

不同植被类型条件下土壤抗蚀性变化特征及其影响因素

何淑勤¹, 宫渊波¹, 郑子成², 孔祥东³

(1. 四川农业大学 林学院, 四川 雅安 625014; 2. 四川农业大学 资源环境学院, 成都 611130; 3. 四川省水土保持局, 成都 610041)

摘要: 采用野外调查与室内分析相结合的方法, 开展山地森林—干旱河谷区不同植被条件下土壤抗蚀性及其影响因素研究。结果表明: 退耕岷江柏林地土壤抗蚀性最好, 岷江柏幼林和天然次生林地土壤抗蚀性次之, 刺槐林地土壤抗蚀性最小。0—10 cm 土层土壤抗蚀性强于 10—20 cm, 且在各土层间不同植被条件下土壤抗蚀性指数均达显著差异。0—10 cm 土层, 土壤机械组成中砂粒与抗蚀指数、水稳性指数、团聚度呈显著或极显著负相关; 中、细粉粒与水稳性指数和结构系数呈显著或极显著正相关, 与分散系数均呈极显著负相关。微团聚体组成中, <0.001 mm 颗粒与抗蚀指数呈显著负相关, 与水稳性指数呈显著正相关。10—20 cm 土层, 机械组成中砂粒与团聚度、分散系数呈极显著负相关; 粗粉粒与团聚度、物理性粘粒与结构系数和团聚度呈极显著正相关。微团聚体组成中, $1\sim0.05$ mm 颗粒与团聚度呈显著负相关。0—10 cm 土层, 抗蚀指数、水稳性指数、结构系数、团聚度与有机质、全氮含量之间呈显著正相关; 水稳性指数、结构系数、团聚度与速效钾含量之间呈显著负相关; 分散系数与有机质、全氮含量之间呈显著负相关, 与速效钾含量之间呈显著正相关。10—20 cm 土层, 抗蚀指数、水稳性指数与有机质含量之间呈显著正相关; 水稳性指数、结构系数与速效钾含量之间呈显著负相关; 分散系数与速效钾含量之间呈显著正相关。

关键词: 植被类型; 抗蚀性; 土壤有机质; 土壤机械组成; 土壤养分

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2013)05-0017-06

Changes and Influences of Soil Anti-erodibility Under Different Vegetation Types

HE Shu-qin¹, GONG Yuan-bo¹, ZHENG Zi-cheng², KONG Xiang-dong³

(1. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014; 2. College of Resources and Environment, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130; 3. Sichuan Soil and Water Conservation Bureau, Chengdu 610041)

Abstract: By the method of field investigation and laboratory analysis, changes and influences of soil anti-erodibility under different vegetation types in dry valley of upper Minjiang River were studied. The results showed that soil anti-erodibility was the strongest for the conversion of farmland to Minjiang cypress, followed Minjiang young cypress and natural secondary forests. However, soil anti-erodibility was the poorest for the Robinia pseudoacacia. Soil anti-erodibility in 0—10 cm layer was higher than that in 10—20 cm layer. At the same time, there were significant difference among the index of soil anti-erodibility in the 0—10 cm and 10—20 cm layer under the different vegetations types. There were significant negative correlations between sand fraction of mechanical composition and index of soil anti-erodibility, water stable index, aggregation degree in 0—10 cm layer. However, there were significant positive correlations between physical clay and index of soil anti-erodibility, water stable index, structural granular index, aggregation degree. There were significant positive correlations between medium-fine dust and water stable index, structural granular index. However, there were significant negative correlations between medium-fine dust and soil dispersion coefficient. There were significant negative correlations between <0.001 mm content of micro-aggregate composition and index of soil anti-erodibility, there were significant positive correlations between <0.001 mm content of micro-aggregate composition and water stable index. In 10—20 cm layer, there were very significant negative correlations between sand fraction of mechanical composition and aggregation degree, soil dispersion coefficient, however, there were very significant positive correlations between coarse dust of mechanical composition and aggregation degree. There were significant positive correlations between

收稿日期: 2013-06-15

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAC01A11); 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAC09B05); 四川省学术和技术带头人培养资金资助项目(2012)

