

红壤旱坡地免耕覆盖研究^{*}

王兴祥 张桃林 张 斌

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 红壤旱地免耕覆盖能明显减少水土流失;长期免耕覆盖会增加土壤亚表层容重,减少土壤毛管孔隙,降低 10—50cm 土层贮水量;免耕覆盖土壤养分水平略高于常规耕作;免耕覆盖初期微生物生物量高于常规耕作,但后期微生物量低于常规耕作;免耕覆盖对作物产量影响因作物而异,对作物的增产效果随着时间推移而降低,甚至导致减产。

关键词 红壤;旱坡地;免耕覆盖

红壤既是我国亚热带重要的土壤资源,也是我国南方农业综合开发与经济发展的重要基地。然而,由于特殊的气候条件,加之长期不合理的开发利用,红壤区季节性干旱、水土流失及肥力衰减等问题在部分地区有所加剧^[1]。免耕覆盖被认为是红壤旱坡地耕作过程中的一项重要水土保持和提高土壤肥力措施^[2],秸秆覆盖在调节红壤旱地水分、养分循环及提高作物产量中的作用似乎较为肯定^[1,3,4],但对(少)免耕对土壤理化性状和作物产量影响的研究结果却有很大差异^[5,6]。为进一步探索免耕覆盖对土壤质量及作物产量的影响,我们于 1992 年开始进行红壤旱地免耕覆盖试验。

1 试验材料与方法

试验布置于江西省鹰潭市中国科学院红壤生态实验站,试验地植被为稀疏马尾松荒地,坡度 5°,土壤为第四纪红粘土发育的普通红壤(普通筒育湿润富铁土),表层质地为粘土,基本农化性状如表 1。1992 年 4 月开垦,就地翻 30cm,亩施猪粪 4500kg,石灰 150kg。

表 1 供试土壤主要农化性状

有机质 g/kg	全氮 N g/kg	全磷 P ₂ O ₅ g/kg	全钾 K ₂ O g/kg	水解氮 N mg/kg	速效磷 P ₂ O ₅ mg/kg	速效钾 K ₂ O mg/kg	pH (H ₂ O)	CEC cmol/kg
7.2	0.58	0.18	11.6	18.0	1.9	35.7	4.7	8.84

小区为标准径流小区,面积 20 × 5m²,设荒草地对照(CK)、常规耕作(处理 A)和免耕覆盖(处理 B)3 种处理,处理 A、B 复种方式为油菜—玉米+大豆—荞麦(注:—表示接茬,+表示间作),免耕覆盖处理初期用 800kg/mu 稻草覆盖,试验期间覆盖物分别是本田玉米秸秆上部、荞麦和油菜秸秆全部,其它田间管理相同。

* 国家“九五”科技攻关专题“退化土壤恢复重建与季节性干旱防御关键技术研究”(96—004—03—12)部分成果。

每隔 5 天测定一次土壤水分, 0-10cm、10-20cm 土层土壤水分用烘干法测定, 30cm、40cm、50cm、60cm、70cm 深度土壤水分用江苏省农业科学院原子能研究所研制的 LNW-50 中子仪测定, 每次降雨后测定水土流失量, 并分析其养分组成, 每年 4 月、11 月作物收获后测定土壤养分含量。

2 结果与讨论

2.1 水土流失

红壤开垦利用后, 地表径流量和土壤侵蚀量发生显著变化, 由于开垦破坏了地表草皮, 土壤侵蚀量明显增加。但与常规耕作相比, 免耕覆盖能明显减少地表径流量和土壤侵蚀量, 这种作用在水土流失量大的年份表现尤为显著(图 1), 1992 年 4 月至 1996 年 4 月间的试

验结果(表 2)表明免耕覆盖处理的地表径流量和土壤侵蚀量仅分别为常规耕作的 49.8% 和 17.6%, 这与在 5、6 月份地面植被覆盖度小, 而免耕覆盖的秸秆覆盖对雨滴具缓冲作用, 降低土壤侵蚀力, 且能减少地表 0-10cm 土层土壤容重, 增加通气孔和地表入渗能力有关。表明免耕覆盖确是减少红壤旱坡地水土流失的一项行之有效的耕作措施。

