

黄土丘陵沟壑区土壤资源利用 及其保护的研究

——以耀县树林村林场土壤资源评价为例

吴先余 马俊杰 薛科社

(西北大学城市与资源学系·西安市·710069)

提 要

该文通过黄土丘陵沟壑区耀县树林村林场的土壤调查和分析,以土种为单元进行了土壤分类。用等比指数和与积的平均百分数评价了土壤质量。结合土壤质量以及与水土保持相关的土地利用现状,提出了协调生态环境及改善和发展经济的土地利用对策。

关键词: 黄土丘陵沟壑区 土壤资源 水土保持

A Study on Soil Resources and Its Rational Utilization in Loess Hills Region

— A Case Study in Shulincun Forestry Farm, Yaoxian County

Wu Xianyu Ma Junjie Xue Keshe

(Department of Urban and Resources, Northwestern University, Xian, 710069)

Abstract

Based on the soil investigation and analysis to the small district of the forestry farm at Shulincun village, Yaoxian County in loess hills region, the soil species were classified in this paper, and the soil resources quality was evaluated according to the average percentage of sum and product of the equal ratio index. And at last, combined with the soil resources quality and present landuse features related to soil conservation, some rational landuse measures of coordinating eco-environment and developing econom, were put forward.

Key words Loess hill and gully area soil resources soil and water conservation

水土流失是黄土高原最主要的生态灾害,也是农业经济发展的障碍。如何既能治理水土流失,又能加速农业经济发展,是该区当前面临的主要问题,从生态经济学的角度,解决该区的生态与经济问题的冲突,又是目前讨论的焦点。一般认为,提高植被覆盖度,并从生态农业的角度,提高生物产品的内部增值,是兼顾改善生态环境与经济的有效途径。而在植被覆盖度的提高中,植物的生态特性和土壤资源质量特征的协调又是一个很重要的先决条件。该文以陕西省耀县

树林村林场为例,从生态农业的角度,研究小区域土壤资源的特征及其相关的土地利用及其保护等方面的问题。

树林村林场,位于耀县中部稠桑乡北 3km,面积约 2km²,是陕西省科委重点科研项目中黄土高原生态经济综合研究课题的黄土丘陵沟壑区试验基地。

该林场属暖温带半干旱气候,落叶阔叶林褐土区,年均温 10.3℃,年降水量 566.5mm,其中以 6~9 月降水最为集中,占全年降水量的 65%。地带性植被是以栎树为主的次生林。在土地利用上,由于人为活动的影响,形成了塬坡以梯田旱地为主,占试验基地面积 20.8%,并有一定数量栽植多年的核桃、苹果、桃、杜仲等园地,占试验基地面积 6.9%,以及沟坡以刺槐林为主,占试验基地面积 70%以上。

一、土壤类型

(一)土壤分类

在地带土壤中,该林场属关中褐土地带的一部分。褐土类主要分布于保存较好的塬面和侵蚀轻微的缓坡地。此外,由于局部地形的差异,在沟谷强烈侵蚀的条件下,使沟坡褐土被剥蚀,形成主要反映黄土母质特征的黄绵土类。由于降水偏少以及有机质累积过程较弱,区内褐土类以碳酸盐的聚积为主要特征,而黄绵土类则以有机质含量低为主要特征,分别形成碳酸盐褐土亚类及黄塬土亚类。在各亚类之下,根据土壤发育程度、母质类型和利用状况,分别划分出耕种黄土质碳酸盐褐土、林地黄土质碳酸盐褐土、林地料姜黄土质碳酸盐褐土、以及耕种坡黄塬土、耕种料姜白塬土、生草料姜白塬土等 6 个土种(表 1)。

(二)土壤性态

表 1 耀县树林村林场土壤分类表

土类	亚类	土种
褐土	碳酸盐褐土(1)	1 ₁ 耕种黄土质碳酸盐褐土
		1 ₂ 林地黄土质碳酸盐褐土
黄绵土	黄塬土(2)	1 ₃ 林地料姜黄土质碳酸盐褐土
		2 ₁ 耕种坡黄塬土
		2 ₂ 耕种料姜白塬土
		2 ₃ 生草料姜白塬土

