

197-24, 223

1999年 第4期

土壤

· 197 ·

肥熟旱耕人为土的诊断特征及其分类参比

张 民

(山东农业大学 泰安 271018)

S15-5.41

摘 要 在对我国多种起源土壤上发育的菜园土壤的调查及对其发生发育,分异特性的初步研究基础上,以《中国土壤系统分类》(修订方案)为依据,探讨了该类土壤的诊断特征和诊断属性,明确了它们在中国土壤系统分类中的归属,并对其与土壤发生分类、美国土壤系统分类(ST制)、联合国土壤图图例单元(FAO/Unesco)的联系和区别进行了参比。

关键词 肥熟旱耕人为土 诊断层 土壤系统分类

菜园土

菜园土壤由于长期施用大量人畜粪尿和其它有机残体,并经耕作混合、频繁灌溉、堆垫熟化的影响,土壤性质发生了深刻的改变,随着种菜历史的延长,逐渐形成了明显区别于起源母土特征的暗色的富含养分的肥熟表层。随着时间的推移,起源土壤的影响越来越少,相应的自然成土因素的影响在很大程度上被掩盖,在人为定向培育作用下,逐渐地走向同一,成为人为土^[1]。但在我国以往的发生分类系统中,这类土壤没有给予独立的分类位置,仍归属于原起源土壤的类别中。按照诊断层和诊断特性为基础的中国土壤系统分类,将具有肥熟表层和磷质耕作淀积层的菜园土壤划归为人为土纲中的肥熟旱耕人为土土类^[2],这不仅从理论上更确切地反映了这类土壤的现代成土过程和发生学特征,而且对于合理区划和利用这类土壤资源也具有重要的实用意义。

1 土壤形成及其发生学特点

菜园土壤由于长期施用大量可溶有机物质(如人畜粪尿等)、有机垃圾、土杂肥,并经精耕细作而形成暗色富含养分的肥熟表层,这一过程称为肥熟过程。肥熟过程使土壤性质发生了较大改变,主要表现在:土壤颜色明显变暗,有机质积累加强,养分特别是磷素富集,土壤生物活动加强,土壤结构改善和一定程度的淋溶粘化,并在相对较短的时间内形成了其独特的肥熟诊断表层和富磷耕作淀积表下层。

土壤肥熟表层的形成是人为强烈活动作用的结果,但肥熟表层层次的分化常因起源土壤的质地类型、透水性以及堆垫或耕作熟化程度的不同而异。据对我国主要起源土壤类型上的菜园土剖面观察及研究发现,发育在长沙红壤、无锡水稻土以及上海潮土上的三个肥熟旱耕人为土,由于母土质地粘重,腐殖质层之下即为紧实的透水层,可溶性物质很难向下迁移而形成淀积熟化过渡层,剖面上有效磷含量呈陡变状态,在地表下30cm或至40cm以下含量明显降低。发育在质地较轻、透水性较强母土如泰安棕壤、济南褐土、长沙潮土上的肥熟旱耕人为土有效磷含量则呈逐渐降低状态。不同土壤有机质含量在剖面上的垂直分布状态与有效磷有着相同的趋势^[3]。

土壤的酸碱度及粘土矿物类型等在一定程度上也继承了母土的基本特征,如酸性母土上发育的菜园土,其pH值仍低于发育在中性和石灰性母土上的菜园土壤(表1)。然而菜园

土壤与相应粮田土壤相比,土壤 pH 值均有较为明显的提高,尤其是发育在南京黄棕壤母土上的全剖面土壤 pH 值均在 8.0 以上,显著地高于黄棕壤的 pH 值。与此相关的是土体中的 CaCO_3 相当物含量的增加,除长沙红壤母土上发育的肥熟土未检出游离 CaCO_3 以外,其余菜园土壤表层中 CaCO_3 相当物含量均显著高于相对应的粮田土壤。这主要与菜园土壤大量施用垃圾、煤灰、有机肥等造成的复盐基过程有关。与此相关的是,上部土层的粘粒含量比粮田土壤明显降低,而砂粒含量则显著升高(表 1)。随种菜历史的延长,菜园土壤上部的质地有明显变轻和变粗的趋势,下部土体仍表现出与起源母土或母质相一致的继承性。

