

# 干扰生态学对于森林管理的意义

周宇燊<sup>1,2</sup>, 周祖基<sup>2</sup>, 张健<sup>2</sup>, 卢昌泰<sup>1</sup>, 马明东<sup>1</sup>

(1. 四川农业大学都江堰分校, 四川都江堰 611830; 2. 四川农业大学林学院, 四川雅安 625014)

**摘要** 阐述了干扰的含义、森林的基本干扰类型及其特点, 分析了干扰对森林生态系统和生物多样性的影响, 指出合理的人工干扰是进行森林生态管理和维护生物多样性的有效手段。

**关键词** 干扰; 森林生态学; 生物多样性

**中图分类号** S757.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)29-14447-04

## Significance of Disturbance Ecology to Forest Management

ZHOU Yu-jue et al (Dujiangyan Branch Campus of Shichuan Agricultural University, Dujiangyan, Sichuan 611830)

**Abstract** In this paper, the meaning of disturbance, types and characteristic of the basic disturbance on forest were described. The effects of disturbance on forest eco-system and biodiversity were analyzed. The reasonable artificial disturbance was considered to be the effective method for managing forest ecology and sustaining biodiversity.

**Key words** Disturbance; Forest ecology; Biodiversity

从人类诞生至今, 陆地上 80% 的生态系统均已受到人类和自然的各种干扰, 森林生态系统也不例外。广义上讲, 森林干扰是普遍的、内在的和不可避免的, 干扰影响到森林的各个水平, 人类社会发展的历史可认为是人类对森林干扰的历史<sup>[1]</sup>。人类在自然界中的地位是其他任何生物所不能比拟的, 是自然生态系统的重要组成部分, 并且通过自身活动对其所处的环境产生了巨大的影响力。近年来, 人类对森林的不合理、甚至掠夺性的开发利用(干扰)。使森林的人为干扰远大于自然干扰。在绝大多数情况下, 人类干扰和破坏是联系在一起的<sup>[2]</sup>, 如何从自然干扰中获得启示, 合理控制并利用人为干扰, 实现人与自然的和谐相处和人与社会的可持续发展是干扰生态学研究的重要问题。

## 1 干扰的概念与特征

生态学对干扰(disturbance)的研究较多, 如火干扰、洪水干扰、风干扰等。但干扰的概念却不完全统一, 如 White<sup>[3]</sup>将干扰的内涵定义为: 任何群落和生态系统都是动态变化和空间异质的, 干扰是天然群落结构和动态时空异质性的主要来源; Pickett 等<sup>[4]</sup>把干扰定义为: 使生态系统、群落或物种结构遭受破坏, 使基质和物理环境的有效性发生显著变化的一种离散性事件。

随着人们对自然界认识水平的提高和社会发展的需要, 干扰有了新的定义, 如 Forman 等<sup>[5]</sup>将干扰定义为显著改变系统正常格局的事件。1995 年, Forman 对干扰与胁迫的区别进行了分析, 认为在草地、针叶林或地中海类型的生态系统内每隔几年就发生 1 次的火灾不是干扰, 而防火则是一种干扰, 他特别强调了干扰的间隔性和严重性。景观生态学非常重视对干扰的研究, 认为干扰是景观异质性的主要来源, 干扰既改变景观格局又受制于景观格局; 干扰既有建设性的一面, 也有破坏性的一面, 人类的一切行为均是干扰<sup>[6]</sup>。

描述干扰的特征因子随干扰种类的不同而有所变化, 但主要特征因子通常有 4 个: ① 干扰频率; ② 恢复速率; ③ 干

扰事件影响的空间范围; ④ 干扰所在的景观范围。Turner 用这 4 个因子构筑了 2 个基本参数: 时间参数(干扰频率/恢复速率)和空间参数(干扰影响范围/景观范围), 并根据这 2 个基本参数构筑了 1 个模拟模型用于说明干扰强度与恢复速度之间的关系<sup>[7]</sup>。

认识干扰的特征必须以一定的尺度为前提, 在自然条件下普遍存在的现象是: 生态系统内中小尺度的干扰可以被大尺度的系统所消化, 如 1 个林分中发生病害不可能导致整个森林毁灭; 大尺度干扰往往可掩盖小尺度的干扰事件。

## 2 人类干扰的特点<sup>[8]</sup>

人类干扰不同于其他任何自然干扰, 它具有 4 个非常突出的特点:

