所述,C/N 比和木质素浓度是制约凋落物分解速率的重要因素,同时也是预测凋落物分解速率的重要质量指标。其他的凋落物质量指标对凋落物分解速率的预测不如前者更具代表性。至于分解过程的前后期,不同的枯落物质量因素制约分解速率,是由于初始的枯落物所包含的多种化学成分的流失速率不同,它们的量随着枯落物的分解进程而变化各异,基质质量也随之改变。因此,后来的连续性模型用枯落物在分解的各个阶段或时间段上的基质质量指标来表征凋落物在该阶段或时间段上的分解速率。

凋落物分解的过程一般也是营养释放的过程。但不同养分的释放速率是不同的。K 的释放较快,在早期很快被淋洗掉。而 N、P 的释放有积累、固定、释放几个阶段。枯落物分解的全球模式是,纬度越低凋落物的分解和营养的释放越快 (Meentemeyer 等, 1978)。

1.2.2.2 凋落物分解的外在因素

1) 凋落物的分解与非生物环境

气候是影响凋落物分解速率的非生物因素。对凋落物分解影响较大的气候因素包含气温和湿度(降雨量)。早在 20 世纪 60 年代 Van 就试图通过监测荷兰 Zutphen 附近森林凋落物分解速率的年变化来建立它与气候的关系(Van, 1974)。有研究认为气候是凋落物失重速率最强的决定因素。

凋落物的分解速率随气温的升高而增加。如 Jenney (1949) 和 Mikola (1960) 通过纬度形成的气温梯度研究温度对森林凋落物分解速率的影响, 也有通过海拔形成的气温梯度进行的研究(Heaney 等, 1989)。Vitousek (1994) 在太平洋热带岛屿 Mauna Loa 的研究表明, 随海拔升高, 气温降低, 凋落物的分解速率呈指数降低, 凋落物的表观温度每升高 10 °C 时分解速率成比例增加的倍数为 4.0 ~ 6.2。Heaney (1989) 在哥斯达黎加 2 500 m 的垂直高度带上, 发现随海拔升高分解速率下降 2.7 倍。

降雨可制约凋落物化学成分淋溶的物理过程。降雨量越大, 表层凋落物的解体越快(代力民等, 2001)。水分还可通过影响分解者的活性来影响凋落物失重速率和营养释放速率(Heaney 等, 1989)。在热带生态系统中, 降雨量对凋落物分解有直接的正效应(Smith 等, 1989)。在一些温带生态系统中, 高降雨量的嫌气条件反而使凋落物分解减慢。

环境中的营养条件对凋落物的分解速率也有影响。一般认为, 生长在营养贫瘠土壤上的植物, 其凋落物分解慢。这是因为土壤中的养分含量越低, 凋落物的 C/N 比越高, 耐分解化合物的含量越多, 凋落物分解越慢(Schlesinger, 1981)。有研究报道, 增加 N 的供给可提高凋落物 N 含量, 凋落物 N 含量越高, 分解越快(Coulson 等, 1978)。同时在大气 N 沉降强烈的地区进行的研究表明, 大气 N 沉降的增加会加快凋落物分解和营养的释放。但也有相反的报道, Pastor 等(1987) 观察到增加 N 的供给, 并未增加凋落物的 N 含量。N 沉降对凋落物分解甚至起减缓作用(Berg 等, 2000)。全球变化的大气 CO₂ 浓度的上升对森林生态系统产生的肥效作用, 则会使凋落物 C/N 比增加, 分解速率下降。

气候和其他非生物环境条件的作用是多重的,一方面直接作用于凋落物分解过程,如降雨对淋溶的影响,另一方面通过影响凋落物质量、微生物和土壤动物的活动而间接作用于分解过程。总之,气候条件对凋落物分解有着极其重要的影响。

