

文章编号: 1001-4675(2011)04-0616-06

黄土丘陵沟壑区植被类型对土壤质量的影响*

董莉丽^{1,3}, 郑粉莉^{1,2}

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室 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; 3. 咸阳师范学院 资源环境与城市科学系 陕西 咸阳 712000)

摘要: 土壤质量是支撑地球生物圈和进行可持续农业生产的最重要的环境因子之一。以黄土丘陵沟壑区的纸坊沟流域为研究区,选取不同植被类型和不同恢复年限的样地8块,测定土壤微生物性质(微生物生物量碳、微生物生物量氮、微生物生物量磷、微生物商)、土壤化学性质(土壤有机碳、全氮、碳氮比、碱解氮、硝态氮、铵态氮和速效磷)、土壤酶活性(转化酶活性、碱性磷酸酶活性、脲酶)、土壤物理性质(黏粒、物理性黏粒、团聚体分形维数、团聚体平均质量直径、团聚体几何平均直径)等19个土壤属性。基于因子分析和隶属度函数,计算土壤质量指数(SQI),研究陕北黄土丘陵沟壑区植被类型对土壤质量的影响。结果表明:土壤质量指数(SQI)变化介于0.09~0.73之间,其中,农地土壤质量指数最小,SQI为0.09,31年刺槐地SQI最高,其值为0.73。同一植被类型下,SQI随植被恢复年限的增加而增加;相同恢复年限下,刺槐林地的SQI大于油松林。表明植被重建和农地撂荒会提高土壤质量,而粗放的农业耕作会降低土壤质量。

关键词: 植被类型; 土壤质量; 环境因子; 隶属度函数; 黄土丘陵沟壑区

中图分类号: S158.3 文献标识码: A

Warkentin等⁽¹⁾在日本举办的精准农业土壤环境和肥料管理国际会议上引入土壤质量这一概念,以补充土壤科学在自然和农业生态系统领域中有关土壤功能的研究,并方便从环境健康的角度进行土地利用规划。之后,许多学者进行了大量有关土壤质量方面的研究,其中包括不同耕作系统⁽²⁾、土地利用和管理实践⁽³⁾以及矿区复垦⁽⁴⁾对土壤质量的影响。有学者⁽⁵⁻⁶⁾利用相对土壤质量指数研究不同时段土壤质量变化,采用这种方法,不管评价者采用什么评价系统,将评价指标划分多少等级,都可以根据相对土壤质量指数进行土壤质量的比较⁽⁷⁾。

历史上由于人类不合理的干扰活动,黄土丘陵沟壑区自然植被破坏严重,是我国乃至全球水土流失较严重的地区,水土流失、土地退化等成为困扰该区可持续发展和农民脱贫致富的主要问题。自20世纪50年代,我国政府投入了大量的人力和物力,在该区进行水土流失治理和植被恢复工作。一些农地退耕后转变为草地或人工林地,退耕还林还草直接改变了生态系统的类型,从而改变了生态系统的净初级生产力及相应的土壤有机碳的输入,进而改

变了土壤质量。本文旨在以黄土高原丘陵沟壑区典型小流域纸坊沟为案例,利用隶属度函数和因子分析计算不同土地利用和植被类型下相对土壤质量指数,以评价多年植被恢复和生态重建对土壤的改良效果,并为黄土丘陵区“退耕还林还草”和生态重建提供理论依据。

1 研究区概况

纸坊沟地处陕北黄土丘陵沟壑区,是延河支流杏子河下游的一级支流,汇水面积8.27 km²。按其地貌形成的地质及地史原因,代表了黄土丘陵沟壑区第II副区。气候区划上属暖温带半湿润气候向半干旱气候过渡区,植被类型属森林草原。流域内大部分土壤是在黄土母质上发育而成的黄土幼年土——黄绵土,占总土地面积的77.1%。年均降水量541.2 mm,分布不均,7~9月降水量占年降水量的75.1%,且多暴雨,是该流域水土流失的主要原因。自1973年由中国科学院水利部水土保持研究所纸坊沟流域建站,投入了大量的人力、物力,运