(1) 干扰方式的相似性与作用时间的同步性。在 1 个地区甚至 1 个国家, 人类对自然生态系统施加影响的方式具有很大的相似性, 其中以农业生产活动表现最为明显, 如种植同样的作物、采取同样的耕作方式等; 而且活动时间也基本相同, 如开始耕地、施用化肥、浇水灌地等。当然, 这种特点在平原区和低山丘陵区较普遍, 而在高原或高山区可能会因物候的差异而有所不同, 但对于 1 个流域的 1 个地区来说, 人类干扰的相似性和同步性非常明显。

(2) 干扰历时的长期性与作用程度的深刻性。人类的生活方式以定居、群居为主, 人们一旦在某个地方居住下来, 就将在这里繁衍生息。因此, 居民区周围的森林、草地、湿地等自然景观将被逐渐开垦成农田、果园、牧场、村庄等生产或生活用地, 人们在这些地方长期从事相同或相似的生产活动, 不会给这些受到干扰的自然景观以恢复其原来面貌的时间和机会。特别是一些永久性的人工建筑, 如城市建筑、水库、公路等将彻底改变原有的自然景观。同时, 人类通过机械耕作、施用化肥、动植物引种等使自然景观的植被类型、土壤理化性质等属性发生深刻的变化。

(3) 干扰范围的广泛性与作用方式的多样性。随着人口的增加和人类活动能力的不断增强, 人类的活动范围几乎遍及地球的各个角落, 全世界只有不足 10% 的土地处于基本未被改变状态, 而只有 4% 的土地处于自然保护状态。人类对自然生态系统的作用方式多种多样, 在 1 个流域内, 从上游

**作者简介** 周宇燊(1977 - ), 男, 河南信阳人, 助教, 从事森林植物资源的研究工作。

**收稿日期** 2009-06-16

到下游,从支流到干流,人们设立定居点,修公路、建水库、开矿山、改河垫地蓄梯田,到处都有人类的永久性建筑和人工控制的景观。

(4) 干扰活动的小尺度与作用后果的大尺度。1个人、1个村庄、1个乡镇或1个地区对于其上一等级来说,人类的干扰活动是分散的、局部的,对上一个等级系统稳定性所产生的影响也是有限的,但人类干扰具有巨大的叠加效应。

在自然条件下,生态系统内的中小尺度干扰可以被大尺度下的系统所消化,这种现象是非常普遍的。1块林地发生病虫害或火灾一般不会造成整个森林消失,1条支流发生洪水也不会造成整个水系洪水泛滥。所以,1个大林区的森林生态系统、1个大水系的水位和流量通常维持在比较稳定的状态。

但其前提条件是:这些局部干扰的发生在空间上必须是离散的,在时间上必须是错开的,不能同步发生。如果1个林区所有类型的森林都同时发生了火灾或病虫害,那么该林区的整个森林生态系统将会遭到破坏;若1个水系的多数支流同时发生洪水,那么干流也必然出现洪峰。这种假设对自然条件下的自然干扰来说是很少发生的,但对于当今社会的人类活动来说,这种情况非常普遍,而已经不再是一种假设了。人类干扰在1个林区的各个林场或林班、在1个水系的各个支流,几乎以同样的方式、同等的规模同时发生着。正是由于人类干扰所具有的上述特点,当人们用景观生态学的观点“俯视”整个流域时,会发现每个人、每个村庄的小尺度干扰所具有的大尺度效应。

忽视局部小尺度人类干扰的影响对于景观的管理十分不利。由于人类活动的广泛性和人类干扰所特有的属性,人类干扰(包括每个人的活动)已不再是小尺度干扰,可以说,现在每个人的活动都具有大尺度效应,地球环境被破坏到今天这种程度并不是突变的,而是一个日积月累的过程。这种认识对于维持人类干扰占主导的景观和区域的稳定极为重要。

### 3 森林干扰的类型

森林干扰从不同角度有不同的划分方法,按干扰起因可分为自然干扰和人为干扰。影响森林生态系统自然干扰的因素很多,森林中常见的自然干扰有生物性与非生物性之分,火、风、雪、洪水、土壤侵蚀、地滑、山崩、冰川、火山活动等属于非生物性自然干扰,动物危害和病虫害等属于生物性自然干扰;其中,研究较多的是森林火灾和风倒、雪害等干扰<sup>[9]</sup>。有的干扰频繁发生,持续期短,间隔期有一定的规律性,如火、灾害性风暴等;而另一些干扰间隔期和持续期较长,如冰川的进退。平均每世纪发生1次的横跨新英格兰内陆的飓风,决定该区许多林分的形成,但这种干扰的影响很少被人们发现<sup>[41]</sup>。有些干扰因素与特定地理区域的气候和地形有关,如季节性冷风和暖风循环、山区霜穴和暖带现象等。崩塌、滑坡等只发生于特殊的坡地,风、火、动物、病虫害等干扰具有普遍性。

