

作物残体还田对赤红壤有机质状况的影响

方 玲

(福建农业大学, 福州 350002)

EFFECT OF REGRESSION STRAW ON THE NATURE OF ORGANIC MATTER IN LATERITIC RED SOIL

Fang Ling

(Fujian Agriculture University, Fuzhou 350002)

关键词 赤红壤, 作物残体还田, 土壤有机质, 腐殖化系数

中图分类号 S153

闽东南沿海丘陵地上的赤红壤旱地存在着一个普遍的问题, 即是农业生态环境较恶劣, 土壤有机质的含量相当低, 土壤肥力性状很差, 这也是生产上急需解决的问题。为了保持和提高土壤库中物质和能量的贮量水平, 提高土壤肥力^[1-3], 首先必须提高土壤有机质含量, 这是土壤肥力的稳定指标。因此本试验试图寻找适合在沿海赤红壤上提高土壤有机质含量的几种途径, 以便推广应用, 从而提高作物产量增加经济效益。

1 试验设计和方法

1.1 试验设计

试验区土壤为花岗岩母质发育的多砾质粘壤土, 其中 > 1mm 的石砾和粗砂粒占总量的 41.42%。试验区水土流失严重, 且缺乏水源和有机肥源, 土壤贫瘠, 肥力低下。土壤的基本性状见表 1。试验前是一年二熟制, 大豆(或花生)-小麦(或豌豆), 产量低。试验设对照: 小麦-春花生-甘薯连作两年, 不增施任何有机肥, 每季配施尿素 225kg/hm², 氯化钾 225kg/hm², 过钙 375kg/hm², 过钙全部作基肥, 尿素及氯化钾基、追肥各半; 处理 1: 豌豆-春花生-甘薯连作两年, 除甘薯藤外, 其余所生产出的作物残体全部回田共计输入土壤的总碳量为 3329kg/hm²。其中豌豆藤作为甘薯的包心肥埋在薯畦中, 花生藤作为甘薯的夹边肥, 并在翻埋时为促进其分解而施用石灰 1124kg/hm², 粗粪水 14883kg/hm²。每季配施的 N, P, K 化肥用量同对照; 处理 2: 小麦-春花生-甘薯连作两年。除甘薯藤外, 其余的作物残体全部回田, 共计输入土壤的总碳量 5855kg/hm²。其中麦秆、花生藤的施用方法同处理 1, N, P, K 肥料用量同对照。回田作物残体量

及基本成分见表 2 及表 3。

表1 供试土壤的基本性状

土壤	质地	pH		有机质 (g/kg)	全N (g/kg)	全P (g/kg)	全K (g/kg)	C/N
		(H ₂ O)	(KCl)					
赤红壤(旱地) (0—15cm)	多砾质粘壤土	5.30	4.28	8.62	0.54	0.43	25.13	9.19
赤红壤(果园) (0—30cm)	多砾质砂壤土	7.00	5.40	6.38	0.49	0.38	23.32	7.52

表2 各试验小区年回田作物残体的总碳量(kg/hm²)

处理	回田作物残体的总碳量									
	1990						1991			
	大豆	小麦	豌豆	花生	大绿豆	合计	小麦	豌豆	花生	合计
处理1	—	—	196	1319	337	1852	—	375	1102	1477
处理2	465	1147	—	1484	337	3433	1035	—	1387	2422

表3 几种主要回田作物残体的基本成分

品种	水分 (%)	全氮 (g/kg)	总碳 (g/kg)	易碳 (g/kg)	难碳 (g/kg)	氧化稳定系数	C/N
豌豆	81.5	25.55	446.5	366.6	79.6	0.22	17.46
大绿豆	80.0	32.82	445.2	363.1	82.1	0.23	13.57
花生	74.0	15.09	455.4	369.6	85.8	0.23	30.18
大豆	74.0	13.55	482.6	384.8	97.8	0.25	35.62

1.2 大田示范片设计

旱地示范片用小麦-西瓜及小麦-箭舌豌豆改良培育。果园示范片通过套种箭舌豌豆,连续两年绿肥回园及套种西瓜、竹豆、马铃薯、花生等措施改良土壤。

1.3 数据测定方法

有机碳按丘林法测定;易氧化碳及碳的氧化稳定系数(*K_{os}*)按袁可能等发表的方法和公式计算^[4];有机物质分解速率及腐殖化系数按文启孝等发表的方法和公式计算^[5];土壤腐殖质用焦磷酸钠-氢氧化钠混合提取、丘林法测总碳。全N,P,K按常规分析方法测定。