* 收稿日期: 2010-06-09; 修订日期: 2010-07-16

基金项目: 中国科学院西部行动计划(二期“水文过程响应及其模拟”(KZCX2-XB2-05-03); 西北农林科技大学创新团队建设计划项目(01140202)

作者简介: 董莉丽(1979-),女,陕西扶风人,博士,研究方向为环境修复与生态效应评价。E-mail: donglili@stu.snnu.edu.cn

通讯作者: 郑粉莉。E-mail: flzh@ms.iwc.av.cn

表 1 样地描述

Tab. 1 Information of the sample plots

植 被	造林时间或 撂荒时间	面积 /hm ²	坡向 /(°)	坡度 /(°)	海拔 /m	经度/纬度	优势种及平均 总盖度/%	主要伴生种
刺槐	1977	22 500	东偏北 35	27	1 294	109°15'43"E / 36°44'26"N	铁杆蒿和芨芨蒿 58	长芒草、达乌里胡枝子
刺槐	1988	25 000	北偏东 5	32	1 290	109°15'41"E / 36°44'29"N	长芒草和铁杆蒿 38	狗娃花、白羊草
刺槐	1990	10 000	西偏南 10	15	1 249	109°15'36"E / 36°44'26"N	猪毛蒿和狗娃花 12	地锦草、冬青叶兔唇花、苦苣菜
柠条、刺槐	1974	20 000	西偏南 10	18	1 307	109°15'38"E / 36°44'30"N	铁杆蒿 50	长芒草、菊叶委陵菜
柠条	1974	6 000	西偏南 20	24	1 293	109°15'42"E / 36°44'25"N	长芒草 50	达乌里胡枝子
油松	1978	4 800	北偏东 20	32	1 160	109°16'03"E / 36°45'58"N	铁杆蒿 40	长芒草、达乌里胡枝子
荒地	2005	100	西偏北 5	15	1 265	109°15'37"E / 36°44'25"N	铁杆蒿 10	刺儿菜
农地		100	北偏东 10	14	1 192	109°15'18"E / 36°44'25"N		

植物拉丁名分别为: 油松(*Pinus tabulaeformis*)、柠条(*Caragana korshinskii*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、达乌里胡枝子(*Lespedeza dahurica*)、芨芨蒿(*Artemisia giraldii*)、狗娃花(*Heteropappus hispidus*)、苦苣菜(*Lactuca indica*)、铁杆蒿(*Artemisia gmelinii*)、猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)、菊叶委陵菜(*Potentilla tanacetifolia*)、刺儿菜(*Cephalanoplos segetum*)、长芒草(*Stipa bungeana*)、白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)、地锦草(*Euphorbia humifusa*)、冬青叶兔唇花(*Lagochilus ilicifolius*)

用农业科技手段, 经过近 30 多年的治理, 极大地改善了环境。现已成为黄土高原地区生态建设的样板流域, 是国家级退耕还林还草示范区。

2 样品采集和分析

根据该区的土地利用和植被类型, 选择的样地分别为刺槐地、柠条-刺槐混交地、柠条地、油松地、荒地和农地。2008 年 8 月用直径为 5 cm 的土钻, 分别采集 0~5、5~10、10~20 cm 和 20~40 cm 土壤样品, 计算不同样地表层(0~5 cm) 土壤的相对质量指数, 用以研究植被恢复对土壤质量的影响, 计算同一样地不同土层(0~5、5~10、10~20 cm 和 20~40 cm) 相对土壤质量指数, 用以研究土壤质量在土壤剖面不同层次之间的差异。

