

破坏山体植被对土壤理化性质影响的研究

赵 飞¹, 李传荣^{1*}, 孙明高¹, 许景伟², 付 裕¹, 陆姗姗¹

(1. 山东农业大学 林学院 山东 泰安 271018 2. 山东省林业科学研究院 山东 济南 250001)

摘 要 :以未造林荒草地为对照 ,对淄博四宝山破坏山体 3 种林分下的土壤物理性状、土壤含水量、入渗能力、养分含量、pH 值及电导率进行了测定。结果表明 ,刺槐林地的土壤物理性状及持水能力最好 ,其次是刺槐黑松混交林、黑松林 ,无论雨季还是旱季 ,土壤水分含量表现为刺槐林 > 刺槐黑松混交林 > 黑松林 > 荒草地。黑松林地的渗透速度最快 ,可达荒草地的 3.4 倍 ,刺槐黑松混交林、刺槐林的渗透能力依次递减。荒草地的土壤养分含量均最低 ,电导率最大 ,混交林的全 N、全 P、全 K 含量均最高 ,刺槐林的全 N、全 K 含量高于黑松林 ,但全 P 含量则相反 ,电导率和有机质含量表现均为 刺槐林 > 刺槐黑松混交林 > 黑松林 > 荒草地。

关键词 :破坏山体 植被 改良土壤

中图分类号 :S714.2 文献标识码 :A 文章编号 :1001-7461(2008)02-0135-04

Effects of Hilly Vegetation Damage on the Soil Physical Chemical Properties

ZHAO Fei¹, LI Chuan-rong^{1*}, SUN Ming-gao¹, XU Jing-wei², FU Yu¹, LU Shan-shan¹

(1. College of Forestry, Shandong Agriculture University, Taian, Shandong 271018, China ;

2. Shandong Academy of Forestry Sciences, Jinan, Shandong 250001, China)

Abstract :The soil physical characteristics , water content , infiltration capacity , nutrient contents , pH and electronic conductivity of three forest stands were investigated in Mount Sibao of Zibo comparing with the non-afforestation wild grassland. The results showed that the soil physical characteristics and water holding capacity in the land of *Robinia pseudoacacia* forest were the best , next were the mixed stand of *R. pseudoacacia* and *Pinus thunbergii* forest ; Whether it was in dry or rainy seasons , the order of the soil water content was *R. pseudoacacia* > mixed forest > *P. thunbergii* > wild grassland. The infiltration rate was *P. thunbergii* > mixed forest > *R. pseudoacacia* , and *P. thunbergii* was the 3.4 times as fast as wild grassland , which had the lowest soil nutrient contents and highest conductivity. Total N , P , and those K contents were the largest in mixed forest ; Total N and K contents in *R. pseudoacacia* were better than those *P. thunbergii* , but total P was the reverse ; The order of conductivity and organic matter content was *R. pseudoacacia* > mixed forest > *P. thunbergii* > wild grassland.

Key words : damage hill ; vegetation ; soil amelioration

山体破坏不仅使原有的生态环境遭到破坏 ,造成严重的区域粉尘污染和水土流失 ,威胁到当地居民生活和农业生产的安全 ,也破坏了与山城一体的自然景观 ,对区域的人文和自然景观产生了负效应。山体破坏后所造成的水土流失是生态环境破坏的主要形式和直接表现之一。多年的理论研究和生产实践证明生物工程是防治水土流失的重要措施之一 ,

改善生态环境的核心是恢复森林植被^[1-2]。

淄博市四宝山为典型的土石山区 ,土壤干旱瘠薄 ,由于人为开采破坏造成水土流失严重 ,植被恢复困难。为改善该区域生态环境 ,2005 年淄博市政府明令停止山体的开采 ,全面开始山体的综合治理。植树造林特别是营建水土保持林是恢复该山地生态系统的主要任务。本文对该地区不同造林树种的土

② 收稿日期 2007-09-07 修回日期 2007-10-29
基金项目 :山东省科技创新工程重大专项“破坏山体造林绿化与植被恢复研究与示范”(SDSP2005-0410-06-02)。
作者简介 :赵飞(1980-)男,山东莱西市人,在读硕士,主要从事林业生态工程方面的研究。
* 通讯作者 :李传荣。E-mail :zhrli@sda.u.edu.cn