2 土壤诊断属性及指标

从 10 个菜园土壤和 5 个作对照的粮田土壤剖面基本属性可以看出(表 1),菜园土壤最重要的属性是有效养分强烈富集,尤其是剖面上部有效磷富集最为明显。与对照土壤区别极显著。统计结果表明,肥熟菜园土表层速效磷含量为 $154.1 \pm 77.6 \text{mg/kg}$ ($n=10$)。变异系数为 0.50,变异较大的主要原因是除人为作用强度不同外,也受母土质地和透水性不同的影响。发育在红壤、黄棕壤及水稻土母土上的菜园土,其表层和亚表层(0~35cm 范围内)的有效磷含量均大于 100mg/kg ,然而由质地较轻的潮土及棕壤等母土上发育的菜园土,表层有效磷含量都小于 100mg/kg ,大多在 $50 \sim 100 \text{mg/kg}$ 之间。腐殖质层厚度均在 35cm 以上,而且腐殖质层中的有机质和其它可溶性物质随水向下迁移,并在下层淀积,形成较厚的富磷耕作淀积,此类土壤在 0~100cm 范围内有效磷的加权平均值仍超过 50mg/kg 。与此对照的是 5 个粮田土壤剖面中,各层中有效磷含量均小于 30mg/kg ,与肥熟的菜园土有着极显著的差异。土壤中碱解氮和速效钾含量在肥熟菜园土和粮田土壤中的分布存在着与有效磷相似的富集和分异趋势(表 1),均以表层含量较高,向下逐渐降低,但变化的幅度不像有效磷那样明显。

比较肥的菜园土与对照粮田土壤的有机质和全氮含量变化(表 1)可以看出,有机质和全氮含量不仅在表层有很大差异,而且在剖面的垂直分布上也呈现极显著的差异。肥熟菜园土表层有机质含量的平均值达 $47.82 \pm 17.47 \text{g/kg}$ ($n=10$),但 35~60cm 熟化过渡层中有机质含量仍可达 20.0g/kg 以上,甚至大于粮田土壤耕作表层。综上所述,菜园土壤的有效磷、有机质的富集和累积是最为突出的属性特征,因此以肥熟表层的厚度,包括上部高度肥熟表层和下部过渡的肥熟亚层的厚度以及有效磷和有机质的含量作为菜园土壤的重要诊断属性及指标,以此体现肥熟菜园土壤的发生特点,也具有定量化诊断意义。

3 供试土壤在中国土壤系统分类中的位置及其与其它分类制的参比

从供试土壤的基本理化特性可以看出,肥熟菜园土壤虽然在质地、粘土矿物组成等在一定程度上继承了母土的特征,但随着时间的推移,起源土壤的影响越来越小,土壤性质发生深刻的改变,在人为定向培育的影响下,逐渐地走向同一。调查及研究的结果表明,一般连续种菜在 20 年以上的菜园土,已形成暗色的富含养分的肥熟表层,显著不同于起源的粮田土壤。《中国土壤系统分类(首次方案)》(1993)⁽⁴⁾中,将具有厚熟表层的肥熟菜园土壤作为人为土纲中的厚熟土土类,并制订了相应的检索系统,后来在《中国土壤系统分类(修订方案)》(1995)⁽²⁾中,将具有厚熟表层的菜园土壤归属于人为土纲中肥熟旱耕人为土土类。修

订方案针对我国菜园土人为堆垫或耕作熟化程度, 起源土壤类型以及淋溶淀积强度不同的具体特点, 对首次方案中厚熟表层的层次厚度、有效磷和有机质含量等诊断标准作了修正, 并改名为肥熟表层, 使之更符合我国菜园土的实际情况。

