

土壤结构和它的简易测定法

赵 诚 斋

(中国科学院南京土壤研究所)

早期讨论土壤结构的文献中〔1〕,一般都介绍威廉斯的关于土壤结构的观点和研究结果。他以表土含1—10毫米的团聚体的多少称为有结构或无结构的土壤。认为前者水、气矛盾协调,是肥沃的土壤,后者不是发生嫌气就是干旱,是不肥沃的土壤。并认为土壤团粒是在生物作用下形成的,于是提出用草田轮作制来改良和维护土壤结构。这个意见对发展黑土区的农业生产起了极为重要的作用。其后,有许多学者创造了各种各样的分析团聚体含量的方法〔2〕。威廉斯的观点对我国土壤结构研究工作的方向也有很大影响,曾在一个较长时间内以筛分土壤中团聚体的量和研究团聚体的水稳性成为土壤结构研究工作的中心,并一度把团聚体作为土壤结构的同义词,其实土壤团聚体是土壤的组分,并不是土壤结构。我国的土壤和耕种条件与苏联黑土区不同,从大量的研究结果中可以看到1),土壤的肥力水平与团聚体含量之间并无一致关系,最突出的是华中地区第四纪红色粘土,陕西省粘质黄土及长江下游粘质黄土上所发育的土壤(包括水稻土),大于0.25毫米水稳性团聚体的含量都很高,但与土壤的熟化程度呈相反的关系,江苏南部的水稻土也是这样〔3〕。虽然西北某些淡栗钙土和华北平原的浅色草甸土的研究报告指出,土壤的熟化程度与水稳性团聚体的含量有关,但这些报告中所列举的材料表明,土壤中团聚体的含量都很低,尤其值得指出的是,从一般黄土改造成海绵土,大于0.25毫米的水稳性团聚体的含量不过从16.4%增加到36.3%,而土壤的容重却有明显降低2)。对土壤变松的原因,有人认为是由于团聚体的含量在低水平范围内稍有提高的结果,可能并非如此。这些情况与苏联黑土不一致的原因是,上述粘质土壤的熟化度低的粘质土壤,团聚体组织致密,有机质含量也低;而黑土的团粒是由钙质腐殖质胶结形成,有机质含量高并多孔。所以二者团聚体的品质极不相同。对于熟化程度高的土壤,由于大量施用有机肥料和精耕细作的结果,土壤已具有良好的孔隙体系,团聚体的作用已退居次要地位。所以在我国的土壤和耕作的条件下,希望通过团聚体组成的研究来阐明土

壤结构的状况,特别是作为评价土壤的肥力是不全面的。什么是土壤结构,根据什么来表征土壤结构,这还是一个待研究的问题。

从土壤肥力的角度看,调节土壤水、肥、气、热的因素是土壤的孔隙特性〔4〕。土壤中的大孔隙既利于水的渗透,又成为土壤空气与大气交换的通道;中等大小的孔隙适合根生长;小孔隙有保持和运行土壤水分和养分的功能。所以具有大、中、小孔隙的土壤是肥沃的土壤。土壤颗粒(土粒和团聚体)的排列方式与土壤孔隙特性有关〔5〕。故把土壤结构定义为固体颗粒的排列形式(包括有机、无机的单粒和复粒)及其稳定度。但土壤结构的定义尚无一致的看法,因为颗粒排列的观点与威廉斯的团聚体的观点不一致。对于耕种土壤,它们的孔隙状况颇大程度决定于植物根的穿透,虫类活动,干湿和冻融的交替作用,耕翻以及有机残茬的机械架空,大空隙内还可以不同程度地被较小颗粒填充。土壤的孔隙体系不单纯决定于土壤颗粒排列的几何状况。所以鉴于我国耕种土壤的特点,土壤结构应定义为颗粒的排列(包括单粒和复粒),颗粒的嵌充,孔隙的分布及连接。

根据新的土壤结构的定义,土壤不存在有结构或无结构的问题,任何土壤都有某一种结构。一堆砂粒,我们可以说它是简单的颗粒结构,而一种充分粘闭的粘土块,我们说它是大块状结构,这类简单的颗粒结构或粘闭粘土的块状结构是颇不适合作物生长的,仍然可用无结构这个词来表征这种土壤。而对于另一种情况,土壤中一部分土粒以紧排列形成土团或土块,在土团和土块之间存在裂隙,这种裂隙大得足以可为其他土粒填充而未填充的土壤称为有结构的土壤,这类裂隙称为结构孔隙。所以一种具有结构特征的土壤,仅在于它有结构孔隙,它的容重低于无结构的容重。有结构土和无结构土的差值可用来表示结构发育的程度,通过一个作物期间结构孔隙的减少量(或容重