壤物理性状、水分状况、养分含量及电导率进行了研究,探索人工造林对林地土壤理化性质的影响规律,为破坏山体的植被恢复及资源可持续利用提供科学依据和指导。

1 研究地概况

研究地点设在淄博市四宝山,该地位于淄博市中心城区的东北部,面积约 113.33 hm²。地质岩层以下古生界震旦亚界的石英岩、板岩、大理岩为主。该区地处暖温带,属半湿润的大陆性季风气候,四季特征分明。山体以开采建筑石料为主,形成一个中等规模的采石场。该山体开采前以 50~100 m 高的小山丘为主,中部稍平坦,山体四周为山前冲积平原。采石场开采始于 20 世纪 80 年代,开采过程中

没有统一的规划,山体破坏严重,不同类型立地交叉出现,废弃时间长短不一。平均降水量为 627.4 mm,且 60% 集中 6~8 月;平均气温 12.2~13.1℃,月平均气温以 7 月份最高(平均气温 26℃),1 月份最低(平均-2℃以下)。年平均日照时数为 2 542.6 h~2 832.6 h,≥0℃ 积温 4 959.6℃~4 966.6℃,≥10℃ 积温 4 479.3℃~4 483.8℃,年平均无霜期 180~220 d。地带性土壤为粗骨褐土、褐土。植被丰富,人工林主要以侧柏、黑松、刺槐等为主。研究中选择立地条件基本一致的 25 a 生刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、黑松(*Pinus thunbergii*)及其混交林林地为研究对象,以破坏后未进行植被恢复的相同立地条件下的无林荒草地作为对照(表 1)。

表 1 林地基本状况
Table 1 Basic information of forest investigated

林分类型	林龄/a	密度/(株·hm ⁻²)	平均高/m	胸径/cm	土壤厚度/cm	坡位	坡向	坡度/(°)	海拔/m
黑松	25	2 320	6.7	12.4	28	坡底	北	18	164
刺槐	25	2 010	8.6	15.1	29	坡底	北	15	150
混交林	25	2 250	8.1	13.2	27	坡底	北	15	154
荒草地					25	坡底	北	10	163

2 研究内容与方法

分别在 3 种林分和荒草地内各选取 3 个标准地,开展如下指标的测定,其中土壤水分在旱季和雨季的每月测定 3 次,其他指标在 5~8 月份测定。

2.1 土壤水分物理性状的测定

根据土层厚度,采用环刀法在各标准地内分别按 0~15、15 cm 以下测定土壤容重、非毛管孔隙度、毛管孔隙度、总孔隙度、土壤饱和持水量等土壤物理性状,用烘干法测定土壤的含水量,重复 3 次。

2.2 土壤渗透性能的测定

采用双环法测定土壤的渗透性能,重复 3 次。

2.3 土壤养分及电导率的测定

在多样地内分别取样土 1 kg 左右,带回实验室进行处理。土壤有机质、土壤 N、P、K 含量及电导率用常规法进行测定。

3 结果与分析

3.1 土壤水分物理性状

土壤物理性状是土壤的结构状况、养分状况、持水性能、保水能力及渗透能力的综合反映,因此良好的土壤物理性状对涵养水源、保持水土、增强土壤抗蚀、抗冲性能有重要的意义。

3.1.1 土壤物理性质及持水量 土壤的孔性(土壤的总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度等的状况)可以直接综合的反映土壤的通气性、透水性、导水性和持水的能力。土壤容重是反映森林土壤物理性质的优良指标,它不仅直接反映森林土壤的结构性、土壤的孔性及通水透气性的好坏,还能反映森林土壤的物理性能受植被、人为干扰、及其他自然条件综合影响的程度。

表 2 不同林地土壤物理性状及持水量

Table 2 Soil physical property and water holding capacity

植被类型	土壤容重/(g·cm ⁻³)	总孔隙度/%	毛管孔隙度/%	非毛管孔隙度/%	毛管最大持水量/%	土壤饱和持水量/%
对照	1.42	46.18	36.54	9.64	32.18	41.87
刺槐林	1.07	65.36	48.96	16.4	39.12	47.69
黑松林	1.21	57.84	42.38	15.46	37.69	45.91
混交林	1.14	55.44	41.37	13.97	36.54	44.26

毛管孔隙度占总孔隙度的绝大部分,是土壤内部水分流通的主要通道,能供给植被根系吸收和保持水分;非毛管孔隙粗大,是水和空气的通道。由表 2 可看出,刺槐林的土壤容重最小,为 1.07 g/cm^3 ,毛管孔隙度、总孔隙度、土壤持水量最大,混交林次之,其次是黑松林,对照地最差。从毛管最大持水量、土壤饱和持水量和土壤孔性的指标间关系可知,土壤孔隙度越大,土壤越疏松,其储水量越大,对土壤的物理性状的改善程度愈高,刺槐林的土壤物理性状、储水能力及涵养水源的能力最好,混交林次之,其次是黑松林。黑松为针叶树,年凋落量少,且枝叶表面覆有油质,凋落后不易固留和分解,所以对土壤物理性状的改善效果不如另 2 个林分,但是均高于荒草地。由此可见,破坏山体造林后大大地改善了土壤的物理性质。

