

不同还田材料对空心村整治后土壤肥力的影响

张露^{1,2,3}, 魏静^{1,2,3}

(1. 陕西省土地工程建设集团, 陕西 西安 710075; 2. 陕西地建土地工程技术研究院, 陕西 西安 710075; 3. 国土资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安 710075)

摘要: [目的] 评估还田材料在空心村整治为农用地后对土壤养分的影响效应, 为提高新增耕地质量提供科学的参考。[方法] 在农村废弃宅基地的整治中使用不同的还田材料进行复垦还田, 通过 TS(改良剂 FeSO₄)、TF(有机肥鸡粪)、TC(粉煤灰)、TSF(改良剂+有机肥)、TFC(粉煤灰+有机肥)、TSC(改良剂+粉煤灰)和 T₀(无培肥措施)7 种处理来监测土壤 0—105 cm 剖面上养分含量的变化趋势。[结果] 土壤剖面平均有效磷含量在处理 TSF 下最大, 且覆土 30 cm 的 TSF 处理相对高于 T₀ 处理 254.49%, 0—105 cm 的则相对高 146.37%。土壤剖面平均速效钾含量在处理 TSF 下最大, 且覆土 30 cm 的 TSF 处理相对高于 T₀ 处理 19.13%, 0—105 cm 的则相对高 14.01。土壤剖面平均全氮含量在处理 TSC 下最大, 且覆土 30 cm 的 TSC 处理相对高于 T₀ 处理 29.63%, 0—105 cm 的则相对高 27.06%。土壤剖面平均有机质含量在处理 TF 下最大, 且覆土 30 cm 的 TF 处理相对高于 T₀ 处理 247.47%, 0—105 cm 的则相对高于 42.63%。[结论] 综合比较, 同时添加改良剂(FeSO₄)和有机肥(鸡粪)时在玉米—小麦—玉米三季作物种植过后土壤养分增加迅速, 对空心村整治后生土熟化促进效果明显。

关键词: 空心村; 还田; 改良剂; 有机肥; 粉煤灰

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2018)03-0074-05

中图分类号: F323.24, S158.2

文献参数: 张露, 魏静. 不同还田材料对空心村整治后土壤肥力的影响[J]. 水土保持通报, 2018, 38(3): 74-78. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2018.03.012. Zhang Lu, Wei Jing. Effects of different field-returning materials on soil fertility after remediation in vacant village[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(3): 74-78.

Effects of Different Field-returning Materials on Soil Fertility After Remediation in Vacant Village

ZHANG Lu^{1,2,3}, WEI Jing^{1,2,3}

(1. Shaanxi Land Construction Group, Xi'an, Shaanxi 710075, China; 2. Shaanxi Land Construction Group Land Project Technology Institute, Xi'an, Shaanxi 710075, China; 3. Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, Ministry of Land and Resources of China, Xi'an, Shaanxi 710075, China)

Abstract: [Objective] To evaluate the effect of returning field materials on soil nutrient after remediation in vacant villages for agricultural land in order to provided scientific references for improving the quality of new cultivated land. [Methods] This study was conducted in the rural abandoned homestead using different field returning materials. The trend of nutrient content was monitored by 7 different kinds of treatments including TS (ameliorant, FeSO₄), TF (organic fertilizer, manure), TC (fly ash), TSF (ameliorant + organic fertilizer), TFC (fly ash + organic fertilizer), TSC (ameliorant + fly ash) and T₀(no fertilization measures) in 0—105 cm soil profile. [Results] The average available phosphorus content was the highest in the treatment of TSF, and the available phosphorus in TSF treatment with 30 and 0—105 cm soil cover was 254.49% and 146.37% higher than that in the treatment of T₀, respectively. The average available potassium content was the largest in the TSF treatment, and the available potassium in TSF treatment with 30 and 0—105 cm soil

收稿日期: 2017-09-22

修回日期: 2017-12-20

资助项目: 陕西省土地工程建设集团科研项目“毛乌素地区砒砂岩与风沙土混合介质水分特性及其运移规律研究”(DJNY2017-23)

第一作者: 张露(1987—), 女(汉族), 四川省南部县人, 博士生, 工程师, 从事土壤物理及其改良研究。E-mail: luluqiaofeng@126.com.