自人类社会出现以后,人类对森林的干扰远远超过了自然干扰,因为人为干扰彻底改变了原来的森林景观。人类对森林的干扰主要包括毁林、采伐、修枝、砍伐下木、扫除枯落

物、放牧、采集果实、开矿、旅游、工业污染等。随着人类社会和经济的快速发展,一些新的人为干扰不断出现,干扰强度也日益增大。人为干扰按其性质可分为破坏性干扰和增益性干扰,破坏性干扰多指导致森林结构破坏,生态平衡失调和生态功能退化的行为,这些人为干扰有时甚至是毁灭性的,如自20世纪30年代以来国内外对中国东北森林掠夺性的乱砍滥伐;增益性干扰则是指促进森林生态系统正向演替的人为活动,如合理采伐、人工更新和低产、低效林分改造等。

总体来看,森林干扰的主要类型如下:

(1) 火干扰。火是最活跃的生态因子之一,经常作用于森林生态系统,其干扰作用具有双重性,一方面高强度火突然释放的大量能量可导致森林生态系统内各种生物死亡,破坏森林生态系统的平衡;同时,高强度火灾与其他因素协同作用,易使森林易遭受病虫害危害,加速森林生态系统的破坏。高强度火可使低价值的树种取代珍贵树种,萌生树种取代实生树种,生产力低的林分取代生产力高的林分;另一方面,低强度、小面积的火或局部火有利于改善森林环境,对维持森林生态系统平衡、促进森林进展演替具有积极作用。因此,火可以作为加速森林演替的工具和手段<sup>[10]</sup>。

(2) 风干扰。风干扰是森林干扰中最常见的一种。已有研究表明,风害可折断林木顶枝或疏开林冠,改变林内光照,使林分内土壤温度昼夜变幅加大,形成的风倒木对林地土壤和风倒木范围内的植被产生重要影响,从而引起小尺度的生境异质性;环境因子的改变导致林冠层树种更新格局发生变化<sup>[11]</sup>。有关风干扰过程的研究较多,自20世纪90年代初至今,国际林联(IUFRO)召开了3次有关风干扰的国际研讨会,从风害产生的原因、机制到风对森林造成的危害、对树木生长、形态以及森林生态系统的影响等进行了全面研究<sup>[12]</sup>。有关风干扰过程的基本结论为:风干扰是在大的气候条件作用下,由于海拔、地形、地势和林型等共同作用产生的<sup>[13-15]</sup>。

(3) 病虫害干扰。病虫害也是一种重要的干扰,常引起林木损伤与死亡,如松毛虫专以松树的针叶为食,当虫害爆发严重时,受害松树的针叶会被松毛虫取食殆尽,树木的光合作用能力彻底丧失,最终死亡。但病虫害在森林演替、物质循环和能量流动、食物来源、创造野生动物生境等方面都做出了积极贡献,而且在森林生态系统的发展中,对生物多样性、土壤肥力、森林稳定性等起着重要作用<sup>[16]</sup>。

(4) 抚育和采伐干扰。抚育是人类对森林生态系统的一种经营性干扰,一般包括整地、施肥、灌溉、除草、林地清理、整枝和间伐等。这些人为干扰的目的是改善土壤的物理性质和养分状况,促进养分循环和利用,增加林地光照,提高林地和森林的生产力及防止有危害的自然干扰发生。目前,以抚育为主的人为干扰多数是在人工林生态系统中进行的,而有关天然林生态系统,这种干扰的过程、结果等目前尚不清楚<sup>[17]</sup>。

森林采伐是人类为获得木材而进行的森林经营活动,这种干扰不可避免地对森林生态系统产生较大的破坏。林木的采伐、植被破坏,以及人、畜、机械和木材运输,集运材道路

和贮木场等土木工程均可使林地土遭受不同程度的损害,大量具有生产能力的土壤流失,养分、水分、空气在土壤中的传输受阻,土壤中菌根和微生物的活动受到限制,从而引起地力衰退。决定土壤破坏程度的最主要因素是采伐强度、集运材方式以及所使用的机械设备类型。采伐干扰方式对森林生态系统的影响很大,采伐促进林木生长发育、改善林分组分、有利于森林更新恢复、动植物多样性的维护和合理开发利用等。另外,森林中常见的其他干扰方式还有污染、林内生物采集、采樵、狩猎和捕捞等。随着人类社会的发展,人为干扰不断出现新的方式,如旅游、探险活动等,这些干扰对森林生态系统也造成了不同程度的影响。

