

余江县低丘红壤耕地的养分平衡状况与对策*

茅昂江 王明珠

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要

对江西省余江县低丘红壤耕地的养分平衡状况进行了定位监测,结果表明,在氮、磷、钾三要素中,除旱地上的磷基本平衡外,其它均有亏缺,处于入不敷出状况,其中尤以钾亏缺最大,氮次之,磷则因土而异,为改变这一状况作者提出了相应的对策。

关键词 低丘红壤; 耕地; 养分平衡; 对策

低丘红壤是我国南方主要的农业土壤资源,探讨其耕地在现状利用条件下的肥力变化,进而提出相应的对策对该区农业持续发展有着重要意义,“八五”期间我们在典型的低丘红壤区——赣东北余江县中部(N 28° 15'E 116° 55')选择水田和旱地各3块,每年对这些田块的产量、土壤养分、施肥水平和田间管理进行定位监测,现将结果简述于下。

1 监测区的概况

余江县地处我国中亚热带东部,气候温热多雨,年平均气温 17.60℃,年降雨量达 1794.7 毫米(年蒸发量为 1318 毫米),但时空分布不均,4-6 月的降水量占全年降水的 47.6%,7-8 月又高温少雨,易于产生伏秋旱。地形多为丘陵岗地,属赣东北山区向鄱阳湖平原的过渡地段,坡度平缓。土壤多为红壤和红壤性水稻土。作物主要有水稻、花生、芝麻,经济作物有茶、麻、桔等。

2 监测区土壤养分状况

将监测区采集的 109 个土壤农化样品的养分测定结果,按江西省第二次土壤普查养分分级标准(表 1)进行分级统计(表 2)则可看出,土壤养分属丰富的极少,有机质达 30g/kg 的土壤仅占测区面积的 6.4%,全氮达 1.5g/kg 的只占 13.8%,速效磷达 10mg/kg 和速效钾达 100mg/kg 的比例略大些,但也只分别为 21.2%和 18.4%,而养分明显缺乏的土壤所占面积较大,有机质含量低于 10g/kg 的约占 33.1%、全氮含量低于 0.75g/kg 的约占 45.8%、速效钾含量低于 50mg/kg 的约占 34.8%,速效磷所占比例更大,含量低于 5mg/kg 的约占 47.7%。

监测区土壤养分测试结果表明,养分的丰缺与利用方式有明显关系(表 3),有机质、全氮、碱解氮的含量是水田 > 旱地 > 林地 > 荒地,而磷、钾以旱地最高,水田的全磷、速效

* 本文为国家“八五”攻关“红壤退化机制及防治措施研究”中肥力退化的部分研究内容。

磷、速效钾虽仍高于林地和荒地，且均比旱地低，正好与有机质、全氮的含量排序相反；表3中还能看出，同是旱地的JXH920705田块，由于在耕种过程中曾人工平整田块，先后植稻两年，该田块土壤的有机质、全氮、碱解氮含量均高于其他未改水植稻的旱地，但钾素则低于未种过水稻的旱地，这也和上述水、旱地养分状况有相同趋势。

表1 江西省第二次土壤普查土壤养分分级标准

级 别	丰富程度	有机质 (g/kg)	全 氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	丰缺程度	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
1	-	>40	>2.0	150	-	>40	>200
2	丰富	30-40	1.5-2.0	120-150	-	20-40	150-200
3	中量	20-30	1.0-1.5	90-120	丰富	10-20	100-150
4	中量	10-20	0.75-1.0	60-90	中量	5-10	50-100
5	缺	6-10	0.5-0.75	30-60	缺	3-5	30-50
6	极缺	<6	<0.05	<30	极缺	<3	<30

表2 监测区土壤养分状况

肥力 级别	有 机 质		全 氮		速 效 磷		速 效 钾					
	肥力等级 标准 (g/kg)	样品数 (个)	占样品 总数 (%)	肥力等级 标准 (g/kg)	样品数 (个)	占样品 总数 (%)	肥力等级 标准 (mg/kg)	样品数 (个)	占样品 总数 (%)	肥力等级 标准 (mg/kg)	样品数 (个)	占样品 总数 (%)
1	>40	1	0.9	>2.0	4	3.7	>40	0	0	>200	4	3.7
2	30-40	6	5.5	1.5-2.0	11	10.1	20-40	2	1.8	150-200	4	3.7
3	20-30	27	24.8	1.0-1.5	22	20.2	10-20	21	19.3	100-150	12	11.0
4	10-20	39	35.8	0.75-1.0	22	20.2	5-10	34	31.2	50-100	51	46.8
5	5-10	21	19.3	0.5-0.75	14	12.8	3-5	12	11.0	30-50	30	27.5
6	<5	15	13.8	<0.5	36	33.0	<3	40	36.7	<30	8	7.3

