

江苏土壤肥力退化研究

I. 沙瘦型和粘闭型土壤的肥力退化特点*

罗家贤 蒋梅茵 包梅芬 杨德湧 陈捷

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

江苏省沙瘦型的各种沙土,粘粒含量在逐渐减少,速效钾已明显下降,磷素趋向减少,岗坡地耕层变薄。粘盘层在上位的死黄土、耕作死黄土和黄土,其粘盘层在上升,耕层速效钾开始下降,缺磷仍很明显。

江苏为全国人口密度最高的省份之一,随着人口的逐年猛增,土地退化问题不断出现^[1-3],人与土地之间的矛盾日趋尖锐。为了合理利用土地资源,探讨人口与土地之间矛盾较突出的江苏土地退化问题,无论对江苏还是对全国的土地资源问题研究都十分有意义。本研究就土地退化中的重要问题——土壤肥力退化问题进行系列研究,包括肥力退化特点、退化原因、肥力退化机理和防治利用途径等。

江苏省有各种沙土 106.7 万公顷,约占全省土壤面积 20%;以粘盘黄棕壤为主的粘闭型土壤有 18.6 万公顷,约占黄棕壤面积的 70%。本文就这两类土壤的肥力退化特点进行论述。

研究选取的沙土主要采集自如皋、大丰、东台、海安、阜宁、涟水、东海、新沂、邳县和沭阳等地的飞沙土、沙土、泡沙土、高沙土、岭沙土、包浆土、棕沙土和水稻土类型中的红沙土;粘盘黄棕壤主要采自溧水和高淳的死黄土、耕作死黄土和耕作黄土。

一、沙土的粘粒变化

江苏的沙土主要是以冲积和沉积作用而形成的。由于受水份移动的影响很大,每年受雨水淋洗、河流冲刷以及夹带泥沙的淤积,再加上人为耕作活动的影响,沙土的粘沙比不断发生变化,尤以耕层的变化更为突出。 $<0.001\text{mm}$ 粘粒在沙土中的含量虽然很低,然而却是沙土肥力的支柱,因此沙土中 $<0.001\text{mm}$ 粘粒的减少便是肥力退化的一种表征。以江苏东部和北部地区各种沙土的粘粒含量变化分析可见(表 1),自 1984 年第二次土壤普查以来,沙土表层的粘粒($<0.001\text{mm}$)在逐年减少,平均每年减少 0.1—0.4%,但物理性粘粒($<0.01\text{mm}$)由于 $<0.001\text{mm}$ 粘粒的减少以及翻耕等因素的影响,绝大部分沙土都有所增加,约增 0.1—0.8%不等。 $<0.001\text{mm}$ 粘粒的不断流失,即使物理性粘粒有所增加,也会影响沙土的保水保肥能力,因为绝大部分的土壤养分是吸附在 $<0.001\text{mm}$ 的粘粒表面或层间之间,土壤的毛管孔隙

* 本文为江苏省自然科学基金资助项目的部分成果。

表1 近10年来沙土表层每年的粘粒含量变化(%)

土 壤	样本数	<0.001mm		<0.01mm	
		年 均	变 幅	年 均	变 幅
飞沙土	10	-0.30*	-0.20--0.50	0.19	0.13--0.24
沙 土	8	-0.26	-0.18--0.24	0.17	0.12--0.26
泡沙土	11	-0.36	-0.21--0.67	0.54	0.22--0.70
高沙土	12	-0.12	-0.07--0.19	0.47	0.27--0.65
岭沙土	5	-0.27	-0.19--0.35	0.78	0.51--1.05
包浆土	4	-0.09	-0.05--0.14	0.29	0.22--0.40
棕沙土	8	-0.29	-0.23--0.37	0.10	0.07--0.16
红沙土	7	-0.18	-0.11--0.23	0.08	0.03--0.12

