

陕北农牧交错带不同人工植被下的土壤质量研究

赫晓慧¹, 常庆瑞², 李 锐¹, 温仲明¹, 杨勤科¹

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所; 2. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 以陕北农牧交错带为研究对象, 通过对不同人工植被下的土壤机械组成、土壤养分、土壤微生物、土壤酶活性的变化进行分析, 得到不同植被对土壤质量的影响结果。结果表明: 随着人工植被的建立与生长, 土壤质量总体趋于好转, 但不同样地随着植被盖度和植被种类的不同, 土壤质量差异很大; 多年生乔木林改良土壤质量的潜力最高, 耕作粗放的农地土壤质量有所下降。

关键词: 农牧交错带; 土地荒漠化; 人工植被; 土壤质量

中图分类号: S 714 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005) 01-0010-03

Study on the Soil Quality in Agriculture and Animal Interlace Zone Under the Different Artificial Vegetations

HE Xiao-hui¹, CHANG Qing-rui², LI Rui², WEN Zhong-ming¹, YANG Qin-ke¹

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Resources and Environmental Sciences, Northwestern Sci-tech
University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the study of soil mechanical composition, soil fertility, soil microorganism and soil enzyme activities' changes in the agriculture and animal interlace zone of Northern Shaanxi. The result shows that: the soil quality grows with the planting and growing of artificial vegetations, but they have great differences as every plot has the different vegetations in coverage and types. Many years living woodland has the best ability to improve the soil quality while the cultivated land in bad technology has a lower soil quality.

Key words: the agriculture and animal interlace zone; land desertification; artificial vegetations; soil quality

陕北农牧交错带位于陕西省北部毛乌素沙地与黄土高原的过渡地区, 土地荒漠化严重, 长期以来在此地进行了不懈的植被种植工作, 因此, 在陕北农牧交错带荒漠化地区建立人工植被过程中的土壤物理、化学和生物特性研究的基础上, 运用综合评价方法, 对不同植被类型和生长状况的土壤肥力进行多因子综合比较, 分析在干旱半干旱区荒漠化土地上植被建立与土壤质量的关系, 可以为今后开展干旱半干旱区风沙土生态系统恢复的机理研究打下基础, 同时, 也为今后研究荒漠化土地生态系统的重建提供理论依据。

1 区域环境与材料方法

1.1 环境条件

研究区包括榆林市的定边、靖边、横山、榆阳、神木和府谷等区县, 是典型的农牧交错带。海拔高度 900~1 907 m, 北

部地形平缓、开阔, 沙丘绵延不断, 滩地、海子散布其间, 地下水位较高, 河流稀少; 西南部是黄土覆盖的中、低山区, 地势起伏切割较弱; 东北部为以梁为主的黄土丘陵, 零星分布着流沙和裸露的基岩, 水土流失强烈。该地区属于温带大陆性半干旱、干旱气候, 年均气温 7~9℃, 降水量 250~450 mm, 蒸发量 1 152~1 290 mm, 夏热秋凉, 冬季寒冷干燥, 春季多大风扬尘天气。研究区典型植被是温带荒漠化草原, 主要生长着长芒草、白羊草、百里香、冷蒿、针茅、兴安胡枝子和沙棘、柠条等植物; 沙地和滩地则分布有沙竹、牛心朴、沙蒿、油蒿、苦豆子、碱蓬、盐爪爪、沙生针茅、苔草和芨芨草等植物。近年来, 随着陕北能源重化工基地的建设和开发, 人为活动对环境的影响愈来愈强烈, 荒漠化趋势有所发展。

1.2 材料与方法

供试材料分别采自陕西省榆林市北部农牧交错带的 5

¹ 收稿日期: 2004-10-08

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向(KZCX3-SW-421); 国家自然科学基金项目(40301029) 资助

作者简介: 赫晓慧(1978-), 女, 河南商丘人, 博士, 主要从事水土保持方面的研究。

个典型土壤剖面,按照乔、灌、草、农地四种类型采集,其中乔、灌、草与农地均是在荒漠化土地上建立的人工植被,农地是在乔木林基础上开垦而成,基本代表了农牧交错带土地荒漠化植被恢复的不同阶段和类型,各剖面均按发生层次进行划分,实地记载剖面形态特征和成土环境条件,同时分层采集分析样本,用于土壤理化分析。