表1 供试菜园土壤与起源粮田土壤主要理化性状的比较

剖面代号 及地点	母质类型	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	有效磷 (mg/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH(1:1 土:H ₂ O)	CaCO ₃ 相当物 (g/kg)	粘粒 (g/kg)	粉粒 (g/kg)	砂粒 (g/kg)
CF-13	红壤	0~26	85.76	161.9	153.4	139	5.15	Tr	235	472	293
长沙市	(菜园土壤)	26~41	75.31	103.1	101.9	71	6.01	Tr	261	466	273
黄土岭		41~75	13.14	8.8	56.0	40	6.38	Tr	357	574	69
		75~100	12.40	18.7	53.8	47	6.32	Tr	325	597	78
CF-17	红壤	0~18	13.34	4.1	73.9	28	4.76	Tr	483	444	73
长沙市	(粮田土壤)	18~55	5.09	2.2	33.6	15	4.56	Tr	533	402	65
黄土岭		55~110	3.82	2.1	40.3	12	4.57	Tr	582	360	58
CF-1	黄棕壤	0~20	33.75	144.8	100.8	284	8.39	28.3	187	579	234
南京市	(菜园土壤)	20~45	19.50	112.3	84.0	152	8.49	30.2	198	604	198
卫岗		45~62	12.26	92.7	56.0	178	8.48	15.1	215	600	185
		62~90	11.74	77.1	50.4	259	8.58	18.9	219	588	193
		90~120	5.00	60.1	26.9	341	8.19	1.5	239	695	66
CF-34	黄棕壤	0~18	14.71	3.3	90.7	85	6.36	Tr	277	690	33
南京市	(粮田土壤)	18~30	7.44	1.6	45.9	88	6.38	Tr	337	617	46
卫岗		30~66	5.19	1.5	33.6	96	6.97	Tr	368	578	54
		66~100	3.89	3.0	28.0	98	6.97	Tr	326	631	43
CF-26	棕壤	0~20	44.54	82.3	84.0	61	8.30	4.5	114	393	493
泰安市	(菜园土壤)	20~41	28.72	42.9	82.9	82	8.39	3.0	115	372	513
王庄		41~60	31.45	45.1	53.8	86	8.49	3.2	117	350	533
		60~82	7.91	44.5	31.4	83	8.43	0.9	104	311	585
		82~120	3.25	49.2	25.8	92	7.89	Tr	193	298	509
CF-27	棕壤	0~16	20.30	22.7	79.5	55	6.38	Tr	125	365	510
泰安市	(粮田土壤)	16~30	14.81	3.4	53.8	70	7.78	Tr	122	363	515
御碑楼		30~60	5.55	1.3	42.6	90	7.65	Tr	211	674	115
		60~100	3.97	1.5	21.3	90	7.89	Tr	205	652	143
CF-31	褐土	0~22	41.67	286.0	125.4	250	7.85	36.8	134	641	225
济南市	(菜园土壤)	22~40	33.19	121.9	97.4	159	8.03	37.8	123	686	191
洪家楼		40~58	24.69	84.9	78.4	148	8.02	35.5	150	655	195
		58~76	7.46	42.5	32.5	142	8.24	15.1	129	643	228
		76~110	6.45	28.5	34.7	158	8.35	13.2	134	670	196
CF-33	褐土	0~18	15.57	4.0	52.6	83	8.48	8.3	125	745	130
济南市	(粮田土壤)	18~30	11.74	1.6	50.4	97	8.49	10.4	162	737	101

续表 1

剖面代号 及地点	母质类型	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	有效磷 (mg/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH(1:1 土:H ₂ O)	CaCO ₃ 相当物 (g/kg)	粘粒 (g/kg)	粉粒 (g/kg)	砂粒 (g/kg)
十里河		30~65	5.65	1.3	33.6	142	8.20	3.8	177	715	108
		65~100	4.07	2.7	30.2	147	8.15	3.5	161	729	110
CF-20	潮土	0~20	55.58	142.4	147.8	197	7.90	52.9	78	398	524
北京市 (菜园土壤) 时村		20~55	39.36	71.5	76.2	93	8.69	63.4	105	342	553
		55~80	27.95	53.3	41.4	107	8.72	56.6	139	357	504
		80~110	8.04	25.5	28.0	74	8.80	44.7	174	400	426
CF-23	潮土	0~20	26.89	25.4	112.0	138	7.52	5.7	108	370	522
北京市 (粮田土壤) 巨山村		20~30	23.63	16.6	85.1	143	7.75	9.8	121	318	561
		30~50	9.98	5.7	56.0	147	8.06	26.4	143	338	519
		50~68	8.67	7.5	63.8	128	8.13	34.0	165	402	433
		68~100	7.14	8.2	44.8	154	8.11	24.9	158	447	395
CF-7	水稻土	0~22	49.41	192.0	143.4	105	5.39	Tr	249	645	105
无锡市 (菜园土壤) 黄巷		22~37	40.77	118.8	117.6	81	4.44	Tr	290	645	65
		37~66	11.27	18.3	37.0	83	7.17	0.91	316	653	31
		66~100	5.88	3.3	28.0	76	7.61	0.98	304	686	10
CF-15	潮土	0~25	65.31	98.4	98.6	73	6.22	Tr	150	366	484
长沙市 (菜园土壤) 橘子洲		25~40	41.53	80.9	53.8	23	7.29	Tr	161	319	520
		40~58	17.73	83.7	38.1	32	7.05	Tr	194	373	433
		58~100	18.05	76.1	43.7	22	6.77	Tr	144	262	594
CF-2	潮土	0~18	28.78	92.6	66.1	76	8.07	12.8	120	547	333
南京市 (菜园土壤) 红花乡		18~40	23.51	50.9	91.8	57	8.18	10.6	115	539	346
		40~58	13.45	72.8	43.7	63	8.05	3.8	133	586	281
		58~100	7.81	78.1	22.4	69	7.96	1.5	153	606	241
CF-9	潮土	0~25	30.35	289.6	137.8	185	7.36	3.4	173	727	100
上海市 (菜园土壤) 浦东		25~35	31.33	124.4	89.6	96	8.10	7.9	169	738	93
		35~60	10.98	16.7	50.4	74	8.24	1.5	168	812	20
		60~100	5.70	2.6	19.0	76	8.48	47.9	226	754	20
CF-29	潮土	0~20	43.02	50.6	70.6	95	8.46	16.6	103	408	489
泰安市 (菜园土壤) 旧镇		20~40	28.84	47.2	56.0	106	8.45	18.1	121	424	453
		40~51	18.27	55.1	54.9	112	8.44	14.9	146	407	447
		51~90	9.82	50.9	51.5	105	8.38	3.7	183	405	412
		90~120	7.08	34.0	38.1	123	8.32	1.5	185	395	420

