

# 不同林龄植被培肥改良土壤效益研究

安韶山<sup>1,2</sup>, 常庆瑞<sup>2</sup>, 李壁成<sup>1</sup>, 高亚军<sup>2</sup>, 孟庆香<sup>2</sup>

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:** 在黄土丘陵沟壑区森林植被能够明显改善生态环境, 防止土地退化, 提高土壤中有机质、速效氮和速效钾的含量, 降低土壤 pH 和容重; 快速显著地增加土体中 > 0.25 mm 水稳性团聚体和 > 50 μm 微团粒的数量, 使土壤结构改善, 协调供应养分和水分的能力提高; 能促进黏粒形成, 坚实度增加, 土壤的抗蚀性和抗冲性提高, 有效地减少水土流失。植被对土壤的培肥改良是一种正向持续反馈机制, 时间越长, 效益越显著。

**关键词:** 黄土丘陵沟壑区; 改良土壤; 森林年龄

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2001)03-0075-03

中图分类号: S714.8

## Benefits of Different Age Forest Vegetation on Soil Fertilization and Amelioration

AN Shaoshan<sup>1,2</sup>, CHANG Qingru<sup>2</sup>, LI Bicheng<sup>1</sup>, GAO Yajun<sup>2</sup>, MENG Qingxiang<sup>2</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of

Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi Province, PRC; 2. Resource and Environment College,

Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, PRC)

**Abstract:** Forest vegetation can ameliorate obviously eco-environment, prevent land deterioration, improve the content of soil organic matter and available N, K, and drop soil pH and bulk density, add remarkably the quantity of water aggregate (> 0.25 mm) and micro-aggregate (> 50 μm) of soil, which can make soil construction better, improve the capacity of providing nutrient and water, enhance the formation of clay and more solidity, increase soil anti-erodibility and anti-scourability and decrease effectively soil and water loss. Vegetation fertilized and ameliorated soil mechanism is a right direction of abiding feedback, long time and more benefits.

**Keywords:** loess hilly and gully region; fertilizing and ameliorating soil; different age forest

恢复植被, 增加森林覆盖度是改善生态环境, 防止土地退化, 提高土壤肥力和生产能力的有效途径之一<sup>[1,2]</sup>, 在黄土高原和其它干旱、半干旱地区作用尤为明显, 已经成为该地区建设生态环境和持续发展的主要战略措施。关于不同植被类型和覆盖度减少水土流失, 改良土壤性质, 增强土壤抗蚀性和抗冲性, 提高土地生产潜力方面已有不少报道<sup>[2-6]</sup>, 但是, 随着时间的延续, 对森林植被对土壤性质究竟有什么影响, 强度如何的问题, 则研究较少。本文重点论述不同林龄乔木林植被对土壤培肥改良的效益。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

1.1.1 采样地概况 本研究供试材料采自国家“七·五”至“九·五”重点科技攻关项目“三北防护林体系建设研究”试验示范基地之一的安塞试区。该试区位于黄土高原中部的典型黄土丘陵沟壑区, 海拔高度

1 126.8~1 420.7 m, 地形跌宕起伏, 地面破碎不堪, 沟谷纵横, 坡度陡峻, 大部分在 25° 以上。年均温 8.8℃, 年降水量 492.4 mm, 冬寒夏热, 四季分明, 属暖温带半干旱气候。

土壤为黄土母质上发育的幼年性土壤: 石灰干润锥形土, 扰动人为新成土和黄土正常新成土, 发育程度较弱, 剖面分异不明显, 肥力水平低下。试区内天然植被极少, 大部分为农耕地和荒草生长。设立试验示范区以来, 经过大规模综合治理, 地表植被明显增多, 植被覆盖度达 24.39%, 其中森林复盖率 18.54%。除近几年快速发展的果园外, 植被类型主要为黄土高原广泛分布的刺槐、侧柏和柠条; 农田种植作物以谷子、玉米、高粱、黄豆和马铃薯占主导地位。该试验示范区环境条件和土地资源特征在黄土高原具很强的代表性。

1.1.2 样品采集 根据安塞试区综合治理类型和植被覆盖状况, 选择不同林龄(成年林 30 a 左右, 幼年

林 10 a 左右) 的刺槐、侧柏林地作为采样区, 挖掘土壤剖面, 分别采集 0—20 cm 和 20—40 cm 深度土层理化分析、容重和原状土样品, 风干后研磨过筛备用。

## 1.2 测定项目及方法

选择能反映土地质量特性、肥力水平和生产性能, 鉴定土地质量高低的土壤基本理化性质、颗粒组成和结构性能等项目进行室内分析化验, 测定方法如下, 容重: 环刀法; 有机质:  $K_2Cr_2O_7$  容量法; 速效氮: 碱解扩散法; 速效钾: 1 mL/L  $NH_4AC$  浸提, 火焰光度法; pH: 水土比 1: 1 浸提, 酸度计法; 机械组成: 六偏磷酸钠分散吸管法; 微团粒: 蒸馏水自然分散, 吸管法; 团聚体: 机械筛分法。