作者简介: 何淑勤(1978—), 女, 在读博士, 副教授, 主要从事水土保持与土壤生态研究。E-mail: angelhsq@163.com

通讯作者: 宫渊波(1957—), 男, 教授, 博士, 主要从事植被恢复与水土保持研究。E-mail: gyb@sicau.edu.cn

physical clay of mechanical composition and aggregation degree, structural granular index. There were significant negative correlations between content of at the size of 1~0.05 mm in micro-aggregate composition and aggregation degree. There were significant positive correlations between index of soil anti-erodibility, water stable index, structural granular index, soil aggregation degree and soil organic matter, content of soil total N in 0—10 cm layer, however, there were significant negative correlations between water stable index, structural granular index, soil aggregation degree and content of soil available K. There were significant negative correlations between soil dispersion coefficient and soil organic matter, content of total N, however, there were significant negative correlations between soil dispersion coefficient and content of soil available K. In 10—20 cm layer, there were significant positive correlations between index of soil anti-erodibility, water stable index and soil organic matter. However, they were significant negative correlations between water stable index, soil structural granular index and content of soil available K. There were also significant positive correlations between soil dispersion coefficient and content of soil available K.

Key words: vegetation types; anti-erodibility; soil organic matter; soil mechanical composition; soil nutrient

据中国水土流失与生态安全综合科学考察组 2008 年调查结果显示,我国水土流失面积有 356.92 万 km², 占国土总面积的 37.19%,其中水力侵蚀面积有 161.22 万 km²;长江流域水土流失面积高达 53 万 km²。水土流失的产生除了与地上植被破坏和枯落物、草本层消失,使土壤裸露有关外^[1-3],还与土壤内在的抗蚀性受到削弱有很大关系^[4-5]。土壤抗蚀性是指土壤抵抗水的分散和悬浮的能力,是与土壤理化性质密切相关的评定土壤抵抗侵蚀能力的重要参数之一,历来为人们所重视^[6-9]。土壤抗蚀性的大小除了与土壤理化性质等内在因素有关外,还受植被类型等外部因素的影响^[10]。关于土壤抗蚀性的研究报道颇多,但主要集中在黄土高原区、南方红壤丘陵区及川中丘陵区^[11-13],对山地森林—干旱河谷区不同植被类型下土壤抗蚀性的影响研究鲜见报道。作为长江上游和三峡库区生态屏障,岷江上游山地森林—干旱河谷区一直是川西人类农业活动中心,各种农业耕作活动均发生在河谷地带。人类频繁活动和过渡利用往往加速植被退化,形成荒山荒坡,水土流失严重,灾害频繁,生态环境极为脆弱。因此,本文在样地调查和土壤物理性质分析的基础上,研究不同植被类型对土壤抗蚀性的影响,以期防治区域水土流失、协调区域土地利用服务。

1 研究区概况

研究区地处四川省西部理县杂谷脑河流域,属于岷江一级支流。该区域平均海拔 2 700 m,是川西平原与青藏高原的过渡地带,气候具有明显干湿季、日温差大,属山地季风气候。在大地构造上属四川西南地槽区,金汤弧形褶皱带的一部分。山势陡峻,地形复杂,由西北向东南倾斜,境内最低海拔 1 400 m,最高海拔 5 922 m,二者高差达 4 500 m;山体高大,峡谷幽深,谷坡陡峭,河谷与山岭一般相对高差在 1 500~2 000 m 之间,平均坡度多在 40°以上。复杂的地形、地貌和海拔高差,导致水热重组,垂直气候带明显具有典型的干旱河谷气候。土壤以山地棕壤和燥褐土为主,植被以旱生灌丛为主,主要建群种有白刺花(*Sophoradavidiana*)、虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)、铁杆蒿(*Artemisiagmelinii*)、川甘亚菊(*Ajania potaninii*)、光果莠(*Caryopteristangutica*)等。沿河谷逆流而上,植被类型分布出现:乔木林—高灌木—矮灌木—半灌木—丘状矮小半灌木—半灌木—矮灌木—高灌木—乔木林,其基本情况见表 1。