3.1.2 土壤含水量的变化特征 土壤水分是林木生长、发育的必要生态因子,同时也是生态系统中最活跃、最有影响的因素之一。对 3 种林分的 0~30 cm 土层定期进行观测(表 3)。

表 3 可看出,有林地的土壤含水量无论什么季节都明显高于荒草地,这是由于有林地内的枯枝落叶层的吸附性和地表植被对水分蒸发起到了抑制作用,而荒草地的水分蒸发量大,故严重损耗了土壤的含水量。在有林地中,黑松林地的土壤含水量在不同季节都最高,这与其枝叶的含油性引起的水分蒸发量小有关,混交林次之,再次为刺槐林。

表 3 不同林地土壤含水量
Table 3 Soil moisture contents %

植被类型	旱季	雨季	全年	平均
对照	6.11	9.63	7.56	7.14
刺槐林	10.89	23.15	17.62	16.54
黑松林	15.76	24.72	19.54	18.93
混交林	13.41	21.89	18.1	17.58

3.2 土壤的渗透性能

土壤的渗透性能与非毛管孔隙度有关,渗透系数和速度越大,表示降水后大部分水分很多地通过

非毛管孔隙转入地下水。同一地区的土壤渗透性能受植被类型、影响层前期含水量、土壤影响层的厚度、土壤容重、持水时间及强度等多种因素影响,是一个动态的变化过程^[3]。

由表 4 可看出,有林地的入渗速度和深度明显大于荒草地,说明植被有明显增大土壤入渗的能力。其中刺槐林的入渗速度和深度最大,混交林、黑松林依次递减,其原因在于有林地中枯枝落叶层经过分解,改善了土壤的结构,从而增加了毛管孔隙度和非毛管孔隙度,有利于水分的入渗。由此可见植被可改善土壤的结构,增加土壤的孔隙度,增加土壤入渗能力,从而减少地表径流,增强了土壤的蓄水能力。

表 4 不同林地土壤的渗透性能
Table 4 Permeability of different forest lands

林分类型	非毛管孔隙度 /%	渗透速度 /($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)	渗透系数 / K_{10}	渗透深度 /mm
对照	9.64	6.71	11.81	98.7
刺槐林	16.4	22.83	71.05	174.5
黑松林	15.46	16.42	40.59	138.6
混交林	13.97	19.75	56.81	161.3

3.3 土壤的养分及电导率状况

土壤养分是土壤肥力的重要指标和物质基础,林地内的枯枝落叶经过分解后形成的腐殖质和有机物是林地土壤养分的主要来源。林木的根系能够疏松土壤,增加通透性,还能够吸收土壤深处的矿物元素并把它们搬运上来,增加表层土壤肥力。

土壤中全 N、全 P、全 K 的含量,为评价地力及判断不同林分类型中肥力的大小具有重要意义,也是衡量土壤营养元素供应状况的重要指标^[4]。由表 5 可以看出,荒草地的土壤养分含量均最低,全 N、全 P、全 K 含量在混交林中最高;全 N 含量和全 K 含量刺槐林优于黑松林,而全 P 含量则相反,可见随着林分类型的不同,其 N、P、K 含量表现出一定的差异。

表 5 不同林地土壤养分含量及电导率状况

Table 5 Soil nutrients and electron conductivity in different forest lands

植被类型	全 N /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全 P /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全 K /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有机质 /%	电导率 / μS	pH
对照	0.29	0.18	0.19	1.52	0.65×100	7.78
刺槐林	1.12	0.26	0.47	3.16	1.43×1000	7.42
黑松林	0.68	0.35	0.28	2.21	1.18×100	7.81
混交林	1.21	0.51	0.76	2.28	2.15×100	7.63

土壤有机质既是植物矿质营养和有机营养的源泉,又是土壤中异养型微生物的能量物质,同时也是形成土壤结构的重要元素,因此在一定程度上能改变和影响土壤的理化性质和微生物特性^[5]。从表5中可以看出有林地中的有机质含量明显高于荒草地,具体表现为刺槐林>混交林>黑松林>荒草地。主要原因是刺槐林枯枝落叶物易分解,从而增加了有机质含量。

土壤电导率与土壤pH值有密切的关系,pH值越大,土壤中含有的交性钠含量越大,土粒越分散;土壤粘重闭结,通透性就越差,不利于水分的流通,直接影响了土壤的肥力^[6]。由表5可看出荒草地的pH值最大,黑松林、混交林、刺槐林依次递减,这与他们的土壤肥力及通透性都密切相关。