#### 4 森林干扰的尺度问题

尺度问题一直是生态学研究中的核心问题<sup>[18]</sup>。在一定尺度上研究自然现象是正确认识自然的前提。从近期西方生态学研究的前沿课题来看,不同时空尺度下的生态过程及其跨尺度传递问题受到广泛重视<sup>[19]</sup>。从干扰尺度的研究来说,目前中等干扰假说基本上为多数人所接受。该理论认为,1个群落经历的干扰达到某种中等水平时,种的丰富度最大。这表明干扰是必须的和自然的,但对于不同的景观、生态系统来说,中等尺度是比较模糊的,难以量化<sup>[20]</sup>。在自然界中,众多自然干扰与景观格局变化及其稳定性并存的大量事实证明,人类对自然干扰的尺度还不完全了解,对于不同等级系统所能接受的干扰尺度更加模糊。可以说许多环境恶化的根本原因在于人类活动发生在一个错误的尺度上,往往超过了其依附的景观所容许的程度。确定人类干扰适宜尺度最安全、最可靠的办法就是深入研究自然干扰的发生尺度和运行机制,向自然界学习。自然干扰的尺度对调整人类干扰的尺度具有重要的指导意义,人类干扰应以自然干扰为模板并与之相适应,在林业生产中经常采用的小面积皆伐、择伐其实就是以风倒、林火等自然干扰为样板进行的。目前,我国在山区治理中实施的多种生态模式,以及美国、瑞典、丹麦等欧美国家在河流管理中提倡恢复河岸植被的做法<sup>[21-22]</sup>均体现了模拟自然的思想。

林隙作为重要的小尺度干扰在森林植物群落研究中受到广泛重视。因为大尺度干扰不一定时常发生,而小尺度干扰是群落运动发展过程中必然伴随的过程,属于内源干扰(Endogenous disturbance),是必然事件。英国生态学家Watt<sup>[47]</sup>提出的森林循环的概念中,林隙阶段(Gap phase)是森林循环过程的一个重要阶段。林隙通过改变林内光照条件,进而改变植物群落的物种组成和群落结构,形成森林群落物种共存和生物多样性维持的重要场所<sup>[48-49]</sup>。

无论是枯死、病虫害等内源干扰,还是风灾、火烧、水患等外源干扰,在自然条件下,景观格局与动态均与这些自然干扰相适应,而且形成了一种相互依赖的运行机制。因此,干扰通常被看作是生态系统的过程,是生态系统功能得以维持的重要机制。但是这些干扰一般有一个共同特点:如果干扰在局部发生(或小尺度干扰),则干扰作用周期较短;如果干扰发生范围较广(大尺度干扰),则干扰作用的周期较长。也就是说,自然干扰并不是连续不停的反复作用于某一景观单元,这种尺度与频率的反比关系使干扰作用的景观区

有一个充足的修复时间,在这段间隔期内景观中的各种要素通过各种恢复机制重新建立起稳定的景观格局。人类干扰活动在干扰尺度、作用强度等方面均超过自然干扰,而且反复不停地对某一局部景观施加作用,从而使景观原有的自然属性无法重新恢复,例如每年耕种的土地以及永久性的大坝、公路、民房等彻底改变了原有的景观格局。人为干扰抗拒着生态系统的修复过程,一旦生态系统在新的景观格局下不能形成稳定的运行机制,则生态环境将遭到破坏。在一些地区,不合理的土地利用方式与洪水共同作用使河谷生态环境恶化,大面积的人工纯林加速了火灾和病虫害的蔓延都说明了这一点<sup>[23]</sup>。