1) 中国土壤编辑小组:土壤结构。中国土壤油印稿。
2) 中国土壤编辑小组:海绵土。中国土壤油印稿。

增量)可作为测定结构的稳定性,结构孔隙的长度,大小及空间分布的状况构成与无结构土壤相区别的特性。基于这样的结构概念,我们设计完成了本文的试验研究。

测定方法和供试土壤

1. 测定方法 前面已经指出,分析土壤团聚体的含量来评价土壤结构是存在某种缺点的,从方法本身的技术来看,也存在不可克服的人为因素的影响[4]。卡庆斯基[2]提出的团聚体内和团聚体间孔隙度的测定方法,对土壤结构的研究是一发展,但这个方法也存在二点不足:(1)只测定孔隙总量,没有测定孔隙大小;(2)团聚体之间的孔隙量是根据总孔隙量与团聚体内的孔隙量相减得出的,不仅手续烦琐,正确性也难保证,因为粘质土壤的团聚体不是刚体,而有较大的收缩特性,所以团聚体间的孔隙量往往偏高。土样磨片的显微观察法[6],可从土粒结合的形态研究土壤的结构孔隙,但即使是在低倍的显微镜下观察到的试样范围也只有4—5毫米。最近J.A.Currie研究指出[7],土壤空气中的氧可溶解在土壤水分中向土块内扩散,嫌气的土块,在夏季只要它的半径大于0.8厘米,而冬季大于2.0厘米氧的扩散不能改变土块中心的嫌气状况。所以有必要从宏观的角度来研究土壤结构。

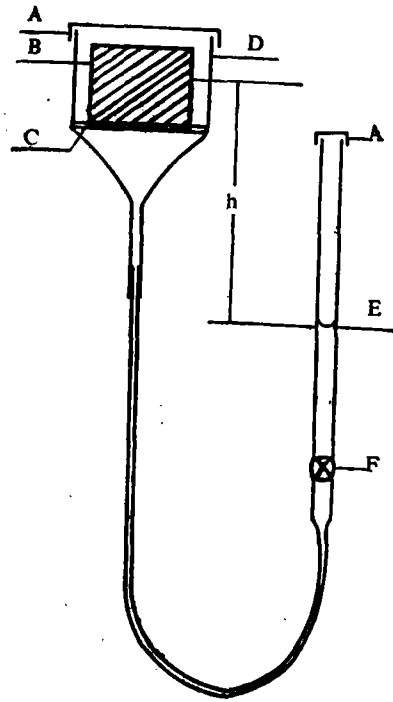
我们的试验方法如下:

田间采取的大块状原状土装入方铁盒中密闭移至室内,切成直径3—4厘米大小的土块,系一漆包线,放入有水的培养皿,土块1/3体积露出水面,经24小时待试样充分吸水后,移到如图1装置的沙蕊漏斗(4—5号)上,重复三次。

图1滴管内的水位与沙蕊漏斗上的土样中心线保持100厘米落差,则测定系统对土样产生100厘米水柱的负吸力,即 pF_2 。土样中小于100厘米水柱吸力的水分即被吸出,通过多孔板流入联通管,如滴管水位上升,则随时调降管的高度,正确的保持水位落差100厘米,平衡后称重,正确至0.01克。用石蜡法测定土块体积,将土壤试样用石蜡封膜,称重,然后剥去石蜡封膜,待试样风干后,移入烘箱,在 105°C 下烘干至恒重,再次称重。也用石蜡法测定干土块体积。

另取上述试样约200克,放在水中研磨,使其充分分散,把泥浆状土样倾入管径约3—4厘米的玻管(玻管高5—7厘米),底端包扎纱布,内填滤纸,试样静置沉实,待土样通过蒸发,含水量降到一定结持时,把试样从玻管取出,切成3—4厘米长的土块。以上法的顺序测定相同项目。