2) 微生物和土壤动物对凋落物分解的影响

枯落物中难分解成分不易通过物理和化学的作用降解。微生物和土壤动物对这些成分进行生物降解。Crossley 等发现(1962),微节肢动物多的山茱萸叶分解较快。Vossbrinck 等(1979)用不同孔径的凋落物分解袋和杀菌处理来区分微生物、土壤动物和非生物因素对凋落物分解的贡献。发现无生物作用的枯草分解速率为 7.2%,只有微生物的分解速率为 15.2%,三者共同作用的分解速率为 29.4%。Zlotin (1971)研究结论中 3 个对应值为 21%、24%、28%。Vossbrinck 等(1979)认为,微节肢动物在森林凋落物的分解中起重要作用,其活性能刺激营养的释放或固定。森林凋落物的分解中凋落物质量是本质因素,生物过程是主导过程,物理和化学过程也有重要地位。C/N 比和木质素是最重要的凋落物质量指标。在凋落物分解的前期,物理和化学的分解作用强,对应于凋落物的快速淋溶失重,高温潮湿有利于该过程。分解后期主要为生物作用,其过程有赖于生物分解者的活动,即微生物和土壤动物的种类、数量、活性。但两个过程并非截然分开,微生物和土壤动物的活动能促进淋溶,物理和化学作用形成的碎裂也有利于微生物和土壤动物的分解活动。

凋落物对森林环境的影响是凋落物研究的一个重要方面。凋落物对环境的影响是多方面的,除了前面提到的对土壤肥力的影响及保持水土的作用,凋落物还因其遮光、保温、保湿和机械阻碍等作用而影响森林中植物种子的萌发和幼苗的生长,进而影响植物群落的结构和动态。

关于凋落物对森林环境的影响,目前因研究方法不统一,存在研究结果可比性差的问题,且跨气候带的相关比较研究尚很少见。今后的凋落物研究应注重:全球范围的生态系统定位站网络,应采用相对统一的研究方法,获得可比性强的数据进行综合,以形成一个全球凋落物分

解的总体数量格局;深化对凋落物分解机制的研究,建立包含多个分解因子的数量模型,优化现在主要以单一因素建立的分解速率方程;与近红外光谱技术、遥感技术、GIS 等相结合,逐步实现对全球凋落物动态的实时监测;与全球变化的研究相结合,研究全球变化如全球气候变化、环境污染、生境破碎化等对凋落物量和凋落物分解的可能影响及后者对前者的响应。

1.3 不同林型及抚育措施的作用效果研究进展

1.3.1 抚育间伐对森林生长状况及生物量的作用

抚育间伐可以促进林分林木生长,提高林分生物量的结论已被很多研究证实。雷相东等(2005)以落叶松云冷杉混交林为对象,间伐后12年观测,结果表明,间伐促进了保留木生长的显著增加,但不同间伐强度间无显著差异。林分及单木的直径、断面积和蓄积生长率均表现为随间伐强度的增加而增加,但总收获量影响不大。未间伐样地表现为较高的枯损。相关研究很多,结果均表明,间伐可以增加林分生物量(张水松等,2005;项文化等,2001;孙洪志等,2004)。抚育间伐影响林分生产力。潘辉等(2003)对巨尾桉林分设置不同间伐强度处理,结果表明,不同间伐强度对林分胸径生长、立木单株材积的影响达极显著水平;对林分树高、蓄积量及生物量生长有一定的影响,但不显著。人们还研究建立了数量化抚育间伐模型,用于预估首次下层抚育间伐量(许彦红,2003)。

1.3.2 抚育间伐对森林生态系统多样性的作用

抚育间伐对森林生态系统生物多样性能够产生深远影响。尤其在研究间伐对林下植被和灌木的生物多样性影响方面,不同的学者得出的结论不尽相同。许多研究认为,间伐后物种多样性比间伐前高。如Smith等(1989)在研究间伐对生物多样性影响时认为:集约间伐的林分比没间伐的林分有更高的植物丰度;随着收获强度的增加,地被和灌