表 1 试验样地基本情况

植被类型	坡度/ (°)	坡位	土壤 类型	样地主要植物种类			植被覆 盖度/%
				乔木	灌木	草本	
天然次生林	25	上坡	山地棕壤	冬瓜杨、川滇高山栎	小叶锦鸡儿、 柳叶栒子	驴蹄草、单花赤芍、 细齿异野芝麻	85
灌木林	28	上坡	山地褐土	—	白刺花、沙棘	黄花蒿、茅草	80
刺槐林	27	中坡	山地褐土	刺槐	锥花小檗	茅草、龙牙草	50
混交林幼林	28	中坡	山地褐土	岷江柏、油松、榆树、 刺槐、新疆杨	小叶栒子、小叶 蔷薇	茵陈蒿、黄花蒿、 茅草、紫花苜蓿	60
岷江柏幼林	28	中坡	山地褐土	岷江柏	尖叶栒子	三脉叶马兰、牛至	70
退耕岷江柏林	25	中坡	山地褐土	油松、岷江柏	峨眉栒子、白刺花	黄花蒿、茵陈蒿	90

2 研究方法

2.1 采样方法

在野外调查的基础上,以植被变化为依据,按植被分布的典型性和代表性进行样地的选择。在选定的样地四角和中心布设样方,每一植被类型选择 3 个样地,每一样地布设 5 个样方,样方按 20 m×20 m(乔木),5 m×5 m(灌木),1 m×1 m(草本)的面积设置。每一样方的确定是基于样方内植被分布均匀状况、植被覆盖度等基本一致的条件下,确定为同一样地的样方。于 2010 年 8 月 5—13 日,在每一样方内按“S”形布设 5 个样点,采集 0—10 cm,10—20 cm 土层混合土样,每一样点取样 3 次。约 2 kg 混合带回室内自然风干,用于土壤机械组成、土壤 pH、微团聚体含量、胶体含量等指标测定。同时,利用环刀和塑料盒采集原状土壤,带回实验室以便测定土壤容重、田间持水量、土壤团聚体含量等。

2.2 测定方法及数据处理

水稳性指数采用崩解法测定^[14],土壤机械组成、微团聚体、全氮、速效磷、速效钾、有机质均采用常规方法测定^[15]。各参数计算方法^[16-17]为:

抗蚀指数=(总土粒数-崩塌土粒数)/总土粒数×100%; 水稳性指数 $K=(\sum P_i K_i + P_j)/A$ 。

式中: i 为 1,2,3,⋯,10; P_i 为第 i 分钟分散的土粒数; K_i 为第 i 分钟的校正系数; P_j 为 10 min 内没有分散的土粒数; A 为试验的总土粒数。

团聚度=团聚状况/大于 0.05 mm 微团聚体分析值×100%;分散系数=小于 0.001 mm 微团聚体分析值/小于 0.001 mm 机械组成分析值×100%;结构系数=(颗粒分析黏粒含量-微团聚体分析黏粒含量)/颗粒分析黏粒含量×100%。

3 结果与分析

3.1 不同植被条件土壤抗蚀性变化特征

由表 2 分析可知,不同植被条件下各指标在不同土层对土壤侵蚀营力反应的敏感程度有所不同。土壤抗蚀指数反映土壤抗崩塌能力,抗蚀指数越大抗崩塌能力越强。0—10 cm 和 10—20 cm 土层,土壤抗蚀指数在不同植被条件之间均达差异显著($P<0.05$),表明研究区不同植被类型对土壤抗蚀性影响较大。0—10 cm 土层,土壤抗蚀指数大小依次为退耕岷江柏林>天然次生林>岷江柏幼林>灌木林>混交林>刺槐林地,且退耕岷江柏林地土壤抗蚀指数显著高于其他植被类型。随着土层深度的增加,土壤抗蚀指数均呈

表 2 不同植被条件下土壤抗蚀性分析

植被类型	土层深度/cm	抗蚀指数/%	水稳性指数	分散系数/%	结构系数/%	团聚度/%
天然次生林	0—10	82.67b ^a	0.89a ^a	21.71d ^b	78.29b ^a	51.52c ^b
	10—20	35.56d ^b	0.62c ^b	23.86e ^a	76.14b ^b	63.91a ^a
灌木林	0—10	40.89d ^a	0.70b ^a	29.80c ^b	70.20c ^a	35.80d ^a
	10—20	38.67c ^b	0.69b ^a	48.15c ^a	51.85d ^b	28.33f ^b
刺槐林	0—10	31.11f ^a	0.57c ^a	61.40a ^b	38.60e ^a	23.26f ^b
	10—20	14.22f ^b	0.48d ^b	62.63a ^a	37.37f ^b	37.85e ^a
混交林幼林	0—10	36.44e ^a	0.60c ^a	38.60b ^b	61.40d ^a	30.58e ^b
	10—20	28.00e ^b	0.61c ^a	54.39b ^a	45.61e ^b	52.21d ^a
岷江柏幼林	0—10	79.33c ^a	0.90a ^a	22.22d ^b	77.78b ^a	64.05a ^a
	10—20	77.78b ^b	0.85a ^b	28.14d ^a	71.86c ^b	56.40c ^b
退耕岷江柏林	0—10	88.89a ^a	0.92a ^a	19.87e ^b	80.13a ^a	62.62b ^a
	10—20	80.89a ^b	0.88a ^a	22.89e ^a	77.11a ^b	60.66b ^b