根据测定结果,分别算出原状土和重塑土 pF_2 时的容重、充气孔隙度(即大于30—40微米的孔隙)及干



A.盖; B.土样; C.多孔石英板; D.砂蕊漏斗; E.水柱液面; F.开关活塞; h.水头差100厘米。

图1 土壤孔隙测定装置

土块容重。由干湿土样的容重差值算出收缩量。根据原状土和重塑土在 pF_2 时的容重值算出二者的差量、以重塑土容重值为底的容重差量百分数及二者干土块容重差量和以干重塑土为底的容重差量百分数,我们又称干土块容重差量百分数为结构系数。

2. 供试土壤 供试土样全部为江苏无锡地区的水稻土,根据农民在生产中对土壤性质建立的印象,分别采取好土和僵土试样共20个,土样的基本理化性质及农民的评价列于表1。黄泥土是一种潴育性水稻土,灰垆底则是一种沼泽起源的水稻土。除土号20为黄泥土底土外,其余都系耕层麦茬或油菜茬。取得的土样放在方铁盒中密闭,不使水分蒸发。

土壤的生产特性按土号顺序简述如下:

(1) 历年施有机肥料多,土色灰棕,疏松,土块较致密,三麦长势好,宜稻宜麦。(2) 历年来有机肥施入少,土色浅黄棕,表土较疏松而下层繁实,土块致密,三麦长势差。(3) 历年施有机肥料多,土质较松,土块虽大而有鲜红鳞血状斑块,排水条件好,三麦长势盛,稻麦皆宜。(4) 近村土,历年施入有机肥料多,土块松软,地下水位低。(5) 历年施用有机肥少,土块致密僵硬,地下水位经常较高,蓼属丛生,三麦长势差。(6) 十余年前原属桑园,后改成水田,近几年种

表1

供试土样的基本理化性质*

土号	土壤	取样地点	有机质 %	代 换 量 毫克当量/100克土	土壤颗粒组成(毫米)%			质地 名称	农 民 评 价
					砂 粒 1—0.05	粉 粒 0.05—0.01	粘 粒 <0.001		
1	黄泥土	无锡南家公社任港大队	2.47	19.50	1.4	68.9	29.7	重壤土	好土
2	白土型	无锡南家公社任港大队	2.37	16.40	3.0	72.5	24.5	重壤土	土质差
3	黄泥土	无锡南家公社任港大队	2.75	19.34	5.6	67.6	26.8	重壤土	好土
4	黄泥土	无锡东北塘公社尖岸大队	1.90	17.15	4.7	71.3	24.0	重壤土	好土
5	黄泥土	无锡东北塘公社尖岸大队	2.68	17.78	2.9	72.1	25.0	重壤土	土质差
6	黄泥土	无锡东亭公社春益大队	2.49	21.32	3.8	69.2	26.9	重壤土	好土
7	黄泥土	无锡东亭公社春益大队	2.75	21.64	2.4	67.4	30.2	重壤土	好土转差之勢
8	黄泥土	无锡东亭公社春益大队	2.12	19.93	3.1	70.6	26.3	重壤土	土质差
9	黄泥土	无锡红旗公社友谊大队	2.84	18.88	4.2	71.7	24.1	重壤土	土质差
10	黄泥土	无锡红旗公社友谊大队	2.54	18.61	1.4	74.3	24.3	重壤土	土质有由差转好之勢
11	黄泥土	无锡红旗公社农联大队	2.89	18.34	3.6	72.1	24.3	重壤土	好土
12	黄泥土	无锡红旗公社农联大队	2.15	16.73	4.2	73.0	22.8	重壤土	土质差
13	灰炉底	无锡甘露公社红旗大队	2.72	18.35	4.0	68.3	27.8	重壤土	好土
14	灰炉底	无锡甘露公社红旗大队	3.08	19.40	3.8	72.3	23.9	重壤土	土质较好
15	灰炉底	无锡甘露公社红旗大队	2.83	20.13	2.6	68.8	28.6	重壤土	土质差
16	黄泥土	无锡东亭公社东亭大队	2.79	—	1.9	75.9	22.2	重壤土	土质差
17	黄泥土	无锡东亭公社东亭大队	2.55	—	4.7	70.5	24.8	重壤土	土质尚好
18	黄泥土	无锡东亭公社东亭大队	—	—	4.3	69.3	26.4	重壤土	好土
19	黄泥土	无锡东亭公社东亭大队	—	—	3.0	71.3	25.7	重壤土	土质较好
20	黄泥底土	无锡东亭公社东亭大队	—	—	4.7	70.4	24.9	重壤土	致密底土