表3 监测区不同利用方式下的土壤养分状况*

利用 方式	田块编号	有机质 (g/kg)	全 氮 (g/kg)	全 磷 (g/kg)	全 钾 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
水	JXS920701	37.9	2.04	1.09	7.39	204.4	16.16	68.87
	JXS920702	41.3	2.29	0.96	7.60	221.5	11.73	93.97
	JXS920703	36.6	1.76	0.93	8.35	185.1	6.50	89.33
田	平 均	38.6	2.03	0.99	7.78	203.7	11.46	84.06
	JXH920704	11.3	0.52	0.60	8.49	71.9	6.40	79.67
旱	JXH920705	16.8	0.89	1.24	6.30	104.4	21.20	60.43
	JXH920706	15.5	0.79	0.34	10.06	85.0	22.80	159.97
	平 均	14.5	0.73	1.06	8.26	87.1	16.80	99.37
林地	JXG920707	11.4	0.56	0.57	9.33	69.7	1.17	51.67
荒地	未编号	10.1	0.51	0.46	10.61	43.5	0.40	30.10

*表内数据除荒地外，均为1992-1994年3年的平均数值。

3 监测区土壤养分平衡状况

监测区耕地红壤肥力受自然因素和人为因素的双重影响，并且以后者影响更为明显，如生产过程中养分投入与产出的不平衡；坡、旱地利用不当引起的侵蚀，农业结构的配置不当等，都可导致土壤养分状况恶化。下面就从监测田块1992-1994年的投入与产出量分析红壤耕地养分的平衡状况。

3.1 养分投入

监测田块的养分主要来源是化肥、有机肥(厩肥、秸秆还田)和种子带入的养分。

化肥: 据 1992—1994 年对监测田块的农户调查统计, 平均每年每公顷地施用的各种化肥量(分别折算成 N、P₂O₅、K₂O), 水田是氮 205.5 千克, 磷 49.83 千克, 钾素 192.67 千克; 旱地是氮素 115.0 千克, 磷素 58.83 千克, 钾素 87.67 千克(表 4)。

表 4 1992—1994 年监测田块化肥施用量*

利用方式	年份	田块编号	施肥量** (kg/ha)			利用方式	年份	田块编号	施肥量** (kg/ha)		
			氮肥 (N)	磷肥 (P ₂ O ₅)	钾肥 (K ₂ O)				氮肥 (N)	磷肥 (P ₂ O ₅)	钾肥 (K ₂ O)
水田	1992	JXS920701	138.0	45.0	90.0	旱地	JXH920704	133.5	64.5	162.0	
		JXS920702	124.5	45.0	180.0		JXH920705	135.0	67.5	31.5	
		JXS920703	163.5	109.5	52.5		JXH920706	48.0	30.0	42.0	
		平均	142.0	66.5	107.5		平均	105.50	54.0	78.50	
	1993	JXS920701	192.0	19.5	117.0	旱地	JXH920704	91.2	37.5	52.5	
		JXS920702	318.0	—	247.5		JXH920705	139.5	34.5	52.5	
		JXS920703	241.5	75.0	240.0		JXH920706	129.0	34.5	142.5	
		平均	250.5	31.5	201.5		平均	120.0	35.50	82.5	
	1994	JXS920701	225.0	64.5	193.5	旱地	JXH920704	138.0	117.0	90.0	
		JXS920702	207.0	90.0	208.5		JXH920705	138.0	90.0	135.0	
		JXS920703	240.0	—	405.0		JXH920706	82.5	54.0	81.0	
		平均	224.0	51.5	269.0		平均	119.5	87.0	102.0	
3年平均数			205.50	49.83	192.67	3年平均数			115.0	58.83	87.67

* 化肥在施入田间后, 都有一定的损失, 此统计数字, 未考虑损失的部分。

** 将施用的各种氮、磷、钾化肥分别折算成 N、P₂O₅、K₂O。

表 5 1992—1994 年监测田块有机肥施用量(水田)

