

半干旱退化山区坡地改造工程对土壤理化性质的影响

张源润¹, 蔡进军¹, 火勇², 董立国¹, 王月玲¹

(1. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 彭阳县农业技术推广中心, 宁夏 彭阳 756105)

摘要: 在野外调查分析的基础上, 测定了不同整地方式山杏、山桃灌木林地的土壤容重、土壤有机质和速效养分。结果表明, 通过人工坡地改造工程, 山坡地土壤有机质和氮素有明显的提高, 在林木根系活动层 40—60 cm 土壤有机质、氮素增量高于其它处理, 土壤速效磷增幅较小; 土壤速效钾有少量增加。

关键词: 坡地改造工程; 土壤有机质; 速效养分

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2005)05—0001—04

中图分类号: S152, S153

Impacts of Slope-land Rebuilt Engineering on Soil Physical and Chemical Characters in Semi-arid Hilly and Gully Region

ZHANG Yuan-run¹, CAI Jin-jun¹, HUO Yong², DONG Li-guo¹, WANG Yue-lin¹

(1. The Desert Control Institution of Ningxia Agriculture and Forestry Academy, Yinchuan 750002, Ningxia Hui Autonomous Region, China; 2. The Pengyang Agriculture Technology Spreading Center, Pengyang 756105, Ningxia Hui Autonomous Region, China)

Abstract: On the basis of investigation and analysis in field, soil bulk weight, soil organic matter and quick effect nutrient were measured in apricot and peach bush forest in different rebuild ways. The result shows the content of organic matter and nitrogen are obviously increasing in hillland soil which are through artificial hillside rebuilt engineering, the incensement of organic matter and nitrogen content increasing are higher than others, but the soil quick result potassium has small increasement in forestry root active layer of 40—60 cm depth.

Keywords: hillside reform engineer; soil organic matter; quick result nutrient

黄土高原地域辽阔, 土地资源丰富, 生态环境脆弱, 尤其是半干旱退化山区, 地质、地形复杂, 加之长期乱砍滥伐, 过度放牧, 造成水土流失严重, 农业生产十年九旱、广种薄收。为了合理利用和保护土地资源, 防止水土流失和土壤退化的加剧, 科技工作者在该地区对就地拦蓄的人工整地、选择适宜的乡土树种等方面作了大量的研究。表明经过多年的种草种树, 地表植被覆盖度明显提高, 有效地控制了水土流失, 防止了环境的进一步恶化, 使生态条件得到逐步好转, 产生了明显的生态、社会和经济效益。与此同时, 植被的恢复重建也促进了土壤的形成发育, 使土壤的理化性质和肥力特征方面得到改善, 土壤质量有所提高。

纬 35° 51'—35° 55', 属于典型的温带大陆型气候, 地貌类型属黄土高原腹部梁峁丘陵地, 该地区年平均降水量 400 mm 左右, 降水季节分布很不均匀, 且变率大, 也不稳定, 分明显的旱季和雨季, 而且降水主要分布在作物生长的后期, 与热量条件不协调, 大大限制了降水的有效性。示范区年平均气温 7.4℃, ≥10℃ 的积温为 2 200℃~2 750℃, 境内年蒸发量较大, 干燥度(≥0℃的蒸发量)为 1.21~1.99, 无霜期 140~160 d。植被类型较好, 以草原植被为基础, 生长有长茅草(*S. bungeana* Trin.)、角蒿(*I. Sinensis* Lam.)、铁杆蒿(*Artemisia gmelinii*)、白羊草(*B. ischaemum* (L.) Keng.)、赖草(*L. secalinus* (Georgi) Tzvel)、星毛萎陵菜(*P. acaulis* L.) 等; 其次局部地区阴坡或阳坡尚保留少量的中生和旱生残留的落叶灌木丛, 细叶锦鸡儿(*L. stenophylla* Pojark.)、枸杞(*L. chinense* Mill.)、马茄子(*P. uniflora* Batal.)、互叶醉鱼草(*B. alternifolia* Maxim.) 等落叶阔叶灌丛生长。人工植被以山桃(*P.*

1 材料与方 法

1.1 供试材料

1.1.1 示范区概况 示范区位于宁夏彭阳县东北部, 与甘肃的镇原县接壤, 东经 106° 41'—106° 45', 北

收稿日期: 2005-04-20

资助项目: “十五” 国家科技攻关课题“半干旱退化山区生态农业建设技术与示范(2000BA606A—04)”