## 2 结果与分析

### 2.1 基本理化性质

如表 1 所示, 土壤有机质、速效氮、速效钾含量均为成年林地 > 幼年林地 > 对照耕地, 与幼年林地相比, 成年林地 0—20 cm 土层土壤有机质、速效氮、速效钾含量增加量分别是 1.6 g/kg, 29.6 mg/kg 和 45.6 mg/kg; 而 20—40 cm 土层有机质增加仅 0.1 g/kg, 速效氮 13.5 mg/kg, 速效钾也不过 21.1 mg/kg。pH 及容重成年林地 < 幼年林地 < 对照耕

地, 其中 0—20 cm 土层成年林地比幼年林地降低更多, 差值分别是 0.04 和 0.04  $g/cm^3$ ; 20—40 mm 土层成年林地比幼年林地分别下降 0.04 和 0.07  $g/cm^3$ 。

表 1 不同林龄土壤基本性质 g/kg

林龄 类型	土层深 度/cm	有机 质	速 效 氮	速 效 钾	pH	容重/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	坚实度/ ( $kg \cdot cm^{-2}$ )
成年 林地	0—20	13.2	67.4	216.6	8.03	1.14	1.81
	20—40	8.8	28.9	106.8	7.97	1.19	42.70
幼年 林地	0—20	11.6	37.8	171.0	8.07	1.18	1.58
	20—40	8.7	21.5	88.9	8.01	1.26	44.8
对照 耕地	0—20	8.2	16.5	155.8	8.11	1.19	1.00
	20—40	7.4	15.4	85.7	8.16	1.20	4.52

经分析计算得出林地养分随林龄增长的变化规律如表 2, 生长 30 a 左右的成年林地, 0—40 cm 土层养分含量的增加量相当于每  $1 \text{ hm}^2$  土地多施有机质  $1.47 \times 10^4 \text{ kg}$ , 速效氮 138.2 kg, 速效钾 188.8 kg; 生长 10 a 左右的幼年林地 0—40 cm 土层养分含量的增加量相当于  $1 \text{ hm}^2$  土地多施有机质  $1.13 \times 10^4 \text{ kg}$ 、速效氮 65.6 kg/hm<sup>2</sup>, 速效钾 43.9 kg/hm<sup>2</sup>。由此可得, 植被培肥土壤的效益非常明显, 时间越长久, 效益越显著。但是, 这种培肥的速率却愈来愈低。

表 2 不同林龄土壤养分增加状况

林龄	土层深度/ cm	有机质			速效氮			速效钾		
		增量/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	年增量/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	公顷增量/ kg	增量/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	年增量/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	公顷增量/ kg	增量/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	年增量/ ( $g \cdot kg^{-1}$ )	公顷增量/ kg
成年 林地	0—20	5.0	0.167	11 400	50.9	1.70	106.052	60.8	2.03	138.624
	20—40	1.4	0.047	3 332	13.5	0.45	32.130	21.1	0.70	50.218
幼年 林地	0—20	3.4	0.34	8 024	21.3	2.13	50.268	15.2	1.52	35.872
	20—40	1.3	0.13	3 276	6.1	0.61	15.372	3.2	0.32	8.046

### 2.2 机械组成

土壤机械组成在土壤形成和其农业利用中具有重要意义, 土地退化的重要标志之一就是土壤质地砂粒化, 改良和培肥土壤的主要内容也是改变土壤质地。由表 3 可知, 供试土壤的黏粒含量成年林地 > 幼

年林地 > 对照耕地, 其中 0—20 cm 土层成年林地较幼年林地高 48.3 g/kg, 20—40 cm 土层成年林地较幼年林地高 77.9 g/kg。粉粒含量成年林地略高于幼年林地, 0—20 cm 土层两者相差 40.5 g/kg, 20—40 cm 土层两者相差 18.2 g/kg; 且林地均高于耕地。

表 3 不同林龄土壤机械组成

林龄 类型	土层深度/ mm	砂粒/mm			粉粒/mm			黏粒/mm		
		> 0.1	0.1~ 0.05	小计	0.05~ 0.01	0.01~ 0.005	小计	0.005~ 0.001	< 0.001	小计
成年 林地	0—20	13.9	188.0	193.9	363.1	147.8	510.9	224.5	70.7	295.2
	20—40	17.6	112.6	120.2	404.8	113.9	518.7	259.6	101.5	361.1
幼年 林地	0—20	21.8	260.9	282.7	332.1	138.3	470.4	185.7	61.2	246.9
	20—40	17.2	209.1	226.3	354.3	136.2	490.5	196.4	86.8	283.2
对照 耕地	0—20	29.3	312.5	341.8	315.4	121.3	436.7	161.8	59.7	221.5
	20—40	23.8	303.4	327.2	332.3	113.8	446.1	165.5	61.2	226.7

