

砂姜黑土的物理性质与肥力水平

宋瑞玲

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文对安徽省怀远县不同肥力水平的砂姜黑土,在进行一般化学性质分析的基础上,讨论了土壤物理性质与肥力水平的关系。

砂姜黑土是黄淮海平原南部的一种古老耕作土壤。70年代以前绝大部分为低产土壤,其主要低产因素为旱、涝、渍、瘦、僵。80年代以来,经过综合治理,低产土壤面积大为减少,中产土壤面积增加,高产土壤已具有一定面积。笔者为配合我所砂姜黑土综合治理工作(安徽省怀远县试验站),研究了砂姜黑土的物理性质与肥力水平的关系。

表 1 供试砂姜黑土的一般化学性质

剖面号	肥力水平	深度 (cm)	pH (水提)	有机质	全氮		全磷 (P ₂ O ₅)	全钾 (K ₂ O)	水解氮		速效磷 (P ₂ O ₅)	速效钾 (K ₂ O)	交换量	氮磷比*
					(g/kg)	(g/kg)			(mg/kg)	(mg/kg)				
1	中肥型	0—22	6.51	14.6	0.81	1.35	14.6	106.9	29.0	148	23.53	3.69		
		22—42	7.03	9.8	0.68	1.25	15.1	50.5	3.0	128	23.05	16.8		
		42—65	7.54	9.9	0.61	0.97	16.1	29.1	3.0	160	26.10	9.70		
		65—80	7.64	8.4	0.52	0.85	17.4	11.7	2.0	185	24.72	5.85		
		80—100	7.87	6.7	0.39	1.33	18.0	痕迹	2.0	203	23.69	—		
		100—120	7.73	7.8	0.41	1.30	18.4	痕迹	2.0	183	23.44	—		
2	高肥型	0—10	7.02	18.2	1.07	1.47	15.5	129.0	66.0	240	31.52	1.95		
		10—25	7.42	10.8	0.72	1.42	16.1	52.5	6.0	180	28.96	8.75		
		25—44	8.40	6.5	0.45	1.41	16.6	29.1	3.0	215	25.81	9.70		
		44—80	8.44	3.5	0.29	1.59	18.1	痕迹	3.0	165	19.50	—		
		80—100	8.59	5.1	0.39	1.67	18.4	痕迹	2.0	208	23.94	—		
3	低肥型	0—12	7.23	11.9	0.79	1.26	15.4	48.6	23.0	103	20.78	2.11		
		12—23	7.46	6.6	0.51	1.28	16.1	26.2	9.0	115	20.00	2.91		
		23—40	8.11	6.0	0.46	0.88	16.2	21.4	3.0	128	20.39	7.13		
		40—70	8.57	3.3	0.30	1.23	17.3	25.7	2.0	165	21.03	12.6		
		70—100	8.26	3.5	0.26	1.70	18.2	11.7	3.0	158	20.39	3.90		
4	中肥型	0—18	6.59	13.0	0.85	1.48	15.7	70.0	58.0	133	22.26	1.21		
		18—29	7.07	8.8	0.59	0.93	16.2	37.9	10.0	130	20.19	3.79		
		29—44	7.47	4.6	0.36	1.11	17.0	17.5	3.0	175	23.44	5.83		
		44—60	8.00	7.4	0.50	0.92	16.3	16.5	4.0	138	23.45	4.13		
		60—100	8.04	3.9	0.33	1.29	17.9	6.8	3.0	123	21.18	2.27		
	100—	8.32	3.7	0.32	1.86	18.0	11.7	3.0	170	22.16	3.90			

* 氮磷比为水解氮/速效磷

一、样品与方法

在怀远试验区共采集4个砂姜黑土剖面(22个土层),其中怀93—2号剖面(本文简称2号剖面)为高肥型,怀93—1和怀93—4两剖面(分别简称1号和4号剖面)为中肥型,怀39—3号剖面(简称3号剖面)为低肥型。

土壤颗粒组成用吸管法(沉降法)测定,按美国制颗粒分级标准;比重用蒸馏水煮沸法测定;容重用环刀法;水分用烘干法;团粒用人工筛分法。

二、土壤的一般化学性质

供试土壤pH在6.5—8.5之间。游离CaCO₃含量甚微;交换量一般都有20cmol/kg以上。有机质和全氮含量,高肥类型显著较高,分别为18.2g/kg和1.07g/kg;而低肥类型显著较低,分别为11.9g/kg和0.79g/kg,中肥类型介二者之间(表1)。水解氮含量也有相同的变化规律。

