

黄土丘陵沟壑区小流域土壤 养分的分布特征

郑剑英 吴瑞俊 翟连宁

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
(水利部)

摘要 通过对典型黄土丘陵沟壑区纸坊沟流域土壤养分分布规律的研究,结果表明:土地利用状况,植被因素及人工熟化过程对黄绵土土壤肥力的影响,水土流失起了关键性作用。不仅如此,还对本地区主要土类的成土过程起了不可替代的作用,在地带性黑垆土上发育的幼年性黄绵土,其剖面养分分布特征与黑垆土截然不同,它在完整的坡面上养分分布具有特殊性,即坡上部土壤养分含量低于坡下部。

关键词 纸坊沟 土壤养分 分布特征

Distribution of Soil Fertility in Zhifang Gully Watershed of the Loess Hilly Region

Zheng Jianying Wu Ruijun Zhai Lianning

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and the Ministry of Water Resources, 712100, Yangling District, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)

Abstract The distribution of soil fertility in Zhifang gully watershed is studied. The result shows ① soil and water loss plays an important role in the impacting of land use, vegetation and artificial soil improvement on loess soil fertility; ② soil and water loss also plays an important role on the formation of main soil types; ③ the fertility distribution in the profile of loess soil, which grows on Heilu soil, is completely different from Heilu soil; ④ the fertility distribution in the whole slope land of loess soil has the different property, namely, the fertility on upper slope is more than that on down-slope.

Keywords Zhifang gully watershed; soil fertility; distribution characteristics

黄土丘陵沟壑区,由于降雨侵蚀严重而使大量的土壤表层养分随径流而流失,导致了土壤肥力严重退化。为了恢复和提高土地生产力而进行的小流域综合治理,不仅维持了小流域的生态平衡,而且在一定程度上减少了养分的损失。自然地貌因水蚀形成的复杂性和多样性,产生了以黄绵土为主要类型的土壤养分分布的复杂性。研究小流域内土壤养分分布规律,对于指导该流域的合理施肥,提高土地生产力和养分利用率,都具有十分重要的意义。

1 材料与方方法

1.1 土样的采集

1992年3月至5月在安塞县纸坊沟小流域8.27km²范围内,分别采集不同土地利用状况土壤样本221个,土壤种类有黄绵土、黑垆土、二色土、薄层土和洪淤土五大类。采样深度0~20cm,多点采集取混合土样,土样经风干过筛测定其养分。

1.2 分析测定方法与项目

采用常规方法测定土壤有机质(重铬酸钾容量法),全氮(半微量凯氏法),碱解氮(扩散法),有效磷(olsen法),全磷(钼锑抗比色法),全钾(氢氧化钠碱熔火焰法),速效钾(INNH₄AC火焰光度法),缓效钾(硝酸火焰光度法),以及土壤pH值。

2 结果与讨论

2.1 纸坊沟流域主要土壤类型土壤养分状况

表1 主要土壤类型养分含量(平均值)

土类	样本数 (个)	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P ₂ O ₅ (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	全 K ₂ O (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	pH (H ₂ O)
黑垆土	14	10.6	0.68	1.30	3.31	23.18	68.0	133	8.5
黄绵土	183	4.5	0.44	1.40	1.79	17.86	36.0	118	8.0
二色土	6	4.2	0.36	1.12	1.21	21.76	41.0	128	8.0
薄层土	17	18.5	1.14	1.76	2.04	21.74	91.0	203	7.8
洪淤土	1	9.2	0.60	1.42	2.06		54.0		

由于土壤侵蚀在成土过程中作用显著,地带性黑垆土已荡然无存,现仅分布在岬及鞍梁上,土壤养分含量较高,在黄土母质上发育而成的幼年性黄绵土,由于长期耕种和土壤侵蚀,表层土壤养分含量很低,在沟缘线以下的沟坡地,分布着大量的二色土,由于红土层出露,土壤养分瘠薄,与其它土类相比,养分含量最低,在山坡下部和沟坡边缘,基岩长期风化形成厚度仅10~30cm的薄层土,由于长期撂荒,土壤养分含量最高,土壤有机质高达18.5g/kg,比地带性黑垆土10.6g/kg高出甚多;在河谷两岸,河流泥沙淤积而形成的洪淤土,由于土壤养分富集,与占面积95%以上的黄绵土相比,土壤养分含量很高,在其成土过程中,人类长期耕种也能改善土壤养分状况。

