

植被恢复与重建的生态功能特征研究概述

张学权,刘永碧,张旭东

(西昌学院,四川 西昌 615013)

【摘要】恢复、修复或重建被破坏的森林和其他自然生态系统,可增加林冠对降雨的截留作用,其凋落层是巨大的水分蓄积库,增强了系统水分涵养功能;植被的恢复和重建,通过改良土壤理化性质,达到在一定程度上增加土壤水分的入渗和土壤储水量,减少地表径流。

【关键词】植被恢复;生态功能

【中图分类号】S157 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2007)04-0009-05

陆地表层植被具有重要的生态调节功能和生态服务价值。近几十年来,由于人类活动的影响,植被大规模的破坏和消失,导致了一系列的环境失调问题。全球生物多样性在不断丧失,生态系统在逐渐退化,局部退化已相当严重,人类生存和发展的自然基础受到了极大威胁^[1,2]。人类活动对环境的影响以及退化生态系统的恢复和重建已成为现代生态学研究中最引人注目的领域之一^[3,4]。研究退化生态系统恢复与重建问题的恢复生态学(Restoration ecology)受到了世界各国的普遍重视,并在上世纪 80 年代得到了有力发展,显示出它在退化环境治理中的明显的指导作用^[4,5]。

1 植被恢复与重建概述

概括地说,植被恢复是指运用生态学原理,结合利用植物措施和其它措施,修复或重建被破坏或被破坏的森林和其他自然生态系统,恢复其生物多样性及其生态系统功能。植被恢复与植被重建、植被修复、生物多样性恢复以及生物工程治理等都是内涵基本相同的词语^[6-9],它既是一种治理手段,同时也是治理的过程和目的。植被是生态系统物质循环和能量交换的枢纽,是防止生态退化的物质基础。因此,植被恢复是退化生态系统恢复的前提,同时也是退化生态系统恢复的关键。

比如徐玖平(2001)依据生态经济学特征,以战略的眼光、系统的观点和定量分析的方法,以长江上

游地区经济生态发展规划为研究对象,研究该系统恢复与重建的原则、层次、结构与功能,经济子系统与生态子系统互相促进与制约的机理及结构的优化,对经济-社会-生态复合系统研究的方法论及数学模型群进行系统探索^[10];胡泓(2001)研究了川西亚高山针叶林人工恢复过程的土壤性质变化情况^[11];谢宝平(2000)研究了华南严重侵蚀地植被恢复对土壤条件影响^[12];刘国彬(1997)对黄土高原草地植被恢复与土壤抗冲性形成过程进行了系统的研究^[13];费世民(2003)、温绍龙(2002)和张建平(2001)等分别对金沙江干热河谷植被恢复与重建进行了适度造林技术、退耕种植模式以及农林复合经营模式与技术的研究等等^[14-16]。

2 植被恢复与重建的系统水文生态

植被水文生态功能的研究始于森林植被的水文功能,森林水文学作为一门科学进行实际观测和分析研究始于 19 世纪末 20 世纪初^[17]。森林水文研究的早期发展阶段主要集中在森林变化(主要是森林砍伐而不是造林)对流域产水量的影响。1900 年开始于瑞士 Emmental 山区两个小流域的对比试验,是研究森林变化对流域产水量影响的开端,也是现代实验森林水文学开端的标志。美国始于 1909 年的 Wagon Wheel Gap 的试验研究是严格意义上的对比流域实验,从此以后,通过流域实验评价植被清除或植被类型变化对流域产水量影响的研究日渐增多^[18-19]。