表 2 免耕覆盖的水土保持效果

	地表径流量(mm)	土壤侵蚀量(kg/ha)
CK	627.1	1210.0
A	822.7	40500.0
B	410.2	7140.0
B/A(%)	49.8	17.6

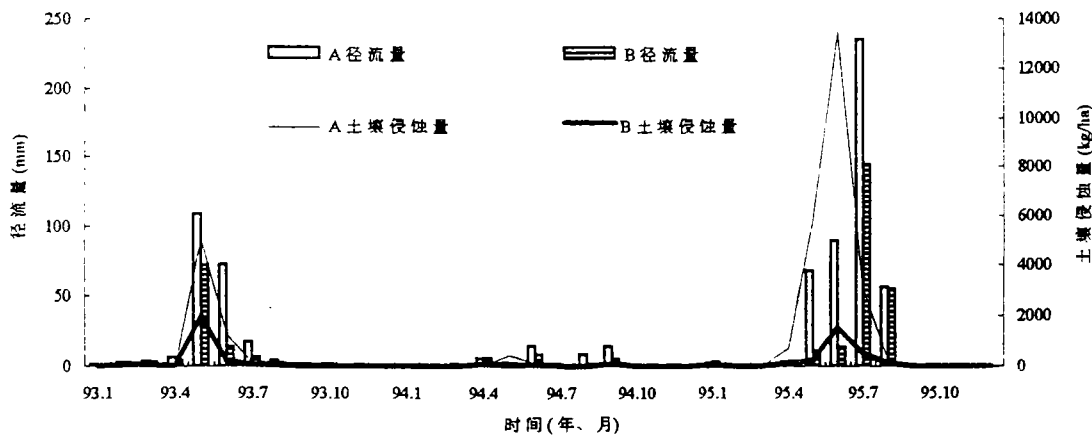


图 1 免耕覆盖水土保持效果

2.2 土壤物理性质

2.2.1 物理结构

红壤荒地开垦利用后, 所有处理均表现为土壤通气孔隙增加、毛管孔隙减少、容重降低, 但免耕覆盖处理的亚表层(10-20cm)土壤通气孔隙减少, 容重增加。与常规耕作相比, 免耕覆盖处理的 0-10cm 土层土壤通气孔隙度增大, 容重减少, 而 10-20cm 土层的土壤则相反; 免耕覆盖处理毛管孔隙度较低, 而无效孔隙度较高(表 3)。这与李璞等^[5]在第四纪红粘土发育红壤上进行数年免耕覆盖试验发现的土壤容重略低于常规耕作处理的结果有差异, 可能与其土壤有机质含量(约 30g/kg)较高有关。

表 3 免耕覆盖与常规耕作下耕层土壤孔隙分布状况比较 *

处理		通气孔隙(%) >30 μ m	毛管孔隙(%) 30-0.2 μ m	无效孔隙(%) <0.2 μ m	容重 g/cm ³	土壤容积含水量 %
CK	0-10cm	17.93	16.23	22.97	1.38	17.0
	10-20cm	21.71	15.17	24.23	1.29	20.0
A	0-10cm	19.90	12.01	21.40	1.23	19.7
	10-20cm	25.50	13.13	18.69	1.11	23.8
B	0-10cm	21.59	11.77	22.28	1.15	20.3
	10-20cm	16.16	12.19	22.04	1.34	19.6

* 压力膜法测定, 3 次重复, 1995 年 4 月测定。

2.2.2 土壤水分

试验结果表明, 免耕覆盖对 0-10cm 土层土壤贮水量没有显著影响, 但会减少 10-50cm 土层土壤贮水量, 增加 50-70cm 土层土壤贮水量(图 2)。虽然大多数研究表明覆盖能减少土壤蒸发, 增加土壤水分含量^[1,3,4], 但也有研究认为覆盖并不能增加土壤水分含量, 可能是覆盖处理作物蒸腾量增大的缘故^[7]。本试验中免耕覆盖处理的地表径流显著减少, 但 10-50cm 土壤土层贮水量却有所减少, 这可能与免耕覆盖处理的 10-20cm 土层土壤容重增大, 而入渗速率下降有关。