cover was 19.13% and 14.01% higher than that in T_0 treatment, respectively. The average total nitrogen content in the soil profile was the highest in the treatment of TSC, and the total nitrogen in TSC treatment with 30 and 0—105 cm soil cover was 29.63% and 27.06% higher than that in the T_0 treatment, respectively. The average organic matter content in the soil profile was the highest in the treatment of TF, and the organic matter in the treatment of TF with 30 and 0—105 cm soil cover was 247.47% and 42.63% higher than that in the treatment of T_0 , respectively. [Conclusion] Soil nutrient increases rapidly with the addition of ameliorant ($FeSO_4$) and organic manure (chicken manure) after the planting of three-season crop with maize-wheat-maize, and immature soil is improved into cultivated land of remedied vacant village.

Keywords: vacant village; returning to field; ameliorant; organic fertilizer; fly ash

中国作为一个农业大国,加之难利用地和未利用地较多,耕作方式粗放,所以耕地局势日益紧张。农村废弃宅基地复垦为农用地是增加耕地数量的方式之一。将废弃宅基地复垦为新增耕地,对其肥力有一定的要求。土壤肥力是农业可持续发展的基础资源,培肥是维持和提高农业土壤肥力水平最主要的措施之一。土壤熟化就是在人为主导作用下,土壤肥力的不断提高^[1]。熟化土壤的方式有很多^[2-4],目前,在矿区复垦培肥上的研究较多^[5],有学者指出,采取化肥加有机肥加菌肥的方式对采煤塌陷区进行复垦培肥,其效果最佳^[6]。但对空心村复垦为农用地后耕地质量的研究甚少,在空心村的研究方面主要集中在政策和经济上^[7-11]。废弃宅基地整治后的土壤由于结构不良、养分物质含量较低等因素,导致土壤肥力不高、农作物产量相对偏低。为进一步确定合理的土壤快速熟化措施,以全面改善空心村整治后的生产条件,促进土地资源的合理利用和社会的可持续发展,本文拟通过添加还田材料来探索提高复垦地肥力的有效措施,并评估材料还田后土壤的肥力特征,以期为空心村的高效整治提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 试验小区建设

试验小区设置以空心村土地整治工程为背景,模拟空心村废弃宅基地整治还田状况,将地表 30 cm 的土层剥离后,回填 30 cm 厚的土场土壤,且还田材料主要施用和混合于 0—30 cm 土层。试验小区设在陕西省富平县国土资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室富平中试验基地,建设时首先将表层 30 cm 土壤剥离,小区周围砌墙,高度为 40 cm,其中 10 cm 露出地表,小区呈南北走向,建有两排实验田,两排之间为 2 个重复,中间间隔 0.8 m 的水泥路面,每排有 7 个处理,具体处理方式见表 1。每个处理为边长 2 m 的正方形田块。随后将生土回填,回填之前将地面刮毛,回填厚度为 30 cm,容重控制在 1.1~

1.3 g/cm³,培肥材料均匀施用在回填土中,需人工混合均匀。

1.2 试验方案设计

本文采用粉煤灰、有机肥(鸡粪)、和改良剂(硫酸亚铁 $FeSO_4$)作为培肥还田材料,其中, $FeSO_4$ 对碱性土壤具有一定的中和作用,能够降低土壤的 pH 值,对中国北方碱性土壤的改良具有一定效用,同时, SO_4^{2-} 对土壤结构的改良具有一定的疏松作用。进行不同配比的试验,设计 6 个培肥处理,再以无培肥为对照,共计 7 个处理(见表 1),分别设置 2 个重复。用这些材料对空心村的复垦地进行还田处理,分层覆土,去分析不同还田材料对空心村复垦在几季作物种植后土壤有效磷、速效钾、全氮、有机质的影响。

表 1 空心村整治还田试验设计

处理	处理方式	施用量
1	改良剂(硫酸亚铁)(TS)	600 kg/hm ²
2	有机肥(鸡粪)(TF)	22.5 m ³ /hm ²
3	粉煤灰(TC)	75 m ³ /hm ²
4	改良剂+有机肥(TSF)	597 kg/hm ² +22.39 m ³ /hm ²
5	粉煤灰+有机肥(TFC)	74.63 m ³ /hm ² +22.39 m ³ /hm ²
6	改良剂+粉煤灰(TSC)	597 kg/hm ² +74.63 m ³ /hm ²
7	对照(无培肥措施)(T_0)	0