除黑垆土外,土壤侵蚀对其它土类成土过程影响较大,土类养分含量的高低与土壤侵蚀程度直接相关(表1)

2.2 不同土地利用条件下土壤养分分布规律

纸坊沟流域土壤养分的分布(表2)表明:在以黄绵土为其主要土类的土壤中,土壤养分含量较低。土壤有机质,全氮,全磷,速效磷,全钾,碱解氮,速效钾和pH变幅为2.6~18.5g/kg, 0.27~1.14g/kg, 1.12~1.99g/kg, 0.79~8.70mg/kg, 10.3~22.3g/kg, 31.9~90.9mg/kg, 113.0~203.8mg/kg及7.83~8.60。与全国土壤养分相比,本地区属N、P俱缺区,尤以P最为缺。因此提高本地区农业生产力的关键技术措施就是增加土壤有机质和施磷。土壤全钾及

有效钾含量较高,一般能满足作物的生长需要,钾肥的试验也充分证明了这一点。

表 2 纸坊沟流域土壤养分分布特征(平均值)

土地类型	植被土壤	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P ₂ O ₅ (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	全 K ₂ O (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	pH (H ₂ O)
坡地	耕地黄绵土	4.6	0.35	1.30	2.19	21.6	38.7	135.7	8.46
	耕地薄层土	10.1	0.71	1.56	2.53	—	57.6	—	—
	耕地二色土	4.2	0.36	1.12	1.21	21.8	40.9	128.1	8.00
	荒地黄绵土	10.7	0.69	1.48	1.66	21.7	56.0	203.8	7.83
	荒地薄层土	18.5	1.14	1.76	2.04	21.7	90.9	203.8	8.30
	峁顶黄绵土	9.0	0.60	1.33	2.28	—	62.2	—	—
坡地	人工草地	5.6	0.42	1.35	1.61	20.8	41.2	118.1	8.00
	人工柠条	7.9	0.54	1.41	1.75	22.3	52.7	151.5	7.92
	人工刺槐	8.2	0.54	1.89	1.51	20.9	52.2	148.3	7.90
	人工核桃	4.0	0.31	1.18	1.26	20.0	41.6	113.0	7.91
	人工果园	5.9	0.42	1.99	1.94	21.2	45.4	123.1	7.93
	人工沙打旺	7.9	0.56	1.56	1.76	21.2	49.9	148.3	7.90
梯田	耕地黄绵土	4.2	0.35	1.39	2.68	10.3	40.8	121.7	8.21
	耕地二色土	2.6	0.27	1.35	6.53	21.2	31.9	123.1	8.06
	塌地黄绵土	6.2	0.48	1.37	2.81	19.3	41.7	183.6	8.00
	梯田果树	6.5	0.52	1.60	4.46	21.2	47.1	163.4	7.92
	家庭果园	8.4	0.38	1.53	8.70	20.6	54.0	193.7	8.63
	人工草地	4.7	0.32	1.35	0.79	—	47.7	—	—
川地	耕种黄绵土	0.43	0.35	1.39	2.68	10.3	40.8	123.1	8.69

一般而言,在黄土丘陵沟壑区的坡耕地,应退耕还林还草,对减少土壤侵蚀,防止土壤退化起到了一定的积极作用。如山坡地人工刺槐,沙打旺,柠条林地土壤养分含量普遍高于坡耕地黄绵土。其基本趋势为乔木林地土壤养分含量>灌木>人工草地>农耕地,该趋势与土壤侵蚀趋势截然相反,呈负相关关系。