* 数据由陈家坊同志提供

二早一水,土质松软,表土有细粒结构,排水条件好,油菜长势盛。(7)历年施用有机肥较多,近年因种三熟制,土质转差,三麦长势好。(8)离村较远,历年施用有机肥较少,表层仅几厘米是松土,下面土块僵,三麦长势差。(9)历年施用有机肥较少,土壤通透性差,杂草较多,三麦长势差。(10)此田与上田毗邻,近年来所施草塘泥内拌稻草较多,土质有从差转好的趋势,三麦长势尚好。(11)土松,三麦长势好。(12)土僵,三麦长势差。(13)过去多年放养绿萍。土质松

软,稻麦二宜。(14)土质原较差,由于长期放萍,稻麦二宜。(15)土质较差,已放萍几年,土质仍差,三麦长势不好。(16)离村远,排水条件差,施有机肥又少,土块僵硬。(17)排水好,表土疏松,下层土块仍致密,三麦长势好。(18)历年施用有机肥多,土质松,排水好,三麦长势旺盛。(19)过去有机肥和化肥用量都偏低,但排水条件好,土质疏松,三麦长势中上。(20)为(19)田的犁底层(17—34厘米)。土体致密。

表 2

土壤结构性测定结果

土 号	原状土或 重塑土	pF2 时				烘 干 后			pF2—烘干的收缩量	
		容 重 克/厘米 ³	充气孔 隙度%	原状土与 重塑土的 容重差量	以重塑土为 底容重差%	容 重 克/厘米 ³	原状土与重塑 土的容重差量	以重塑土为 底容重差%	收 缩 量 (克/厘米 ³)	收 缩 量 % (以干土为底)
1	原状土	1.29	13.5	0.02	1.53	1.45	0.12	7.65	0.16	11.0
	重塑土	1.31	1.0			1.57			0.26	16.6
2	原状土	1.32	8.0	0.01	0.75	1.50	0.12	7.40	0.18	12.0
	重塑土	1.33	0.9			1.62			0.29	17.9
3	原状土	1.32	12.4	0.01	0.77	1.46	0.15	9.35	0.14	9.6
	重塑土	1.31	0.1			1.61			0.30	18.7
4	原状土	1.35	10.6	0.05	3.57	1.58	0.13	7.60	0.23	14.6
	重塑土	1.40	0.5			1.71			0.31	18.1
5	原状土	1.34	7.1	-0.06	-4.69	1.58	0.06	3.70	0.24	15.2
	重塑土	1.28	0.6			1.64			0.36	21.9
6	原状土	1.25	15.0	0.10	7.04	1.49	0.23	13.40	0.24	16.1
	重塑土	1.35	-0.3			1.72			0.37	21.5
7	原状土	1.28	13.5	-0.04	-3.22	1.54	0.18	10.45	0.26	16.8
	重塑土	1.24	0.1			1.72			0.48	27.9
8	原状土	1.47	6.2	-0.11	-8.09	1.71	0.02	0.12	0.24	14.0
	重塑土	1.36	0.7			1.74			0.38	21.9
9	原状土	1.41	5.9	-0.10	-7.65	1.63	0.10	5.76	0.23	14.1
	重塑土	1.31	-0.4			1.73			0.42	24.2
10	原状土	1.31	7.7	-0.08	-6.05	1.50	0.09	5.65	0.19	12.7
	重塑土	1.23	1.6			1.59			0.36	22.6
11	原状土	1.25	13.3	-0.01	-0.83	1.40	0.16	10.03	0.15	10.7
	重塑土	1.24	1.3			1.56			0.32	22.0
12	原状土	1.34	8.1	-0.06	-4.27	1.53	0.11	6.70	0.19	12.4
	重塑土	1.40	0.3			1.64			0.24	14.6
13	原状土	1.26	11.5	0.08	6.53	1.46	0.22	13.10	0.20	13.7
	重塑土	1.34	1.6			1.68			0.34	20.2
14	原状土	1.32	8.7	-0.01	-0.76	1.55	0.15	8.84	0.23	14.9
	重塑土	1.31	-0.1			1.70			0.39	23.0
15	原状土	1.37	5.1	-0.06	-4.96	1.66	0.11	6.21	0.29	17.4
	重塑土	1.21	-0.3			1.77			0.56	31.5
16	原状土	1.47	5.9	-0.01	-0.69	1.66	0.01	0.10	0.19	11.45
	重塑土	1.46	0.25			1.67			0.21	12.60
17	原状土	1.36	6.2	-0.02	-1.49	1.61	0.09	5.30	0.25	15.50
	重塑土	1.34	0.8			1.70			0.36	21.20
18	原状土	1.32	8.9	0.05	3.65	1.56	0.15	8.8	0.24	15.4
	重塑土	1.37	0			1.71			0.34	19.9
19	原状土	1.31	7.8	0.07	5.08	1.53	0.16	9.5	0.22	14.3
	重塑土	1.38	0.3			1.69			0.31	18.35
20	原状土	1.39	5.7	-0.04	-2.97	1.65	0.06	3.5	0.26	15.70
	重塑土	1.35	0.1			1.71			0.36	21.0