* 负值表示粘粒含量减少

也要靠这部分粘粒的参与才能形成。

二、沙土的养分变化

由表2看出,沙土的养分是贫乏的,有机质含量除红沙土、高沙土外,都在10g/kg以下,全氮在0.3—1.0g/kg之间,全磷量大部分在0.5g/kg以上,全钾量变化较大,岭沙土、包浆土和红沙土较高,在20g/kg左右和20g/kg以上,其它沙土在10g/kg左右,沙土的速效养分很缺乏,几乎都在贫瘠土壤的含量范围内,速效氮除红沙土外,都在80mg/kg以下,飞沙土和泡沙土仅45mg/kg左右,速效磷都在5.3mg/kg以下,速效钾在60mg/kg以下,但红沙土的含量较高,变幅却较大。

表2 沙土的养分(耕层)状况

土 壤	样本数	有机质	全氮	全磷	全钾	速效养分(mg/kg)		
						氮	磷	钾
飞沙土	17	4.1±2.5	0.30±0.20	0.50±0.17	10.2±2.3	43.4±15	3.3±2.0	52.5±14.2
沙 土	18	7.8±2.1	0.58±0.22	0.80±0.25	11.7±3.2	76.0±30	4.5±2.6	56.3±20.4
泡沙土	24	7.1±2.7	0.44±0.23	0.72±0.33	12.4±1.8	45.0±13	5.3±2.5	57.6±14.4
高沙土	28	12.1±3.8	0.74±0.30	0.66±0.24	11.8±2.6	73.3±20	4.4±2.3	49.7±17.5
岭沙土	15	6.6±2.1	0.51±0.15	0.91±0.11	25.6±7.3	58.4±16	4.1±2.0	62.2±13.0
包浆土	24	8.2±2.4	0.62±0.11	0.58±0.14	37.8±10.4	74.0±20	4.0±1.4	57.4±20.1
棕沙土	13	7.2±2.2	0.53±0.17	0.48±0.15	12.2±3.2	56.6±20	4.3±2.1	49.7±13.3
红沙土	15	15.1±12	0.96±0.74	1.23±1.10	19.8±3.6	87.4±27	4.6±3.2	109.4±60.5

* 磷为P₂O₅,钾为K₂O,以下各表均同。

跟随第二次土壤普查的取样点,93年再次采样进行养分测定,近10年的养分变化对比见表3。从表看出,沙土的有机质含量约增加2—6g/kg,其中高沙土和红沙土增加最多,在6g/kg以上。有机质含量即使有明显的增加,但大部份沙土仍很缺乏,多在10g/kg左右。全氮量也有较明显的增加,约增加0.2—0.35g/kg。经过近10年的变化,沙土全氮量虽然部分超过0.5g/kg的贫瘠线,但尚不到中等水平。沙土速效磷的变化有升有降,但总体含量仍在5mg/kg的水平,这是土壤缺磷的界线。速效钾是沙土养分退化最明显的,大部分沙土的速效钾较10年前减少10—20mg/kg,只有红沙土变化不大。沙土的有机质和全氮量有所增加与农民重氮肥施用和每年都有一定量的有机肥投入有关。磷素变化不大与投入量较少有关。钾素的明显下降是受钾肥供应短缺及沙土持钾性能差的直接影响。

表 3 沙 土 的 养 分 变 化 (耕 层)

土 壤	年 份	有机质 (g/kg)	全 氮 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
飞沙土	1984	5.5	0.43	4.0	54.1
	1993	8.4	0.61	3.6	39.0
沙 土	1984	9.8	0.72	6.8	61.4
	1993	12.8	1.07	4.0	46.5
泡沙土	1984	6.9	0.54	2.0	46.8
	1993	10.6	0.71	3.3	34.5
高沙土	1984	11.6	0.82	6.0	51.6
	1993	17.8	0.90	4.6	40.3
岭沙土	1984	6.4	0.50	5.7	60.6
	1993	10.1	0.74	6.0	41.7
包浆土	1984	8.9	0.67	4.5	53.4
	1993	11.5	0.80	5.0	41.8
棕沙土	1984	8.1	0.60	5.0	45.3
	1993	11.3	0.81	4.8	37.6
红沙土	1984	16.6	1.13	4.1	87.5
	1993	22.6	1.38	5.5	86.2