#### 5 干扰对森林生态系统的影响

**5.1 干扰对森林更新、演替的影响** 自然干扰被认为是生态系统的正常行为,森林生态系统通常受自然干扰的作用,影响森林环境,使森林结构和功能发生改变,进而成为森林生态系统演替变化的驱动力之一<sup>[24]</sup>。研究认为,受自然干扰后的林地可以进行更新,说明自然干扰在维持植被组成、演替过程和加速改变植被组成等方面具有不可替代的作用。Timo<sup>[25]</sup>认为,掌握森林干扰和演替的生态过程、森林建群种的种群动态及其相互的生态过程是森林生态系统可持续经营的前提。另外,干扰程度也影响森林更新、演替。极端类型的干扰(冰川活动、滑坡、严重侵蚀、大面积严重火灾等)发生后,森林冠层、树木个体、土壤表层结构、土壤营养及其他理化性质等均发生强烈变化,从而改变森林的物种结构;而较弱的干扰(风倒、疏伐、突发性病虫害等)则可促进多个树种、多种机制的更新<sup>[26]</sup>。Waldrop等<sup>[27]</sup>在研究不同火干扰强度对森林更新的影响时认为,低强度火干扰可以丰富森林更新的内容,但不能使更多的上层林木消失;高强度火干扰虽然可以使上层林木消失,但同时也使种子库受损;而中强度火干扰对更新最有利,在消除上层木的同时也促进了森林更新。侯向阳等<sup>[28]</sup>对长白山风干扰迹地的森林更新与恢复进行研究发现,风干扰迹地的土壤水分及碳、氮、有机质含量有所降低,耐荫树种优势度趋于降低,阳性树种优势度逐年增加。徐化成等<sup>[29]</sup>对大兴安岭北部地区原始林火干扰历史的研究表明,大兴安岭北部林区的火烧状况主要决定于兴安落叶松的抗火特性和森林群落的结构特性。不同林班、树种和兴安落叶松的不同林型,其火烧状况具有一定的差异,主要表现在比较干燥的立地火烧得更频繁,而强度较小。林中溪流对绝大多数火的蔓延有很大的抑制作用。王勤等<sup>[30]</sup>对日本冲绳地区强台风干扰后琉球松人工林的林分结构和树种组成特点进行了调查分析,结果表明,强台风干扰促进了琉球松林向常绿阔叶林演替。

**5.2 干扰对生物多样性的影响** 生物多样性是指“生物中的多样化和变异性以及物种生境的生态复杂性”,包括遗传多样性、物种多样性及生态系统多样性,3个水平生态系统多样性涉及生物圈中生物群落、生境与生态过程的多样化<sup>[31]</sup>。干扰对生物多样性变化很重要,因为干扰影响了森林生态系统的结构和功能,进而决定生境镶嵌性的特征,影响森林建群种的种群动态。

许多研究证实,干扰可影响某一群落的物种多样性<sup>[42]</sup>,

而且干扰被认为是影响植物群落物种丰富度的主要因素<sup>[43-44]</sup>。干扰对植物多样性的影响主要取决于干扰的强度、频率等特征<sup>[45-46]</sup>。

连续群落中经常出现的断层(也称空隙)也是干扰造成的。如大风、砍伐、局部火烧等均可引起森林群落断层<sup>[32]</sup>;放牧、动物挖掘、践踏可引起草地群落断层。群落出现断层后,如果干扰因素消除,有的断层会逐渐恢复,但有的可能被周围群落中的任何 1 个种侵入或占有,并成为优势者;哪一种成为优势者决定于其对群落断层的抽彩式竞争<sup>[33]</sup>。

有关干扰对植物群落影响的研究较多,其中植物群落的 2 个重要特征——物种组成和多样性是研究的 2 个重要方面。已有研究对此提出了一些假说和理论,其中得到广泛证实的是 Connell 提出的“中度干扰假说”,该假说认为,中等程度的干扰有利于群落达到较高的多样性水平。Connell 将干扰对物种多样性影响的假说分为非平衡说和平衡说,非平衡说认为群落物种组成很少能达到平衡状态,只有当物种组成持续改变时,高多样性水平才能得以维持;而平衡说则认为群落物种组成常处于一种平衡状态,干扰后又恢复原状<sup>[34]</sup>。

很多研究表明,中度干扰可增加森林生态系统的总体生物多样性,如 Palmer 等<sup>[35]</sup>调查了风害 14 年后的松林和橡胶林生物多样性的变化,结果表明,维管植物物种丰富度大幅度增加;Niemela 等<sup>[36]</sup>研究了北方森林小尺度的异质性,结果表明,干扰使林地土壤内无脊椎动物多样性增加。Lindenmayer 等<sup>[37]</sup>通过比较森林皆伐干扰和自然灾害干扰后的生物多样性,认为森林皆伐后对后续植被发育起关键作用的生物遗留物均已消失,而自然灾害却可以很完整地将对后续植被发育起关键作用的生物保留下来,这有利于保护山地森林生态系统的生物多样性。另外,干扰的出现及干扰之间的间隔也是影响森林生态系统生物多样性变化程度的主要因子。

由于干扰可以增加生境异质性,且立地特征是影响物种组成的最重要因素。所以,干扰对植物群落更新或重建过程中物种组成的变化必然起着重要作用。有关火烧对草地群落影响的研究表明,每年进行火烧可促进高生长的暖季禾本科草本植物生长,且较高频率的火烧干扰可促进植物群落中非本地植物和杂草入侵<sup>[38-40]</sup>。