试验结果和讨论

试验结果列于表二，我们从下列几个方面来研究和讨论。

1. 土壤 pF2 时的充气孔隙度，即孔隙大于 30—40 微米的孔隙总量，从表二可以看出，这种孔隙与土质好坏有明显关系。一般农民所称的好土和僵土的分界点是在 pF2 时充气孔隙度为 8%，大于此值属好土，低于此值属发僵土（也有个别土壤的指标更低）。重塑土的 pF2 的充气孔隙几乎全部消失，说明这类孔隙为土壤结构发育所产生，而结构破坏后，土壤将不存在

大于 30—40 微米孔径的孔隙。因此 pF2 时的充气孔隙可作为结构指标。底土（土号 20）也存在少量孔径大于 30—40 微米的孔隙，说明土壤并不完全粘闭。

Buckingham 早已证明⁽⁵⁾，在田间条件下土壤剖面中在地下水位之上某一点的土壤水分，它同时受重力和基质吸力作用着，平衡时水分重力势等于水分基质吸力势。土壤水分重力势的值等于这一点到地下水位的垂直距离，所以地下水位埋深 1 米的土壤，耕层的土壤水分总是处在受 100 厘米水柱的吸引力向下作用着；pF2 的充气孔隙就是在这样一种力作用下的水分排出的孔隙，所以它是地下水位埋深 1 米的土壤耕

层可能存在的最低数量的充气孔隙度。僵土的这个指标低,说明容易产生湿害,好土的这个指标高,可保证土壤有良好的通气性。与农民的评价相一致。

用pF2的充气孔隙度来表征地下水位较深土壤的结构特性也是适合的,因为在大于100厘米水柱负吸力作用下可排水的孔隙已属于较细孔隙的范围,其中水分移动的速度已极缓慢,所以地下水位较深的土壤,在重力势作用下对耕层土体的排水实际的效果增加有限,因此,就没有必要增加负吸力装置来测定土壤的充气孔隙度。但对地下水位较高的土壤,例如埋深50厘米,用pF2的指标来表明土壤结构未免太高,应调变到pF1.7(50厘米水柱)的负压似更合理。

土壤的充气孔隙是土壤空气与大气交换的通道,根据B.J.Bridge对土壤呼吸系数的研究指出[8],土壤发生嫌气分解的临界充气孔隙度,对砂土、壤土及粘土分别为0.12,0.08及0.09厘米³厘米⁻³。也有材料表明[9],土壤的充气孔隙降低到土体容积的10%以下,氧的扩散速度接近于零。上面试验测定的结果,好土和僵土的分界点在pF2时的充气孔隙度为8%,正好与这些结果大致吻合,说明将充气孔隙度8%作为好土和僵土的分界点也可得到理论上的支持。但表2也有个别土壤即使在pF2的充气孔隙度低于8%,也仍然属于好土范围(例如土号17,18),这是因为这类土壤具有僵土性质,但它的孔隙与大气是沟通的,较小范围嫌气区需要的氧,可由溶解在土壤水分中氧的扩散补给。

孔径大于30—40微米的孔隙,既有维护土壤通气性的作用,也是根系伸展所必须的孔隙大小,所以这类孔隙与植物生长有直接关系。从湿润地区的湿害考虑,充气孔隙度高对作物生长有利,但在干旱地区其上下临界孔隙度以多少为宜,尚是一个待研究的问题。