注:有机质采用重铬酸钾加热氧化法,速效磷采用0.5mol/L NaHCO₃ 浸提、钼锑抗比色法,碱解氮采用碱解扩散法,速效钾采用火焰光度法测定。

表2 供试土壤系统分类亚类级别单元划分及其与其他分类制的比较

剖面代号 及地点	母质类型 (利用方式)	中国土壤分类 暂行草案 (1978)	中国土壤系统 分类(CSTC)修订 方案(1995)	美国土壤系统分类 Soil Taxonomy (1975)	联合国土壤图 图例单元 FAO/ Unesco (1988)
CF-13 长沙市黄土岭	第四纪红土 (菜园土壤)	红壤	酸性肥熟 旱耕人为土	Humic Hapludults	Haplic Alisols
CF-17 长沙市黄土岭	第四纪红土 (粮田土壤)	红壤	普通富铝 湿润富铁土	Typic Hapludults	Haplic Aisols
CF-1 南京市卫岗	下蜀黄土 (菜园土壤)	黄棕壤	石灰肥熟 旱耕人为土	Humic Hapludalfs	Haplic Luvissols
CF-34 南京市卫岗	下蜀黄土 (粮田土壤)	黄棕壤	普通铁质 湿润淋溶土	Typic Ferrudalfs	Ferric Luvissols
CF-26 泰安市王庄	片麻岩风化物 (菜园土壤)	棕壤	普通肥熟 旱耕人为土	Mollic Hapludalfs	Haplic Luvissols
CF-27 泰安市御碑楼	片麻岩风化物 (粮田土壤)	棕壤	普通筒育 湿润淋溶土	Typic Hapludalfs	Haplic Luvissols
CF-31 济南市洪家楼	次生黄土 (菜园土壤)	碳酸盐 褐土	石灰肥熟 旱耕人为土	Plaggepts	Calcic Cambisols
CF-33 济南市十里河	次生黄土 (粮田土壤)	褐土	普通筒育 干润淋溶土	Typic Eutrochrepts	Eutric Cambisols
CF-20 北京市时村	永定河冲积物 (菜园土壤)	潮土	石灰肥熟 旱耕人为土	Plaggepts	Calcic Fluvisols
CF-23 北京市巨山村	永定河冲积物 (粮田土壤)	潮土	普通淡色 潮湿雏形土	Typic Ustifluvents	Eutric Fluvisols
CF-7 无锡市黄巷	湖相沉积物 (菜园土壤)	潜育型 水稻土	斑纹肥熟 旱耕人为土	Plaggepts	Dystric Gleysols
CF-15 长沙市橘子洲	湘江冲积物 (菜园土壤)	潮土	普通肥熟 旱耕人为土	Plaggepts	Mollic Fluvisols
CF-2 南京市红花乡	秦淮河冲积物 (菜园土壤)	潮土	石灰肥熟 旱耕人为土	Plaggepts	Calcic Fluvisols
CF-9 上海市浦东	黄浦江冲积物 (菜园土壤)	潮土	普通肥熟 旱耕人为土	Plaggepts	Eutric Fluvisols
CF-29 泰安市旧镇	泰山泰河冲积物 (菜园土壤)	潮土	石灰肥熟 旱耕人为土	Plaggepts	Calcic Fluvisols

