

安塞小流域土壤养分分布特征研究^{*}

刘梦云, 寇宝平, 常庆瑞, 刘 京

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 以黄土丘陵沟壑区安塞试区为例, 通过野外调查和室内分析, 对小流域土壤养分状况进行了研究。结果表明, 该地区土壤肥力状况较差, 主要养分含量表现为: 干旱冲积新成土> 黄土正常新成土> 红色正常新成土, 乔木林地> 灌木林地> 荒草地> 农田, 梁峁下部> 梁峁顶部> 梁峁上部; 农田土壤养分在剖面上的分布上下均一, 林草地则由上而下锐减, 表聚性明显。山坡地退耕, 植树种草, 防止水土流失, 保护生态环境, 增加肥料施用量, 注重平衡施肥是培肥改良土壤的基本措施。

[关键词] 小流域; 土壤养分; 空间分布; 土壤培肥改良; 黄土高原; 安塞试区

[中图分类号] S158.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2002)06-0021-04

土壤是农业生产的基础, 土壤肥力是决定作物生长发育的重要限制因子, 小流域是水土保持综合治理的基本单元, 其土壤养分状况是制定各种规划, 进行农林牧合理布局 and 产业结构调整的主要依据之一。然而, 过去的研究工作多集中在大尺度和典型区域^[1,2], 对微域土壤养分分布和变异研究甚少, 致使规划决策针对性不强。为此, 在国家“九五”重点攻关项目“西北黄土丘陵沟壑区防护林体系综合配套技术研究”和国家自然科学基金课题“农牧交错带土地荒漠化形成机制与监测技术研究”资助下, 以陕西省延安市安塞县泥河湾镇高玉沟流域(以下简称安塞试区)为例, 开展土壤养分空间分布研究, 探讨小流域土壤养分的分布特征和形成规律, 为提高土地生产力、防止土地退化和培肥土壤提供基础资料。

1 研究区环境与方法

1.1 区域环境特点

安塞试区属典型的大陆性半干旱季风气候, 夏秋多雨, 冬季严寒干燥。日照时数 2 415.5 h, 辐射总量 480 06 kJ/cm², 平均气温 8.8℃, ≥10℃活动积温 3 177.4℃; 多年平均降水量 492.4 mm, 年蒸发量 1 645.4 mm。本区地形主要为梁峁状黄土丘陵, 沟谷发育, 土壤侵蚀作用十分强烈。土壤的成土母质主要有黄土和洪积冲积物两大类, 黄土土层深厚, 组成物质均一, 土质以粉粒为主, 具有石灰反应, 保水性差, 疏松易碎, 易受水蚀和风蚀。

该地区的自然植被属于森林草原^[1]。由于环境条件和人为因素(过度放牧和不合理耕种)的共同作用, 自然植被稀疏, 主要植物有沙棘、荆条、酸枣、柠条、铁杆蒿、萎陵菜、茵陈蒿、刺槐等。较平缓的梁峁坡大部分被开垦种植, 主要栽培作物有小麦、谷子、糜子、黄豆、高粱、玉米和马铃薯等。

1.2 材料与方法

1998-04, 在安塞试区调查了不同土壤、地貌、地形部位及土地利用状况的土壤剖面 24 个, 按土壤发生层次和分异特征分层采集土壤样品 60 个, 土壤样品经风干过筛后保存, 用于实验室分析测定。

土壤养分测定的项目与方法^[2]: 土壤有机质用外加热、重铬酸钾容量法, 碱解氮用扩散皿法, 速效磷用 0.5 mol/L NaHCO₃ 法, 速效钾用 1 mol/L NH₄AC 火焰光度计法, 阳离子交换量用 EDTA 与 NH₄AC 快速交换法, 土壤 pH 值用 pH 计测量。

2 结果与分析

2.1 土壤养分状况

安塞试区土壤养分测定结果(表 1)表明, 流域内土壤肥力要素变化较大, 根据陕西省土壤养分含量分级标准^[3], 土壤肥力水平偏低, 特别是有机质和速效磷的含量极低, 非常贫乏; 土壤中速效钾含量较高, 能满足一般作物生长的需要。本地区土壤侵蚀严重, 水土流失在成土过程中作用显著, 因此在黄土母质上发育而成的幼年性土壤——黄土正常新成土受

^{*} [收稿日期] 2001-10-11

[基金项目] 国家“九五”科技攻关项目(96-007-01-01-02); 国家自然科学基金资助项目(49941005, 30190790)