3 评价方法

3.1 土壤质量评价指标隶属度的计算

由于土壤属性之间没有统一的量纲, 其具体数值相差很大, 因此, 在进行土壤质量评价时, 除利用隶属度函数进行各项数据的归一化处理、土壤水稳定性团聚体分形维数利用降型分布函数外, 其他各土壤属性均使用升型分布函数。

升型分布函数计算公式:

$$Q(x_i) = (x_{ij} - x_{i\min}) / (x_{i\max} - x_{i\min}) \quad (1)$$

降型分布函数计算公式:

$$Q(x_i) = (x_{i\max} - x_i) / (x_{i\max} - x_{i\min}) \quad (2)$$

式中: $Q(x_i)$ 表示各土壤属性的隶属度值; x_{ij} 表示各属性值; $x_{i\min}$ 和 $x_{i\max}$ 分别表示第 i 项属性中的最小值和最大值。

3.2 因子分析

由于土壤质量的各个属性状况与重要性不同, 通常用权重系数表示各属性的重要性程度。利用 SPSS 软件计算质量因子主成分负荷量。方差贡献率和累积方差贡献率通过确定各属性在土壤质量中的作用大小, 确定它们的权重。

$$W_i = C_i / \sum C_i \quad (3)$$

式中: W_i 表示各土壤质量属性的权重向量; C_i 是第 i 个土壤质量属性的因子负荷量。

根据加乘法则, 对各个土壤质量的指标值采用乘法进行合成, 土壤质量综合指标 (SQI) 的计算公式如下:

$$SQI = \sum_j^m k_j \left[\sum_{i=1}^n W_i \cdot Q(x_i) \right] \quad (4)$$

式中: n 为评价指标的个数; m 为所选主成分个数; k_j 为第 j 个主成分的方差贡献率。

4 结果与分析

4.1 因子分析

本研究对纸坊沟样地 19 项土壤物理化学和生物学指标进行因子分析, 利用主成分方法提取公因

表2 土壤属性主成分的特征根、方差贡献率、负荷量和权重
Tab.2 Eigenvalues, variance contributions, loading capacities and weights of soil properties

变量	第一因子		第二因子		第三因子		第四因子	
	负荷量	权重	负荷量	权重	负荷量	权重	负荷量	权重
X1	0.289	0.070	-0.083	0.028	-0.120	0.030	0.104	0.033
X2	0.242	0.058	-0.217	0.062	0.107	0.040	0.297	0.082
X3	0.244	0.059	-0.092	0.028	-0.003	0.005	0.302	0.085
X4	0.291	0.071	-0.041	0.013	0.110	0.036	-0.211	0.053
X5	0.131	0.032	-0.143	0.050	-0.437	0.123	0.460	0.129
X6	0.292	0.071	-0.044	0.013	0.131	0.042	-0.168	0.041
X7	0.208	0.052	0.124	0.031	0.058	0.020	-0.422	0.105
X8	0.288	0.070	-0.064	0.019	0.096	0.032	-0.189	0.046
X9	0.270	0.065	-0.179	0.056	-0.068	0.013	0.027	0.011
X10	0.043	0.012	0.398	0.113	-0.258	0.091	-0.308	0.087
X11	0.224	0.063	-0.274	0.045	0.123	0.005	-0.071	0.072
X12	0.291	0.071	-0.014	0.007	0.033	0.015	-0.103	0.020
X13	0.297	0.073	0.029	0.004	-0.039	0.008	-0.079	0.015
X14	0.276	0.067	-0.046	0.012	0.132	0.043	0.013	0.011
X15	0.050	0.012	0.371	0.116	0.457	0.129	0.282	0.069
X16	0.074	0.018	0.370	0.115	0.450	0.127	0.243	0.059
X17	-0.190	0.047	-0.345	0.100	0.059	0.025	-0.225	0.060
X18	0.189	0.047	0.317	0.087	-0.342	0.111	0.004	0.002
X19	0.176	0.044	0.362	0.100	-0.320	0.104	0.074	0.020
特征值		10.88	3.04		1.90		1.15	
方差贡献率/%		57.27	15.99		10.02		6.06	
累积方差贡献率/%		57.27	73.26		83.28		89.34	