1. 耕种黄土质碳酸盐褐土:耕作层厚 15cm 左右,夹有炭渣、瓦片,以下依次出现粘化层、钙积层和黄土母质层。表层有机质含量在 10g/kg 以上,钙积层距地表 23cm 以下,厚 30cm 左右,土体呈强石灰反应,石灰含量 12%~14%,有效土层厚度 >1m。

2. 林地黄土质碳酸盐褐土:地表有厚约 2cm 的残落物层。有机质聚积层厚 8~12cm,其有机质含量 18g/kg~28g/kg,钙积层距地表 15cm 以下,厚 30~40cm 以上,土体呈强石灰反应,石灰含量 7%~14%,有效土层厚度 >1m。

3. 林地料姜黄土质碳酸盐褐土:地表有厚约 1cm 的残落物层,有机质聚积层厚 15~20cm 左右,其有机质含量 12g/kg~25g/kg,钙积层距地表 25cm 以下,厚 30cm 以上,并夹有多量大小不等的石灰结核,土体呈强石灰反应,石灰含量 13%~17%以上,有效土层厚 60cm 左右。

4. 耕种坡黄塬土:耕作层厚 17cm 左右,夹有瓷片或小料姜,其有机质含量小于 14g/kg。以下即过渡为黄土母质层,土体无石灰新生体,呈强石灰反应,石灰含量 6%~12%。有效土层厚 1m 以上。

5. 耕种料姜白塬土:耕作层厚 8cm,夹有碎瓦片及小型石灰结核。以下即过渡为夹有大量大小不等石灰结核的“红色古土壤”母质层。耕作层有机质含量约 10g/kg。土体呈强石灰反应,石灰含量 10%~11%。有效土层厚仅 20cm 左右。

6. 生草料姜白塿土:地表有厚约 1cm 的残落物层,有机质聚积层厚约 17cm,以下即过渡为夹有大量大小不等石灰结核的“红色古土壤”母质层。表层有机质含量 30g/kg。土体呈强石灰反应,石灰含量 7%~12%。有效土层厚约 30cm 左右。

上述各土种理化性质见表 2。

表 2 耀县树林村林场各土种土壤理化性质

土种	剖面号	层次 (cm)	<0.001mm 粘粒(%)	交换量 (cmol/kg)	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	CaCO ₃ (g/kg)
耕种黄土质 碳酸盐褐土	S ₁	0~14	10.6	7.65	10.4	73.3	21.2	76.3
		14~28	10.6	7.51	8.7	61.6	6.75	59.5
		28~48	5.6	—	8.5	50.5	—	99.5
		>48	7.6	—	6.7	43.9	—	169.8
林地黄土质 碳酸盐褐土	S ₁₆	0~8	14.6	14.76	27.2	90.1	11.38	8.98
		8~15	4.6	11.27	12.4	67.4	7.25	112.6
		15~47	1.6	—	7.2	53.1	—	138.4
林地料姜 黄土质 碳酸盐褐土	S ₁₁	0~7	8.6	5.63	15.4	80.6	7.05	137.4
		7~27	15.6 ^a	6.17	11.0	69.1	4.35	138.1
		27~63	1.6	—	7.3	48.8	—	179.7
耕种坡 黄塿土	S ₄	0~17	1.6	5.63	10.2	73.3	19.18	81.2
		17~27	9.6	6.84	8.2	57.3	8.05	89.4
		27~70	5.6	—	7.6	50.5	—	68.6
耕种料姜 白塿土	S ₃	0~8	12.6	8.45	10.8	82.5	15.51	105.4
		8~18	3.6	7.98	9.1	80.1	13.33	110.4
		>18	9.6	—	5.8	69.9	—	111.9
生草料姜 白塿土	S ₁₂	1~17	9.6	14.62	29.8	105.3	10.03	120.6
		17~30	1.6	13.82	9.1	56.7	1.51	78.3

二、土壤质量评价

(一)评价因子

作为小区域土壤质量评价,生产实用性是土地利用的目的,也是选择评价因子的原则。据此,在选择评价因子中,以坡度为土壤环境因子,以<0.01mm 的物理性粘粒含量和有效土层厚度作为土壤质量评价的基础因子;在土壤肥力因子中,以表层阳离子交换量作为保肥因子;以有机质含量作为肥力容量因子。速效养分含量虽易受施肥的影响,但其含量的高低对生产是很有价值的,因此选用碱解氮与速效磷的含量作为当前肥力状况因子。在各因子取值上,除坡度和有效土层外,其它因子均取 30cm 以内的平均值参加评价。这样就形成了包括环境因子、基础因子、保肥因子与肥力容量和水平因子的评价因子集(表 3)。