2 结果与讨论

2.1 土壤有机质含量和全氮量的变化

在试验小区中,通过不同的连作套种制度及产出的作物残体回田措施试验,各处理的回田有机碳量详见表 2。由表 2 看出,两年中处理 1 和处理 2 回田总碳量分别为 3329kg/hm²和 5855kg/hm²。通过两年的分解转化,土壤有机质含量由原对照的 8.62g/kg 分别增至 9.65g/kg 和 11.38g/kg,分别比对照提高了 1.03g/kg 和 2.76g/kg,土壤腐殖质含量也比对照分别提高 0.24g/kg 和 0.64g/kg(表 4)。土壤全氮量由原来的 0.54g/kg 分别增至 0.74g/kg 和 0.99g/kg(表 5);而且无论是处理 1 或是处理 2,其第 2 年的提高幅度要大于第 1 年。从

表 4、表 5 中还可以看出处理 2 的土壤有机质和氮素的累积量比处理 1 更大。

土壤中有有机质储量的提高, 表明土壤化学能的储存水平提高, 而化学能是土壤中一

表4 土壤有机质的增长量(g/kg)

处理	1989			1990				1991			
	碳	有机质	腐殖质	碳	有机质	(2)-(1)	腐殖质	碳	有机质	(3)-(1)	腐殖质
	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)
试验小区											
对照	5.00	8.62	2.00	5.00	8.62	—	2.00	5.00	8.62	—	2.00
处理1	5.00	8.62	2.00	5.20	8.96	0.34	2.08	5.60	9.65	1.03	2.24
处理2	5.00	8.62	2.00	5.70	9.83	1.21	2.28	6.60	11.38	2.76	2.64
旱地											
小麦-西瓜	5.00	8.62	2.00	—	—	—	—	6.10	10.52	1.90	—
小麦-豌豆	5.00	8.62	2.00	—	—	—	—	5.70	9.83	1.21	—
果园											
箭舌豌豆	3.70	6.38	—	—	—	—	—	4.10	7.07	0.69	—
连种两年绿肥	3.70	6.38	—	—	—	—	—	5.90	10.17	3.79	—
套西瓜-绿肥等	3.70	6.38	—	—	—	—	—	4.80	8.28	1.90	—

表5 土壤全氮及C/N变化情况(g/kg)

处理	1989			1990			1991		
	碳	氮	C/N	碳	氮	C/N	碳	氮	C/N
	(g/kg)								
试验小区									
对照	5.00	0.54	9.26	5.00	0.56	8.93	5.00	0.57	8.77
处理1	5.00	0.54	9.26	5.20	0.58	8.97	5.60	0.74	7.57
处理2	5.00	0.54	9.26	5.70	0.82	6.95	6.60	0.99	6.67
旱地									
小麦-西瓜	5.00	0.54	9.26	—	—	—	6.10	0.86	7.09
小麦-豌豆	5.00	0.54	9.26	—	—	—	5.70	0.66	8.64
果园									
箭舌豌豆	3.70	0.49	7.55	—	—	—	4.10	0.57	7.19
连种两年绿肥	3.70	0.49	7.55	—	—	—	5.90	0.76	7.76
套西瓜-绿肥等	3.70	0.49	7.55	—	—	—	4.80	0.98	4.90

切生物化学过程的动力, 是土壤生物活性的支柱, 土壤有机质累积量越多, 为微生物提供营养和能量也越多, 而有机质中所储存的能量也依赖微生物和酶的分解活动得以释放。在试验小区中, 处理 2 和处理 1 的全氮量比对照增加的快, 也正是由于它们的有机质储能高, 有利于微生物分解而促进氮素转化循环的结果, 也标志着土壤肥力水平的提高。

在果园中通过两年连种乌绿豆、山毛豆、竹等绿肥并回园, 土壤有机质由原来的 6.38g/kg 提高到 10.17g/kg, 两年中有机质增值为 3.79g/kg, 而单独套种箭舌豌豆改良的两