[作者简介] 刘梦云(1974-), 女, 陕西蒲城人, 助教, 在读硕士, 主要从事土地资源研究。

长期耕种和土壤侵蚀的影响, 表层土壤养分含量很低; 红色正常新成土主要分布在沟缘线以下的沟坡, 由于红土层出露, 土壤养分瘠薄, 和其他土壤类型相比较, 养分含量最低; 在河流两岸和沟谷底部, 由河流泥沙淤积而成的干旱冲积新成土, 由于聚积了坡地上冲刷下来的表层土壤, 使得土壤养分相对富积,

与黄土正常新成土和红色正常新成土相比, 土壤养分含量相对较高。该地区土壤阳离子交换性能普遍较低, 为 5.37~13.66 cmol/kg, 其中干旱冲积新成土> 红色正常新成土> 黄土正常新成土。表明本地区土壤整体吸收和释放养分的能力差, 土壤的保肥供肥水平低。

表 1 主要土壤类型土壤耕层养分含量(平均值)

Table 1 Soil nutrient's content in tilth of main soil types (average)						
土壤类型 Type of soil	有机质/ (g · kg ⁻¹) Organic matter	碱解 N/ (mg · kg ⁻¹) A vailable N	速效 P/ (mg · kg ⁻¹) A vailable P	速效 K/ (mg · kg ⁻¹) A vailable K	CEC/ (cmol · kg ⁻¹)	pH
黄土正常新成土 Los-O rthic-Entisol	5.968	25.7	4.537	108.54	7.52	8.19
红色正常新成土 Red-O rthic-Entisol	4.300	16.8	4.001	72.56	7.88	8.24
干旱冲积新成土 V st-A lluvic-Entisol	8.736	42.4	2.338	161.58	8.91	8.18
安塞试区 Ansai experimental area	4.187~10.164	14.4~50.2	1.519~8.211	43.19~172.68	5.37~13.66	7.98~8.45

2.2 不同利用方式土壤养分分布

不同利用方式下的土壤养分状况如表 2 所示。土壤有机质与阳离子代换量的分布趋势为林地> 荒地> 耕作农田。这是由于林地的覆盖作用防止了土壤肥沃表层的侵蚀及土壤中可溶养分的流失, 有较为丰富的枯枝落叶物来源; 同时林草生长活动与

林草下土壤微生物共同作用, 增加了土壤养分储量, 并促进了养分库中难溶的无效态养分向有效态转化, 结果提高了有机质含量, 并使土壤的代换能力增强。速效 N 和 P 等养分则表现为果园、耕地> 林草地, 这是人工施肥的结果。

表 2 不同利用方式土壤养分分布状况(0~20 cm 平均值)

Table 2 Soil nutrient's distribution in different land use (0-20 cm average)							
土地类型 Land type	利用方式 Land use	有机质/ (g · kg ⁻¹) O rganic matter	碱解 N/ (mg · kg ⁻¹) A vailable N	速效 P/ (mg · kg ⁻¹) A vailable P	速效 K/ (mg · kg ⁻¹) A vailable K	CEC/ (cmol · kg ⁻¹)	pH
坡地 Slop field	耕地 Crop land	6.061	23.7	5.364	95.34	7.01	8.20
	荒草地 Uncropped soil	6.747	23.1	4.918	109.53	8.45	8.21
	柠条地 Caragana korshin- skii land	10.164	28.8	3.315	103.98	11.11	8.28
	刺槐林 Locust forest	5.257	27.6	3.940	115.69	9.88	8.30
	苹果园 Orchard	6.948	31.3	7.278	162.35	7.68	8.13
梯田 Terrace land	耕地 Crop land	6.279	24.5	3.382	100.21	7.02	8.19
	苹果园 Orchard	6.756	34.9	8.583	124.40	7.24	8.23
	柠条地 Caragana korshin- skii land	5.261	28.0	3.519	143.19	8.17	8.08

林草地对土壤养分的作用主要表现在: 本区林草植被多为落叶阔叶乔灌木和一年生草本植物, 每年向林下土壤提供大量的凋落物, 经微生物腐解后使土壤的有机质含量升高; 固氮植物能将大气中分子态 N₂ 转化为植物可利用的 NH₄⁺-N 和 NO₃⁻-N, 增加了土壤中氮素的含量。微生物在分解凋落物的同时会形成一系列的酸酚类络合、螯合物, 林木及微生物在其旺盛生长期也能通过庞大的根系及数量众多的微生物体向根际土壤分泌有机酸类物质, 同时释放大量的 CO₂ 形成碳酸, 这些酸促使黄土中石英类的含钾矿物矿化, 大大增加土壤有效钾的含量。再