注:同列数据后小写字母表示不同植被类型间在 5%水平下差异,上标字母表示同一植被不同土层间在 5%水平下差异。下同。

减少的变化趋势,0—10 cm 土层土壤抗蚀指数为 10—20 cm 土层的 1.02~2.33 倍,这可能与土壤腐殖质、根系含量等因素有关。10—20 cm 土层土壤抗蚀指数大小依次为退耕岷江柏林>岷江柏幼林>灌木林>天然次生林>混交林>刺槐林地,且退耕岷江柏林地土壤抗蚀指数显著高于其他植被条件。其中,0—10 cm 土层退耕岷江柏林地土壤抗蚀指数分别是天然次生林地、岷江柏幼林地、灌木林地、混交林、刺槐林地的 1.08,1.12,2.17,2.44,2.86 倍;10—20 cm 土层退耕岷江柏林地土壤抗蚀指数分别是岷江柏幼林、灌木林、天然次生林、混交林、刺槐林地的 1.04,2.09,2.27,2.89,5.69 倍。这表明退耕岷江柏林地土壤抗崩塌能力较强,土壤颗粒遇水难分散,土壤抗蚀性能最好,岷江柏幼林和天然次生林地土壤抗蚀性次之,刺槐林地土壤抗蚀性最小。此外,通过分析可知,不同植被在 0—10 cm 和 10—20 cm 土层间土壤抗蚀性指数也均达差异显著($P<0.05$)。

水稳性指数是通过测定土壤团聚体在静水中的分散速度来比较土壤抗蚀性能的大小。有机质含量高的土壤,其水稳性指数较高,抗蚀性较强,反之则小。由表 2 可知,0—10 cm 土层,土壤水稳性指数大小依次为退耕岷江柏林>岷江柏幼林>天然次生林>灌木林>混交林>刺槐林地,且退耕还林岷江柏地土壤水稳性指数显著高于灌木林地、刺槐林和混交林幼林地,灌木林地土壤水稳性指数显著高于刺槐林和混交林地($P<0.05$)。

除混交林幼林地外,0—10 cm 土层土壤水稳性指数均比 10—20 cm 土层的水稳性指数高,但灌木林、天然次生林和岷江柏幼林地土壤水稳性指数在不同土层间达差异显著($P<0.05$)。10—20 cm 土层土壤水稳性指数大小依次为退耕岷江柏林>岷江柏幼林>灌木林>天然次生林>混交林>刺槐林,但除了退耕岷江柏地与岷江柏幼林、天然次生林地与混交林幼林地外,其他植被间土壤水稳性指数均达显著差异($P<0.05$)。总体来看,退耕岷江柏林地土壤水稳性指数最高,分别是岷江柏幼林、天然次生林、灌木林、混交林、刺槐林地的 1.03, 1.19, 1.29, 1.49, 1.71 倍。