收稿日期:2007-06-20

作者简介:张学权(1967-),男,四川富顺人,教授,博士,主要从事林业生态工程的教学和科研。

2.1 林冠对降雨的截留作用

降雨落到植被的表面受到截留,于是产生降雨的第一次分配。在降雨继续期间某时段内林冠上空的雨量即林外雨量,从中减去林内雨量和树干茎流雨量,剩下部分雨量即称为该段时间内的林冠截留雨量^[20]。林冠的截留以及截持雨量的蒸发在森林植被生态系统水文循环和水量平衡中占有极其重要的地位。第一,林冠使雨水在向林地下落过程中,在数量上、空间上重新进行分配,一部分雨水被暂时容纳,并通过蒸发返回到大气中;第二,林冠在这个过程中使雨水下落时所具有的动能发生重新分配,改变和调节了降雨动能^[21],从而对林地起着各方面的作用;第三,这个分配过程增加了雨水下落所需要的时间,使得有很大一部分降水变成了水蒸气,增加了林冠层的大气湿度,而这将引起一系列的其他生态效应。

我国主要森林生态系统的年林冠截留量平均为 134.0~626.7mm,截留率平均为 11.40%~34.3%。马雪华等(1993)在亚热带地区研究的结果表明,郁闭度为 0.65 的马尾松 (*Pinus massoniana*) 人工林和杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 人工林平均林冠截留率分别为 10.26%、15.77%。林冠截留率随郁闭度的增加而增加^[22],赵鸿雁(1993)研究表明,油松人工林郁闭度从 0.75 增加到 0.85 时,截留量和截留率增加显著,分别增加 5.6mm 和 7.7 个百分点^[23]。刘创民等(1994)对北京九龙山的研究表明,林冠对降水的截留率与降水的特点密切联系,降水量大截留量大,但截持率却小^[24]。

很多学者认为影响林冠截留的因素主要是降水量和林冠郁闭度,大量的研究也表明^[25-27],林冠截留量与降水量呈正相关关系。目前,通过大量研究已经拟合了多个林冠截留的模型^[28-30]。

2.2 植被枯落物的蓄水性能

凋落物层具有较强的截留水分和蓄水的性能,凋落物截留和蓄水量决定于凋落物的现存量及凋落物的持水能力。凋落物的现存量又决定于不同森林的生产力和分解能力,而凋落物的持水能力(通常用最大持水力表示)通常与物种、厚度、湿度、分解程度和成分等有密切关系。邓世容、温远光(1996)研究指出各类森林生态系统枯枝落叶层的最大持水量在 200%~500% 之间,平均最大持水量为 0.70~7.12mm^[31]。凋落物最大持水量与其现存量呈极显著的正相关关系,即生态系统中枯落物的现存量越

大,则截留的水量也越大,凋落物对降水的截留能力也越高,当然并非直线关系^[32],据雷瑞(1984)秦岭观测资料,凋落层截留总量占同期降雨总量的 4.5%~12.7%,因此,凋落层对水分的吸收是不可低估的,且其持水量的增加过程慢于降雨量的增加^[33-34]。暗针叶林下地被层发育,苔藓层生物量常可达到 3~5 t/hm²,而且吸水力高达 600%,是一个重要的保水层,黄礼隆(1989)在米亚罗的测定表明,岷江冷杉 (*Abies duxoulouxiana*) 苔藓层可以涵养水源 73.8t/hm²^[35]。

王佑民、刘秉正(1994)对黄土高原南部刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 林凋落物截留水量得出以下回归式,此式反映了刺槐林下凋落物生长季节截留水量 $W(g/m^2)$ 与降雨量 $P(mm)$ 、林分郁闭度 C 、地面坡度 θ 及枯落物贮量 $M(g/m^2)$ 的关系^[34]。

$$W = 168.93 + 8.51 \ln P + 56.44(1/\ln C) - 539.6(1/\sin \theta) + 3.31M$$

可见,凋落物具有较强的持水能力,特别在降水量较大的西南山地暗针叶林区具有很强的水分涵养功能,其凋落层是巨大的水分蓄积库,这是农耕地无法比拟的,也是退耕种植植被恢复后在对凋落物的管理上需要注意的。

2.3 植被对土壤水文作用的影响

森林土壤疏松,物理结构好,孔隙度高,具有较强的透水性。植被破坏后,凋落物减少,还会影响到土壤微生物的活动和土壤的孔隙度等物理结构,从而影响到土壤渗透性和土壤的蓄水、保水能力。