年份	田块编号	秸秆(kg/ha)			厩肥(kg/ha)				
		数量 (风干)	氮素 (N)	磷素 (P ₂ O ₅)	钾素 (K ₂ O)	数量 (风干)	氮素 (N)	磷素 (P ₂ O ₅)	钾素 (K ₂ O)
1992	JXS920701	1590	14.70	4.155	48.015	2325	30.00	24.45	23.25
	JXS920702	1800	16.65	4.695	54.360	1740	22.50	18.30	17.40
	JXS920703	1200	11.10	3.135	36.240	—	—	—	—
	平均	1530	14.15	3.995	46.205	1355	17.50	14.25	13.55
1993	JXS920701	1995	18.45	5.205	60.255	—	—	—	—
	JXS920702	1995	18.45	5.205	60.255	1515	19.50	15.90	16.50
	JXS920703	1590	14.70	4.155	48.015	2325	30.00	24.45	23.25
	平均	1860	17.20	4.855	56.175	1280	16.50	13.45	13.25
1994	JXS920701	1590	14.70	4.155	48.015	1860	24.00	19.50	18.60
	JXS920702	1590	14.70	4.155	48.015	2325	30.00	24.45	23.25
	JXS920703	3000	27.60	7.830	90.600	—	—	—	—
	平均	2060	19.00	5.380	62.210	1395	18.00	14.65	13.95
3年平均数		1816.7	16.78	4.743	54.863	1443.2	17.33	14.12	13.58

注: 1, 据3年记录旱地没有施用过厩肥和还田秸秆, 故未列入表中。

2, 秸秆是早稻草, 其养分含量以3个田块两年测定的平均值: N=9.22g/kg, P₂O₅=2.61g/kg, K₂O=30.2g/kg。

3, 厩肥(风干)养分含量以两田块农户厩肥测定平均值: N=12.9g/kg, P₂O₅=10.5g/kg, K₂O=10.0g/kg。

有机肥: 有机肥也是当地农田养分的来源之一, 它包括厩肥、还田秸秆等。近几年冬种绿肥急剧减少, 每年施用的厩肥, 还田秸秆(表 5)数量也甚少, 厩肥主要用于房前屋后的蔬菜地和水田, 平均每年每公顷用于水田的厩肥(折合风干物)1443.2 千克, 秸秆(折合风干物)1816.7 千克, 约占早稻秸秆产量的三分之一左右, 晚稻秸秆全部作为牛的过冬饲料和燃料, 旱地上所收获的秸秆或藤蔓几乎全作燃料, 离村较远的旱地也很少施用厩肥。水田每年从有机肥(秸秆和厩肥)中获得的养分也仅每公顷年均获氮(N)素 34.2 千克, 磷(P_2O_5)素 18.86 千克, 钾(K_2O)素 68.44 千克。

种子带人: 据对监测田块种子用量调查, 水田平均每年每公顷为 161 千克, 旱地为 170 千克, 由种子带人每公顷土壤的养分, 水田为氮(N)2.155 千克, 磷(P_2O_5)0.885 千克, 钾(K_2O)0.660 千克; 旱地氮(N)7.955 千克, 磷(P_2O_5)1.375 千克, 钾(K_2O)1.735 千克(表 6)。

表 6 1992-1994 年监测田块由种子带人土壤的养分量

利用方式	种子名称	田块编号	种子用量(kg/ha) (1992-94 年平均数)	种子带人土壤养分(kg/ha)			备 注
				氮素 (N)	磷素 (P_2O_5)	钾素 (K_2O)	
水田	水稻	JXS920701	142.5	1.905	0.780	0.585	
	水稻	JXS920702	160.5	2.145	0.885	0.660	
	水稻	JXS920703	180.0	2.415	0.990	0.735	
	平均		161.0	2.155	0.885	0.660	
旱地	花生	JXH920704	162.0	7.575	1.305	1.650	1992 年种黄麻
	花生	JXH920705	138.0	6.465	1.125	1.410	1993 年种黄麻
	花生	JXH920706	210.0	9.825	1.695	2.145	
平均		170.0	7.955	1.375	1.735		