荒坡黄绵土,由于自然熟化未受到人为活动的影响,其土壤养分含量普遍高于坡耕地,荒坡薄层土土壤养分也相对大于坡耕地黄绵土,而同为黄绵土,地理位置不同,养分含量差异也较大,峁顶黄绵土养分含量显著高于坡地黄绵土,二色土一般发育在马兰黄土母质红层上,其土壤可耕性,结构性及土壤养分均低于坡耕地黄绵土。

家庭果园土壤养分长期培肥结果,比梯田果园相对较高,而远远高于梯田耕种黄绵土,仍以二色土养分最低。不同土地利用状况对黄绵土土壤养分含量影响作用甚微,坡耕地黄绵土,川地黄绵土,以及梯田黄绵土,土壤养分差异不明显,由此可以看出,要提高黄绵土土壤养分含量,其种树种草生物措施优于工程措施。

上述土地利用状况,植被因素及其人工熟化过程对黄绵土土壤肥力的影响,水土流失起了关键性作用。因而表明:形成黄土丘陵沟壑区土壤肥力在地理位置,土地利用等方面的差异,其主导因素来自于土壤侵蚀。因此如何提高土壤肥力的关键措施就是控制水土流失,退耕还林还草。

2.3 黑垆土,黄绵土土壤养分垂直分布特征

表3表明:地带性黑垆土与主要耕种土壤黄绵土剖面土壤养分分布特征截然不同,主要表现在:黑垆土耕层土壤有机质高达10.6g/kg,全N,速效磷,碱解N,缓效K及速效K依次为0.68g/kg,3.31mg/kg,68.0mg/kg,852.0mg/kg和133.2mg/kg,均比黄绵土耕层要高,其中有机质高出1倍。全磷,全K₂O及pH相差无几。而黑垆土犁底层(15~30cm)乃至B层(30~96cm),土壤有机质,全N,全P₂O₅均比黄绵土犁底层要高,甚至高达3倍以上。

表3 黄绵土,黑垆土土壤养分垂直分布特征

土壤及植被	剖面深度(cm)	有机质(g/kg)	全N(g/kg)	全P ₂ O ₅ (g/kg)	速效磷(mg/kg)	碱解N(mg/kg)	全K ₂ O(g/kg)	速效K(mg/kg)	pH(H ₂ O)
坡耕地 黑垆土	0~15	10.6	0.68	1.30	3.31	68.0	23.18	133.2	8.51
	15~30	8.5	0.60	1.08	0.89	55.7	—	—	—
	30~48	9.2	0.53	1.21	0.71	48.9	23.99	108.0	8.55
	48~96	3.7	0.27	1.30	0.54	40.9	21.99	87.8	8.71
	96~108	2.5	0.23	1.19	0.91	39.3	—	—	—
	108~135	2.4	0.17	1.28	0.51	32.7	22.21	92.8	8.82
刺槐林地 黄绵土	0~4	16.9	0.91	1.46	3.36	77.7	21.98	128.1	8.51
	4~20	4.1	0.31	1.35	0.26	30.7	21.60	128.1	8.93
	20~59	2.2	0.18	1.35	0.24	21.3	21.82	108.0	9.07
	59~100	2.4	0.22	1.29	1.04	23.0	22.4	123.1	9.21
	100~120	2.9	0.17	1.19	5.23	22.9	—	—	—
	120~141	2.2	0.19	1.17	5.03	21.3	20.83	138.2	9.13
	141~200	1.5	0.12	1.26	3.28	20.1	—	—	—
川地 黄绵土	0~20	8.9	0.57	1.53	4.46	59.8	22.40	148.3	8.62
	20~30	7.1	0.51	1.44	2.78	49.1	22.39	143.2	8.71
	30~43	5.1	0.43	1.44	1.84	49.1	22.29	138.2	8.82
	43~68	3.7	0.28	1.35	0.84	36.0	22.40	128.1	8.93
	68~122	2.3	0.19	1.35	0.99	27.0	21.62	128.1	8.97
坡耕地 典绵土	0~10	5.1	0.40	1.30	2.83	52.8	22.41	118.1	8.72
	10~62	2.7	0.19	1.21	0.69	36.0	22.00	97.9	8.79
	62~107	2.1	0.13	1.26	0.36	35.0	22.21	97.9	8.85
	107~120	2.1	0.14	1.30	0.46	30.3	22.00	97.9	8.90