作者简介: 张源润(1960—), 女(汉族), 副研究员, 主要从事干旱地区荒漠化治理、森林经理及造林等方面的研究。E-mail: zhangyuanrun@

davidiana Franch.)、沙棘(*H. rhamnoides* L.)、山杏(var. *ansu* Maxim.)、山杨(*Populus davidara* Dode.)等为主,植被盖度较低,为 11%。农业生产完全依赖于天然降水,实行旱作农业,主要种植冬小麦(*Triticum aestivum* L.)、胡麻(*Sesamum indicum* L.)、马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)、莜麦(*Avena nuda* L.)、玉米(*Zea mays* L.)等。复种指数随降水年份而定。植被类型较好。示范区土壤以普通黑垆土为典型土壤,全剖面土质均匀疏松,非饱和层深厚,抗蚀抗冲性差,土壤侵蚀剧烈,沟壑密度约为 1~3 km/km²,沟深 10~200 m。地下水埋藏很深。

1.1.2 整地方法 “88542”隔坡反坡水平沟整地技术:在地形完整、坡度小于 25°的荒山、退耕还林草的缓坡地段,采用“等高线,沿山转,宽 2 m,长不限,死土挖出,活土回填”的方式,即沿等高线开挖宽 80 cm,深 80 cm 的水平沟,拍实外埂,埂高 50 cm、宽 40 cm,将沟内侧上方表土回填,做成 10°~20°反坡田面,田面宽 2 m 左右,带间距 6~8 m。

1.1.3 鱼鳞坑整地技术 在地形破碎、集流线、农田地埂、侵蚀沟和土层浅薄地段,即近似于半圆形的坑穴,坑面低于原坡面,稍向内倾斜。一般横长 1~1.5 m,竖长 0.8~1.0 m,深 40~60 cm,外侧筑成半环状土埂,土埂高 20~25 cm,大鱼鳞坑整地,按“品字形”布局。

1.1.4 样品采集 本研究选择坡度 25°左右,海拔高度 1 600~1 720 m 的退耕还林地中,以不同整地的山杏、山桃疏林灌木林地与水平沟整地的自然坡面(隔坡)、8 a 生苜蓿地作为取样区。选择具有典型代表性的地块,挖掘土壤剖面,农地作为对照,分别采集 0—20, 20—40, 40—60, 60—80, 80—100 cm 深度的土壤分析样品。

1.2 测定项目与方法

本次测定样品自然风干后剔除杂质,磨碎过 0.25 cm 筛,装袋贮藏备用。测定项目选择能够表征土壤质量的土壤有机质和土壤速效养分。分析测定方法:重铬酸钾容量法测定土壤有机质;NaHCO₃ 浸提,钼锑抗比色法测定速效磷;NH₄OAc 浸提,火焰光度法测定速效钾。

2 结果与分析

2.1 不同整地方式与坡地改造工程整地及自然坡面土壤容重的差异

土壤容重是土壤紧实度的指标之一,它与许多土壤物理性能如孔隙度、渗透率、持水性、导热性能等密切相关,容重的大小主要受土壤有机质含量、土壤结

构等影响。从图 1 看,不同整地方式与坡地改造工程整地及自然坡面土壤容重的特征为:0—20 cm,农地最高,其次为 8 a 生苜蓿地,最低为“88542”隔坡反坡水平沟整地;在 20—40 cm 土层,水平沟整地的隔坡(自然坡面)明显低于其它各种整地处理。8 a 生苜蓿最高;在 40 cm 以下,各处理间土壤容重均有下降的趋势,只有水平沟整地的隔坡(自然坡面)和鱼鳞坑整地的土壤容重增加;60 cm 以下各处理的土壤容重开始增加,只有鱼鳞坑整地开始下降,这一结果表明,坡地改造工程整地(88542)对土壤容重的影响主要表现在 40—60 cm 的林木根系生长层,说明通过坡地改造工程整地促进林木根系活动层土壤熟化,随着禁牧后植被的恢复,凋落物向表层土壤的输入,增加土壤的有效养分供应,降低土壤容重,减小幼树根系生长的阻力,逐步改善土壤的通气状况。鱼鳞坑整地只能降低土壤表层的土壤容重,不利于幼树根系的生长发育,所以在半干旱退化山区的退耕还林还草工程的实施中应大力推广“88542”隔坡反坡水平沟整地,从而加快林草建设和植被恢复的步伐。