加上植物枝叶可以防止雨滴直接击溅地表和根系对土壤的固定作用, 所以林地内不易形成径流, 表层土壤能保持较高的养分水平。

无论是坡地或梯田的苹果园, 土壤中养分含量略高于其他利用方式。坡耕地和梯田相比较, 它们之间土壤的肥力差异并不是很明显, 说明水土保持工程措施对土壤养分含量影响的作用不明显, 所以要提高黄土正常新成土养分含量, 目前种树种草的生物措施优于工程措施。但是从另一角度来看, 工程措施特别是修梯田可以减少坡面径流, 使得水土流失基本得到控制, 缓解了土壤养分大量流失, 为养分的

累积和生物利用打好了基础。

2 3 黄土正常新成土养分剖面垂直分布

为了更具体地比较黄土正常新成土在几种不同利用方式下土壤养分的特征与差异,特选定几个典型剖面进行其养分的垂直分布分析,测定结果见表 3。农田土壤有机质含量、CEC 和 pH 值等的垂直分

布较为均一,上下层次间差异不大;林草地则不同,土壤养分表现为表层较高,向下急剧减少,特别是刺槐和柠条地更是如此。无论那一种土地利用方式,碱解 N 和速效 P 含量均由表层向下逐渐降低,而速效 K 在剖面(40~60 cm)上的分布有回升现象,这是由于表层向下淋溶的结果。

表 3 不同利用方式下黄土正常新成土养分剖面的垂直分布

Table 3 The vertical distribution of Los-Orthic-Entisols nutrients in different land use

利用方式 Land use type	土壤剖面 Soil profile	剖面深度/cm Depth	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic matter	碱解 N/ (mg·kg ⁻¹) Available N	速效 P/ (mg·kg ⁻¹) Available P	速效 K/ (mg·kg ⁻¹) Available K	CEC/ (cmol·kg ⁻¹)	pH
农田 Field	A S-16	0~20	4 630	22 0	5 339	79 16	5 94	8 08
		20~40	3 515	16 9	4 012	58 28	7 06	8 19
		0~20	5 516	24 0	5 206	100 02	7 25	7 98
荒草地 Uncropped soil	A S-20	20~40	3 884	16 5	2 763	54 81	5 14	8 14
		40~60	3 384	18 1	2 529	63 81	7 21	8 07
		0~20	6 227	37 8	4 644	126 34	13 66	8 25
刺槐林地 Locust forest land	A S-11	20~40	3 080	20 7	3 543	64 39	5 82	8 29
		40~60	2 368	14 3	5 015	141 82	14 30	8 42
		0~20	10 164	28 8	3 315	103 98	11 11	8 28
柠条地 Caragana korshinskii land	A S-15	20~40	3 151	26 7	3 572	84 88	10 88	7 51
		40~60	3 431	17 0	1 718	90 30	9 23	8 16

随着土壤剖面深度的增加,土壤的 pH 值呈逐渐增大的趋势。其中刺槐林地的升高趋势较为明显。这可能是:(1)刺槐林根系分泌的有机酸对土壤 pH 的降低起一定的作用;(2)刺槐林的凋落物中含有单宁、树脂等酸性物质,但却缺乏盐基成分,经真菌分解后产生大量的有机酸,因无足够的盐基中和而剩余,降低了 pH 值^[4~6]。因而随着剖面深度加深,土壤的 pH 值也随之增加。

2 4 坡面上土壤养分分布的规律

为了比较不同地貌部位的土壤养分状况,选择

处于同一梁峁不同坡面位置的 3 个黄土正常新成土剖面进行分析,结果见表 4。由表 4 可知,梁峁坡地土壤养分含量下部较中、上部略高,中部与顶部相比差异不大。这是由于黄土丘陵顶部平地很少,在自然降水条件下产生雨滴击溅和径流的冲刷,形成一定的土壤侵蚀;随着向坡面中部下降,径流侵蚀增强,流水带着被冲刷的表层土壤向下运动;当到达坡下部时,坡度变缓,径流流速变慢,其冲刷和搬运能力降低,土壤侵蚀减弱,在重力作用下泥沙部分沉积,结果形成坡面下部养分分布较高的空间格局。

表 4 黄土正常新成土养分在坡面的分布特征(耕层)

Table 4 The character of nutrients distribution about Los-Orthic-Entisols in hilly slope

坡面位置 Location of soil profile on hilly	剖面号 Soil profile	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic matter	碱解 N/ (mg·kg ⁻¹) Available N	速效 P/ (mg·kg ⁻¹) Available P	速效 K/ (mg·kg ⁻¹) Available K	CEC/ (cmol·kg ⁻¹)
梁峁顶部 The top on hilly	A S-01	7 394	28 0	3 971	99 23	5 93
梁峁中部 The middle on hilly	A S-03	4 613	28 3	4 211	103 11	5 93
梁峁下部 The bottom on hilly	A S-04	7 703	47 7	4 416	118 59	5 52