表 3 耀县树林村林场土壤质量评价因子

样本	评价因子						
	坡度 (°)	<0.01mm 物理 性粘粒(%)	交换量 (cmol/kg)	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	有效土层厚度 (cm)
S1	0	42.1	7.58	9.6	67.5	13.96	100
S2	0	41.6	5.91	12.5	72.6	14.76	100
S3	0	45.6	8.22	9.9	81.3	14.42	20

续表 3

样本	评价因子						
	坡度 (°)	<0.01mm 物理 性粘粒(%)	交换量 (cmol/kg)	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	有效土层厚度 (cm)
S4	3	47.1	5.74	9.2	65.3	13.62	100
S5	3	46.1	5.88	11.1	73.3	11.77	100
S6	3	44.6	5.16	9.9	66.5	8.63	100
S7	3	49.6	7.85	12.7	74.2	6.54	60
S9	3	46.0	7.65	11.7	80.2	6.19	60
S10	5	46.1	5.20	14.1	90.7	11.6	100
S11	5	45.1	9.28	13.2	74.9	9.30	60
S12	20	43.6	14.22	19.5	81.0	5.77	30
S13	25	43.6	7.68	17.1	90.6	4.25	60
S14	10	47.1	9.29	13.8	84.3	6.74	100
S15	15	40.1	11.04	16.7	84.7	5.88	100
S16	5	46.6	13.02	19.8	78.7	9.32	100
S17	30	49.6	7.83	21.2	86.5	5.08	100
S18	15	46.6	9.06	10.7	83.7	4.22	100
S19	5	41.1	8.57	9.5	77.1	12.45	100
S20	0	49.1	9.26	9.9	91.7	22.5	100

(二)评价方法

参照陕西省第二次土壤普查的评价方法,各评价因子的评分值是将测定值按照等比级数转换求得,即

$$Q_i = A_i \times B_i^{n_i-1} \quad \text{或} \quad n_i = \frac{\lg Q_i - \lg A_i}{\lg B_i} + 1$$

其中: A_i ——基准值; B_i ——公比值; Q_i ——测定值; n_i ——因子评分值。

土壤质量的综合指数,常规的方法是将各因子评分值加和,或加和值占最高值的百分数,即

$$Np = \sum_{i=1}^m n_i \quad \text{或} \quad Np = \frac{\sum_{i=1}^m n_i}{\sum_{i=1}^m (n_i)_{\max}} \times 100$$

由于考虑到加和求得的指数只是反映各因子独立作用的贡献,没有考虑因子间的相互作用,而因子间的相互作用,往往表现为某一因子的极高值或极低值,尤其是极低值构成对土壤利用的瓶颈作用,因此,这里利用因子求积占最高值百分数的办法来体现因子间的相互作用,即

$$Nt = \left(\prod_{i=1}^m n_i \right)^{2/\sum_{i=1}^m (n_i)_{\max}} \%$$

这里以加和与求积指数的平均值作为土壤质量的综合指数,既可反映各因子的独立贡献,又可体现因子间的相互作用,即

$$N = \frac{Np + Nt}{2} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m n_i}{\sum_{i=1}^m (n_i)_{\max}} \times 100 + \left[\prod_{i=1}^m n_i \right]^{2/\sum_{i=1}^m (n_i)_{\max}} \right\}$$

最后,综合衡量加和百分数、乘积百分数及其平均值的排序,决定土壤质量等级。

(三)评价过程及结果

1. 参数的确定。评价因子指数范围、公比与基准值的确定是单因子评价的基础。这里参照陕

西省土壤质量评价中参数的确定,考虑到各因子对本区土壤质量的影响,定义小于 0.01mm 粘粒含量和阳离子交换量的最高指数为 6,其余因子最高指数为 10,各因子的最低指数均确定为 1。公比值 B_i 和基准值 A_i 的确定,是将各因子最大与最小测定值与规定的指数值代入等比级数公式,解二元一次方程组求得。根据耀县树林村林场各土种的实测值求得的参数列于表 4。