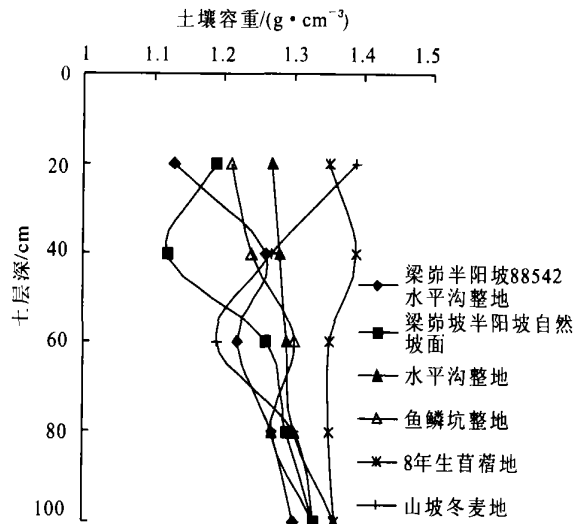


图 1 不同整地方式下土壤容重剖面分布

2.2 土壤有机质状况

土壤有机质是评价土壤质量的一个重要指标,它不仅能增加土壤的保肥和供肥能力,提高土壤养分的有效性,而且可促进团粒结构的形成,改善土壤的透水性、蓄水能力及通气性,增加土壤的缓冲性等。示范区通过人工坡地改造工程整地与自然坡面土壤有机质数量与空间分布如图 2 所示。

2.2.1 土壤有机质含量 供试土壤经过坡地改造工程整地,有机质含量有所增加,但幅度较小。由图 2

可知, 不同整地方式增加不同, 0—40 cm 土层中“88542”隔坡反坡水平沟土壤有机质含量没有自然坡面的高; 40—60 cm 土层“88542”隔坡反坡水平沟整地土壤有机质含量均高于其它处理, 高出 7.62 ~ 10.57 g/kg, 为增幅最大也最均衡的土层; 80 cm 以下土壤有机质含量“88542”隔坡反坡水平沟逐渐低于其它处理, 山坡冬麦地由于每年施入农家肥和有机肥, 土壤有机质随土层深度的增加逐渐较少, 自然坡面土壤有机质含量变化趋势同农地, 鱼鳞坑和水平沟整地土壤有机质含量变化幅度不大, 说明采用“88542”隔坡反坡水平沟整地在增加土壤有机质含量方面仍有利于林木幼苗的生长和发育。

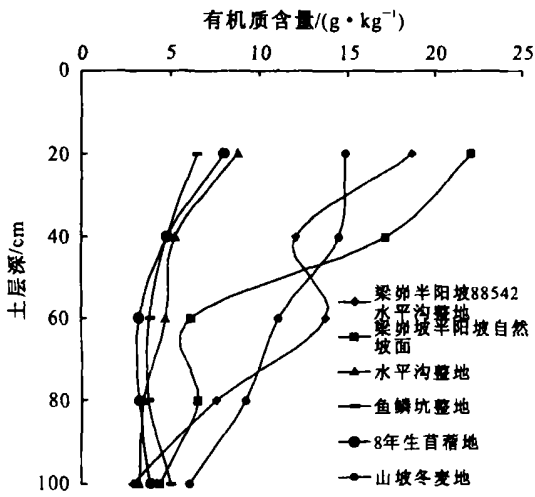


图 2 不同整地方式下土壤有机质剖面分布

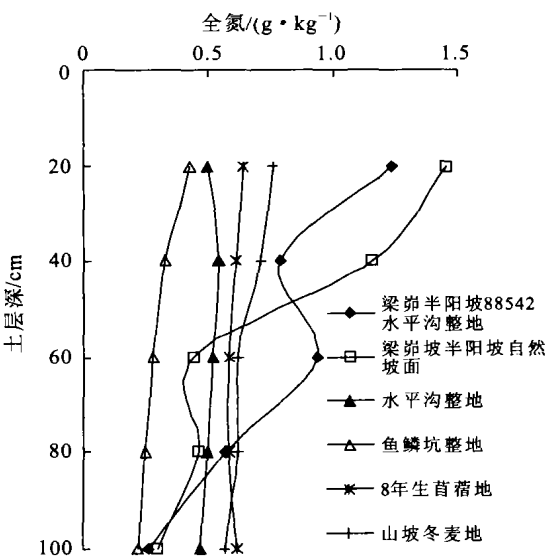


图 3 不同整地方式土壤全氮含量剖面分布

2.2.2 土壤有机质剖面空间分布 不同整地方式土壤有机质在剖面空间的分布随深度的增加, 土壤中有有机质含量明显减少, 只有“88542”隔坡反坡水平沟整地在 40—60 cm 林木生长层土壤有机质明显增加。