注: 1, 每块田的种子用量是 3 年的平均数; 黄麻地的种子用量很少, 未计算其带人土壤的养分。

2, 水稻、花生的养分含量均以两年各田块实际分析数据的平均值计。

由于各田块每年所种作物种类、品种各不相同, 所需种子量就不相同, 如一般常种的水稻种每公顷需种子 112.5-135.0 千克, 而现有的早稻新品种(83-49)只需 75 千克, 晚稻新品种(4015)所需种子量更少, 每公顷种子只需 30 千克, 旱地也随种植作物种类不同而异。因此, 各田块种子带人土壤养分差异较大。

将上述各项投入相加, 养分投入总量平均为每年每公顷水田为氮(N)241.77 千克、磷(P_2O_5)69.58 千克、钾(K_2O)261.77 千克; 旱地为氮(N)122.96 千克、磷(P_2O_5)60.21 千克, 钾(K_2O)89.41 千克。不难看出, 监测田块土壤养分来源主要依赖于化肥, 水田约占 71.6-85.0%, 旱地占的比例更大, 约 93.5-98%(表 7)。

3.2 养分的支出

农田养分的支出, 除主要供给作物吸收外, 还有随水土流失和土壤水分渗漏过程引起的养分损失。本文将雨水带人土壤中养分与因土壤水渗漏而损失养分相抵, 另外, 考虑到农田特别是水田水土流失量较小, 故因它引起的养分损失亦未列入支出, 主要以监测田块的产量和作物的主要养分含量计算每年作物支出的养分数量。

根据 1992-1994 年监测田块的产量与作物养分含量的分析结果, 平均每年每公顷低丘红壤农田提供作物的主要养分量, 水田是氮(N)273.25 千克, 磷(P_2O_5)95.25 千克, 钾(K_2O)379.45 千克; 旱地是: 氮(N)为 160.35 千克、磷(P_2O_5)42.90 千克、钾(K_2O)268.20 千克

(表 8).

表 7 1992-1994 年监测田块养分投入总量

养分来源	水田(kg/ha)			旱地(kg/ha)		
	氮素(N)	磷素(P ₂ O ₅)	钾素(K ₂ O)	氮素(N)	磷素(P ₂ O ₅)	钾素(K ₂ O)
化肥	205.50	49.83	192.67	115.00	58.83	87.67
还田秸秆	16.78	4.74	54.86	-	-	-
厩肥	17.33	14.12	13.58	-	-	-
种子带入	2.16	0.89	0.66	7.96	1.38	1.74
合计	241.77	69.58	261.77	122.96	60.21	89.41
化肥占%	85.0	71.6	73.6	93.5	97.0	98.0

表 8 1992-1994 监测田块供给作物的养分量

利用方式	年份	籽实(kg/ha)				秸秆(kg/ha)			
		年产量	氮素(N)	磷素(P ₂ O ₅)	钾素(K ₂ O)	年产量	氮素(N)	磷素(P ₂ O ₅)	钾素(K ₂ O)
水田	1992	13905	186.90	76.35	57.15	11250	107.40	27.30	331.95
	1993	12885	173.10	70.80	52.95	11865	113.25	28.80	349.95
	1994	10500	141.15	57.60	43.20	10275	97.95	24.90	303.15
	3年平均	12430	167.05	68.25	51.10	11130	106.20	27.00	328.35
旱地	1992	1245	46.95	8.55	11.25	7425	57.45	16.20	249.30
	1993	2835	99.90	16.95	27.00	10590	111.45	42.00	364.50
	1994	2220	82.95	16.50	20.55	4455	82.35	28.50	132.20
	3年平均	2100	76.60	14.00	19.60	7490	83.75	28.90	248.60

表 9 1992-1994 年监测田块养分收支平衡状况

利用方式	年份	氮(N, kg/ha)			磷素(P ₂ O ₅ , kg/ha)			钾素(K ₂ O, kg/ha)		
		投入量	产出量	盈亏量	投入量	产出量	盈亏量	投入量	产出量	盈亏量
水田	1992	175.80	294.30	-118.50	85.65	103.65	-18.00	167.85	389.10	-221.25
	1993	286.35	286.35	持平	50.70	99.60	-48.90	271.05	402.90	-131.85
	1994	158.70	239.10	-80.40	72.45	82.50	-10.05	345.75	347.25	-1.5
	平均	206.95	273.25	-66.30	69.90	95.25	-25.65	261.55	379.75	-118.2
旱地	1992	113.40	104.40	+9.0	55.35	24.75	+30.60	80.25	260.55	-180.30
	1993	127.95	211.35	-83.40	36.90	58.95	-22.05	84.30	391.50	-307.20
	1994	127.5	165.30	-37.8	88.35	45.00	+43.35	103.80	152.55	-48.75
	平均	122.95	160.35	-37.30	60.20	42.90	+17.30	89.45	268.20	-178.75