## 6 结语

自然干扰和人类干扰均具有双重性:干扰既是生态系统内的一种建设性生态过程,具有维持系统稳定性的作用;同时也是一种破坏性过程,使系统内的某些成分和格局发生变化。这种认识有利于了解生态系统的运行机制,但同时也增加了人类处理干扰的难度。如果说自然干扰作为自然生态系统的一种生态过程,在某种程度上对系统的发展和维持还具有建设性的一面,那么从某种程度来说,防止自然干扰的发生,特别是将自然生态系统与自然干扰完全隔离的做法,才是真正的干扰<sup>[50]</sup>。

自然干扰是各种自然景观格局形成和维持的重要机制,深入研究各种自然干扰之间的关系,向自然学习,根据自然干扰的运行规律调整人类干扰的缺陷,对管理自然生态系统、设计和经营人工自然以及促进退化土地的生态恢复均具

有重要意义。

## 参考文献

- [1] 刘增文,李雅素.论森林干扰[J].陕西林业科技,1997(1):28-32.
- [2] DRURY W H, NISBET I C T. Succession[J]. J Arbor Harv Univ, 1973, 54:331-368.
- [3] WHITE P S. Process and natural disturbance in vegetation[J]. Bot Rev, 1979, 45:229-299.
- [4] PICKETT S T A, WHITE P S. The ecology of natural disturbance and patch dynamics[M]. New York:Academic Press, 1985:472
- [5] FORMAN R T T. Land mosaic——The ecology of landscape and regions [M]. New York:Cambridge University Press, 1995.
- [6] 陈利顶,傅伯杰. 干扰的类型、特征及其生态学意义[J]. 生态学报, 2000, 20(4):581-586.
- [7] TURNER M G, GARDNER R H. Quantitative methods in landscape ecology[M]. New York:Springer Verlag, 1991.
- [8] 王成. 从自然干扰看人类干扰的合理性[J]. 吉林林学院学报, 1998, 14(4):223-227.
- [9] ZHU J J, LIU Z G, MATSUZAKI T, et al. Review: effects of wind on trees [J]. J For Res, 2004, 15(2):153-160.
- [10] 郑焕能,胡海清. 火在森林生态系统平衡中的影响[J]. 东北林业大学学报, 1990, 18(1):8-13.
- [11] GARDINER B A, QUINE C P. Management of forests to reduce the risk of abiotic damage -- A review with particular reference to the effects of strong winds[J]. For Ecol Man, 2000, 135:261-277.
- [12] ZHU J J, LIU Z G, MATSUZAKI T, et al. Review: effects of wind on trees [J]. J For Res, 2004, 15(2):153-160.
- [13] COUTTS M P, GRACE J. Wind and trees[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995:9-10.
- [14] PELTOLA H, KALLOMAKI S, KOLATROM T, et al. Wind and other abiotic risks to forests[J]. For Ecol Man, 2000, 135:1-2.
- [15] RUCK B, KOTTMEIER C, MATTECK C, et al. Proceedings of the international conference wind effects on trees[M]. Germany: Published by Lab Building, Environment Aerodynamics, Institute of Hydrology, University of Karlsruhe, 2003.
- [16] OLIVER C D, LARSON B C. Forest stand dynamics[M]. 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1996:467.
- [17] 朱教君. 次生林经营基础研究进展[J]. 应用生态学报, 2002, 13(12):1689-1694.
- [18] LEVIN S A. The problem of pattern and scale in ecology[J]. Ecology, 1992, 73(6):1943-1967.
- [19] 董全. 西方生态学近况[J]. 生态学报, 1996, 16(3):314-324.
- [20] 徐化成. 景观生态学[M]. 北京:中国林业出版社, 1996.
- [21] PETERJOHN W T. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the rule of a riparian forest [J]. Ecology, 1984, 65:1466-1475.
- [22] LOWRANCE R, ALTIER L, NEWBOLD J D. Water quality functions of riparian an forest buffers in chesapeake bay watersheds[J]. Environmental Management, 1997, 21(5):687-712.
- [23] 王成. 从自然干扰看人类干扰的合理性[J]. 吉林林学院学报, 1998, 14(4):39-43.
- [24] 王绪高,李秀珍,孔繁花,等. 大兴安岭北坡火烧迹地自然与人工干预下的植被恢复模式初探[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5):30-34.
- [25] TIMO K. Disturbance dynamics in boreal forests: defining the ecological basis of restoration and management of biodiversity[J]. Silva Fennica, 2002, 36(1):5-11.
- [26] 梁建萍,王爱民,梁胜发. 干扰与森林更新[J]. 林业科学研究, 2002, 15(4):590-498.
- [27] WALDROP T A, BROSE P H. A comparison of fire intensity levels for stand replacement of table mountain pine (*Pinus pungens* Lamb.) [J]. For Ecol Man, 1999, 113:155-166.
- [28] 侯向阳,韩进轩. 长白山红松阔叶混交林风灾迹地的更新与恢复[J]. 林业科学, 1996, 32(5):419-425.
- [29] 徐化成,李湛东,邱扬. 大兴安岭北部地区原始林火干扰历史的研究[J]. 生态学报, 1997, 17(4):3-9.
- [30] 王勤,徐小牛,平田永二. 日本冲绳岛琉球松林台风干扰后的群落特点[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(4):400-406.
- [31] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究原理与方法[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1994:1-12.
- [32] PLATT W J. Special Feature - Gaps in forest ecology[J]. Ecology, 1989, 70(3):535.
- [33] 叶林奇. 干扰与生物多样性[J]. 贵州大学学报:自然科学版, 2000, 17(2):129-133.