而砂粒则相反, 成年林地 < 幼年林地 < 对照耕地, 幼年林地高出成年林地 70~100 g/kg。这表明植被的生长发育稳定了成土环境, 有利于黏粒的形成和聚集。

### 2.3 土壤结构性能

土壤的结构性能是评价土壤质量高低和诊断土地退化程度的重要指标之一, 它主要通过团聚体和微团粒组成来反映, 不同林龄下土壤的结构性能如表 4、5 所示。

大于 0.25 mm 水稳性团聚体数量成年林地 > 幼年林地 > 对照耕地, 其中 0—20 cm 土层成年林地较

幼年林地高 115.5 g/kg, 20—40 cm 土层高 140.7 g/kg; 并且水稳性团聚体增加的主要部分是 2 mm 以上的大粒径团聚体, 各层分别增加 77.9 g/kg 和 83.0 g/kg, 占总增加量的 67.4% 和 59.0%。

大于 50 μm 的微团粒也表现为成年林地 > 幼年林地 > 对照耕地, 0—20 cm 土层成年林地比幼年林地高 51.8 g/kg, 20—40 cm 土层高 114.1 g/kg; 而 5~50 μm 的微团粒则为成年林地 < 幼年林地 < 对照耕地, 成年林地低于幼年林地 60.6 g/kg 和 120.9 g/kg。小于 5 μm 的微团粒成年林地与幼年林地两者差异不明显, 且与对照的耕地基本相同。

表 4 不同林龄土壤团聚体

g/kg

林龄类型	土层深度/cm	> 5 mm	5~2 mm	2~1 mm	1~0.5 mm	0.5~0.25 mm	合计	增量	年均增量
成年林地	0—20	177.4	128.2	100.8	88.0	122.5	616.9	485.3	16.18
幼年林地	20—40	60.2	68.6	82.3	73.4	99.7	384.2	305.1	10.17
对照耕地	0—20	124.6	103.1	87.3	69.6	116.8	501.4	369.8	36.98
	20—40	15.3	30.5	50.4	52.6	94.7	243.5	164.4	16.44
	0—20	11.8	12.4	25.7	33.5	48.2	131.6		
	20—40	4.1	6.7	11.4	22.7	34.2	79.1		

表 5 不同林龄土壤微团粒

g/kg

林龄类型	土层深度/cm	> 0.25 mm	0.25~0.05 mm	0.05~0.01 mm	0.01~0.005 mm	0.005~0.001 mm	< 0.001 mm	分散系数
成年林地	0—20	25.6	543.8	189.2	80.4	91.8	69.2	0.545
幼年林地	20—40	11.8	667.8	124.4	51.6	92.0	52.4	0.400
对照耕地	0—20	22.3	495.8	217.2	113.0	110.3	41.4	0.614
	20—40	12.6	552.9	167.9	129.0	88.4	44.2	0.468
	0—20	14.8	447.0	246.9	141.1	112.7	37.5	0.678
	20—40	10.3	496.5	213.2	151.9	85.4	42.7	0.565

注: 分散系数 = < 0.001 mm 微团粒 / < 0.001 mm 黏粒。

将 < 0.001 mm 的微团粒与黏粒相比较, 发现林地土壤在水中的稳定性明显好于耕地, 分散系数成年林地 < 幼年林地 < 对照耕地, 表明植被生长提高了土壤抵抗侵蚀能力, 土壤的抗蚀性和抗冲性有所增强。

## 3 结论

(1) 在黄土丘陵沟壑区植树造林, 增加地面植被覆盖度可明显提高土壤有机质、速效氮和速效钾的含量, 降低土壤 pH 和容重; 快速显著地增加土体中 > 0.25 mm 水稳性团聚体和 > 50 μm 微团粒的数量, 使土壤的营养状况得到很大改善, 结构变好, 协调供应养分和水分的能力提高; 能促进黏粒形成聚积, 坚实度增加, 土壤的抗蚀性和抗冲性提高, 有效地减少水土流失, 防止土地退化和保护生态环境。

(2) 植被对土地的培肥改良是一种正向持续反馈机制。时间越长, 效益越显著, 因此, 我们要大力植

树造林, 保护森林资源, 持之以恒, 才能彻底防治土地退化, 建设良好的生态环境。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 302—314.
- [2] 郑粉莉. 植被防止土壤侵蚀机理的研究. 现代土壤科学研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 6—38.
- [3] 薛泉宏. 黄土高原沙棘、刺槐人工林对土壤的培肥效应及其模型. 黄土高原渭北生态经济型防护林体系建设模式研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 151—159.
- [4] 李瑞雪. 不同林龄油松、刺槐人工林土壤化学性质研究. 黄土高原渭北生态经济型防护林体系建设模式研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 165—169.
- [5] 李香兰. 黄土高原不同林型对土壤物理性质的影响[J]. 林业科学, 1992(2): 98—105.
- [6] 李香兰. 黄土高原不同林型对土壤腐殖质及胡敏酸性质影响的研究[J]. 土壤学报, 1992(1): 63—72.