1.3 作物种植管理

于 2015 年 6 月 15 日播种夏玉米,2015 年 10 月 5 日收获;于 2015 年 10 月 12 日播种冬小麦,2016 年 6 月 2 日收获;2016 年 6 月 5 日播种夏玉米,2016 年 10 月 6 日收获。共开展了三季农作物的种植。经历 3 季作物的种植后(夏玉米—冬小麦—夏玉米),在土壤剖面 0—105 cm 每 15 cm 分层采样测定其养分含量。玉米品种为先玉 335,播种量为 60 000 株/hm²,穴播,所有处理在播种前均配施复合肥 10 kg/hm²;小麦品种为长武 134,播种量为 225 kg/hm²,播种前施复合肥 10 kg/hm²。覆土后作物种植前试验小区土壤 0—105 cm 剖面上每土层的基本物理性质如表 2 所示。

表 2 研究区试验小区剖面土壤基本物理性质

土层深度/ cm	容重/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	pH 值	电导率/ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	黏粒/ % ($<0.002 \text{ mm}$)	粉粒/ % ($0.002 \sim 0.05 \text{ mm}$)	砂粒/ % ($0.05 \sim 2 \text{ mm}$)
0—15	1.12	8.5	252	10.15	77.82	12.03
15—30	1.2	8.5	245	12.25	83.19	4.56
30—45	1.22	8.6	362	11.38	82.54	6.08
45—60	1.28	8.6	255	9.15	76.99	13.86
60—75	1.29	8.6	252	12.25	78.34	9.41
75—90	1.31	8.6	291	12.29	78.76	8.95
90—105	1.35	8.7	298	10.23	80.12	9.65

1.4 指标测定方法

有效磷:0.5 mol/L NaHCO_3 浸提比色法测定;速效钾:采用 $\text{NH}_4 \text{Ac}$ 浸提火焰光度法测定;全氮:2 mol/L 的 KCl 溶液浸提(水土比为 5:1),用凯氏定氮仪测定;有机质:重铬酸钾外加热方法测定。

2 结果与分析

2.1 还田后土壤有效磷的变化趋势

从表 3 可以看出,在覆土后未进行作物种植时,其生土的有效磷含量极低,均不超过 4 mg/kg,但经

玉米—小麦—玉米三季作物种植过后,在不同处理、不同土壤剖面上有效磷含量发生了较大变化,土壤剖面 0—105 cm 平均有效磷含量在各处理下均比作物种植前有所升高,各处理下有效磷含量增加顺序为:TSF > TF > TS > TFC > TC > TSC > T_0 ,且土壤剖面有效磷含量在土层 0—60 cm 处作物种植前与种植后存在显著性差异($p=0.05$),而差异性在 60—105 cm 土层处则不显著($p=0.05$)。覆土的 30 cm 土层在 TSF 处理下相对无培肥措施(T_0)有效磷含量增加 254.49%,在 0—105 cm 土壤剖面上相对增加 146.37%。

表 3 研究区不同还田材料对剖面土壤有效磷的影响

土层深度/ cm	种植前有效磷含 量/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	不同处理作物种植后有效磷含量/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)						
		T_0	TC	TS	TF	TSC	TSF	TFC
0—15	1.14 ^e	6.15 ^d	10.38 ^c	20.01 ^b	21.21 ^b	8.61 ^c	25.33 ^a	18.38 ^b
15—30	3.06 ^e	6.09 ^d	15.15 ^b	12.42 ^b	13.26 ^b	5.84 ^d	18.06 ^a	12.16 ^c
30—45	2.51 ^e	8.85 ^c	8.18 ^c	7.22 ^c	14.85 ^b	8.79 ^c	19.09 ^a	5.68 ^d
45—60	1.03 ^c	3.67 ^b	7.65 ^a	7.03 ^a	8.26 ^a	8.33 ^a	8.48 ^a	5.75 ^{ab}
60—75	0.95 ^b	3.43 ^a	1.97 ^{ab}	3.94 ^a	1.38 ^{ab}	2.93 ^a	3.10 ^a	3.68 ^a
75—90	1.32 ^b	2.09 ^a	1.61 ^b	1.66 ^{ab}	1.16 ^b	2.79 ^a	2.86 ^a	2.36 ^a
90—105	0.97 ^a	1.57 ^a	0.80 ^a	0.90 ^a	1.04 ^a	1.40 ^a	1.55 ^a	1.15 ^a