由于黑垆土和黄绵土均是在黄土母质上发育而来的土壤,黄土母质养分的一致性,决定其黑垆土与黄绵土母质土壤养分的一致性,则各养分诸性状相差无几。从剖面层次诸性状来看,黑垆土剖面层次结构清楚,而黄绵土层结构不清,即界线划分不明显。

由于坡耕地植被结构不同,刺槐林地枯枝落叶及其对防止雨滴击溅地表的作用,使其土壤表层保持较高的养分,即0~4cm土层有机质高达16.9g/kg,全N为0.91g/kg,近乎黄绵土表层土壤养分的3倍与2部之多。即就是在4~20cm土层范围内全N居高不下。与此不一致的是全磷与黄绵土相比,则有急剧衰减之势,这也反映了刺槐林地对磷素的特性。

川地与坡耕地相比,养分流失的减少以及人工培肥效应的提高,其耕层土壤养分诸性状均比坡耕地要好。

表 3 pH 值变化规律表明:随着剖面深度的增加,土壤 pH 逐渐上升。黄绵土与黑垆土变化趋势一致,所不同的是刺槐林地升高趋势更为明显。这可能是因为:(1)刺槐林根系分泌的有机酸对土壤 pH 值的降低起到了一定作用,但这种作用不如农地强;(2)植物品种不同对土壤 Ca^{++} 吸收特性不同;(3)其主要原因林地对降水的入渗作用远比农耕地要强,则 CaCO_3 的淋溶与溶积作用,增加了土壤剖面深层 CaCO_3 的含量;(4)由于林地深层根系对水分的吸收作用远比作物要强,因此更增加了 CaCO_3 在深度的积累。因而随着剖面深度的增加,pH 值也随之增加,刺槐林表现更为明显。表 2 中 pH 值也表明:由于植被类型不同,耕层 pH 也不一样,表现在农耕地 pH 值大于草地,更大于乔灌林地。表层土壤 pH 值的差异主要因为植物落叶及残体的腐殖化过程中释放的腐殖酸、有机酸及酸性阳离子的多少,而植物落叶及残体的多少则是这一过程的主要因子。因而作物、牧草及林木生育特性的差异导致其落叶及残体以乔灌林高于牧草,更高于作物,则 pH 值大小趋势与之完全相反。

2.4 土壤养分在完整坡面上的分布特征

表 4 黄绵土土壤养分在坡面的分布特征

采样地点	坡面位置	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P_2O_5 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 K (mg/kg)
纸坊沟 大范家沟 坡地	岭 顶	4.0	0.35	1.28	1.44	36.0	213.0
	坡下部	4.4	0.37	1.37	1.34	40.9	—
纸坊沟 拐 沟 坡地	坡上部	4.1	0.38	1.37	3.28	42.6	—
	坡下部	7.3	0.58	1.28	1.49	63.9	—
瓦树塔	坡上部	3.8	0.33	1.35	1.36	42.6	—
龙山岭	坡中部	4.9	0.36	1.35	2.36	48.4	—
梁 坡	坡下部	5.8	0.37	1.44	1.62	42.6	—

表 4 表明:在完整的坡面上,由于坡上部侵蚀泥沙一般搬运到坡下部,以及水蚀对土壤养分具有富集化作用,因而坡下部土壤全量养分含量普遍高于坡上部,且呈正相关关系。而有效养分以中部偏高,坡上部比坡下部次之。其养分在坡面上的迁移规律有待进一步的研究,其问题的深入探讨也是一个值得研究的问题。

参 考 文 献

- 1 朱显谟.黄土高原土壤与农业.北京:农业出版社,1986
- 2 中科院黄土高原综合科学考察队.黄土高原地区土壤资源及其合理利用.北京:中国科学技术出版社,1991
- 3 中科院资源环境科学局主编.黄土高原小流域综合治理与发展.北京:科学技术文献出版社,1992