按照修订方案的诊断标准,对供试土壤进行系统分类检索,本文所研究的土壤剖面中,10个种菜历史在20年以上的菜园土均属于肥熟旱耕人为土土类,同时根据是否具有附加过程特性以及母质残留特性将这些土壤划归为斑纹肥熟、石灰肥熟、酸性肥熟和普通肥熟旱耕人为土亚类(表2)。而将与之相对应的粮田土壤在高级分类单元级别中区分开来。与原中国土壤发生分类系统中菜园土归属于起源土壤^[5]相比,更充分地体现了肥熟菜园土壤的发生学(CSTC制)与美国土壤系统分类(ST制)^[6]及联合国土壤图图例单元(CFAO/Unesco)^[7]相比较(表2),可以看出,供试土壤在修订方案中的分类单元的归属和位置,比原发生分类的亚类归属更接近于国际上普遍使用的这两个分类制,同时还体现了我国土壤分类的特色,能面向世界与国际接轨,使菜园土壤的分类走上定量化和科学化的轨道。

(下转第223页)

3 分析探讨

1, 不同作物间, 从空白区地力产量看, 油菜对土壤及肥料的要求高于小麦, 而小麦对土壤及肥料的依赖性大于水稻(表7)。

2, 目前大田产量还有潜力可挖, 常规施肥技术有待提高, 从相同大田施肥方式的常规施肥区, 相比于配方区产量两者平均年亩产要相差 96.9kg, 相差达 12.5%, 因此我市大田产量提高潜力很大。

3, 从三种处理方式的秸秆还田小区产量以及土壤有机质含量变化看, 秸秆区第一、二年内由于微生物夺氮作用, 小区产量低于常规区及纯化肥区, 但连续几年后产量开始上升, 年投入量在 300kg 以上的小区产量, 除低于配方区外, 明显好于其它区。因此足量秸秆还田与氮、磷、钾及微量元素相配合, 是当前的可行途径。

4, 长期单施化肥, 无法保持产量的稳定。从定位施用纯化肥小区与常规有机肥区相比, 开头 1—2 年内无明显差别, 但随着年份增加, 施纯化肥区产量则明显下降, 8 年后单产要比常规低近一成, 同时土壤有机质明显减少, 养分失调情况大于常规区。

5, 增施磷钾肥效果显著, 从配方区与常规相比, 有机质及氮素相同情况下, 配方区每年比常规区增加施五氧化二磷 2.3kg, 氧化钾 7kg, 而单产平均要增 96.9kg, 其投入产出比在 1:7 以上, 效益显著。

总之, 从土壤角度看, 肥沃疏松的土壤是作物高产的基础, 而科学合理施肥既要考虑当季高产, 又要考虑稳定提高地力, 而从目前现状条件看, 应用猪羊灰加秸秆, 从收支平衡角度考虑足量的 N、P、K 及微肥相配套施用, 是既能获得高产, 又可保证土壤地力经久不衰的重要技术措施。

(上接第 201 页)

参 考 文 献

- 1 龚子同主编. 中国土壤系统分类探讨. 科学出版社, 1992, 9—17, 43—45
- 2 中国科学院南京土壤研究所系统分类课题组等. 中国土壤系统分类(修订方案). 中国农业科技出版社, 1995
- 3 龚子同主编. 中国土壤系统分类新论. 科学出版社, 1994, 128—133
- 4 中国科学院南京土壤研究所系统分类课题组等. 中国土壤系统分类(首次方案). 科学出版社, 1991
- 5 中国土壤学会分类委员会. 中国土壤分类暂行草案. 土壤, 1978, 10(5)
- 6 Soil Survey Staff, Soil Taxonomy. U.S. Dept. Agri. Handbook. Washington D. C., 1975, No. 436
- 7 FAO-Unesco. Soil map of the world revised legend. Rome., 1988.