首先植被变化影响土壤渗透,土壤对水分的渗透性是植被水文特征的重要反映,土壤渗透能力主要决定于非毛管孔隙度,通常与非毛管孔隙度呈显著正线性相关关系。研究表明,阔叶红松 (*Pinus koraiensis*) 林皆伐形成的草地的初渗率和稳渗率只相当于原始红松林的 30%~60%,大大地降低了土壤的渗透性能^[36]。据卢培俊(1987)研究,在热带山地雨林破坏进行轮歇耕作后 0~30cm 土层渗透能力提高,但 30cm 以下土层渗透能力显著降低,这是由于表层耕垦增加了土壤孔隙度,而底土层渗透性恶化,加之垦地径流多,底土的上层补给水相应减少,深层渗透量下降^[37];王国梁、刘国彬(2003)研究黄土丘陵沟壑区小流域植被恢复对土壤稳定入渗的影响表明不同植被类型下表层土壤的稳定入渗速率产生显著差别,其相差幅度可以达到 2~5 倍之多^[38]。

其次森林植被变化影响土壤蓄水量,土壤是涵养

水源的主要场所,土壤蓄水量与土壤的厚度和土壤的孔隙状况密切相关。不同植被类型土壤的蓄水能力相差较大,统计表明,热带、亚热带森林,特别是阔叶林生态系统,土壤孔隙度发育好,林地蓄水能力强,非毛管蓄水量在100mm以上;而寒温带、温带山地针叶林和温带山地落叶阔叶林,非毛管孔隙蓄水量较低,多在100mm以下^[39]。植被破坏后,植物根系分布较浅,土壤孔隙,特别是非毛管孔隙明显减少,持水力下降,土壤蓄水量减少。祁连山藓类——杉木林转变为灌木林0~80cm土壤中孔隙度降低了11.8%,蓄水总量降低了42.3%,而0~20cm土壤孔隙度降低了23.6%,蓄水量降低了66.1%;变成草地后土壤孔隙度降低了2.4%,蓄水量减少了12.7%^[40]。

3 植被恢复的土壤改良及水土保持

3.1 植被恢复对土壤的改良

植被对土壤的影响表现在植物根系对土壤的挤压、穿插和分割;死亡根系和枯枝落叶产生的有机质及根际分泌物对土壤性质的影响;植物对土壤中营养元素的富集和再分配;植被防止或减轻水土流失引起的养分损失,由于不同植物对不同元素的选择吸收以及吸收能力不同,必然造成土壤剖面上养分差异,同时,土壤养分状况反过来又对植物的生长状况产生影响。

人工林恢复过程中土壤养分来源有凋落物、地被物、降雨及昆虫排泄物等途径,以凋落物为主,养分的收入与植物的生长关系密切,前期少,后期多;养分流失主要有植被吸收、地表径流和土壤渗漏等途径,以植被吸收为主,地表径流损失随植被的恢复而减少,土壤渗漏则相反。

不同植被恢复措施对土壤养分的影响主要表现在^[41]:(1)对土壤速效养分的影响,土壤速效养分含量与动态变化和土壤水分、温度、孔隙状况及微生物活动有很大关系,它直接影响植物的现实生产力;(2)对土壤有机质、全N和全P的影响,土壤有机质含量多少,反映土壤肥力的高低,进而直接影响生物种群格局和生物量。土壤全N的95%以及全P的40%~60%来源于有机质,因而有机质在土壤中的积累与矿化也直接影响全N含量和部分全P含量的变化;(3)对土壤pH性质和养分状况的影响,土壤pH值是土壤重要的化学性质,它通过影响土壤微生物活动、土壤有机质的分解、矿质营养的有效状

态等影响土壤的肥力状态,土壤pH既可间接也可直接地影响林木生长,植被状况对土壤pH也有一定作用。

已有研究表明,人工林不仅具有显著的水土保持功能,而且能明显改善土壤肥力。有关人工林地土壤养分方面的研究很多,但多集中在林地开垦后土壤养分退化和不同利用年限人工林地土壤养分演变研究上,对不同林型下或不同植被演替阶段土壤养分动态特征少见报道^[42-44]。