注: T_0 为对照,无堆肥措施;TC为粉煤灰处理;TS为硫酸亚铁处理;TF为鸡粪处理;TSC为硫酸亚铁+粉煤灰处理;TSF为硫酸亚铁+有机肥处理;TFC为粉煤灰+有机肥处理;同一行标注不同字母表示处理间的数值差异显著($p=0.05$)。下同。

2.2 还田后土壤速效钾的变化趋势

从表 4 可以看出,在覆土后还没进行作物种植时,其生土的速效钾含量较低,均不超过 80 mg/kg,但经玉米—小麦—玉米三季作物种植过后,在不同处理、不同土壤剖面上有效磷含量,特别是覆土的 0—30 cm 土层处发生了较大变化,土壤剖面 0—105 cm 平均速效钾含量在各处理下均比作物种植前有所升高,各处理下速效钾含量增加顺序为:TSF > TS > TSC > TC > TF > TFC > T_0 ,且土壤剖面速效钾含量在土层 0—15 cm 和土层 30—45 cm 处作物种植前与种植后存在显著性差异($p=0.05$),而在其他土层处差异性不显著($p=0.05$)。覆土的 30 cm 土层在 TSF 处理下相对无培肥措施(T_0)速效钾含量增

加 19.13%,在 0—105 cm 土壤剖面上相对增加 14.01%。

2.3 还田后土壤全氮的变化趋势

从表 5 可以看出,在覆土后还没进行作物种植时,其生土的全氮含量较低,均不超过 0.2 g/kg,但经玉米—小麦—玉米三季作物种植过后,在不同处理、不同土壤剖面上有效磷含量,在 75 cm 以上土层均发了显著性变化。土壤剖面 0—105 cm 平均全氮含量在各处理下均比作物种植前有所升高,各处理下全氮含量增加多少的顺序为 TSC > TSF > TFC > TC > TS > TF > T_0 。覆土的 30 cm 土层在 TSC 处理下相对无培肥措施(T_0)全氮含量增加 29.63%,在 0—105 cm 土壤剖面上相对增加 27.06%。

表 4 研究区不同还田材料对剖面土壤速效钾的影响

土层深度/ cm	种植前速效磷钾 含量/(mg·kg ⁻¹)	不同处理作物种植后速效钾含量/(mg·kg ⁻¹)						
		T ₀	TC	TS	TF	TSC	TSF	TFC
0—15	61.4 ^b	126.2 ^a	110.4 ^a	120.0 ^a	121.2 ^a	118.6 ^a	125.3 ^a	118.4 ^a
15—30	79.4 ^b	86.5 ^b	115.2 ^a	112.4 ^a	113.3 ^a	105.8 ^a	128.1 ^a	112.2 ^a
30—45	69.5 ^c	88.9 ^b	88.9 ^b	87.1 ^b	84.2 ^b	82.5 ^b	99.1 ^a	85.7 ^b
45—60	77.3 ^a	63.7 ^b	67.7 ^b	77.0 ^a	68.3 ^b	68.3 ^b	78.5 ^a	65.8 ^b
60—75	69.4 ^a	63.4 ^a	62.0 ^a	53.9 ^b	51.4 ^b	62.9 ^a	63.1 ^a	53.7 ^b
75—90	55.4 ^a	52.9 ^a	51.2 ^a	51.7 ^a	52.2 ^a	57.9 ^a	58.6 ^a	53.6 ^a
90—105	55.5 ^a	51.5 ^a	50.8 ^a	50.9 ^a	51.4 ^a	52.4 ^a	55.1 ^a	51.5 ^a