2 结果与分析

2.1 土壤机械组成变化

从表 2 可以看出,由于受荒漠化母质的影响,各样地的土壤质地中细沙含量(0.25~0.05 mm)仍占重要地位。SN-1 是植被生长最差的样地,覆盖率在 5% 以下,粗沙(>

0.25 mm)含量达 779 g/kg,而且表层和表下层差异不大,仍属典型的风沙土,但由于植被的存在表层沙粒已趋于半流动状态。SN-4 的表层中,0.25~0.02 mm 的细砂粒和粉粒含量占主导地位,为 653 g/kg,通体质地为砂壤土,而该样本是多年栽种的油松林且覆盖度达到了 90% 以上,表明土壤质地的改变与植被生长状况直接相关。SN-5 作为农地,表层 0.05~0.005 mm 的粉粒含量与 SN-4 相近,而粗砂与细砂粒含量稍高,这可能是由于长期耕作与休闲的进行使单位面积生物量减少,表层细粒得不到良好保护而受风蚀移出系统之外,致使砂粒增多。SN-2、SN-3 也都有了不同的改善,这两个剖面中出现的不同质地层相间的情况,可能是由于风沙的吹积作用形成。

表 1 野外土壤调查记载表

剖面号	地点	经度(N) 38 °	纬度(E) 109 °	海拔/m	沙丘类型	沙丘高度/m	盖度/%	优势植物
SN-1	孟家湾西	35 00	38 47	1196	半流动	15~20	< 5	蒿类,沙柳
SN-2	大海则湾大队	29 54	39 27	1141	半固定	15~20	60~70	沙蒿、柠条
SN-3	古城滩林场	20 58	46 50	1127	固定	5~10	80~90	柠条、蒿类
SN-4	古城滩林场	21 01	46 54	1115	固定	0~5	> 90	油松林
SN-5	古城滩林场	20 58	46 55	1126	固定	0~5	休闲	农地

表 2 供试土壤的机械组成

剖面号	深度/cm	> 0.25 mm /(g·kg ⁻¹)	0.25~0.05 mm /(g·kg ⁻¹)	0.05~0.02 mm /(g·kg ⁻¹)	0.02~0.005 mm /(g·kg ⁻¹)	0.005~0.002 mm /(g·kg ⁻¹)	< 0.002 mm /(g·kg ⁻¹)	质地 (美国制)
SN-1	0~20	779.28	108.36	37.60	11.20	17.86	45.70	砂土
	20~40	680.46	212.31	41.95	19.59	18.79	26.90	砂土
	> 40	675.69	206.28	36.80	19.63	25.30	36.30	砂土
SN-2	0~1	419.08	263.21	141.33	42.00	15.50	56.90	砂壤土
	1~5	411.45	380.95	127.20	11.27	27.90	11.01	砂土
	5~20	444.65	332.42	121.00	8.86	47.10	25.70	砂壤土
	> 20	485.37	400.51	38.93	3.47	32.90	16.10	砂土
SN-3	0~1	222.16	456.14	187.30	50.50	19.00	64.90	砂壤土
	1~20	112.01	760.13	44.53	10.73	25.30	47.30	砂土
	> 20	266.36	583.24	35.20	23.60	26.33	65.27	砂土
SN-4	0~1	136.55	382.78	265.73	85.07	35.77	94.10	砂壤土
	1~20	167.24	578.09	103.47	32.80	60.50	57.90	砂壤土
	20~40	131.94	540.46	148.80	60.40	47.63	70.77	砂壤土
	> 40	133.54	516.06	160.00	87.20	60.83	42.37	砂壤土
SN-5	0~20	217.50	455.44	147.6	72.80	34.83	71.83	砂壤土
	20~40	136.65	448.55	191.47	72.93	44.83	105.57	砂壤土
	> 40	137.84	467.10	171.33	74.80	59.03	89.9	砂壤土

总之,人工植被的建立对土壤质地有显著影响,各样地土壤中粗砂含量降低,而粉粒和黏粒含量增加。同时,各植被较好的样地表层都已形成结皮层,质地均为砂壤土,表明植被的枯枝落叶可以直接改变土壤表层特性。