4 结论与讨论

通过对不同林分类型的土壤物理性状、土壤水分含量、渗透性能、及养分含量等的分析,可以看出有林地的土壤物理性状明显优于无林荒草地,且不同林分类型的土壤物理性状及最大饱和持水能力有很大差异,刺槐林地的土壤物理性状及持水能力最好,其次是混交林、黑松林,无论在旱季还是雨季,土壤水分含量表现为黑松林>混交林>刺槐林>荒草地。

土壤的渗透性取决于土壤容重和非毛管孔隙,特别是非毛管孔隙的存在。植被改良了土壤,增加了土壤的孔隙度,渗透性能明显好于无林荒草地。

土壤中全N、P、K的含量,对评价土壤肥力的大小具有重要意义,也是衡量土壤营养元素供应状况

的重要指标。无林荒草地的土壤养分含量均最低,全N、全P、全K含量在混交林中最高;全N含量和全K含量刺槐林优于黑松林,而全P含量则相反,可见随着林分类型的不同,其N、P、K含量表现出一定的差异。有林地有机质含量明显大于无林荒草地,但各林分之间差异不是很显著,有机质含量表现为刺槐林>混交林>黑松林>荒草地;电导率、pH值也表现出相同的状况。

对以上几点综合比较,植被能很大程度上改善土壤物理性状,增加土壤孔隙度和土壤贮水量,加快渗透速度,减少地表径流,增加土壤肥力等一系列改良土壤作用,对提高土地生产潜力起到了积极的作用。因此在淄博四宝山植被恢复过程中应依据当地的立地类型、水土流失状况、土壤条件和水分条件,综合考虑植被的生态效益、经济效益、社会效益来选择功能较好的树种。

参考文献:

[1] 杨修,高林. 德兴铜矿矿山废弃地植被恢复与重建研究[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1932-1940.

[2] 宁丰收,游震. 重庆市主城区废弃采石场生态与景观恢复对策[J]. 水土保持通报, 2005, 25(3): 77-81.

[3] 李德生,李桂林,刘文彬,等. 窝铺山区森林植被水土保持效益及资源植物开发利用途径的研究[J]. 水土保持研究, 1994, 1(2): 96-109.

[4] 侯元兆,李云敏,张颖,等. 森林环境价值核算[M]. 北京:中国科学技术出版社, 2002: 85-89.

[5] 范淑英,吴才君. 野葛对红壤坡地水土保持和改良土壤效应的研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 141-143.

[6] 林义成,丁能飞,傅庆林,等. 土壤溶液电导率的测定及其相关因素分析[J]. 浙江农业学报, 2005, 17(2): 83-86.

[7] 董鸣. 资源异质环境中的植物克隆生长:觅养行为[J]. 植物学报, 1996, 38(10): 828-835.

[8] 刘庆,钟章成. 斑苦竹无性系种群克隆生长格局动态的研究[J]. 应用生态学报, 1996, 7(3): 240-244.

[9] ALPERT P. Effects of clonal integration on plant plasticity in *Fragaria chiloensis*[J]. Plant Ecology, 1999, 141: 99-106.

[10] DONG M. Morphological responses to local light conditions in clonal herbs from contrasting habitats, and their modification due to physiological integration[J]. Oecologia, 1995, 101: 282-288.

[11] 李根前,黄宝龙,唐德瑞,等. 毛乌素沙地中国沙棘无性系生长调节[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 682-686.

[12] 贺斌,李根前,高海银,等. 不同土壤水分条件下中国沙棘克隆生长的对比研究[J]. 云南大学学报:自然科学版, 2007, 29(1): 101-107.

[13] 贺斌,李根前,徐德兵,等. 沙棘克隆生长及其生态学意义[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(3): 54-59.

[14] 胡建中. 陇东黄土高原沟壑区沙棘根系的研究[J]. 沙棘, 1992, 5(1): 21-26.

[15] 高志义,张玉胜. 沙棘根系特性的观察与研究[J]. 北京林业大学学报, 1989, 11(4): 53-59.

[16] 董鸣. 缙云山马尾松种群年龄结构初步研究[J]. 植物生态学与地植物学报, 1987, 11(1): 50-58.

[17] 李根前,黄宝龙,唐德瑞,等. 毛乌素沙地中国沙棘无性系种群年龄结构动态与遗传后果研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(3): 347-35.

[18] 韦宇. 黄土高原中国沙棘克隆生长的时间动态研究[D]. 昆明:西南林学院, 2006.