表 5 研究区不同还田材料对剖面土壤全氮的影响

土层深度/ cm	种植前全氮含 量/(g·kg ⁻¹)	不同处理作物种植后全氮含量/(g·kg ⁻¹)						
		T ₀	TC	TS	TF	TSC	TSF	TFC
0—15	0.14 ^d	0.26 ^c	0.36 ^b	0.32 ^b	0.38 ^b	0.36 ^b	0.37 ^b	0.51 ^a
15—30	0.17 ^c	0.28 ^b	0.35 ^a	0.35 ^a	0.33 ^a	0.34 ^a	0.33 ^a	0.33 ^a
30—45	0.16 ^c	0.30 ^b	0.44 ^{ab}	0.38 ^b	0.41 ^{ab}	0.55 ^a	0.58 ^a	0.38 ^b
45—60	0.12 ^b	0.24 ^a	0.29 ^a	0.31 ^a	0.26 ^a	0.29 ^a	0.27 ^a	0.26 ^a
60—75	0.11 ^b	0.20 ^a	0.21 ^a	0.25 ^a	0.23 ^a	0.23 ^a	0.19 ^a	0.21 ^a
75—90	0.16 ^b	0.21 ^a	0.17 ^b	0.21 ^a	0.21 ^a	0.20 ^a	0.19 ^{ab}	0.21 ^a
90—105	0.17 ^a	0.21 ^a	0.20 ^a	0.19 ^a	0.16 ^a	0.19 ^a	0.17 ^a	0.19 ^a

2.4 还田后土壤有机质的变化趋势

从表 6 可知,覆土后还没进行作物种植时,生土有机质含量最大值 6.2 g/kg,最小值 4.1 g/kg,经玉米—小麦—玉米—玉米三季作物种植过后,在不同处理、不同土壤剖面上有机质含量发生了一定的变化,只有土层 15—30 cm 种植前的有机质含量与不同作物处理种植后的

存在显著性差异($p=0.05$),土壤剖面 0—105 cm 平均有机质含量在各处理下均比作物种植前有所升高,各处理下有机质含量增加顺序为:TF>TFC>TSF>TSC>TS>T₀>TC。覆土的 30 cm 土层在 TF 处理下相对无培肥措施(T₀)有机质含量增加 247.47%,在 0—105 cm 土壤剖面上相对增加 42.63%。

表 6 研究区不同还田材料对剖面土壤有机质的影响

土层深度/ cm	种植前有机质含 量/(g·kg ⁻¹)	不同处理作物种植后有机质含量/(g·kg ⁻¹)						
		T ₀	TC	TS	TF	TSC	TSF	TFC
0—15	4.1 ^c	4.3 ^c	7.4 ^b	4.5 ^c	19.8 ^a	7.2 ^b	17.2 ^a	19.4 ^a
15—30	4.4 ^c	5.6 ^b	5.2 ^b	5.6 ^b	14.6 ^a	5.9 ^b	13.9 ^a	14.5 ^a
30—45	6.2 ^{ab}	7.9 ^a	7.2 ^a	8.0 ^a	5.3 ^b	7.4 ^a	7.4 ^a	5.2 ^b
45—60	5.8 ^c	8.4 ^a	6.2 ^{bc}	9.5 ^a	6.5 ^b	8.0 ^a	6.9 ^b	6.6 ^b
60—75	5.3 ^a	7.3 ^a	6.0 ^a	6.5 ^a	6.1 ^a	6.2 ^a	5.1 ^a	5.3 ^a
75—90	5.1 ^a	5.2 ^a	4.5 ^a	5.4 ^a	5.1 ^a	5.5 ^a	5.0 ^a	5.8 ^a
90—105	4.2 ^a	4.7 ^a	4.6 ^a	4.6 ^a	4.5 ^a	4.9 ^a	4.3 ^a	5.0 ^a

3 讨论

从土壤剖面上来看,随着深度的增加还田材料对土壤养分的影响逐渐降低,且土壤深度越深,则同一层各处理间的差异性越小,这和高亚军等^[12]的研究结果相似。现在大多数对还田材料的研究主要集中在秸秆上,其他还田材料的研究较少。有关于秸秆还田的研究指出,秸秆用于还田对于土壤微生物具有一定影响,能明显提高其生物量碳和活性,但这种作用主要对土壤表层 0—10 cm 起作用^[13],秸秆还田也能

提高小麦的穗数,从而使小麦增产^[14]。同时,李硕等^[15]指出,秸秆还田可显著提高土壤的总有机碳、活性有机碳和总有机碳储量,双季还田后的总有机碳、活性有机碳和总有机碳储量显著高于单季还田和双季不还田的对应量,且这种作用主要发生在耕层 0—20 cm,这和本研究的结果相似,本研究是在玉米—小麦—玉米三季作物连续种植后测定的土壤养分含量,说明几季轮作的耕种方式对土壤养分的改善有一定的促进作用。

秸秆还田也存在一些弊端,如玉米的秸秆在还田