表 4 耀县树林村林场各因子评价参数

评价因子	坡度 (°)	<0.01mm 物理 性粘粒	交换量 (cmol/kg)	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	有效土层 (cm)
n	10	6	6	10	10	10	10
A	1.0	40.1	4.69	9.0	63.6	4.22	10.0
B	1.97	1.04	1.25	11.8	1.08	1.40	1.29

2. 指数计算。这样,就可以运用上述参数和各剖面的实测值求得各因子的评价指数,只有坡度大小对土壤质量高低的影响趋势相反。这时在坡度评价指数的计算中,可用下述方法转换求得

$$n = 9 - \frac{\lg Q - \lg A_i}{\lg B_i}$$

运用前述指数综合方法,即可求得本区各土种剖面的土壤质量(表 5)。

表 5 各土种剖面诸因子指数与综合指数

剖面	坡度 (°)	<0.01mm 物理性粘粒	交换量 (cmol/kg)	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	有效土层 (cm)	Np%	Nt%	N%
S1	10	2.1	3.20	1.1	2.5	7.4	10	59.5	20.9	40.2
S2	10	1.9	2.00	4.5	2.7	7.7	10	62.6	24.4	43.5
S3	10	4.0	3.50	2.0	7.0	7.6	2	58.2	23.2	40.7
S4	7.1	4.8	1.90	1.2	1.7	7.3	10	54.9	16.4	35.7
S5	7.1	4.3	2.00	3.3	4.5	6.5	10	60.8	28.5	44.7
S6	7.1	3.5	1.40	2.0	2.1	4.8	10	49.8	14.9	32.4
S7	7.1	6.0	3.40	4.7	3	3.4	6	54.2	25.7	39.9
S9	7.1	4.2	3.00	3.8	6.7	3.1	6	54.9	25.8	41.4
S10	5.7	4.3	1.50	5.8	9.7	6.5	10	71.7	36.7	54.2
S11	5.1	3.8	4.00	5.1	5.0	5.2	6	54.4	28.9	41.8
S12	2.1	3.0	6.00	9.4	6.9	2.7	3	53.4	20.5	37.0
S13	1.5	3.0	3.20	7.9	9.7	1	6	52.1	14.6	33.4
S14	3.9	4.8	4.10	5.6	7.9	3.5	10	64.2	35.3	49.8
S15	2.8	1	4.90	7.7	8.0	2.8	10	60.0	21.6	40.8
S16	5.7	4.5	5.60	9.5	6.2	5.3	10	75.5	53.0	64.3
S17	1	5.7	3.30	10	8.6	2.0	10	53.2	17.3	35.3
S18	2.8	4.5	4.00	2.9	7.8	1	10	53.2	17.3	35.3
S19	5.7	1.6	3.70	1.6	5.7	6.8	10	56.6	20.8	38.7
S20	10	5.7	4.10	2.0	10	10	10	83.6	53.6	68.6

3. 质量等级划分。在表 5 的评价结果中,以综合指数 50 和 37.5 作为一、二、三、3 个等级土壤划分的界线,分别按照剖面 and 图斑(取图斑中剖面指数的平均值)分等级(表 6,附图)。从表 6 可以看出,同一土种中不同剖面的质量等级有所差异。这种差异产生的原因,是由于土种不同利用情况下管理的精细程度引起的,同时也说明同一土种质量指数较高的剖面是其值较低剖面所在地的土壤进一步改良利用的样板。

表 6 各质量等级所包含的土种及剖面号

质量等级	土种类型	剖面号
一	1 ₂	S ₁₀ S ₁₅ S ₂₀
二	1 ₁ 1 ₃ 2 ₁ 2 ₂	S ₁ S ₂ S ₃ S ₅ S ₇ S ₉ S ₁₁ S ₁₃ S ₁₄ S ₁₆ S ₁₇ S ₁₉
三	2 ₃	S ₄ S ₆ S ₁₂ S ₁₈

三、土地资源利用对策

(一)指导思想

耀县树林村林场土地类型主体结构由平坦的塬梁面、平缓的梯田缓坡地和陡峭的沟坡三部分组成。水土流失问题主要存在于沟坡地,造成沟坡土壤质量最差。

但沟坡林草覆盖度较高,因此沟坡应充分利用和保护林草植被,在充分利用上,应加强畜牧业,即养牛和养羊业的发展;在林草植被的保护上,应合理安排现有刺槐林的采伐及更新。塬梁面和缓坡地是发展旱作的良好部位,其土地利用应立足于药材之乡的传统种植历史和技术优势,在现有农作物种植的基础上,培肥地力,促使药材、老果园更新改造和人工苗圃的发展。这样,既可改善生态环境和提高经济效益,又可为畜牧业的发展提供饲料,达到经济与生态的协调发展。