砂姜黑土的全磷和全钾含量都较高,但与肥力水平的关系并不明显,而耕层速效磷和速效钾的含量则与肥力水平密切相关,速效磷尤为显著。从表1可知,属于高肥类型的2号剖面,其耕作层速效磷的含量高达66g/kg,而属于低肥类型的3号剖面,其耕层速效磷的含量只有23g/kg,不过它与过去的低产砂姜黑土相比较却又增加不少,这是由于80年代以来连年施用磷肥,所表现出的后效所致。总之,砂姜黑土严重缺磷少氮的现象已明显改观。

表2 供试砂姜黑土的颗粒组成(美国制)

剖面号	肥力水平	深度(cm)	各级颗粒含量(粒径,mm)(g/kg)							土壤质地	吸湿水	粉砂粘粒比	
			>2石砾	2-1.0极粗砂	1.0-0.5粗砂	0.5-0.25中砂	0.25-0.1细砂	0.1-0.05极细砂	0.05-0.02粉砂				<0.002砂粒
1	中肥型	0—22	—	—	1.0	1.0	7.0	62.0	657	272	粉	49.3	2.4
		22—42	—	—	—	—	5.0	74.0	638	283	砂	53.6	2.3
		42—65	—	—	—	—	7.0	71.0	576	346	质	63.8	1.7
		65—80	—	—	—	—	8.0	67.0	570	355	粘	61.6	1.6
		80—100	—	—	—	—	6.0	66.0	552	376	壤	65.0	1.4
		100—120	—	—	—	—	6.0	71.0	563	360	土	59.3	1.6
2	高肥型	0—10	—	—	—	1.0	6.0	58.0	501	434	粉砂质粘土	51.5	1.2
		10—25	—	—	—	2.0	6.0	31.0	512	449	粉砂质粘土	53.7	1.1
		25—44	65.0	—	1.0	5.0	7.0	56.0	523	408	粉砂质粘土	53.7	1.3
		44—80	—	—	—	1.0	6.0	74.0	562	357	粉砂质壤粘土	56.0	1.6
		80—100	102	—	—	5.0	4.0	56.0	406	429	粉砂质粘土	67.2	0.9
3	低肥型	0—12	—	—	—	—	5.0	74.0	671	250	粉砂质粘土	59.3	2.7
		12—23	—	—	—	—	7.0	69.0	671	253	粉砂壤土	69.5	2.7
		23—40	—	—	—	—	8.0	92.0	596	304	粉砂壤土	69.5	2.0
		40—70	18.0	—	—	1.0	5.0	138.0	487	369	粉砂质粘壤土	75.3	1.3
		70—100	—	—	—	—	4.0	56.0	578	362	粉砂质粘壤土	61.6	1.6
4	中肥型	0—18	—	—	—	—	6.0	40.0	666	278	粉	77.6	2.4
		18—29	—	—	—	1.0	5.0	56.0	664	275	砂	49.3	2.4
		29—44	—	—	—	—	9.0	48.0	632	311	质	47.1	2.0
		44—60	—	—	—	—	9.0	48.0	560	383	粘	54.9	1.5
		60—100	—	—	—	—	9.0	37.0	556	398	壤土	67.2	1.4
		100以下	—	—	—	—	8.0	17.0	567	408	粉砂质粘土	65.0	1.4

三、土壤的主要物理性状

(一)机械组成

组成土壤的固、液、气三相物质中，固相物质是基础，且95%以上是无机(矿质)部分。它们的大小，形状、种类，存在状态、组合比例等，制约着后二者的数量、存在状态及其功能。三者协调，比例适宜，有利于作物生长。否则将成为农业生产中的一个重要的低产因素。试区砂姜黑土机械组成总的特点是，质地较均一而偏粒重，一般在粉砂质粘壤土——粉砂质粘土范围内(表2)。

从表2还可以看出，土壤机械组成的另一特点是粉砂粒级(0.05—0.002mm)含量最高，其次是粘粒(0.002mm)二者合计，绝大多数都在90%以上，最低也超过82%。砂粒含量仅占百分之几，极少数在10%以上，且砂粒中90%以上又是极细砂粒(0.1—0.05mm)。有的层次中偶尔见到少数大于2mm的石砾，实为土壤新生体(砂姜)。