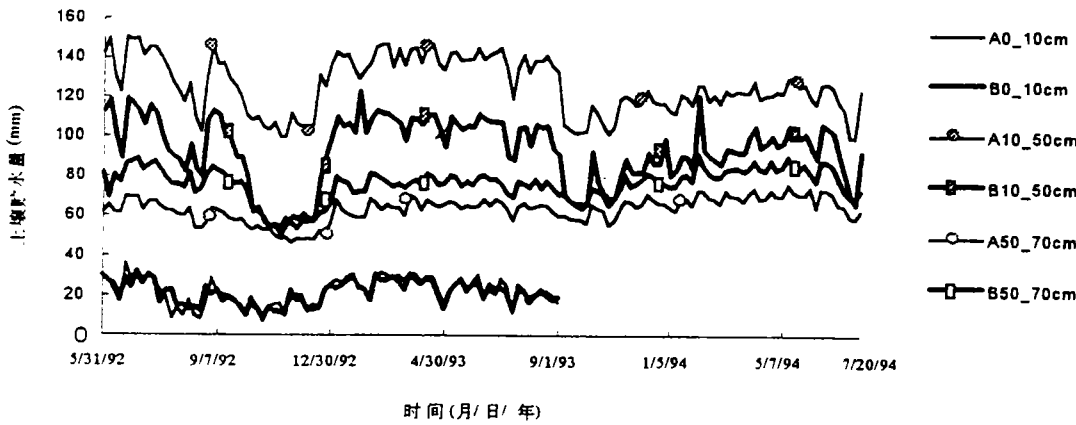


图 2 免耕覆盖和常规耕作下土壤水分的差异

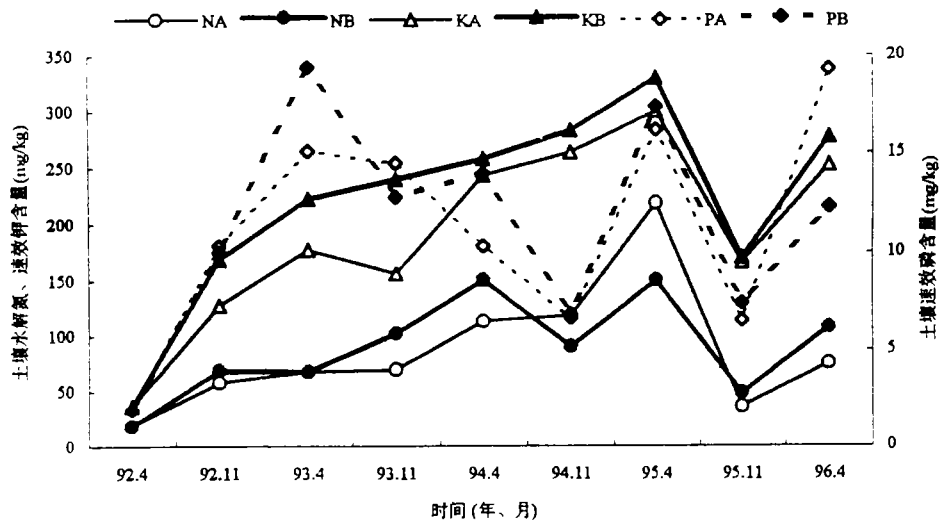
2.3 土壤养分

红壤开垦利用后, 除全钾略有下降外, 其它养分水平均有提高。由于施肥采用当地挖沟(约 10cm 深)条施的方法, 所以没有考虑免耕覆盖对土壤养分的剖面垂直分异的影响。从表 4 可以看出, 与常规耕作相比, 免耕覆盖处理的土壤有机质、全氮、全磷、全钾均高于常

表 4 不同耕作方式下土壤养分库的变化

	有机质 (g/kg)	全氮 (N g/kg)	全磷 (P ₂ O ₅ g/kg)	全钾 (K ₂ O g/kg)
CK	7.2	0.58	0.65	11.6
A	14.5	0.88	1.00	10.8
B	15.2	0.98	1.04	10.9

规耕作,可能与免耕覆盖处理土壤养分盈余较大有关;免耕覆盖处理土壤速效钾水平基本上一直高于常规耕作,而土壤水解氮和速效磷时高时低,没有呈现明显规律性差异(图 3)。



NA、NB、PA、PB、KA 和 KB 分别表示处理 A、B 土壤水解氮(mg/kg), 速效磷(mg/100g)和速效钾(mg/kg)