2.2 土壤养分变化

随着人工植被的建立与生长,土壤肥力状况差异明显。由表 3 可见,整体趋势是随着不同人工植被植物量增加,土壤肥力有明显提高,表层有机质变化幅度为 0.51~25.36 g/kg,相差达 50 倍之多,全氮、速效氮、速效磷、速效钾含量也有显著增加,全磷则是剖面整体有所增加,具体表现为乔>灌>农地>草地,原因是植被的枯枝落叶提供了丰富的有机物来源,使有机质逐渐发生了积累。农地有机质含量不高的

原因应在于重用轻养,肥料施入不足以弥补作物生长消耗量所致。

荒漠植被的选择性吸收还促使了碳酸钙在土壤中的聚集,乔、灌、农地三种供试土壤的碳酸钙在剖面的分布都表现为上低下高,其中 SN-3、4、5 在中下部出现了碳酸钙的富集,有的形成了钙积层。表层阳离子交换量随砂粒含量的降低而提高,由 SN-1 的 1.46 cmol/kg 升至 SN-4 的 7.66 cmol/kg。营养元素含量的提高与阳离子交换量的增加,使土壤吸水保肥力提高,土壤肥力状况改善。

2.3 土壤微生物变化

土壤微生物是土壤中最活跃的部分,直接推动了土壤物质循环,因此土壤中微生物数量可以作为评价土壤质量的指

标之一。从表 4 可以看出, 在覆盖度低的草地样本中, 由于有机质含量低、水分不足而且碱性较强, 限制了微生物的生长, 而植被生长较好的样本中随着有机质的增加与水分状况的改善以及 pH 值的降低, 微生物数量显著增多; 由于微生物

本身就是一个随环境变化而变异很大的值, 因此随着植被类型和生长状况的不同, 微生物数量差异很大, 总体表现为农地> 林地> 灌木地> 草地。在微生物三大类群中细菌数量占绝对优势, 放线菌与真菌次之。

表 3 供试土壤养分状况

剖面号	深度/cm	有机质/ (g·kg ⁻¹)	有机碳/ (g·kg ⁻¹)	全 N/ (g·kg ⁻¹)	速效氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	速效磷/ (g·kg ⁻¹)	K ₂ O/ (g·kg ⁻¹)	速效钾/ (g·kg ⁻¹)	pH	碳酸钙/ (g·kg ⁻¹)	CEC/ (cmol·kg ⁻¹)
SN- 1	0~20	0.51	0.30	0.00	7.46	0.169	3.66	18.80	26.78	7.85	0.16	1.46
	>20	0.49	0.29	0.00	7.45	0.068	3.06	19.56	20.81	8.00	0.06	1.43
SN- 2	0~1	21.30	12.35	1.64	53.97	0.178	1.95	18.62	177.72	7.41	12.57	4.17
	1~5	5.42	3.14	0.45	13.98	0.114	11.78	23.36	101.30	7.98	10.80	4.28
	5~20	2.28	1.32	0.19	6.53	0.126	5.71	20.15	72.13	7.99	5.18	2.09
	>20	1.50	0.87	0.09	8.92	0.160	1.93	19.17	37.91	8.24	4.38	2.06
SN- 3	0~1	18.94	10.99	1.40	40.34	0.326	8.28	27.19	160.57	7.54	21.78	6.37
	1~20	2.86	1.66	0.26	10.96	0.354	1.81	25.64	59.41	8.27	17.64	4.47
	>20	1.94	1.12	0.19	6.29	0.169	1.41	19.04	29.23	8.35	33.73	4.77
SN- 4	0~2	25.36	14.71	1.96	73.52	0.068	7.97	18.46	179.35	7.87	55.17	7.66
	2~20	3.89	2.25	0.25	20.44	0.631	3.02	24.28	50.90	8.24	126.30	6.06
	20~40	2.47	1.43	0.23	11.19	0.090	2.43	17.82	39.96	8.26	88.71	6.24
	>40	2.01	1.16	0.21	12.05	0.284	2.00	19.19	46.39	8.42	93.88	7.86
SN- 5	0~20	5.69	9.81	0.85	32.97	0.203	29.47	19.12	146.05	7.97	103.12	7.18
	20~40	2.22	3.82	0.36	23.57	0.190	3.79	18.07	117.23	8.19	112.78	7.20
	>40	1.43	2.46	0.33	14.65	0.382	2.00	16.78	58.63	8.38	143.71	7.06