2. 从烘干原状土和重塑土的容重差来看。重塑土是结构已破坏的土壤,在有水的条件下进行搅拌,有助于土粒表面都形成一个水膜,含水量减低过程中由于空气—水交界面上的张力引起土壤收缩,并促进土粒的定向排列,所以土粒达到最紧排列[10]。原状土是有结构的土壤,其中结构孔隙一方面减弱土粒之间的引力,另一方面孔隙容积的本身使容重减小,所以重塑土与原状土二者的容重差可反映土壤的结构发育。我们从以干重塑土容重为分母算出的容重差百分率(又称结构系数)可看出:凡农民所称的发僵土壤,此值都在7.5以下(仅个别小于6),7.5以上则为好土,这界限对不同地区的僵土和好土有交叉,可能农民对土质好坏的评价标准不一致的缘故。结构系数表明结构发育的量,是从土壤本身的基础来说的,此值愈大,结构发育愈好。但表2也表明:各种土壤之间结构系数(或容重差)的高低与pF2的充气孔隙量不完全成相

等比例的增减,这是因为结构孔隙有的是在pF2的吸力下可产生排水的较粗孔隙,有的是细小的孔隙。关于结构孔隙的下限,据某些研究者的材料,具有典型粘团结构的粘土,其孔隙大小只有500 μ [4]。尽管结构系数和pF2的充气孔隙量大小不一致,但都是在好土或僵土同一范围。这说明结构系数与pF2充气孔隙度有内在联系,也受其他因素的影响。

较小的结构孔隙,使土壤具有酥软的耕性。所以一种有某一结构系数的土壤,从pF2的充气孔隙度的量尚可判断这种土壤的结构特性。例如土号1,pF2的充气孔隙度较高,而重塑土与原状土的容重差不大,可以断定这种土壤的结构孔隙多由机械作用产生(如干湿变化,冻融作用),它的结构孔隙粗,具有梗性;另一种情况,pF2的充气孔隙度较低而容重差较大的土壤,如土号13,可以断定这种土壤的结构孔隙多由微结构的发育产生,土壤具有糯性。这种结构性质的差异也在我们试验过程中泡水时明显地观察到。

3. 从pF2的原状土和重塑土的容重值来看。凡是发僵土壤,原状土的pF2时容重值比重塑土大得多,而好土该时原状土容重和重塑土容重相等或小得多。这说明前者土壤膨软性小,而后者大。重塑土的收缩量普遍比原状土大,但重塑土和原状土的收缩量与土质的好坏关系不著显。因为土壤的膨胀和收缩有滞后性,田间土壤干湿变化的历史各自不同,所以不同土壤的原状土没有比较基础,这导致表现上土壤结构发育的程度与收缩量无关。

粘质土壤的容重值与膨胀、收缩有关,土壤的膨胀吸收水分的力主要来于土粒表面和离子的水化能及渗透膨胀压,前者对于Ca质2:1型粘土发生在pF6.5—4.5之间[11],以下则由渗透膨胀压产生,所以pF2的容重值受渗透膨胀的影响。根据陈家坊的研究[1],僵土中吸着离子的组成中Na⁺、Mg⁺⁺的比例普遍比好土高。但僵土pF2的容重却比好土大,显然,僵土膨软性低的原因不是离子组成的关系,而可能是由于粒间存在某种能障,这个问题有待进一步研究。发僵土壤不仅具有机械强度大的特性,而且结构致密,浸水不化,可影响早稻发棵,这个问题也早在生产实践中为大家所觉察。

摘 要

文章回顾了土壤结构研究的状况。在我国的耕种条件下,分析土壤中的水稳性团聚体含量不能说明土壤的肥力水平。并从实际出发,提出了土壤结构的新

1) 中国科学院南京土壤研究所,江苏省高产稳产农田建设的土壤问题。8—9页,1978。

定义,并根据此定义,拟订了一种土壤结构的分析方法,经过对发僵土和好土的20个试样的研究证明,这个方法能反映水稻土的发僵和松软性质。

新的结构分析方法是以前F2的充气孔隙度,重塑土和原状土的干土容重差(或以重塑土为分母的容重差百分率——结构系数)及前F2的重塑土和原状土的容重差为指标,凡是发僵土壤,前F2的充气孔隙度都在8%以下,以上为好土。结构系数在7.5以下为发僵