因此,研究不同植被种类或类型的植被恢复后土壤养分变异特征不仅可以反映植被恢复对土壤养分的影响状况,也可作为植被恢复的环境评价提供依据。

3.2 植被的水土保持功能

植被可以涵养水源改良土壤,增加地面覆盖防止水土流失。改良植被状况是水土流失治理的根本措施。植被保持水土机理、功能历来是水土保持研究的一项重要内容。植被的减蚀作用表现为五个方面:一是植被茎叶对降雨雨滴动能的消减作用;二是对降雨的截留作用;三是植物茎及枯落物对径流流速的减缓作用;四是植物根系对提高土壤抗冲抗蚀性的作用;五是改良土壤结构,增加水分入渗^[45-47]。

一般认为,植被覆盖的面积和密度是控制坡面稳定和径流产生的主要因素^[48]。Lal-R(1998)研究尼日利亚地区植被覆盖对土壤侵蚀和地表径流影响指出,当地土壤的理想覆盖为每个季节的植被生物量达4t/hm²^[49];Neil-D.等(1991)试验表明原始森林年土壤侵蚀量为3m³/km²·a,原始牧草地和改进牧草地分别为4m³/km²·a和5m³/km²·a,过度放牧草地和人工落叶松林地是原始森林土壤侵蚀量的20倍,有效养分损失是原始森林的100倍^[50]。据研究,干旱地区植被消失地表径流增加,土壤侵蚀加重,土内有机质含量下降,土壤退化将在很大程度上不可逆转^[51]。草层的控制侵蚀作用远不如林地植被落叶覆盖,王金叶等(1998)研究表明藓类云杉(*Picea asperata*)林地不发生地表径流,云杉幼林地、灌木林地很少发生地表径流,但牧草地均有不同程度的地表径流产生^[52];有时次降雨侵蚀悬殊更大,有林地坡面与无林地坡面的土壤侵蚀量最大可相差118倍多^[53]。周辉(1999)许峰等(2000)对坡耕地治理的研究表明,新银合欢(*Leucaena leucocephala*)和山毛豆(*Tephrosia candida*)等高植物篱措施可使土壤侵蚀减小到可以忽略不计的程度^[54,55]。