红豆杉扦插用清水沙作基质扦插成活率最高,紫石:清水沙(1:1)作基质次之,其愈合率和成活率均优于黄心土、珍珠岩粉:清水沙(1:1)基质;清水沙比黄心土作基质的成活率高出2.2倍。黄心土、珍珠岩粉与清水沙作基质之间无明显差异。这可能与基质细微结构有关,基质成分或比例不同,颗粒和颗粒间隙大小也不同,致使基质保水性和透气性具有很大差异,从而影响到插穗生根能力<sup>[3]</sup>。2006年11月下旬扦插成活率达78.00%,2007年11月下旬应用浓度5%明矾溶液防治猝倒病、根腐病和叶枯病,有效地抑制真菌、茄丝核菌和镰刀菌等病菌,防治效果达90%,扦插成活率达82.33%。

表1 2007年不同扦插基质红豆杉生根株数统计结果

Table 1 The rooting plants of *Taxus chinensis* var *mairii* on different cutting media in 2007

基质 Media	总数//株 Total number	成活总株数//株 Total survival plants	成活率//% Survival rate
黄心土	600	220	36.67
清水沙	600	494	82.33
紫石与清水沙混合	600	356	59.33
珍珠岩粉与清水沙	600	256	42.67

**2.2 插穗对红豆杉扦插成活率的影响** 母树自身因素对扦插成活存在直接或间接的影响<sup>[4]</sup>。穗条在母树上的着生位置不同,其营养状况、年龄阶段有所不同,从而对扦插的生根有一定影响<sup>[5]</sup>。树冠阳面的枝条比树冠阴面的枝条好,侧枝比顶梢好,基部萌生枝比上部冠梢好,这是由于阳面枝、侧枝、萌蘖枝生长健壮,营养物质丰富,组织充实,基部萌生枝条阶段年龄,从而有利于插穗生根。

### 3 结论与讨论

(1)通过南方红豆杉不同基质扦插试验,选用黄心土作基质成本最低,成活率为36.67%,原因主要是黄心土易板结、透气性较差、含水保湿等因素影响了扦插生根。选用紫石:清水沙混合(1:1)和珍珠岩粉:清水沙(1:1)作基质成活率分别为59.33%、42.67%,没有清水沙作基质成活率高,这3

种基质透气性都较好,但紫石:清水沙混合(1:1)和珍珠岩粉:清水沙(1:1)作基质颗粒大小、颗粒间隙大小、保湿性、保温性等因子比较对插穗生根能力影响差异不大,而它们与清水沙作基质比较具有很大差异,说明清水沙作基质扦插时有利于插穗生根。从成本合算得出,紫石:清水沙混合(1:1)或珍珠岩粉:清水沙(1:1)作基质成本是清水沙作基质成本的2倍。