土壤,以上为好土。发僵土前F2的重塑土容重小于原状土容重,而好土反之。还可根据前F2的充气孔隙度指标,确定一种土壤属于僵土还是好土后,再进一步根据结构系数来说明此土是僵性还是糯性。

原状土的收缩量不能反映土壤的结构特性,可能由于田间条件下土壤受到的干湿历史条件不同,而使失去可比较的基础之故。

(下转119页)

土壤学讲座

土壤剖面

曹升庚

(中国科学院南京土壤研究所)

一、什么叫土壤剖面

土壤剖面的概念和通过土壤剖面研究土壤的方法是上世纪末(1883年)首先由道库恰耶夫提出的。

由地表向下作一垂直切面(通常是挖一土坑,也可利用公路切面)可以看到一些一般是平行于地表的层次,叫做土层,这些土层(包括母质)的垂直序列,或者简单地说,这些土层(包括母质)的总和就是土壤剖面。

美国农业部土壤保持局在《第七次土壤分类草案》(1960年)中引入“单个土体”(pedon)的概念作为土壤的最小单位,后来在《土壤系统分类学》(1975年)中进一步明确为土壤的最小采样和描述单位。应该指出,“单个土体”是一个抽象的概念,是人为制定用来进行土壤研究的工作单位。其定义是:土壤作为一个三维实体,其最小体积的“一个土壤”(a soil)就叫做“单个土体”。假设其平面形状(横截面)近似六角形。“单个土体”的面积为1—10平方米,这是考虑到在这样的范围内足以表现其任何土层在性质上的一致性。如果所有土层的特征在水平方向连续一致,厚度也基本一致,则“单个土体”的面积约为1平方米。如果同一土层在水平方向呈断续或波状出现,其重现一次的间距是2—7米,则“单个土体”的最大侧向延伸范围应等于该间距的一半,即1—3.5米。如果土层呈波状,在水平间距上要>7米才重现一次,则“单个土体”的面积

应复原为1平方米左右。“单个土体”垂直面的下限是土壤与“非土壤”(not soil,相当于母质层)之间的模糊界线。“单个土体”的垂直面相当于土壤剖面的A加B层,叫做土壤体,(solum),在这种情况下,“一个土壤”的土壤剖面的宽度应为1—3.5米。

两个以上的“单个土体”可构成1个“集合土体”(polypedon)(图1),又叫“土壤个体”(soil individual)、土壤实体(soil body)等,相当于土系、变种、甚至土种。

二、土壤剖面的形成

土壤剖面是原来的成土母质在成土作用影响下产

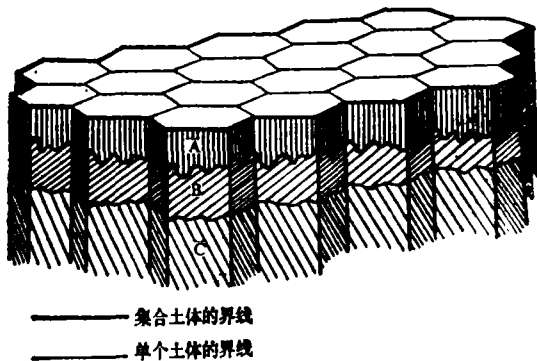


图1 “单个土体”和“集合土体”示意图

有关的系中分化出来。西德各大学中有一个园艺系(在汉诺威),两个林学系(在格廷根和弗赖堡),一个生态系(在西柏林)和几个农艺系。一般一二年级有普通土壤学和土壤调查等课,三四年级时有少数人(如汉诺威大学在约三十个学生中有4—6人)再进一步学习土壤学,课程有土壤物理学、土壤化学、粘土矿物学等,各大学不一。在四年级时,做毕业论文。西德的土壤科学研究人员,主要是来自研究生,一般大学毕业后攻读3—4年可以得到博士学位。我所遇到的几个土壤化学家,都是在研究生阶段再到化学系进修一年。