X1: 微生物生物量碳; X2: 微生物生物量氮; X3: 微生物生物量磷; X4: 土壤有机碳; X5: 微生物商; X6: 全氮; X7: 碳氮比; X8: 碱解氮; X9: 硝态氮; X10: 铵态氮; X11: 速效磷; X12: 转化酶活性; X13: 碱性磷酸酶活性; X14: 脲酶; X15: 黏粒; X16: 物理性黏粒; X17: 团聚体分形维数; X18: 团聚体平均质量直径; X19: 团聚体几何平均直径。下同。

子(表2)。由表2可知4个主成分的特征值均大于1,累积方差贡献率为89.34%,能够解释较多的总变异性。

4.2 表层土壤隶属度和相对土壤质量指数

利用公式(1)和(2)计算不同植被类型下表层土壤性质的隶属度(表3),土壤各属性值的权重见表2,其中,因子负荷量为因子载荷量除以对应的特征根的开方。最后利用公式(4)计算土壤质量指数(SQI)。由表3可知,表层SQI在31年刺槐地最高,为0.73,农地最低,为0.09。31年、20年、18年刺槐地、34年柠条-刺槐地、34年柠条地、30年油松地和3年荒地SQI分别是农地的7.99、5.69、3.18、7.04、5.03、6.01倍和1.14倍。前3个样地均为刺槐林地,SQI随恢复年限的延长而增加,其中20年和18年刺槐林地恢复年限仅相差2年,但两者之间的SQI相差22.80%。荒地退耕仅3年,样地坡向为西偏北5°,光照时间较长,植被稀疏,补充土壤的

有机物质少,养分含量较低,表层SQI仅高于农地。34年柠条-刺槐地的SQI比34年柠条地高出26.86%,表明灌木和乔木混交对土壤的恢复作用大于纯灌木林。31年刺槐地与30年油松地退耕时间仅差1年,但前者SQI高于后者的32.89%,可见阔叶林对土壤的恢复作用要大于针叶林。

从以上分析可以看出,不同植被类型对土壤恢复作用的顺序为:阔叶乔木林>阔叶乔木灌木混交林>针叶乔木林>灌木林>荒地>农地。Fu等⁽⁸⁾研究也认为,林地土壤养分最高,草地次之,农地最低。3年荒地和18年刺槐地植被总盖度比较小,仅为10%和12%,因此在减少水土流失的作用也较小,加之地上植被总盖度小,归还到土壤中的枯枝落叶少,所以SQI相对较小。相对3年荒地而言,18年刺槐地由于植被覆盖度较大,且由于乔木层在减小雨滴动能方面的作用较大,因此,有效降低了土壤侵蚀量,使SQI较荒地的大。农地土壤SQI较小,这

表3 表层(0~5 cm)土壤各属性隶属度值及土壤质量指数
 Tab.3 Membership grades and quality indexes of topsoil (0-5 cm) properties