分散系数表示土壤的分散性,以微团聚体分析中低于 0.05 mm 粒级的含量与机械组成分析中相应粒级含量的比值表示,其值越高,表明土壤结构水稳性越低,土壤抗蚀性越弱。0—10 cm 和 10—20 cm 土层土壤分散系数高低依次为刺槐林>混交林>灌木林>岷江柏幼林地>天然次生林>退耕岷江柏林地。随着土层深度的增加,土壤分散系数均增大。0—10 cm 土层,土壤分散系数除天然次生林和岷江柏幼林差异不显著外,其他植被类型间及与天然次生林、岷江柏幼林均存在差异显著($P<0.05$)。10—20 cm 土层,土壤分散系数除天然次生林和退耕岷江柏林差异不显著外,其他植被间及与天然次生林、退耕岷江柏林均存在差异显著($P<0.05$)。此外,通过分析可知,不同植被在 0—10 cm 和 10—20 cm 土层间土壤分散系数均达差异显著($P<0.05$)。土壤结构系数值越大,则土壤抗蚀能力越强。由表 2 可知,0—10 cm 和 10—20 cm 土层土壤结构系数大小依次为退耕岷江柏林>天然次生林>岷江柏幼林>灌木林>混交林>刺槐林。随着土层深度的增加,土壤结构系数均降低。0—10 cm 土层,土壤分散系数除天然次生林和岷江柏幼林差异不显著外,其他植被间及与天然次生林、岷江柏幼林均存在差异显著($P<0.05$)。10—20 cm 土层,不同植被间土壤结构系数存在差异显著($P<0.05$)。0—10 cm 和 10—20 cm 土层,退耕岷江柏林地土壤结构系数均显著高于其他植被。此外,不同植被在 0—10 cm 和 10—20 cm 土层间土壤结构系数均达差异显著($P<0.05$)。团聚度表示土壤颗粒的团聚程度,其值愈大,则土壤抗蚀性愈强。0—10 cm 和 10—20 cm 土层,土壤团聚度在不同植被条件之间均达差异显著($P<0.05$),且退耕岷江柏林地土壤团聚度显著高于其他植被条件,刺槐林地土壤团聚度最小,表明研究区不同植被对土壤团聚度影响较大。此外,通过分析可知,不同植被在 0—10 cm 和 10—20 cm 土层间土壤团聚度也均达差异显著($P<0.05$)。

不同植被条件下退耕岷江柏林地的抗蚀指数、水稳性指数、结构系数和团聚度最大,分散系数最小,土壤结构和稳定性最好,抗分散强度和保水保肥能力最强,土壤抗蚀性能最强;天然次生林和岷江柏幼林地土壤抗蚀性次之,刺槐林地土壤抗蚀性最小。其原因是退耕还林后,地上部分枯落物的分解和转化以及地下林木根系的周转,有助于土壤中大粒级水稳性团聚体的形成,增强了固持土壤能力和抗崩塌能力。刺槐林木根浅,树冠浓密,林下草本稀疏,再加之刺槐林是在当地居民放牧范围内,放牧家畜的反复践踏压实刺槐林下土壤表面,使地表粘结力逐渐下降,造成土壤非毛管孔隙减少,通气性、渗透性和蓄水能力受到不良影响,土壤机械组成发生了显著变化,故土壤分散系数高,土壤抗蚀性能弱,抗蚀指数很小,土壤抗蚀性能最低。

3.2 不同植被条件土壤抗蚀性的影响因素

3.2.1 土壤机械组成、微团聚体组成对抗蚀性的影响 由表 3 可知,不同植被条件下微团聚体组成中均以 1~0.05 mm 颗粒为主,最低占 53.20%,最高占 72.60%。土壤机械组成差别较大,天然次生林地以粗粉粒(0.05~0.01 mm)和物理性粘粒(<0.01 mm)为主,0—10 cm 土层粗粉粒和物理性粘粒分别占 34.40%和 43.60%;灌木林地以粗砂(1~0.05 mm)和物理性粘粒(<0.01 mm)为主,0—10 cm 土层粗砂和物理性粘粒分别占 42.00%和 29.80%;刺槐林地以粗砂(1~0.05 mm)和粗粉粒(0.05~0.01 mm)为主,0—10 cm 土层粗砂和粗粉粒分别占 44.60%和 47.60%;混交林幼林地以粗砂(1~0.05 mm)和粗粉粒(0.05~0.01 mm)为主,0—10 cm 土层分别占 50.40%和 30.20%;且天然次生林、灌木林、刺槐林、混交林幼林地 10—20 cm 土层机械组成分布表现出与 0—10 cm 土层变化一致的特征。岷江柏幼林地以粗粉粒(0.05~0.01 mm)和物理性粘粒(<0.01 mm)为主,0—10 cm 土层粗粉粒和物理性粘粒分别占 36.60%和 39.40%,而 10—20 cm 土层以粗砂(1~0.05 mm)和粗粉粒(0.05~0.01 mm)为主;退耕岷江柏林地以粗砂(1~0.05 mm)和粗粉粒(0.05~0.01 mm)为主,0—10 cm 土层分别占 32.00%和 40.20%,而 10—20 cm 土层以粗粉粒(0.05~0.01 mm)和物理性粘粒(<0.01 mm)为主。这是由于当地的山地褐土土体中常夹着大量岩石碎屑和游离碳酸钙,粗粉粒比重高,土壤结构不良,结构紧实致密,故通气透水和蓄水肥性较差,植物难以持续生长。