西德的土壤学教科书中,较有影响的是 Scheffer 和 Schachtschabel 的“土壤学”及 Schlichting 和 Blume 的“土壤研究法”。其中“土壤学”在欧洲以及在美、日等国都有相当影响。这本书每四年左右再版一次,1979年出到第10版。第10版是由 Hartge(土壤物理)、Schwertmann(土壤化学)、Blume(土壤发生分类)等人修改的。这本书包括五部分,即 1. 土壤的来源和组成; 2. 土壤的性质; 3. 土壤的发生和类型; 4. 土壤的分布; 5. 土壤的评价。主要是前三部分。在第一部分,包括母质、风化、质地、无机组成、粘土矿物、有机质、有机无机复合体、生物等章; 在第二部分,包括阳离子交换、阴离子吸附、酸度、氧化还原反应、絮凝和分散、结构、水分、空气、温度、颜色、养分、无机毒物、有机农药等章; 在第三部分,包括土壤形成因素、土壤形成过程、土层、分类、中欧土壤、热带和大陆土壤、寒带土壤等章。这本书的一个重要特点是,每版都把当时土壤学中的最新进展概括了进去,而且把土壤学作为一个完整的独立学科看待。这本书也反映了西德对土壤学体系的一般看法。

西德大学中的科学家都做研究工作,而且用于研究工作的时间常多于教学时间。有些科研人员的编制虽在学校,但工资却是由科研经费(由政府基金提供)出的。所以一般对本学科领域的国际发展动态颇为了解。但是也有些教授(特别是所长)因行政和教学工作

妨碍了科研而苦恼。

仪器设备

总的说来政府所办的机构的设备比大学为好,例如农业研究院的植物营养和土壤化学研究所,其设备在国际土壤学界也是少有的。这也许与其前任所长 Flaig(近已退休)的领导有关。各大学的设备情况也不一样,主要决定于有关教授的科学水平、科学眼光和活动能力。例如慕尼黑技术大学在 Schwertmann 的领导下,设备较好,工作也较深入。各种仪器都分在有关的研究室,不象我国有的单位那样人为地把科学研究和测定技术分裂开。仪器除购买者以外,有些单位还结合需要,自己装置。例如 Kiel 大学的自动控制氧化还原电位的装置、Büntehof 研究站的用电析法提取有效钾的装置、Krefeld 地质调查所的机械分析的装置,自动化程度都很高。

科学交流问题

看来,西德土壤学界的教授几乎都到外国(美国为主)学习或进修、访问过,研究助理(博士)中有相当一部分也到过国外进修、访问。其中,有一部分还到南美、非洲工作过。所以,一般都可以讲英语。

在西德,外国土壤学者也不少。有的是通过科学交换,在西德短期(如一年)工作的。更多的是在西德攻读博士学位,主要是非洲、中东、东南亚、南美的学生。其中有的以后就在西德工作。如在西柏林技术大学、格廷根大学、乌尔姆大学,都有这样的学者。

西德对于中国土壤科学的情况,几乎是一无所知。很多人想到中国访问。有些大学主动提出希望我国派青年土壤学者去学习或短期工作。有些学者当了解到我国某土壤学科领域的成就后,希望我国多提论文到国外杂志上发表。

看来,由于西德土壤科学有其特点,今后加强中德的科学交流,对于我国土壤科学的发展将是有益的。

(上接112页)

参考文献

- [1] 黄瑞宋, 土壤学, 90—105页, 科学技术出版社, 1956。
- [2] A. φ. 瓦久尼娜(程云生等译): 土壤及土质物理性质测定法, 60—83页, 科学出版社, 1965。
- [3] 中国科学院农业丰产研究丛书: 水稻丰产的土壤环境, 77—85页, 科学出版社, 1961。
- [4] Russell, E. W. (1971): 土壤结构的保持和改良, 土壤农化参考资料, 第4期, 7—15页, 1975。
- [5] Baver, L. D.: Soil Physics, Third Edition, 123—129, 227—230, 1956。

[6] 奥洞威等: 土壤学报, 第11卷4期, 427—431页, 1963。

[7] Russell, E. W.: Soil Condition and Plant growth, 10th Edition, 408—409, Longman, 1973。

[8] Bridge, G. B.: J. Soil Sci., 27 (3): 279, 1967。

[9] Luthin, J. N. (叶和才等译): 农田排水, 481—487页, 中国工业出版社, 1965。

[10] Baver, L. D., W. H. Gardner and W. R. Gardner: Soil Physics, 4th Edition, 83—84, 1972。

[11] Koeniges, F. F. R.: Neth. J. Agric. Sci., 11(2): 145—155, 1963。