三、沙土耕层的厚度变化

沙土的耕层厚度随着耕翻熟化应有所增加,但地处岗坡的沙土,在耕种过程中不注意土层的保护就容易使土层变薄,生产性能变差。从表 4 看出,自 1984 到 1993 年,斜坡地的飞沙土和岭沙土,耕层减薄 2—3cm,岗坡地的沙土和棕沙土耕层减少 1.5cm 左右。曼坡地的泡沙土和

表 4 1984—1993 年沙土的耕层变化(cm,平均值)

地形	土 壤	样本数	1984 年	1993 年	增(+)或减(-)
斜坡	飞沙土	8	15.0	12.3	-2.7
	岭沙土	7	16.3	14.1	-2.2
岗坡	沙 土	5	18.5	16.7	-1.8
	棕沙土	6	15.2	13.8	-1.4
曼坡	泡沙土	3	18.7	17.9	-0.8
	高沙土	10	11.4	11.2	-0.2
平地	包浆土	11	15.5	16.1	+0.6
	红沙土	4	17.8	19.9	+2.1

高沙土,耕层略有减少,总体上不明显。在平地上的包浆土和红沙土,耕层却有增加。沙土因沙粒含量过高,粘粒很低,土壤颗粒间的胶结力很脆弱,其耕层除受坡度的影响外,还与降雨强度和植被覆盖有密切关系。在同样是 5 度坡度左右的沙土中,一次降雨量为 50 毫米带走耕层的泥沙量比降雨量 20 毫米的多 1 倍左右。花生和山芋等匍匐类作物防止沙土的泥沙流失能力较绿豆和黄豆等秸秆作物

强。因此,为了有效地保护沙土耕层,从作物布局着手,以防雨季的泥沙流失是一种行之有效的方法。

四、粘闭型土的粘盘层上升及其物理性状

粘闭型土壤主要是指带粘盘层的黄棕壤。其粘盘层出现的位置对土壤物理性状、持水性能和养分的供给都有很大影响。当粘盘层出现在剖面内 30cm 以上时,则成了土壤生产能力的障碍因素,在 60cm 以下时,则无影响。粘盘黄棕壤主要分布在盱眙、金湖、六合、仪征、句容、溧水、高淳以及南京市郊的丘岗地上。根据粘盘层出现的位置,分死黄土(粘盘层在上位),黄刚土(粘盘层在中位)和白刚土(粘盘层在下位)。粘盘层在上位的死黄土在当地还分死黄土

(荒地),耕作黄土和耕作死黄土等,它们均属粘闭型土壤中肥力退化最典型的土壤,这里就这些土壤的肥力退化问题作一讨论。

由表 5 看出,荒丘岗地上的死黄土,因常年受雨水的侵蚀,表层土流失,厚度明显减少,随之表土变薄,粘盘层上升。耕作死黄土和耕作黄土,虽受耕种的影响,但多数种的是耐瘠作物或秸秆作物,表层土也有一定的流失,粘盘层略有上升的趋势。

粘盘层的物理性状与土壤的耕种时间有关,依据当地资料所记述的耕种年数,粘盘层在上位的黄棕壤粘盘层物理性质见表 6。荒丘岗地的死黄土与经过 5 年耕种的耕作黄土比较,其粘盘层的容重虽然没变,但耕作黄土的吸水量、总孔隙度和膨胀度都有明显增加。耕种 3 年的死黄土和耕种 10 年的耕作黄土相比,耕作黄土粘盘层的容重有所下降,吸水量、总孔隙度和膨胀度均有不同程度提高。就

土 壤	年 份	表土层	粘盘层
死黄土	1984	0—27	28—65
(深水乌山)	1993	0—25	26—63
耕作死黄土	1984	0—35	36—66
(深水洪兰)	1993	0—45	35—65
耕作黄土	1984	0—37	38—72
(高淳漆桥)	1993	0—36	37—71

土 壤	采集地	耕种年限 (年)	容 重 (g/cm³)	吸水量 (g/kg)	总孔隙度 (%)	膨胀度 (容积%)
死黄土	高淳漆桥	荒丘	1.42	380	50.8	2.1
耕作黄土		5	1.42	405	52.5	3.6
死黄土	高淳漆桥	3	1.36	392	51.1	0.1
耕作黄土		10	1.34	415	52.7	1.2
耕作黄土	深水乌山	3	1.42	399	51.3	4.2
耕作黄土		7	1.42	410	52.6	3.5