2.3 土壤速效养分状况

土壤氮和磷主要来自于有机质的分解, 有机质在吸持土壤养分中起着决定性的作用, 因而土壤全氮、全磷、水解氮和速效磷含量与土壤有机质含量存在高度的正相关。从剖面中的分布分析, 全氮和全磷养分主要集中在表层土壤, 随着深度的增加而减少, 而经过“88542”隔坡反坡水平沟整地工程的造林地全氮与有机质的变化趋势相一致。说明根系的层片状分布和凋落物在表层的覆盖导致有机氮和养分在表土层的富集, 而养分在表土层的富集又可能进一步导致干旱生态系统中根系在浅层的发育和层片状分布。半干旱退化山区土壤养分在表层的富集分布特征表明, 植被一旦遭到破坏, 土壤养分会很快随着风蚀作用而衰竭。

2.3.1 土壤全氮、水解氮 土壤水解氮含量反映了土壤的供氮水平, 是表征土壤肥力质量的主要指标之一。由图 3, 4 可知, 经过“88542”隔坡反坡水平沟整地的土壤全氮、水解氮均为 40—60 cm 的含量高于其它各层。其它各处理均表现为全氮、水解氮与土层深度呈负相关。

2.3.2 土壤全磷、速效磷和全钾、速效钾 坡地改造工程整地对土壤全磷、速效磷、全钾、速效钾的增加量非常有限(图 5—8), 增幅明显小于有机质和氮素, 变化趋势与土壤有机质和氮素基本相同。