参考文献：

- [1]陈灵芝主编. 中国的生物多样性: 现状及其保护对策[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [2]包维楷, 陈庆恒, 刘照光. 岷江上游山地生态系统的退化及其恢复与重建对策[J]. 长江流域资源与环境, 1995, 4(3): 277 - 282.
- [3]康乐. 受害生态系统的恢复与重建. 见: 马世骏主编. 现代生态学透视[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 300 - 308.
- [4]William RJIII, Michael EG and John DA. Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research [M]. Cambridge University Press, 1987.
- [5]David, T etal. Restoration of New Zealand [J]. New Scientists, 1991, 20th.
- [6]余作岳, 彭少麟. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究[M]. 广州: 广东科技出版社, 1996.
- [7]彭少麟. 恢复生态学与植被重建[J]. 生态科学, 1996, 15(2): 26 - 31.
- [8]史学正, 于东升. 我国亚热带土壤侵蚀的生物工程治理[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 137 - 141.
- [9]杨艳生. 第四纪红粘土侵蚀区生物多样性恢复重建研究[I]恢复重建原则和模式[J]. 水土保持研究, 1998, 5(2): 90 - 94.
- [10]徐玖平. 长江上游拟退化经济生态系统开发性恢复与重建的可持续发展研究[J]. 世界科技研究与发展, 2001, 22(5): 78 - 84.
- [11]胡泓, 刘世全. 川西亚高山针叶林人工恢复过程的土壤性质变化[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(4): 308 - 314.
- [12]谢宝平, 牛德奎. 华南严重侵蚀地植被恢复对土壤条件影响的研究[J]. 江西农业大学学报, 2000, 22(1): 135 - 139.
- [13]刘国彬. 黄土高原草地植被恢复与土壤抗冲性形成过程研究[J]. 水土保持研究, 1997, 4(5): 123 - 128.
- [14]费世民, 王鹏. 论干热河谷植被恢复过程中的适度造林技术[J]. 四川林业科技, 2003, 24(3): 11 - 16.
- [15]温绍龙, 郎南军. 金沙江干热河谷退耕地植被恢复模式初探[J]. 云南林业, 2002, 1: 11 - 14.
- [16]张建平, 王道杰. 金沙江干热河谷区恢复退化土地的农林复合经营模式[J]. 世界科技研究与发展, 2001, 22 卷增刊: 26 - 28.
- [17]刘永宏, 梁海荣, 张文才. 森林水文研究综述[J]. 内蒙古林业科技, 2000, 15(4): 67 - 73.
- [18]王礼先, 张志强. 森林植被变化的水文生态效应研究进展[J]. 世界林业研究, 1998, 11(6): 14 - 23.
- [19]J. WHornbeck and Adams, et. al. Long - term impacts of forest treatments on water yield: a summary of northeastern University [J]. J. Hydrol, 1993, 150: 323 - 344.
- [20]中野秀章. 森林水文学[M]. 李云森译. 北京: 中国林业出版社, 1993
- [21]周国逸. 几种常用造林树种冠层对降水动能分配及其生态效应分析[J]. 植物生态学报, 1997, 21(3): 250 - 259
- [22]马雪华. 四川米亚罗地区高山冷杉林水文作用研究[J]. 林业科学, 1987, 23(3): 356 - 369
- [23]赵鸿雁, 吴钦孝, 刘向东. 油松人工林林冠层的水文作用[J]. 中国水土保持, 1993, (2): 40 - 43.
- [24]刘创民, 李昌哲, 陈军华, 等. 北京九龙山主要植被类型水文作用的研究[J]. 林业科技通讯, 1994, (7): 10 - 12.
- [25]唐臻. 锐齿栎林林冠截留与大气降水关系[J]. 西北林学院学报, 1992, 7(4): 8 - 13.
- [26]李树人, 赵勇, 齐宗俭, 等. 日本落叶松林冠对大气降水的调节作用[J]. 河南农业大学学报, 1995, 29(4): 319 - 323.
- [27]常学问, 赵爱芬, 王金叶, 等. 祁连山林区大气降水特征与森林降水的截留作用[J]. 高原气象, 2002, 21(3): 274 - 280
- [28]王彦辉, 陇东黄. 土地区刺槐林水土保持效益的定量研究[J]. 北京林业大学学报, 1986, 8(1): 35 - 52
- [29]刘曙光. 林冠截留模型[J]. 林业科学, 1992, 28(5): 445 - 449.
- [30]温远光, 刘世荣. 我国主要森林生态系统类型降水截留规律的数量分析[J]. 林业科学, 1995, 31(4): 289 - 298.
- [31]刘世荣, 温远光, 王兵, 等. 中国森林生态系统水文生态功能规律[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [32]王佑民. 中国林地枯落物持水保土作用研究概况[J]. 水土保持学报, 2000 14(4): 108 - 113.
- [33]雷瑞德, 秦岭火地塘林区华山松水源涵养功能的研究[J]. 西北林学院学报, 1984(1): 19 - 34.
- [34]王佑民, 刘秉正. 黄土高原防护林生态特征[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994. 232 - 236.
- [35]黄礼隆. 试论四川西部高山原始林的水源涵养效能[A]. 潘维俦. 全国森林水文学学术会议论文集[C]. 北京: 测绘出版社, 1989 :119 - 125.
- [36]朱劲伟. 小兴安岭红松阔叶林的水文效应[J]. 东北林学院学报, 1982, (4): 17 - 24.
- [37]卢培俊. 热带森林水文学研究刍议[J]. 热带林业科技, 1987, (2): 1 - 8.
- [38]王国梁, 刘国彬. 黄土丘陵沟壑区小流域植被恢复对土壤稳定入渗的影响[J]. 自然资源学报, 2003, 18(5): 529 - 535.
- [39]刘世荣, 温远光, 王兵, 等. 中国森林生态系统水文生态功能规律[A]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [40]雷瑞德, 张仰渠. 秦岭林区森林水文效应的研究[A] 林业部科技司 中国森林生态系统定位研究[C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1996, 223 - 233.
- [41]谢宝平. 华南严重侵蚀地植被恢复对土壤条件影响的研究[J]. 江西农业大学学报, 2000 22(1) :135 - 139.