经相关分析可知,0—10 cm 土层机械组成中砂粒与抗蚀指数、水稳性指数、团聚度呈显著或极显著负相关;粗粉粒与土壤抗蚀指标之间关系均未达到显著,相比而言,对分散系数影响稍大,相关系数达 0.50;物理性

粘粒与抗蚀指数、水稳性指数、结构系数、团聚度呈显著或极显著正相关,与分散系数呈极显著负相关;中、细粉粒与水稳性指数和结构系数呈显著或极显著正相关,与分散系数呈极显著负相关;粘粒与水稳性指数和结构系数之间呈显著正相关,与分散系数呈显著负相关。微团聚体组成中,<0.01 mm 颗粒与抗蚀指数呈显著负相关,与水稳性指数呈显著正相关。10—20 cm 土层,机械组成中砂粒与团聚度呈极显著负相关,与其他抗蚀指标之间的相关性均未达到显著,但是与分散系数和结构系数的相关系数分别达 0.75 和 -0.75,表明砂粒含量对土壤抗蚀性的影响较大;粗粉粒与团聚度呈极显著正相关,与其他抗蚀指标之间的相关性均未达到显著;物理性粘粒与分散系数之间呈极显著负相关,与结构系数和团聚度之间呈极显著正相关;中、细粉粒与土壤抗蚀指标之间的相关性均未达到显著,但是与团聚度相关系数较大(0.69);粘粒与分散系数之间呈极显著负相关,与结构系数之间呈极显著正相关,与其他抗蚀指标之间的相关性不显著,但是对抗蚀指数、水稳性指数影响较大,相关系数分别为 0.64 和 0.60。微团聚体组成中,1~0.05 mm 颗粒与团聚度呈显著负相关;<0.01 mm 颗粒与抗蚀指标之间的相关性均未达到显著,但是对抗蚀指数、水稳性指数和团聚度影响较大,相关系数分别为 -0.61,-0.74 和 0.71;<0.001 mm 颗粒与抗蚀指标之间的相关性也均未达到显著,仅与团聚度之间关系较紧密,相关系数达 0.68。从不同植被条件下土壤抗蚀指标与机械组成和微团聚体分析来看,研究区土壤颗粒对土壤抗蚀性能影响不同,一些植被条件下砂粒含量与中细粉粒含量与土壤抗蚀性指标呈显著或极显著相关,微团聚体含量对其影响较小。可见,土壤机械组成、微团聚体组成与部分土壤抗蚀性指标的关系较为密切。因此,在实践中可通过合理植被种植间接调控土壤机械组成,改善土壤物理性质,提高土壤抗蚀性。

表 3 不同植被条件下土壤机械组成与微团聚体组成状况

植被 类型	土层深 度/cm	土壤机械组成/%					微团聚体组成/%		
		1~0.05	0.05~0.01	<0.01	0.01~0.001	<0.001	1~0.05	<0.01	<0.001
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
天然次生林	0—10	22.00	34.40	43.60	26.40	17.20	61.20	14.73	3.73
	10—20	19.20	37.40	43.40	24.40	19.00	53.20	18.53	4.53
灌木林	0—10	42.00	28.20	29.80	16.60	13.20	54.73	17.40	3.93
	10—20	47.40	25.40	27.20	15.60	11.60	66.13	12.13	0.73
刺槐林	0—10	44.60	47.60	7.80	4.00	3.80	69.47	12.67	2.33
	10—20	40.40	30.60	29.00	22.40	6.60	65.00	14.00	4.13
混交林幼林	0—10	50.40	30.20	19.40	15.60	3.80	72.60	9.00	1.47
	10—20	29.60	38.40	32.00	28.20	3.80	61.93	9.60	2.07
岷江柏幼林	0—10	24.00	36.60	39.40	23.20	16.20	64.20	12.47	3.60
	10—20	28.40	34.80	36.80	21.40	15.40	65.13	12.40	4.33
退耕岷江柏林	0—10	32.00	40.20	27.80	17.40	10.40	66.00	9.33	2.07
	10—20	23.00	36.20	40.80	24.20	16.60	58.47	13.80	3.80