4个土壤剖面都具有较多的粉砂，粘粒比一般都>1.0，最大达2.7，剖面上部>剖面下部。就表土而言，2号高肥剖面最小，为1.2；而3号低肥剖面最大，为2.7。在有机质含量不高的情况下，后者在雨后地面容易产生板结现象，影响作物出苗。

(二)土壤容重、孔隙度和水分含量

4个砂姜黑土剖面的耕层，都具有较心土层和底土层为小的容重，相应具有较高的孔隙度(表3)。砂姜黑土由于肥力水平不同，耕层的容重和孔隙度均有差异，由表3可知，属于

表3 供试土壤容重孔隙度及含水量*

剖面号	肥力水平	深度 (cm)	容重 (g/cm ³)	孔隙度 (%)	含水量		有效水
					自然含水量	凋萎含水量 (g/kg)	
1	中肥型	0—22	1.33	50.06	247	98.0	149
		22—42	1.55	42.81	230	106	124
		42—65	1.51	44.13	243	128	115
		65—80	1.59	41.49	234	124	110
		80—100	1.59	41.49	241	130	111
		100—120	1.71	37.53	235	118	117
2	高肥型	0—10	1.36	49.07	372	140	232
		10—25	1.44	46.43	246	140	106
		25—44	1.58	41.82	300	150	150
		44—80	—	—	353	124	228
		80—100	—	—	369	156	213
3	低肥型	0—12	1.50	44.46	247	98.0	149
		12—23	1.63	40.17	226	94.0	132
		23—40	1.64	39.84	227	110	117
		40—70	1.61	40.83	256	134	122
		70—100	—	—	247	130	117
4	中肥型	0—18	1.43	46.76	254	104	150
		18—29	1.60	41.61	212	108	104
		29—44	1.52	43.80	244	108	136
		44—60	1.60	41.16	264	112	152
		60—100	1.61	40.83	235	134	101
		100以下	1.72	37.80	264	118	146

* 凋萎含水量系吸湿水×2所得，有效水是自然含水量——凋萎含水量(指自然含水量可能被利用的部分)。

高肥的 2 号剖面,其耕层的容重为 1.36g/cm³,孔隙度为 49.07%;而属于低肥的 3 号剖面,其耕层的容重竟达 1.50g/cm³,孔隙度只有 44.46%。更值得注意的是,高肥类型耕层的有效水含量,显著高于中肥和低肥类型。前者为 232g/kg,后者只有 150g/kg 上下。因此提高土壤有机质含量对改善砂姜黑土的物理性质是十分重要的。

(三)土壤浸水容重和结构性

土壤浸水容重是在浸水情况下单位体积的重量,用 g/cm³表示。从表 4 可知,属于高肥类型的 2 号剖面,其耕层的浸水容重较小,只有 1.02g/cm³;而属于中肥和低肥类型的其他 3 个剖面,其耕层的浸水容重显著较大,为 1.40—1.49g/cm³。土壤各个剖面心土层和底土层的浸水容重都较大。土壤浸水容重较小,反映土壤的结构性较好,耕作后不致发生淀浆板结现象。

为了进一步探讨土壤结构性与土壤肥力的关系,我们还测定了结构系数和总团粒量。从表 4 可以看出,结构系数与肥力的关系并不明显,4 个肥力水平不同的土壤剖面,几乎所有的土层都具有 70% 上下的结构系数。从总团粒量来看,虽然以高肥类型的耕层为最高,但各个剖面的中下部,总团粒量也不低。这可能由于富含蒙脱石的粘粒与钙质胶结所致,而非真正的团粒结构。南方有的红壤亦有类似情况,即总团粒量虽高,但其肥力水平并不高。最后尚应补充说明的是,采集土样期间正值初春解冻,砂姜黑土地表均有细小的粒状结构,造成分析结果偏高,但此结构并非真正的团粒结构,而是粘土经过冬季冰冻而形成的具有棱角的碎屑状结构。