2.4 土壤酶活性变化

土壤酶是一种生物催化剂, 它们参与了许多重要的生物化学过程和物质循环, 因此土壤酶活性可以反映土壤中生物代谢的强弱和物质转化过程的速度, 是土壤生态质量的良好标记。

流沙中生物过程微弱, 土壤酶数量及其活性都非常低, 随着植被的生长与沙丘的固定, 土壤酶活性显著增强, 不同植被类型下的数量有差异, 从表 4 看出, 各供试土壤的脲酶活性排序约为农地> 灌木地> 林地> 草地, 过氧化氢酶、碱性磷酸酶、蔗糖酶活性排序约为林地> 灌木地> 农地> 草地, 这与土壤养分、微生物数量的测定结果是一致的。而农地的酶活性与林地相比并不算高, 这是由于采样点正处于休闲期, 地表无作物生长且表层含水量低, 在此情况下酶活性也受到一定抑制。

3 结 论

(1) 各样地土壤质量的指标值表明, 随着植被的逐步恢复, 土壤质量总体呈上升趋势。在流沙上建立植被后, 植被生长促进了土壤中的生物循环和生物富集作用, 使土壤中的局部小环境大大改善。受人工植被和各种人为措施的影响, 土壤理化性质得到改善, 生物活性提高, 土壤质量显著提高。但由于母质的影响, 土壤质量提高较慢, 而且一旦开垦为农田, 参考文献:

质量又会有所下降, 因此, 在陕北农牧交错带这个生态脆弱区, 应严加保护现有植被, 不宜毁林从耕。

表 4 供试土壤酶活性与微生物测定表

编号	脲酶	过氧化 氢酶	碱性磷 酸酶	蔗糖酶	细菌(B)/ (10 ⁶ 个·g ⁻¹)	放线菌(G)/ (10 ⁶ 个·g ⁻¹)	真菌(P)/ (10 ⁴ 个·g ⁻¹)
SN- 1	0.10	0.08	0.36	0.29	0.53	0.03	0.30
SN- 2	1.54	0.59	6.01	2.60	32.67	1.47	0.99
SN- 3	1.87	0.56	3.84	2.30	47.33	2.07	1.07
SN- 4	1.50	0.68	3.46	3.37	39.33	3.30	2.20
SN- 5	2.55	0.42	1.43	3.04	54.67	2.93	4.73

注: 脲酶、过氧化氢酶、碱性磷酸酶和蔗糖酶活性的单位分别为 mg NH₃-N·100 g⁻¹·3 h、ml 0.1 N KMnO₄·100 g⁻¹·20 min、mg 酚·g⁻¹·3 h、mg 葡萄糖·g⁻¹·3 h。该表取值来自各土壤样本表层数值。

(2) 不同样地随着植被盖度的增加以及植被种类的不同, 土壤质量差异很大。可以看出, 从覆盖度很低的草地到生长良好的灌木样地到多年生长的乔木样地, 土壤质量明显升高; 植被盖度对土壤质量影响也很大, 同类植被下覆盖度高的土壤样地质量也较高, 变化最大的是多年生长的乔木地和覆盖度高的灌木地。同时, 多年生乔木林的改良土壤质量的潜力更高, 在水分条件许可情况下, 建设乔木林比灌木更能制止荒漠化土地的退化过程并提高土壤质量。

[1] 安韶山, 常庆瑞, 等. 农牧交错带土地沙化的本质及其形成研究[J]. 生态学报, 2003, 23(1): 106- 111.
[2] 王葆芳, 贾宝全, 等. 干旱区土地利用方式对沙漠化土地恢复能力的评价[J]. 生态学报, 2002, 22(12): 2030- 2035.
[3] 顾峰雪, 潘晓玲, 潘伯荣, 等. 塔克拉玛干沙漠腹地人工植被土壤肥力变化[J]. 生态学报, 2002, 22(8): 1179- 1188.
[4] 张庆费, 宋永昌, 由文辉. 浙江天童植物群落次生演替与土壤肥力的关系[J]. 生态学报, 1999, 19(2): 174- 178.
[5] 张全发, 郑重, 金义兴. 植物群落演替与土壤发展之间的关系[J]. 武汉植物学研究, 1990, 8(4): 325- 334.