图 3 免耕覆盖与常规耕作下土壤速效养分的变化

2.4 土壤生物特性

试验初期耕层土壤微生物碳量,免耕覆盖处理显著高于常规耕作处理,但免耕 2 年后,其土壤微生物活性低于常规耕作处理(表 5、表 6)。这可能在免耕覆盖初期秸秆覆盖能促进微生物碳量的增加,而免耕覆盖 2 年后,则因免耕引起亚表层土壤容重增加、通气孔隙减少,而导致微生物生物量降低。

表 5 不同耕作方式下土壤微生物碳量 * (mgC/100g 干土)(测定时间:1992 年 11 月)

土层	A(0-5cm)	A(6-20cm)	B(0-5cm)	B(6-20cm)
微生物碳量	33.72	16.16	81.53	38.28

* 熏蒸法测定

表 6 免耕覆盖 2 年后(0-20cm) 土层土壤微生物量 * (测定时间:1994 年 8 月)

	细菌($\times 10^6$ /g 干土)	放线菌($\times 10^5$ /g 干土)	真菌($\times 10^4$ /g 干土)
CK	0.26	2.50	4.20
A	9.98	23.04	26.22
B	5.66	3.75	9.56

* 平板分离法测定

2.5 生产力

免耕覆盖处理玉米、大豆产量高于常规耕作,而油菜产量低于常规耕作,且对玉米的增产

效果随免耕覆盖时间推移而减弱,免耕覆盖前 2 年对荞麦有一定增产效果,但以后也出现减产现象(表 7)。在红壤上由于免耕引起作物增产和减产的研究均有报道^[5,6],表明免耕覆盖对产量的影响因作物而异,应慎重选择作物进行,并且,在红壤,尤其是质地粘重的第四纪红粘土发育的红壤旱地上,免耕覆盖时间不宜过长,应适应进行翻耕。

表 7 免耕覆盖对作物产量的影响(kg/ha) *

年份	处理	玉米		大豆		荞麦		油菜	
		经济产量	生物产量	经济产量	生物产量	经济产量	生物产量	经济产量	生物产量
1992	A	4707	12159	600	1399	/	2580	1423	4605
	B	6133	14791	600	1699	/	4326	1090	4114
1993	A	1735	5500	670	1701	795	2080	823	2881
	B	2065	6558	840	1920	922	2593	770	2593
1994	A	1621	3357	186	1260	1551	3474	620	2870
	B	1716	3952	231	1257	1350	3399	570	3004
1995	A	1670	4390	150	720	585	1489	300	1320
	B	1730	5120	210	720	510	1326	260	900

* 1992 年产量指 1992 年 4 月至 1993 年 4 月作物产量,依次类推。

3 结论

红壤旱坡地免耕覆盖能明显减少水土流失;长期免耕覆盖会增加亚表层土壤容重,减少 10-50cm 土层土壤贮水量;免耕覆盖土壤养分水平略高于常规耕作;免耕覆盖初期微生物量高于常规耕作,但后期微生物量低于常规耕作;免耕覆盖对作物产量影响因作物而异,对作物的增产效果随时间推移而降低,甚至导致减产。总的看来,红壤旱坡地免耕覆盖没有明显的增产效果,因此红壤旱地免耕覆盖应慎重选择作物,并缩短免耕周期。

参 考 文 献

- 1 石华,赵其国,王明珠等.红壤生态系统综合治理技术及农业持续发展.见:王明珠等主编.红壤生态系统研究(第三集),中国农业科技出版社,1995,1-27
- 2 黄国勤.论开发南方旱地农业.科技导报,1995,11:37-41
- 3 吕晓男,路允甫,卢德生.覆盖对改善土壤物理性质和春玉米产量影响的研究.土壤通报,1991,25(3):102-103
- 4 郭志强,何英豪,周国良等.红壤旱地土壤保水措施长期定位研究.湖南农业科学,1996,11:33-35
- 5 李璞,王凤英,肖永和.免耕对土壤理化性状的影响.湖南农业科学,1993,5:42-43
- 6 王林如,杨珍珠.红壤旱地少免耕试验.江西农业大学学报,1993,15(1):91-95
- 7 赵诚高,张佳宝.红壤上以覆盖耕作作为手段的持续农业的研究 I.坡地的土壤水分特性和玉米生长.见:王明珠等主编.红壤生态系统研究(第三集).中国农业科技出版社,1995,283-290