耕作黄土而言,耕种时间的长短对粘盘层的吸水量便有明显影响,耕种 3 年时为 399g/kg,5 年为 405g/kg,7 年为 410g/kg,10 年为 415g/kg。无论是死黄土或耕作黄土,其粘盘层的总孔隙度变化较慢,耕种 5 年左右只增加 1—2%。在相同的地形部位,死黄土和耕作黄土粘盘层的容重在 5 年左右的耕种时间内没有变化,耕种 10 年开始下降。总之,综上所述,粘盘黄棕壤的上位粘盘层,在耕种影响下,其物理性状可向良好方向转变,但总过程很慢。

五、粘闭型土壤的养分变化

粘盘黄棕壤的养分变化与沙瘦型土相比,虽然总体来看也是耕层的有机质和全氮有所增加,速效钾下降,速效磷变化不明显,但是,有机质和全氮的增加幅度较沙土少,钾素下降量不多。由表 7 看出,近 10 年来,耕层的有机质增加在 0.3g/kg 以下,全氮增加<0.1g/kg,碱解氮增加 5mg/kg 以下,速效钾下降 8mg/kg 以下,速效磷的变化极微。从总的养分水平看,目前粘盘黄棕壤的耕层有机质略偏低,全氮和碱解氮中偏低,磷素不足,速效钾虽有下降,但不算贫缺。粘盘层的养分也有变化,历经 10 年,有机质增加 0.2—1.6g/kg,全氮增加 0.1—0.9g/kg,但速效性氮、磷、钾变化很少。粘盘层的养分比耕层低得多,有机质含量约 7g/kg 左右,全氮约为 0.7g/kg,碱解氮为 60—97mg/kg 之间,速效磷都在 5mg/kg 以下,速效钾在 50—90mg/kg 之间。

表 7 粘 盘 黄 棕 壤 的 养 分 变 化

土 壤	采集地	土层	年 份	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 ——	速效磷 (mg/kg)	速效钾 ——
死黄土	溧水乌山	耕层	1984	12.7	0.80	103.2	4.1	92.4
			1993	13.5	0.90	105.0	4.5	91.2
		粘盘层	1984	6.7	0.61	96.6	1.5	84.1
			1993	7.3	0.65	97.0	2.0	84.4
耕作死黄土	溧水洪兰	耕层	1984	11.4	0.73	98.7	6.2	95.1
			1993	14.1	0.80	103.7	6.0	90.3
		粘盘层	1984	6.3	0.52	61.3	3.2	94.2
			1993	6.5	0.61	63.0	3.1	94.5
耕作黄土	高淳漆桥	耕层	1984	12.9	0.80	91.2	7.1	74.6
			1993	15.0	0.90	95.0	6.6	66.7
		粘盘层	1984	5.8	0.65	57.1	4.7	50.3
			1993	8.4	0.66	58.6	4.9	49.0

六、结 语

上述研究结果表明,沙瘦型土壤的肥力在退化之中,沙土中的粘粒在减少,岗坡地沙土的耕层变薄;各类沙土的速效钾明显下降。磷素也显出减少的趋势。粘闭型土中的粘盘黄棕壤的粘盘层有所上升,其物理性状与第二次土壤普查时相比变化不大,10年来,养分变化不如沙瘦型土壤明显,但耕层的钾素开始明显下降,磷素不足仍没有改观;粘盘层的养分只有有机质和氮素略有增加,磷和钾素都在减少。

参 考 文 献

- [1] 周生路等,苏南地区土壤退化及其防治,土壤环境变化(龚子同主编),178—187页,中国科学技术出版社,1991。
- [2] 赵其国、刘良梧,人类活动与土地退化,中国土地退化防治研究(中国科学技术协会学会工作部编),3—4页,中国科学技术出版社,1990。
- [3] 周通生等,控制砖瓦业乱占损毁耕地的对策,中国土地退化防治研究(中国科学技术协会学会工作部编),398—403页,中国科学技术出版社,1990。