3.2.2 土壤有机质及养分对抗蚀性的影响 土壤有机质及氮、磷、钾等养分的含量反映了土壤肥力状况的优劣,亦在一定程度上反映了土壤结构的好坏。由表 4 可知,随着土层深度的增加,不同植被条件下土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾含量均降低。土壤有机质含量较高,0—10 cm 土层平均为 45.73 g/kg,不同植被下土壤有机质含量依次为退耕岷江柏林>天然次生林>灌木林>岷江柏幼林>混交林>刺槐林;10—20 cm 土层平均为 30.15 g/kg,其含量依次为岷江柏幼林>灌木林>退耕岷江柏林>天然次生林>混交林>刺槐林。全氮含量 0—10 cm 土

表 4 不同植被条件下土壤有机质及氮、磷、钾等养分状况

植被类型	土层深度/cm	有机质含量/ (g·kg ⁻¹)	全氮含量/ (g·kg ⁻¹)	速效磷含量/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾含量/ (mg·kg ⁻¹)
天然次生林	0—10	56.92	0.598	19.69	309
	10—20	27.21	0.275	13.78	135
灌木林	0—10	43.81	0.416	17.94	346
	10—20	37.56	0.445	13.10	224
刺槐林	0—10	30.92	0.303	15.33	532
	10—20	18.80	0.212	10.04	446
混交林幼林	0—10	38.11	0.295	16.21	282
	10—20	25.52	0.241	11.01	194
岷江柏幼林	0—10	42.98	0.418	8.75	163
	10—20	37.66	0.343	5.17	113
退耕岷江柏林	0—10	61.66	0.532	9.48	192
	10—20	34.14	0.349	6.78	133

层平均为 0.43 mg/kg,天然次生林和退耕岷江柏林地全氮含量较高,灌木林地和岷江柏幼林地次之,混交林和刺槐林地最小;10—20 cm 土层平均为 0.31 mg/kg,灌木林地全氮含量较高,岷江柏幼林和退耕岷江柏林地次之,刺槐林地最小。0—10 cm 土层速效磷含量平均为 14.57 mg/kg,10—20 cm 土层平均为 9.98 mg/kg。不

同植被下速效磷含量高低依次均为天然次生林>灌木林>混交林>刺槐林>退耕岷江柏林>岷江柏幼林地。0—10 cm 速效钾含量土层平均为 304.00 mg/kg,不同植被下速效钾含量高低依次均为刺槐林>灌木林>天然次生林>混交林>退耕岷江柏林>岷江柏幼林。10—20 cm 土层速效钾含量平均为 207.50 mg/kg,不同植被下速效钾含量高低依次均为刺槐林>灌木林>混交林>天然次生林>退耕岷江柏林>岷江柏幼林。上述结果表明,不同植被条件下土壤有机质及氮、磷、钾等养分的含量差异较为明显。

相关分析可知,0—10 cm 土层,抗蚀指数与有机质、全氮含量之间呈显著正相关,与速效磷、速效钾含量相关性未达到显著;水稳性指数与有机质、全氮含量之间呈显著正相关,与速效钾含量之间呈显著负相关;分散系数与有机质、全氮含量之间呈显著负相关,与速效钾含量之间呈显著正相关;结构系数与有机质、全氮含量之间呈显著正相关,与速效钾之间呈极显著负相关,与速效磷含量之间的相关性未达到显著;团聚度与有机质含量呈显著正相关,与速效钾含量之间呈显著负相关。10—20 cm 土层,抗蚀指数与有机质含量之间呈显著正相关,与全氮、速效磷、速效钾含量之间的相关性未达到显著;水稳性指数与有机质含量之间呈显著正相关,与速效钾含量之间呈显著负相关,与全氮、速效磷含量之间的相关性均未达到显著,但与全氮含量之间的相关系数较高,说明水稳性指数高低也受全氮含量的影响;分散系数与速效钾含量之间呈显著正相关,与有机质、全氮、速效磷含量之间均未达显著;结构系数与速效钾含量之间呈显著负相关,与其他化学性质间未达到显著;团聚度与土壤化学性质的相关性均未达到显著,但从相关系数大小而言,表明速效钾含量对土壤抗蚀性有一定影响。总体而言,在 0—10 cm 土层,土壤有机质及氮、磷、钾等养分的含量对抗蚀性影响较为明显。