	31 年刺槐地	20 年刺槐地	18 年刺槐地	34 年柠条-刺槐地	34 年柠条地	30 年油松地	3 年荒地	农地
X1	780.73	555.77	406.61	639.13	464.61	468.64	140.95	145.99
	1.00	0.65	0.42	0.78	0.51	0.51	0.00	0.01
X2	38.74	29.07	14.80	25.28	11.12	2.89	3.13	4.23
	1.00	0.73	0.33	0.62	0.23	0.00	0.01	0.04
X3	13.89	10.72	9.88	7.57	4.28	4.05	1.05	0.95
	1.00	0.76	0.69	0.51	0.26	0.24	0.01	0.00
X4	1.08	0.93	0.54	1.40	1.02	0.77	0.27	0.50
	0.72	0.58	0.24	1.00	0.66	0.44	0.00	0.20
X5	7.21	5.99	5.94	4.57	4.56	6.10	5.26	2.90
	1.00	0.72	0.71	0.39	0.39	0.74	0.55	0.00
X6	0.10	0.09	0.05	0.13	0.10	0.06	0.03	0.06
	0.73	0.57	0.23	1.00	0.71	0.30	0.00	0.31
X7	10.54	10.64	10.13	11.00	10.13	11.26	8.46	7.91
	0.78	0.81	0.66	0.92	0.66	1.00	0.16	0.00
X8	68.89	53.27	31.14	91.39	63.36	44.76	16.92	35.15
	0.70	0.49	0.19	1.00	0.62	0.37	0.00	0.24
X9	21.98	24.11	23.65	26.41	17.68	16.25	11.11	10.79
	0.72	0.85	0.82	1.00	0.44	0.35	0.02	0.00
X10	3.64	3.57	3.06	3.09	3.86	6.20	4.68	3.62
	0.19	0.16	0.00	0.01	0.25	1.00	0.52	0.18
X11	3.64	3.78	1.70	6.21	3.40	2.92	2.14	2.65
	0.43	0.46	0.00	1.00	0.38	0.27	0.10	0.21
X12	26.83	22.60	16.33	30.53	19.47	21.25	7.40	11.03
	0.84	0.66	0.39	1.00	0.52	0.60	0.00	0.16
X13	2 508.73	2 304.83	1 873.23	2 499.83	2 157.00	2 256.10	921.27	1 003.07
	1.00	0.87	0.60	0.99	0.78	0.84	0.00	0.05
X14	3 558.80	2 718.80	2 027.00	3 643.40	3 958.80	1 971.00	1 022.00	2 609.20
	0.86	0.58	0.34	0.89	1.00	0.32	0.00	0.54
X15	7.48	7.43	6.43	7.52	7.47	7.48	6.25	nd
	0.97	0.93	0.14	1.00	0.96	0.97	0.00	nd
X16	22.49	22.59	18.39	21.01	22.70	21.93	17.55	nd
	0.96	0.98	0.16	0.67	1.00	0.85	0.00	nd
X17	2.71	2.80	2.84	2.77	2.82	2.72	2.82	nd
	1.00	0.34	0.02	0.50	0.13	0.95	0.16	nd
X18	1.42	0.50	0.77	0.75	0.84	1.66	1.10	nd
	0.79	0.00	0.24	0.21	0.29	1.00	0.51	nd
X19	0.36	0.12	0.13	0.16	0.15	0.46	0.19	nd
	0.70	0.00	0.02	0.11	0.09	1.00	0.20	nd
SQI	0.73	0.52	0.29	0.64	0.46	0.55	0.10	0.09

注: nd 表示没有数据,下同。

主要由于农地属于掠夺式开发利用,枯落物补充不足,作物根系分布较浅且数量不多,耕种减少了地表枯枝落叶量,进而增加土壤侵蚀⁽⁹⁾,而土壤侵蚀是影响土壤化学、物理和生物性质退化的主要过程。

Fu 等⁽⁸⁾研究认为,农地转变为林地和草地后,可减少流域土壤侵蚀的 24%。

另外,扰动会改变土壤温度、水分和通气性,进而增加土壤有机质的分解速率,降低土壤质量⁽¹⁰⁾。

Gros 等⁽¹¹⁾认为,扰动影响土壤粒径分布和碳含量等土壤属性,并影响土壤孔隙和团聚体稳定性。Wang 等⁽¹²⁾研究安塞大南沟流域不同土地利用对土壤养分影响时认为,林地、灌木地、草地土壤有机质、全氮和速效氮最高,而休闲地对应的土壤养分含量最低。