- [42] 张伟华. 不同恢复措施对退化草地土壤水分和养分的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(4): 31-35.
- [43] 何智英等. 炼山的杉木幼林地水土肥流失动态及预测模型[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(3): 247-252.
- [44] 查轩等. 植被对土壤特性及土壤侵蚀的影响研究[J]. 水土保持学报, 1992(1): 52-58.
- [45] 郭志民. 土壤侵蚀与恢复重建对土壤性质的影响[J]. 福建水土保持, 1999, 11(2): 49-51.
- [46] Dabney S M, Meyer LD, Harmon C V, et al. Depositional patterns of sediment trapped by grass hedges. Trans. Soc. of Agr. Engineers, 1996, 38(6): 1719-1729.
- [47] Flanagan D C, Foster G R, Neibling W H, et al. Simplified equations for filter strip design. Trans. of the ASAE, 1989, 32(6): 2001-2007.
- [48] 马祥庆. 杉木人工林长期生产力维持研究[D]. 南京林业大学博士论文, 1998.
- [49] Lal - R, Mulching effects on runoff, soil erosion, and crop response on Alf sols in Western Nigeria[J]. Journal - of - Sustainable - Agriculture. 1998, 11: 2 - 3, 135 - 154 .
- [50] Neil, - D; Fogarty, - P Land use and sediment yield on the southern tablelands of New South Wales, Australian. Journal - of - Soil - and - Water - Conservation. 1991, 4: 2, 33 - 39.
- [51] Castillo - VM; Martinez - Mena - M; Aibaldejo - J, Runoff and soil loss response to vegetation removal in a semi arid environment. Soil - Science - Society - of - America - Journal. 1997, 61: 4, 1116 - 1121.
- [52] 王金叶, 车克吻, 等. 部连山森林复合流域径流林研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(1): 22-27.
- [53] 余新晓, 秦永佳. 森林植被对坡地不同空间尺度侵蚀产生影响分析[J]. 水土保持研究, 2001, 8(4): 66-69.
- [54] 周辉, 唐亚, 等. 固氮植物篱防治坡耕地土壤侵蚀效果研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(6): 1-5.
- [55] 许峰, 张光远. 三峡库区坡地生态工程控制土壤养分流失研究—以等高篱为例[J]. 地理研究, 2000, 19(6): 303-310.

Some Summarization about Ecological Characteristics Researches of the Vegetation Restoration and Reconstruction

ZHANG Xue - quan , LIU Yong - bi , ZHANG Xu - dong

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: After the vegetation restoration and reconstruction of natural ecosystem or forest, the rainfall that holds back will be higher, and the water conservation of the ecosystem also will be intensified with the litter fall increases. Physical and chemical properties of soil will be better after vegetation restoration and reconstruction. At the same time, the water infiltration rate and the water - holding amount of soil will increase, and the surface runoff will decrease.

Key words: Vegetation restoration; Ecological functions

(责任编辑 张荣萍)

(上接 8 页)

shorter, the ear diameter got shorter obviously, the row number of the single corn grain got fewer, the single ear weight declined markedly, but the ear bald length increased gradually as the planting density increased. However, the ear grain row and ear stem diameter are foreign to density. The ear length, ear grain row, ear stem diameter and the single ear weight are at the highest level when the nitrogenous application was in the middle level, but the ear bald length had a lowest length at the same nitrogenous application. The interactive effects on main traits of the ear are also obvious under different density and different nitrogenous application.

Key words: Planting density ; Nitrogenous application ; Fresh food glutinous corn ; Ear character

(责任编辑 张荣萍)