(2)该试验以生根成活、成本核算综合考虑得出南方红豆杉扦插用清水沙为最佳基质,扦插成活率可达82.33%。

(3)南方红豆杉进行扦插繁殖虽然可保持母树特性,但存在偏冠问题,解决办法是扦插苗成活并木质化后,在插穗萌芽枝上2~3 cm处剪掉,保留1个较好新枝条。

### 参考文献

- [1] 曹人智.北京奥运推荐景观树种——红豆杉[J].林业实用技术,2002(11):40.
- [2] 吴晓明,万小金,程小东.景德镇市南方红豆杉的经营策略与培育技术[J].江西林业科技,2006(3):45-46.
- [3] 程政军,马妍.东北红豆杉扦插繁殖技术的研究[J].林业科技情报,2005,37(3):8.
- [4] 傅瑞树,黄琦,孙晓冬.南方红豆杉扦插繁殖技术研究IV.促根剂与扦插穗条生根的影响[J].中国生态农业学报,2005,13(3):178.
- [5] 程广有,唐明杰,沈熙环.东北红豆杉天然群体插穗生根力变异及扦插技术[J].东北林业大学学报,2003,31(6):23-25.
- [7] YANG XF, LI FL, SUN XH, et al. Study on the influencing factors and the root mechanism in cutting process of *Prunus humilis* (Bge). *Sok* [J]. *Agricultural Science & Technology*, 2009, 10(2):103-107.
- [8] 戴玉斌.南方红豆杉扦插育苗试验[J].华东森林经理,2001,15(1):1-4.
- [9] CHEN RY, CHENG J, TANG Q L, et al. Study on propagation by cuttings of forage maize[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008,9(5):74-77,105.
- [10] 郝朝晖,蔡莉,方金.南方红豆杉扦插育苗试验[J].中国林副特产,2002(3):13-14.
- [11] ZHANG PD, WANG HJ, SONG JL, et al. Selection of media for hardwood cuttings container seedling-raising of triploid clones of *Populus tomentosa* [J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(6):104-107.
- [12] 毛庆家,费永俊.南方红豆杉扦插繁殖研究进展[J].长江大学学报:自然科学版,2008,5(1):27-30.
- [34] CONNELL J H. Diversity in tropical rain forest and coral reefs[J]. *Science*, 1978, 199:1302-1310.
- [35] PALMER M W, MCALISTER S D, AREVALO J R, et al. Changes in the Under story during 14 years following catastrophic wind throw in two Minnesota forests [J]. *J Veg Sci*, 2000, 11:841-854.
- [36] NIEMELA J, HAILA Y, PUNTTILA P. The importance of small scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity in forest-floor invertebrates across the succession gradient [J]. *Ecography*, 1996, 19:352-368.
- [37] LINDENMAYER D, MCCARTHY M A. Congruence between natural and human forest disturbance: a case study from Australian montane forests [J]. *For Ecol Man*, 2002, 155(1/3):319-335.
- [38] BELSKY A J. Regeneration of artificial disturbance in grasslands of the Serengeti National Park, Tanzania II. Five years of succession change [J]. *Journal of Ecology*, 1986, 74:937-952.
- [39] COLLINS S L, BARBER S C. Effects of disturbance on diversity in mixed-grass prairie [J]. *Vegetation*, 1985, 64:87-94.
- [40] HOBBS R J. Disturbance as a precursor to weed invasion in native vegetation [J]. *Plant Protection Quarterly*, 1991, 6:99-104.
- [41] LOF M, GEMMEL P, NILSSON U, et al. The influence of site preparation on growth in *Quercus robur* L. seedlings in a southern Sweden clear-cut and shelterwood [J]. *Forest Ecology and Management*, 1998, 109(1/3):241-249.
- [42] WHITE P S. Pattern, process, and natural disturbance in vegetation [J]. *The Botanical Review*, 1979, 45:229-299.
- [43] COLLINS S L, GLENN S M, GIBSON D J. Experimental analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: decoupling cause and effect [J]. *Ecology*, 1995, 76:486-492.
- [44] MACKEY R L, CURRIE D J. The diversity-disturbance relationship: is it generally strong and peaked? [J]. *Ecology*, 2001, 82:3479-3492.
- [45] 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.
- [46] ZANG R G, XU H C. Advances in forest gap disturbance research [J]. *Scientific Silvae Sinicae*, 1998, 34(1):90-98.
- [47] WATT A S. Pattern and process in the plant community [J]. *Journal of Ecology*, 1947, 35:1-22.
- [48] KNEESHAW D D. Canopy gap characteristics and tree replacement in the southeastern boreal forest [J]. *Ecology*, 1998, 79(3):783-794.
- [49] LETZMAN K P, SUTHERLAND G D, LNSLBERG A, et al. Canopy gaps and the landscape mosaic in a coastal temperate rainforest [J]. *Ecology*, 1996, 77(4):1254-1270.
- [50] 王广慧,乌兰,于军.干扰与生态系统的关系[J].内蒙古草业,2007,19(1):15-18.

(上接第14450页)