4.3 土壤质量指数在土壤剖面上的变化

由表 4 可以看出,除农地外,其他各样地土壤 *SQI* 在各层之间的顺序为:0~5 cm > 5~10 cm > 10~20 cm > 20~40 cm。这与 Zhang 等⁽¹³⁾的研究结果:土壤转化酶、酸性磷酸酶、过氧化氢酶、过氧化物

酶活性和土壤有机质、全氮、水解氮、速效磷在 0~20 cm 处高于 20~40 cm 处相一致。*SQI* 在土壤剖面不同土层之间的分布模式表明,土壤有机质的分解速率及养分循环依赖于土层深度,这主要是由于枯枝落叶或植物残体在地表聚集的原因,且植物根系对下层土壤中养分吸收利用后,又以有机物的形式累积在土壤表面,由于当地气候干旱,养分不易向下淋溶,且林地和荒地没有人为翻动过程。而农地由于翻耕、播种、施肥等因素,层次之间的 *SQI* 差异小。

表 4 土壤剖面 0~5 cm 5~10 cm 10~20 cm 和 20~40 cm 土壤质量指数
Tab. 4 Soil quality indexes of soil profiles at depths of 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm

层位/mm	31 年刺槐地	20 年刺槐地	18 年刺槐地	34 年柠条-刺槐地	34 年柠条地	30 年油松地	荒地	农地
0~5	0.82	0.76	0.72	0.80	0.62	0.75	0.67	0.40
5~10	0.44	0.45	0.31	0.49	0.56	0.33	0.44	0.54
10~20	0.23	0.26	0.16	0.20	0.37	0.31	0.39	0.20
20~40	0.01	0.08	0.12	0.05	0.11	0.15	0.15	nd

5 结论

表层(0~5 cm)土壤质量指数在 31 年刺槐地最高,为 0.73,农地最低,为 0.09。31 年、20 年、18 年刺槐地,34 年柠条-刺槐地,34 年柠条地,30 年油松地和 3 年荒地 *SQI* 分别是农地的 7.99, 5.69, 3.18, 7.04, 5.03, 6.01 倍和 1.14 倍。同一植被类型下,*SQI* 随退耕年限的延长而增大,不同土地利用和植被类型对土壤的改良效果为:阔叶乔木林 > 阔叶乔木灌木混交林 > 针叶乔木林 > 灌木林 > 荒地 > 农地,农地经过植树造林、种草和撂荒能提高土壤质量。并且除农地外,各样地在表层土壤 *SQI* 最大,表明表层土壤质量恢复显著。

参考文献(References):

- (1) Warkentin B P, Fletcher H F. Soil quality for intensive agriculture. Intensive Agriculture Society of Science, Soil and Manure (C) // Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertilizer Management. Tokyo: National Institute of Agricultural Science, 1977: 594-598.
- (2) Hussain I, Olson K R, Wander M M et al. Adaptation of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois (J). Soil & Tillage Research, 1999, 50: 237-249.
- (3) Wang X J, Gong Z T. Assessment and analysis of soil quality changes after eleven years of reclamation in subtropical China (J). Geoderma, 1998, 81: 339-355.
- (4) 陕永杰, 张美萍, 白中科, 等. 平朔安太堡大型露天矿区土壤质量演变过程分析 (J). 干旱区研究, 2005, 22(4): 565-568. (Shan Yongjie, Zhang Meiping, Bai Zhongke et al. Investigation on the evolution of soil quality in the Antaibao large-scaled opencast area (J). Arid Zone Research, 2005, 22(4): 565-568.)
- (5) 王效举, 龚子同. 红壤丘陵小区域水平上不同时段土壤质量变化的评价和分析 (J). 地理科学, 1997, 17(2): 141-149. (Wang Xiaojia, Gong Zitong. Evaluation and analysis of soil quality changes in different time periods at small regional level in red soil hilly regions (J). Scientia Geographica Sinica, 1997, 17(2): 141-149.)
- (6) 卢铁光, 杨广林, 王立坤. 基于相对土壤质量指数法的土壤质量变化评价与分析 (J). 东北农业大学学报, 2003, 59(1): 56-59. (Lu Tieguang, Yang Guanglin, Wang Likun. Evaluation and analysis on soil quality changes based on relative soil quality index method (J). Journal of Northeast Agricultural University, 2003, 59(1): 56-59.)
- (7) 王博文, 陈立新. 土壤质量评价方法述评 (J). 中国水土保持科学, 2006, 4(2): 120-126. (Wang Bowen, Chen Lixin. Review on methods of soil quality evaluation (J). Science of Soil and Water Conservation, 2006, 4(2): 120-126.)
- (8) Fu B J, Chen L d, Ma K M et al. The relationships between land use and soil conditions in the hilly area of the loess plateau in northern Shaanxi, China (J). Catena, 2000, 39: 69-78.
- (9) Hussain I, Olson K R, Wander M M et al. Adaptation of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois (J). Soil & Tillage Research, 1999, 50: 237-249.
- (10) Caravaca F, Lax A, Albaladejo J. Aggregate stability and carbon characteristics of particle-size fractions in cultivated and forested soils of semiarid Spain (J). Soil & Tillage Research, 2004, 78: 83