将监测田块的养分收入(表 7)与支出(表 8)进行比较(表 9), 则可以看出, 低丘红壤农田的大量元素(N、P、K)均为入不敷出。其中钾素的亏损最为突出, 钾素亏损又是旱地大于水田, 旱地年均每公顷亏缺 178.80 千克, 约占作物所需量的 66.6%, 水田年均每公顷亏缺 118.2 千克, 约占作物需要量的 31.1%, 氮素的亏缺其次, 旱地年均每公顷亏缺 37.30 千克, 约占作物所需量的 23.3%, 水田每公顷年均亏缺 66.30 千克, 约占作物所需量的 24.3%; 由于新垦红壤施用磷肥是作物有无收成、产量高低的重要限制因素, 当地农民从垦

荒开始就施用较多的磷肥,所以旱地的磷素亏缺状况好于钾素,供略大于需,而水田年均每公顷亏损 25.65 千克,约占作物所需量的 26.9%。

4 监测区土壤养分不平衡的原因分析及对策

从上述监测结果可以看出,监测区土壤养分处于不平衡状况。究其原因可能有 4 点:首先,长期重用地轻养地,是造成土壤养分贫瘠的重要原因。旱地尤为严重,每公顷年均施入氮、钾量分别只有水田的 59.4% 和 34.3%,年均每公顷产量只有 2100—3000 千克,只及水田的四分之一至六分之一;其次,肥料中的元素配比也不够合理,没有根据不同作物的需求施用不同量的肥料,如钾素几乎年年亏缺,并与作物实际需要量亏缺甚大,旱地竟达 66.7%,水田也达 31.1%,第三,施肥中重化肥,轻有机肥料和绿肥,形成旱地的养分几乎全靠化肥,水田的有机肥用量也只占施肥量的 15.0%—28.4%;第四,耕作单一,管理粗放,水田绝大部分是双季稻,少数为稻一稻一肥,旱地大多种植花生和芝麻,少数实行花生与黄麻等经济作物轮作。对此,相应提出如下对策:

4.1 增加投入,用养兼顾 施肥是培育农田地力和供给作物养分主要途径,所以对肥力低的低丘红壤农田必须加大肥料投入的力度,增施各种有机肥,合理施用化肥,满足作物所需的养分,达到对土壤的用养兼顾。

4.2 建立物质能量多重利用的再循环机制 物质能量的多重利用和再循环是农田生态系统长期生存发展的基本对策,中科院红壤生态实验站建立的顶林、腰园、谷农、塘鱼的立体布局和以养猪为纽带的草(饲)—猪(粪)—沼(沼)—果(粮)—鱼的食物链,提高了物流能流利用率 15—30%,促进了低丘红壤农田生态系统内种养结合的良好循环。

4.3 建立良好的耕作制度,改善土壤理化性质 在可能条件下,水田最好进行水旱轮作,实行花生一晚稻或早稻—花生耕作制,这有利于改善土壤的透气性、渗漏性,促进土壤结构的形成以及还原物质的氧化;在旱地的作物布局上,经济作物可与油料、薯类作物轮作,有些旱作特别是果、茶、桑园,可进行混作和套作,形成多样化的复合农林业体系。这样,由于作物的组成多样性,既可增强农田抗病能力,又能提高农田自身的维持能力。

4.4 加强农田基本建设 根据农田生产中存在的问题,针对性地进行农田基本建设,改善作物生长条件,对缺水、肥力差、土层薄的田块,进行挖沟引水,挖塘筑渠拦集雨水,深耕筑垅,增加土层等措施;对冷浸田,深挖排水沟,稻收后及时落干,从而改善农田的水、气、温度等环境条件。

参 考 文 献

- [1] 石华主编,红壤生态系统研究(第一集),科学出版社,1992。
- [2] 江西省余江县土壤普查办公室,余江土壤,1986。
- [3] 中科院江西省千烟洲红壤丘陵综合开发试验站,红壤丘陵生态系统恢复与农业持续发展研究,地震出版社,1993。
- [4] 石华、赵其国等,红壤生态系统综合治理技术及农业持续发展,红壤生态系统研究(第三集),中国农业科技出版社,1995,1—28。