年有机质只增值 0.69g/kg(表 4)。

在旱地示范片中,小麦地单独套种箭舌豌豆,土壤有机质由原来的 8.62g/kg 提高到 9.83g/kg,两年来有机质增值为 1.21g/kg(表 4)。说明种植绿肥回田时必须考虑其不同氧化稳定度和不同 C/N 比的绿肥品种搭配套种,这关系到有机物质的年分解和累积的速度,进而关系到土壤有机质的提高速度,此外在示范果园和旱地套种西瓜,通过对西瓜地的高秆覆盖以及施用高质量的猪牛栏粪等培肥管理措施,对土壤有机质的提高比单独套种箭舌豌豆大,二年的土壤有机质增值果园和旱地都达到 1.90g/kg。

从旱地和果园的示范片试验结果可以进一步证明不同施用量、不同氧化稳定性、不同 C/N 比值的有机肥料施用后,对土壤有机质的含量以及土壤有机质的氧化稳定性都有不同程度的提高(表 4,表 7)。而土壤氮素的含量也比原来土壤增加,土壤 C/N 比值也比原来的下降,尤其是套种西瓜地,不管是旱地还是果园其 N 素含量都比其他处理措施的高而 C/N 比值表现出最低值(表 5)说明土壤有机质的数量和质量都提高。

2.2 土壤有机物质的分解速率和腐殖化变化

两年中土壤有机质含量的提高,除了与增施有机物质的数量有关外,还与有机物质在土壤中的分解速率、残留量以及在土壤中的腐殖化系数大小有很大的关系。通常有机质在土壤耕作中是处在不断地发生分解矿化和再合成腐殖质的动态变化过程中,只有当每年加入土壤的有机物质的量和合成有机质的量超过矿化量时,土壤才能保持和累积有机质。在本试验中从所加入土壤的有机碳总量和测定的腐殖酸碳量(表 4)可以计算出每年加入土壤的有机物质的分解速率和腐殖化系数,结果见表 6。

表6 回田作物残体平均分解速率和腐殖化系数

处理	1990		1991	
	分解速度	腐殖化系数	分解速度	腐殖化系数
	(%)		(%)	
处理1	76	0.10	60	0.16
处理2	54	0.18	38	0.25

从表 6 看,处理 1 回田作物残体的平均分解速率要比处理 2 大,而残留量和腐殖化系数要比处理 2 小。从表 1、2、4、6 可以综合看出这样的规律:即它们的分解速率是随有机物质本身的 C/N 和氧化稳定系数的增加而减慢,而其残留碳量和腐殖化系数则随有机物质的 C/N 和氧化稳定系数的增加而增大。在处理 2 中所加入的高 C/N 和高氧化稳定系数的有机物质数量较多、稳定性较高,较难分解,分解后的残留量也较高,如麦秆、花生藤、大豆藤等高 C/N 和高氧化稳定系数的物质,1990 年和 1991 年分别占总加入量的 90% 和 94%。而处理 1 中高 C/N 和高氧化稳定系数的物质,1990 年和 1991 年分别仅占总加入量的 71% 和 73%,并且处理 1 加入的总碳量比处理 2 少。因而表现出处理 2 比处理 1 的有机物质分解速率低而腐殖化系数高的特点。但在两个处理中都表现出第 2 年的分解速率明显低于第 1 年的分解速率,而腐殖化系数明显高于第 1 年,这除与第 2 年气候干旱影响外,还与第二年输入的新鲜有机质量少,激发效应低,有机碳趋向于形成腐殖酸碳有关。

2.3 土壤有机质的氧化稳定性变化

从表 7 看,两个处理的土壤有机质的氧化稳定性都比对照区高。两年来处理 1 土壤有

机质的氧化稳定系数由原来的 0.52 提高到 0.58 和 0.60; 处理 2 则提高到 0.63 和 0.69。这也与两年中所埋压的有机质的氧化稳定性和 C/N 的影响有关。土壤有机质的氧化稳定性的提高, 表明土壤有机质与无机矿物部分的复合程度也提高, 腐殖质的芳构化程度也提高^[4], 所形成的有机无机复合体的稳定性也提高, 说明土壤中的有机质不仅在数量上而且在品质上也有所提高, 从而改善了土壤的保肥和供肥性能, 表现出土壤年生物量提高。