(二)耕地利用

现有耕地与园地的充分利用是该林场发展经济的重要途径。根据各地块土壤质量等级,采取以下措施:

1. 提高土壤肥力,以肥调水。根据区内旱耕地土壤肥力较低和速效养分含量均不高的问题,通过发展养牛、养羊等养殖业开辟有机肥源,增加土粪施用量,提高土壤的有机质含量、阳离子交换量和水分的有效性。同时应进一步搞好粮豆轮作,适当扩种苜蓿、草木樨,提高土壤氮素含量,并改变施肥上的重氮轻磷倾向,推广配方施肥及合理施用磷肥(穴施或喷施),提高磷肥的有效性。

2. 发挥技术优势,种植药材。耀县是陕西省历史悠久的药材基地,树林村林场有条件适度规模地种植当地或引种外地的名贵药材,提高土壤资源的利用率和经济效益。

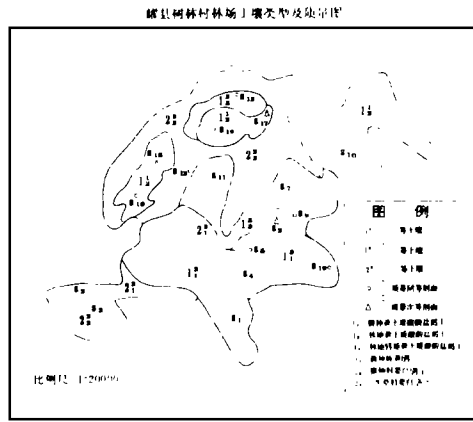
3. 根据市场导向,改造园地。树林村林场的园地已具规模,但核桃、苹果等林木老化、品种不适合市场需求。因此,一方面应积极更新现有老果树;另一方面应加强新品种果树苗圃的建设,尽快适应市场发展的需要,提高园地的经济效益。

(三)林草地利用

该林场通过多年的营林活动,已形成了缓沟坡和塬坡的人工刺槐林体系,其中 7~8 年树龄的刺槐林,郁闭度达 90%左右。树冠对降水的拦截及根系吸收和叶面蒸腾,致使林下土壤水分含量不断减少,而林下灌、草植物资源亦未得到充分利用。因此,林下灌、草植物应用于牛、羊的放牧;对刺槐林的残枝落叶,应收集用于牛、羊的饲料。这样,既可促进林、牧业的协调发展,又可为农业提供较多的有机肥源,从而提高植物资源的利用率。

西安联合大学地理系余峰、肖胜利、武宁丽参加了野外土壤调查工作,表示感谢!

(下转第 52 页)



附图 耀县树林村林场土壤类型及质量图

51.1%和46.6%；华县站以上在所减水量中，人类活动影响70年代及80年代分别占77.4%和78.7%。

渭河流域人类活动对径流的影响作用主要是农业灌溉引水。据宝鸡峡、渭惠渠和交口抽渭三大灌区实测资料统计，年均毛引水量为12.60亿 m^3 。华县站以上流域计算减水量，70年代为29.67亿 m^3 ，80年代为15.37亿 m^3 ，70年代与80年代比还原后的50~60年代系列年均减少38.32亿 m^3 和19.52亿 m^3 。其中上中游地区计算减水量，70年代为3.85亿 m^3 ，80年代为3.26亿 m^3 ，70年代与80年代比还原后的50~60年代系列年均减少7.54亿 m^3 和6.99亿 m^3 。

综上所述，渭河流域的减水主要反映在下游地区，即农业灌溉引水是减少径流的主要原因。

四、结 语

水利水保措施对泥沙的影响是一个十分复杂的问题，在水文资料的收集和整理过程中，资料的精度和代表性对水文计算结果有很大影响。

在水文分析计算中，由于减水引起的水沙比例变化，对于泥沙输移的影响等问题，还有待进一步研究。

(上接第41页)

参 考 文 献

- [1] 陕西省土壤普查办公室.《陕西土壤》.北京:农业出版社,1993年
- [2] 徐樵利等.国土资源评价方法论.武汉:华中师范大学出版社,1989年