表 4 供试土壤浸水容重和结构性

剖面号	肥力水平	深度 (cm)	浸水容重 (g/cm ³)	土壤粘粒	土壤微团聚体 <0.002mm (g/kg)	分散系数	结构系数 (%)	总团粒 >0.25mm
1	中肥型	0—22	1.49	272	48.0	17.6	82.4	48.5
		22—42	1.47	283	31.0	11.0	89.0	67.8
		42—65	1.18	346	88.0	25.4	74.6	85.3
		65—80	1.19	355	96.0	27.0	73.6	80.1
		80—100	1.23	376	119	31.6	68.4	81.0
		100—120	1.34	360	105	29.2	70.8	72.2
2	高肥型	0—10	1.02	434	88.0	20.3	79.7	78.3
		10—25	1.09	449	108	24.1	75.9	92.0
		25—44	1.20	408	117	28.7	71.3	91.3
		44—80	1.33	357	102	28.6	71.4	85.1
		80—100	1.16	429	141	32.9	67.1	67.7
3	低肥型	0—12	1.44	250	52.0	20.8	79.2	52.8
		12—23	1.49	253	32.0	12.6	87.4	45.0
		23—40	1.29	304	59.0	19.4	80.6	77.3
		40—70	1.26	369	114	30.9	69.1	82.8
		70—100	1.08	362	135	37.3	62.7	75.9
4	中肥型	0—18	1.40	278	37.0	13.3	86.7	45.6
		18—29	1.34	275	35.0	12.7	87.3	50.8
		29—44	1.34	311	88.0	28.3	71.7	72.7
		44—60	1.36	383	118	30.8	69.2	82.0
		60—100	1.16	398	127	31.9	68.1	79.7
		100—	1.52	408	109	26.7	73.3	78.2

综上所述,不同肥力水平的砂姜黑土在化学性质方面,其耕层的有机质、全氮、水解氮和速效磷有显著差别,即高肥型土>中肥型土>低肥型土;在物理性质方面,其耕层的粉砂粘粒比,容重、孔隙度,有效水含量、浸水容重等有显著差别,而结构系数和总(下转封 3)

同方位的年轮样(1662年和1993年年轮的混合样),测定它们的元素含量。结果(表4)表明,不同高度的同一年轮元素含量稍有不同,若用生长锥取样,能从不同高度取样混合就更能体现高度平均值。

表 4 不同高度同一年轮的
元素含量(mgkg⁻¹)

高 度	Mn	Zn	Cu	Fe
高地0.4m	14.33	15.08	3.94	70.0
高地1.3m	13.33	25.59	4.14	84.2

参 考 文 献

- [1] Qian, J.L., Ke, S. Z., Huang, J.S. and Xiang, C. X., Pedosphere. 3(4): 309—319, 1993.
- [2] Ke, S. Z., Qian, J. L., Zhu, Y. X. and Huang, J.S., Pedosphere 4(1): 19—26, 1994.
- [3] Qian, J. L. and Ke, S.Z., Chrono-sequences of elemental contents in tree rings and Soils. Pedosphere. 4 (1): 27—33, 1994.
- [4] Ke, S.Z., Qian, J.L. and Chen, P.S., Prediction of Chemical Element Contents in Soils. Pedosphere. 4(2):1994

(上接第212页)团粒量却无差别。

参 考 文 献

- [1]安徽省水利局勘测设计院、中国科学院南京土壤研究所,安徽淮平原土壤,上海人民出版社,1976。
- [2]张俊民,砂姜黑土的生产潜力与综合治理,砂姜黑土综合治理研究,安徽科技出版社,1988。
- [3]张俊民,砂姜黑土综合治理与开发利用的配套技术,淮北地区水土资源开发与治理研究,科学出版社,1992。
- [4]杜国华、周明秋、张效朴、陆长青等,涡河中下游砂姜黑土资源开发治理研究,科学出版社,1992。
- [5]徐强,砂姜黑土养分监测10年总结报告,土壤,25(4),209—214页,1993。
- [6]费振文,砂姜黑土结构微形态特征,砂姜黑土综合治理研究,安徽科学出版社,1983。
- [7]张俊民,土壤发生淀浆板结的原因及其改良途径,土壤通报,第6期,1957。
- [8]中国科学院南京土壤研究所,土壤理化分析,上海科学技术出版社,1973。
- [9]姚贤良、程云生编著,土壤物理学,农业出版社,1986。

欢迎订阅1995年《浙江农业科学》

《浙江农业科学》为全国农业核心期刊,华东地区和浙江省优秀期刊。本刊面向全国,主要报道农业科研新成果、先进经验总结、国内外新技术和农业发展新动向等,内容包括粮、棉、油、麻、果、蔬菜、蚕桑、禽畜、微生物等新品种介绍,高产栽培(养殖)技术以及农副产品利用加工技术等等,信息量大,结合农事,是一份适合农业科研、技术推广工作者及大中专院校师生和农业专业户阅读的综合性的农业科技期刊。本刊国内外公开发行,全国各地邮局均可订阅,邮发代号32-33,每期定价1.50元,欢迎订阅。