- 90.
- (11) Gros R ,Monrozier L J ,Bartoli F ,et al. Relationships between soil physico-chemical properties and microbial activity along a restoration chronosequence of alpine grasslands following ski run construction (J). *Applied Soil Ecology* 2004 27:7 -22.
- (12) Wang J ,Fu B J ,Qiu Y ,et al. Soil nutrients in relation to land use and landscape position in the semi-arid small catchment on the loess plateau in China (J). *Journal of Arid Environments* 2001 48: 537 -550.
- (13) Zhang Y M ,Zhou G Y ,Wu N ,et al. Soil enzyme activity changes in different aged spruce forest of the east Qinghai Tibetan plateau (J). *Pedosphere* 2004 14:305 -312.

Effects of Vegetation Types on Soil Quality in the Loess Hilly-gully Region

DONG Li-li^{1,3} , ZHENG Fen-li^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau ,Institute of Soil and Water Conservation , Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resources ,Yangling ,Shaanxi 712100 ,China;

2. College of Resources and Environment North West A&F University ,Yangling ,Shaanxi 712100 ,China;

3. Department of Resources ,Environment and Urban Science ,Xianyang Normal University ,Xianyang 712000)

Abstract: Soil quality is one of the most important environmental factors in sustaining the earth biosphere and developing sustainable agricultural product. Zhifanggou catchment of Ansai county of Shaanxi province was selected as the study area. Field investigations had been carried out and 8 sample plots with different vegetation types and ages were chosen. The effects of vegetation types on soil properties were analyzed through measuring soil particle size distributions , soil water stable aggregates , soil organic matter , total nitrogen , alkali-hydrolyzable nitrogen , ammonium nitrogen , nitrate nitrogen , available phosphorus , soil enzyme activities (invertase , alkaline phosphatase , and urease catalase) , microbial biomass (carbon , nitrogen and phosphorus) . The effects of vegetation types on soil quality were studied by calculating soil quality index (*SQI*) using factor analysis and membership function. Results indicate that *SQI* were 0.09 - 0.73 , *SQI* in the crop land was the lowest , which was 0.09; *SQI* in the *Robinia pseudoacacia* forestland with 31-years age was the highest , which was 0.73. Under the same vegetation type , *SQI* increased with an increase of restoration year. Meanwhile , under the same restoration year , *SQI* in the *Robinia pseudoacacia* forestland was greater than that in the *Pinus tabulaeformis* forestland. These results showed that vegetation restoration and abandoned land can improve soil quality and extensive agricultural farming can decrease soil quality.

Key words: vegetation type; soil quality; factor analysis; membership function; loess hilly-gully regions