4 结 论

(1)不同植被条件下,退耕岷江柏林地土壤结构和稳定性较好,抗分散强度和保水保肥能力最强,土壤抗蚀性最好,岷江柏幼林和天然次生林地土壤抗蚀性次之,刺槐林地土壤抗蚀性最小。0—10 cm 土层抗蚀性强于 10—20 cm,但不同植被间差异较大,且在 0—10 cm 和 10—20 cm 土层间土壤抗蚀性指数也均达差异显著。

(2)不同植被条件下,土壤机械组成、微团聚体对土壤抗侵蚀能力的影响程度较大,对 0—10 cm 土层较 10—20 cm 土层影响强烈。

(3)0—10 cm 土层不同植被条件下土壤有机质含量与所有抗蚀指标间均达显著相关;全氮含量与抗蚀指数、水稳性指数、分散系数和结构系数间均呈显著相关;速效钾含量与水稳性指数、分散系数和结构系数间呈显著或极显著相关。10—20 cm 土层土壤有机质含量与抗蚀指数、水稳性指数间均呈显著相关;速效钾含量与水稳性指数、分散系数和结构系数间呈显著或极显著相关。速效磷与各指标在不同土层间均未达到显著相关。

参考文献:

- [1] 李新宇,唐海萍,赵云龙,等. 怀来盆地不同土地利用方式对土壤质量的影响分析[J]. 水土保持学报,2004,18(6):103-107.
- [2] 张振国,黄建成,焦菊英,等. 安塞黄土丘陵沟壑区退耕地植物群落土壤抗蚀性分析[J]. 水土保持研究,2008,15(1):28-31.
- [3] 王晗,侯勇兼. 清至民国洛川塬土地利用演变及其对土壤侵蚀的影响[J]. 地理研究,2010,29(1):163-172.
- [4] 郑粉莉,王占礼,杨勤科. 我国土壤侵蚀科学研究回顾和展望[J]. 自然杂志,2008,30(1):12-16.
- [5] 张振国,范变娥,白文娟,等. 黄土丘陵沟壑区退耕地植物群落土壤抗蚀性研究[J]. 中国水土保持科学,2007,5(1):7-13.
- [6] 于东升,史学正. 低丘红壤区旱地土壤渗透性与可蚀性定量关系的研究[J]. 土壤学报,2000,37(3):316-322.
- [7] 周利军,齐实,王云琦. 三峡库区典型临分林地土壤抗蚀抗冲性研究[J]. 水土保持研究,2006,13(1):186-188,216.
- [8] 龚伟,颜晓元,蔡祖聪,等. 长期施肥对华北小麦—玉米轮作土壤物理性质和抗蚀性影响研究[J]. 土壤学报,2009,46(3):520-525.
- [9] 薛蕙,李占斌,李鹏,等. 不同植被恢复模式对黄土丘陵区土壤抗蚀性的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(S1):69-72.
- [10] Cotler H, Ortega-Larrocea M P. Effects of land use on soil erosion in a tropical dry forest ecosystem, Chamla watershed, Mexico[J]. Catena, 2006, 65(2):107-117.
- [11] 卢喜平,史东梅,蒋光毅,等. 2 种果草模式根系提高土壤抗蚀性的研究[J]. 水土保持学报,2004,18(5):64-67,124.
- [12] 何毓蓉,廖超林,张保华. 长江上游人工林与天然林土壤结构质量及保水抗蚀性研究[J]. 水土保持学报,2005,19(5):1-4.
- [13] 张金池,陈三雄,刘道平,等. 浙江安吉主要植被类型土壤抗蚀性指标筛选及评价模型构建[J]. 亚热带水土保持,2006,18(2):1-5.
- [14] 水利电力部农村水土保持司. 水土保持试验规范[S]. 北京:水利电力出版社,1988.
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999:106-288.
- [16] 王忠林,李会科,贺秀贤. 渭北汉源花椒地埂林土壤抗蚀抗冲性研究[J]. 水土保持研究,2000,7(1):1-5.
- [17] 赵洋毅. 黔中植被和岩性对土壤抗蚀抗冲性的影响[D]. 贵阳:贵州大学,2008.