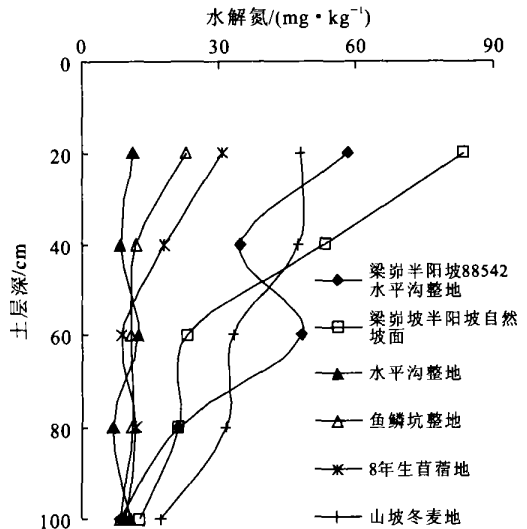


图 4 不同整地方式土壤水解氮含量剖面分布

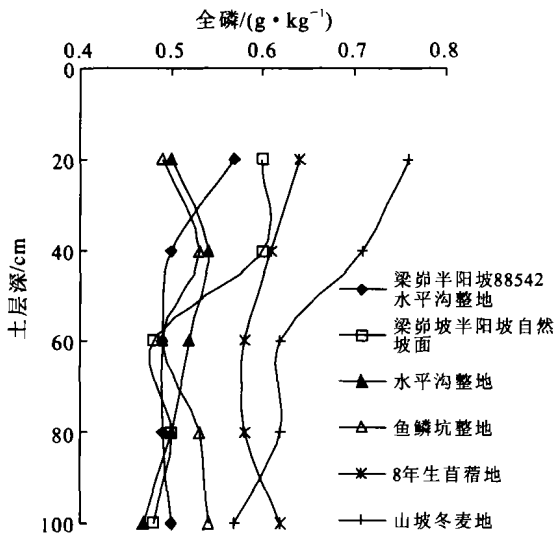


图 5 不同整地方式土壤全磷含量剖面分布

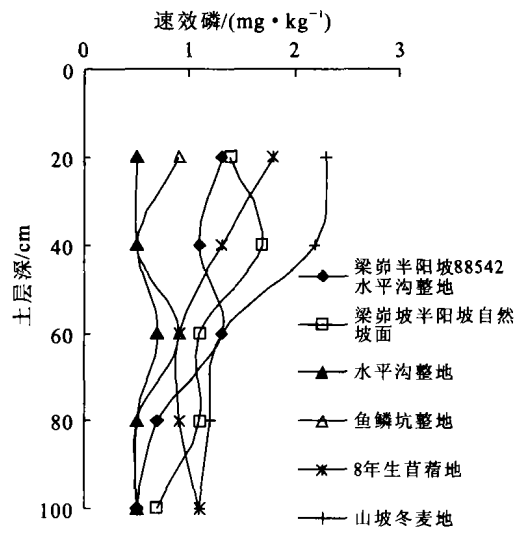


图 6 不同整地方式土壤速效磷剖面分布

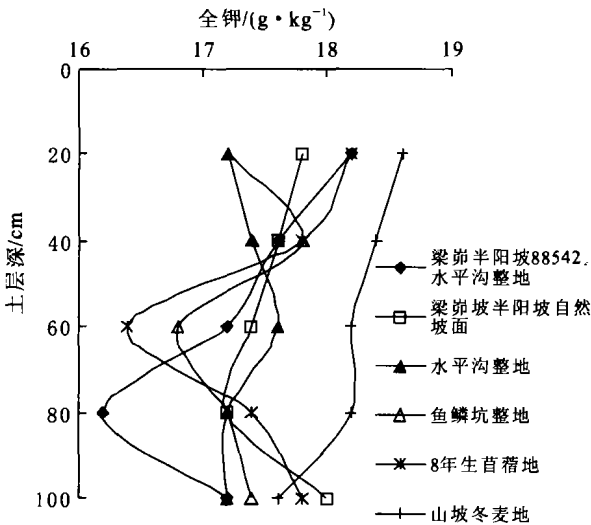


图 7 不同整地方式土壤全钾含量剖面分布

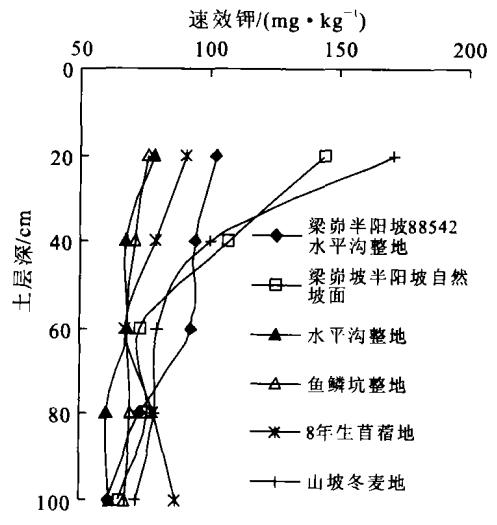


图 8 不同整地方式土壤速效钾含量剖面分布

3 结论

坡地改造是通过改变山体的坡度, 改善土壤结构和肥力, 增加土壤的通透性, 能接纳较多的降水, 使土不下坡, 水不下沟, 改变土壤水肥气热状况。“88542”隔坡反坡水平沟内种植适宜的乡土灌木树种, 每年都有部分枯枝落叶进入土壤, 经微生物腐解后形成较多腐殖质, 使土壤有机质增加, 并将大气中的氮素固定, 导入土壤, 使土壤质量不断提高。早生的草本和半灌木在较好的水分条件下, 生长旺盛, 枯枝落叶丰富, 对土壤肥力质量的提高效果非常明显。林木、杂草生长、根际微生物活动及有机残体腐解等会形成大量的有机酸、酚类物质和无机酸, 这些物质能加速难溶性

磷、钾转化为速效磷和速效钾, 使土壤中的速效磷、速效钾含量有所增加。特别是黄土高原半干旱退化山区土壤富含磷酸钙, 造林后林木、杂草的凋落物分解能形成有机酸、酚类物质, 根系和微生物也分泌有机酸, 同时释放出一定量的 CO_2 , 进而使难溶性磷酸钙转化为溶解性较高的磷酸一钙和磷酸二钙, 所以土壤中速效磷含量会有所增加。该区经坡地改造工程整地后种草种树, 进行生态环境建设, 使土壤的肥力质量有所改善和提高, 产生明显生态、经济和社会效益。但不同整地措施, 对造林地土壤肥力质量提高的效应有一定差异, “88542”隔坡反坡水平沟整地土壤质量的提高效果最好, 鱼鳞坑稍差。

(下转第 16 页)

结构改善后,林地微生态条件得到明显地改善,为林木生长和林下凋落物分解创造了条件,增加了林地土壤有机质。由于土壤有机质与土壤容重呈明显地负相关^[3],改造后加快了凋落物的分解,增加了土壤有机质,是低效林改造后土壤容重降低的主要原因。同时,土壤有机质和腐殖质是土壤微团聚体形成的重要胶结剂^[2],在一定程度上也是土壤孔隙度增加的原因。土壤微团聚体数量增加和结构的改善,提高了土壤毛管孔隙数量和毛管持水能力^[1-2]。国内外学者的大量研究表明,林地土壤是森林最大的贮水库和水分调节器,森林植物对其根系活动层土壤的蓄水、透水和持水性能有较大的影响。

低效林的改造就是通过调控植物结构和功能,加快林地物质循环,促进植物生长和根系活动能力,来改善土壤生态功能。通过在岷江上游中山区应用萌蘖更新调控技术对低效林的改造,其效果明显,土壤蓄水保水能力增强,为该技术推广应用提供了一定的理论基础。

[参 考 文 献]

[1] 胡泓,刘世全,陈庆恒,等.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.