表7 土壤有机质的氧化稳定系数

处 理	氧化稳定系数		
	1989	1990	1991
试验小区			
对照	0.52	—	—
处理1	0.52	0.58	0.60
处理2	0.52	0.63	0.69
旱地			
小麦-西瓜	0.52	—	0.60
小麦-豌豆	0.52	—	0.58
果园			
箭舌豌豆	0.68	—	0.52
连种两年绿肥	0.68	—	0.64
套西瓜-绿肥等	0.68	—	0.55

2.4 生物量的变化

每种耕作土壤的生物量大小, 对其土壤有机质的变化影响很大, 在相同的土壤肥力水平和自然条件下, 不同的耕作管理模式会造成年生物量很大的差异, 各处理年生物量的变化见表 8。

表8 不同施肥制度下的年生物量(kg/hm²)

处理	1989				1990				1991							
	大豆		小麦		豌豆		花生		甘薯		小麦		豌豆		花生	
	鲜藤	干豆粒	鲜秆	干麦粒	鲜藤	干豆粒	鲜藤	干果荚	鲜藤	鲜薯	鲜秆	干麦粒	鲜藤	干豆粒	鲜藤	干果荚
对照CK	3606	1200	6874	3208	—	—	7219	2511	11672	29963	6244	2294	—	—	6034	1207
处理1	3606	1200	—	—	2376	795	10367	3216	16364	32099	—	—	4558	1199	8681	1799
处理2	3606	1200	9123	3516	—	—	11679	3448	21237	33688	8118	3133	—	—	10930	2151

从表 8 看, 两年中两个处理的年总生物量都比对照高, 而且处理 2 的生物量比处理 1 的更高, 在每季单种作物中也都表现出处理 2 的生物量最高, 其次是处理 1 的, 即使是在 1991 年遇到干旱也表现出同样的规律。就以各处理中共同的作物花生为例, 1990 年处理 1 和处理 2 比对照区鲜花生藤的增产率分别为 43.6% 和 81.1%; 处理 2 又比处理 1 鲜藤增产 12.7%。1991 年处理 1 和处理 2 比对照分别增产 43.9% 和 81.1%; 而处理 2 又比处理 1 增产 25.9%, 这表明处理 2 每年加入的有机碳量比处理 1 大, 比对照更大, 其土壤能提供作物和微生物的能量和营养数量就更多, 因而作物的年生物量也更大。反过来看, 由于处理 2 的年生物量比处理 1 和对照大, 回归量也大, 则土壤年有机质的累积量也比处理 1 多, 比对照更多(表 3)。特别是对原来有机质含量极低的土壤, 用氧化稳定系数高的和 C/N 高

的小麦,大豆、花生等作物秸秆回田,对土壤有机质的含量和品质的提高是有显著效果的。从试验模式总结果看,回田的有机物质越多,其土壤的年生物量就越大,这表明土壤有机质含量与生物量之间是存在着相互促进、相互制约以及互为因果的关系,因此如何调节好各种作物的年生物量,是提高土壤有机质的一种高效措施。

总之,通过两年的小区试验证明,豌豆-甘薯套花生和小麦-甘薯套花生,这两种提高土壤有机质的耕作模式,在当地的自然条件下都是切实可行的而且是有成效的。只要按这些模式逐年加大生物量及增加回归的新鲜有机质的数量,这样有机物质在土壤中的分解和累积的速率才能协调,才能保证土壤有机质的逐年提高又可正常分解供作物需要。预计按此模式在今后的十几、二十年内土壤有机质含量将从其目前的最低平衡点 8.62g/kg 提高到新的相对高的稳定平衡点 20g/kg 左右。

参 考 文 献

1. 中国科学院南京土壤所. 中国土壤. 北京:科学出版社,1978. 299—309
2. 陈恩凤. 土壤肥力物质基础及其调控. 北京:科学出版社,1990. 351—378
3. 林景亮,陈清硕. 系统土壤学. 福州:福建科技出版社,1987. 124—138
4. 袁可能. 土壤有机矿质复合研究(1). 土壤学报,1963,286—293
5. 文启孝,彭福泉,林心雄等. 土壤有机质研究法. 北京:农业出版社,1978. 291—292