3 结论与讨论

安塞试区土壤有机质含量少,氮、磷等营养元素缺乏,土壤质地偏砂,结构性差,侵蚀严重,土地的生产力很低,建议从以下几方面进行培肥调控。

1)本地区山高坡陡,沟壑纵横,水土流失已成为重大灾难,也是导致土壤退化、肥力水平低的主要

原因。因此,尽快采取有效的水土保持措施是发展生产、提高土地生产力、造福子孙后代的首要任务。采取的主要措施:一是修筑梯田,拦蓄雨水,避免冲刷,蓄水保墒;二是修筑淤地坝,拦蓄洪水等;三是把不适宜耕种的坡耕地坚决退耕,造林种草,增加地面覆盖,减少雨水的击溅,固结土壤,提高土壤抗冲能力,同时保蓄雨水,阻止地表径流,防止土壤侵蚀。综上

所述,水土流失、植物因素及其人工熟化过程对黄土正常新成土肥力均有较大影响。因此,要改善区域土壤肥力状况必须进行农田基本建设,坡地上退耕还林还草^[7,8],控制水土流失。

2) 本地区降水量只有 500 mm 左右,而乔木林地的水分支出总量约在 600 mm 以上,所以林木的生理用水只能靠土壤储水,而降水补偿又达不到应有的深度,这样便使得土壤中的水分含量逐年递减。树木用水只能依靠当年降水,在大部分时间里,土壤中的水分只够维持树木生存,从而导致乔木林生长不良。柠条是一种耐瘠薄的灌木树种,在该地区生长良好,有较多的枯枝落叶归还给土壤,并且它的根系很发达,使得土壤的抗蚀能力较强,水土不易流失,使土壤中的养分损失减少。所以在黄土丘陵沟壑区

坡耕地退耕还林时,应尽可能多的发展柠条等灌木和人工牧草。这对减少土壤侵蚀,防止土地退化以及培肥土壤均能起到一定的积极作用。

3) 增加肥料施用量是改善土壤理化性状,补充作物所需的速效养分,提高土壤肥力的最直接途径。广辟肥源,扩大有机肥投入,在鼓励农民养殖畜禽,积蓄厩肥的同时,提倡种植绿肥及饲草作物,实行粮草套种与秸秆还田;增加化肥用量,注意氮磷肥配合比例和施肥技术,改变土壤的结构和性质。同时应推广配方施肥技术,满足作物对氮、磷、钾等主要养分的需求,控制土壤养分的片面消耗,提高肥料的利用效率和经济效益,不断培肥地力,提高土壤的农业生产潜力。

[参考文献]

- [1] 宋桂琴 黄土高原土地资源研究的理论与实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1996
- [2] 南京土壤研究所 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978
- [3] 陕西省土壤普查办公室 陕西土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1992 322- 474
- [4] 薛泉宏, 李瑞雪 黄土高原油松、刺槐人工林对土壤肥力影响的研究[A]. 罗伟祥 黄土高原渭北生态型防护林体系建设研究[C]. 北京: 中国林业出版社, 1996 145- 149
- [5] 李瑞雪, 薛泉宏 黄土高原不同林龄人工林土壤化学性质研究[J]. 西北农业学报, 1995, 4(3): 52- 55
- [6] 薛泉宏, 李瑞雪 黄土高原沙棘、刺槐人工林对土壤的培肥效应及其模型[A]. 罗伟祥 黄土高原渭北生态型防护林体系建设研究[C]. 北京: 中国林业出版社, 1996 151- 158
- [7] 吴钦孝 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 1998 57- 59
- [8] 常庆瑞, 陈 勇, 朱永利, 等 海源试区土壤资源及其培肥改良[J]. 干旱区资源与环境, 1996, 10(3): 36- 41

Soil nutrient distribution in the small watershed of Ansai

L IU Meng-yun, KOU Bao-ping, CHANG Qing-rui, L IU Jing

(College of Resources and Environment, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The goal in this paper is to study the soil nutrient detailed situation and modify land use mode. Based on outdoor investigation and indoor analysis for the soil nutrient situation in Ansai experimental area, the results show, the fertility of soil is very poor. The main nutrient content in soil groups show: Vst-A lluvic-Entisol > Los-Oothic-Entisols > Red-Orthic-Entisols, in various vegetation show: Soil of orb forest > Soil of shrub forest > Soil of Grass > Field, in types of physiognomy show: the Lower part on hilly > the ultimate on hilly > the upper part on hilly; the nutrient distribute even on profile, yet the nutrients of forest and grass land decrease sharply from upper to lower. At last soil improvement and main controlling nutrients measures are raised in this paper.

Key words: small-size reach; soil nutrients; nutrient spatial distribution; controlling measurements; Loess Plateau; Ansai experimental area