- [2] 庞学勇,刘世全,刘庆,等.川西亚高山针叶林人工重建过程中植物群落演替对土壤性质的影响[J].水土保持学报,2003,17(4):42-45,50.
- [3] 庞学勇,刘庆,刘世全,等.川西亚高山云杉人工林土壤质量性状演变[J].生态学报,2004,24(2):261-267.
- [4] 庞学勇,刘庆,刘世全,等.川西亚高山针叶林植物群落演替对生物学特性的影响[J].水土保持学报,2004,18(3):45-48.
- [5] Rojas N S, Perry D A, Li C Y, Ganio L M. Interactions among soil biology, nutrition, and performance of actinorhizal plant species in the H. J. Andrews experimental forest of Oregon[J]. Applied Soil Ecology, 2002, 19(1): 13-26.
- [6] 庞学勇,刘世全,刘庆,等.川西亚高山云杉人工林有机物和养分库的退化与调控[J].土壤学报,2004,41(1):126-133.
- [7] 杨玉坡.长江上游(川江)防护林研究[M].北京:科学出版社,1993.
- [8] 包维楷,张锦铨,王乾,等.青藏高原东部采伐迹地早期人工重建序列梯度上植物多样性的变化[J].植物生态学报,2002,26(3):330-338.
- [9] 庞学勇,刘庆,刘世全,等.人为干扰对川西亚高山针叶林土壤物理性质的影响[J].应用与环境生物学报,2002,8(6):583-587.

(上接第 4 页)

在黄土高原半干旱退化山区,对荒山造林和坡耕地退耕,实施坡地改造工程整地后种草种树能改善土壤的理化性质,增强土壤透气性和腐殖化作用,促进土壤有机质的形成、发育,显著提高土壤中林木根系活动层有机质含量水平,增加速效养分数量,改善土壤肥力状况。

经过“88542”隔坡反坡整地,40-60 cm 土壤有机质增量高于其它整地方式,在黄土高原半干旱退化山区的植被恢复中,选择适宜的造林整地方式,可以充分利用有效的天然降水,起到就地拦蓄的集水效益。由于该地区气候条件基本能够满足一般旱生植物的需要,且生长较为旺盛,生物量较大,对于草本和低矮灌木每年都有大量枯枝落叶归还土壤,经过腐殖化作用形成土壤有机质,矿化分解释放速效养分。而多年生乔木,在中幼林阶段,主要吸收土壤中的大量养分来维持自身生长发育,构成活的生命有机体,归还给土壤的枯枝落叶和营养物质较少,根系的死亡腐解更少,致使有机质和营养元素有所降低,特别是中下层的减少更为明显,对土壤性质的改良和肥力质量提高表现出负效应。

所以,在半干旱山区的生态建设中,应先种植一些耐旱灌木和草本植物,逐步改善土壤的理化性质,增加土壤肥力质量,草本和低矮灌木植物应该作为黄土高原水土保持与生态建设的先锋树种,待其发展到一定阶段,土壤质量得到明显改善时,再进行植树造林,用乔木林代替灌草丛,使人工植被建设符合自然植被演替规律,提高其生态效益。

[参 考 文 献]

- [1] 张俊华,常庆瑞,贾科利,等.黄土高原植被恢复对土壤肥力质量的影响研究[J].水土保持学报,2003,17(4):38-41.
- [2] 刘方,等.黄壤旱坡地退耕还林还草对减少土壤磷素流失的作用[J].水土保持学报,2002,16(3):20-23.
- [3] 刘方,何腾兵,等.不同利用方式下黄壤旱坡地磷素状况及环境影响分析[J].土壤与环境,2002,11(3):232-236.
- [4] 何圆球,等.红壤丘岗区人工林土壤水分、养分流失动态研究[J].水土保持学报,2002,16(4):91-93.
- [5] 何腾兵.贵州山区土壤物理性质对土壤侵蚀影响的研究[J].水土保持学报,1995(1):85-95.