

我国砂姜黑土土种的系统分类归属研究^①

李德成, 张甘霖, 龚子同

(土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

摘 要: 本文根据我国第二次土壤普查资料, 依据《中国土壤系统分类检索》(第三版)中变性土诊断标准, 对我国砂姜黑土主要分布区(安徽、河南、江苏和山东)的砂姜黑土所有土种进行了系统分类归属判别。结果表明: 总共的 54 个土种中(安徽、河南、江苏和山东各 13、20、6 和 15 个), 34 个可以划归为变性土(安徽、河南、江苏和山东各 7、16、5 和 6 个), 合计面积 228 万 hm^2 (安徽、河南、江苏和山东各 131 万、59 万、24 万和 14 万 hm^2); 26 个砂姜黑土土种可划归为砂姜钙积潮湿变性亚类, 8 个为钙积潮湿变性土, 其余属于雏形土或盐成土。对砂姜黑土的系统分类应该主要依据其黑土层的特性, 而砂姜的存在与否只是决定亚类的特征。

关键词: 砂姜黑土; 变性土; 土种; 系统分类

中图分类号: S159

砂姜黑土是发育于河湖相沉积物、低洼潮湿和排水不良环境、经前期的草甸潜育化过程和以脱潜育化为特点的后期旱耕熟化过程, 所形成的一种古老耕作土壤^[1-3], 主要分布于我国的淮北平原(皖北和苏北)、山东半岛西部和北部的沂沭河流域、河南省西南部和湖北省北部的南阳盆地 3 个区域, 地形坡度多低于 $2^\circ \sim 3^\circ$, 起伏高度一般不超过 1 m, 属于干湿季节交替明显的暖温带气候区。

早在 20 世纪 30 年代, Thorp 和周昌芸^[4-5]就对我国山东的砂姜黑土进行了研究, 当时称之为“砂姜土”, 50 年代中期从土壤地带性的角度考虑将其作为褐土的一个亚类, 命名为“潜育褐土”^[6], 1958 年全国第一次土壤普查后从土壤熟化的角度将其作为一个独立的土类, 改名为“青黑土”^[7]。1978 年出版的《中国土壤》将其划为潮土的一个亚类^[8]。1978 年 5 月全国土壤分类学术交流会所拟订的“中国土壤分类暂行草案”中将其作为一个独立的土类, 正式命名为“砂姜黑土”^[9], 1990 年出版的《中国土壤》(第二版)中也将其作为一个独立的土类“砂姜黑土”加以论述^[1]。

砂姜黑土的母质多为老的河湖相沉积物以及近代河流沉积物等, 以石灰性母质为主, 富含黏粒, 黏土矿物以 2:1 型蒙脱石类膨胀性次生矿物为主, 在低洼的富 Ca/Mg 环境下黏粒表面被 Ca、Mg 饱和, 从而可能会发育成具有高度的胀缩和扰动特性, 旱季土体容

易出现裂隙, 具有楔形结构和滑擦面等特征的变性土^[10]。因此一些学者如 Wilding 和 Puentes^[11]、黄瑞采和吴珊眉^[12]、张民和龚子同^[13]以及《中国土壤数据库》^[14](图 1)中均把砂姜黑土区作为变性土的主要分布区。但并不是所有的砂姜黑土都属变性土^[1], 部分砂姜黑土由于黏粒含量不高而不具备变性特征或变性特征不明显, 因此不宜划为变性土^[15]。李卫东和王庆云^[16]通过对湖北、河南、山东、江苏和安徽的 6 个砂姜黑土剖面的观察后发现 4 个具有变性特征, 2 个由于质地轻而没有变性特征, 因此认为只能将具有变性特征的砂姜黑土划归为变性土。笔者 2009 年 10 月陪同俄罗斯学者对安徽怀远县和山东临沭县砂姜黑土进行了考察, 虽然观察的 4 个剖面中都有砂姜和砂姜盘, 但仅 1 个剖面中存在明显的滑擦面, 也表明不能简单地将所有的砂姜黑土全划为变性土。

迄今为止我国对砂姜黑土系统分类的研究尚少, 主要是所涉及的剖面数量不足, 解决这一问题的一个途径是充分利用我国第二次土壤普查中的土种资料^[17]。由于当时各地区建立的基层分类标准不统一, 定量标准和定位信息缺乏, 命名过多采用地方名和俗名, 造成同名异土或同土异名问题突出, 因此依据第二次土壤普查信息进行砂姜黑土的系统分类归属的判别应建立在对每个土种的信息分析基础上。

①基金项目: 科技部基础性工作专项重点项目(2008FY110600)资助。

作者简介: 李德成(1965—), 男, 安徽淮南人, 博士, 副研究员, 主要从事土壤资源研究。E-mail: dcli@issas.ac.cn

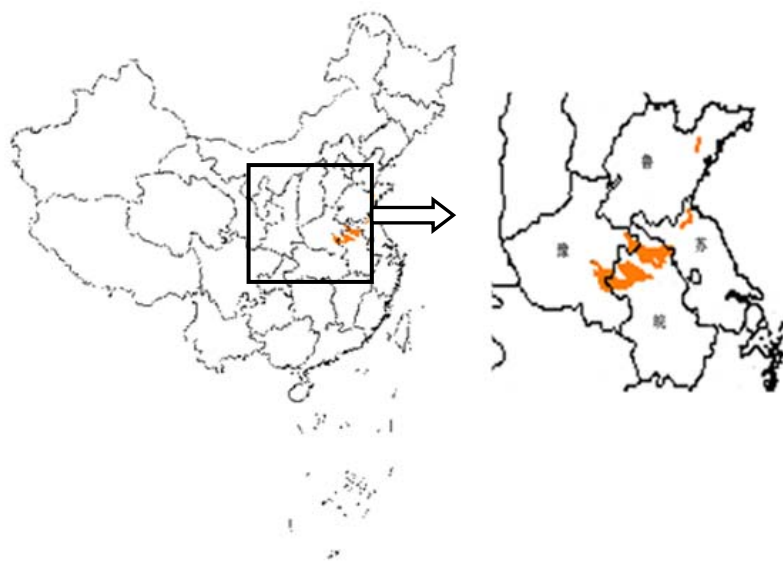


图 1 我国变性土分布示意图 (涂黑区域) [14]

Fig. 1 Distribution of vertisols in China

1 第二次土壤普查资料的收集

我国砂姜黑土主要分布在安徽、河南、山东、江苏, 面积分别大致为 165 万、90 万、54 万、26 万 hm^2 , 为此本研究收集的第二次土壤普查资料主要包括: ①安徽省土壤普查办公室编撰的《安徽土壤》(1990) 和《安徽土种》(1990); ②山东省土壤肥料工作站编撰的《山东土壤》(1990) 和《山东土种志》(1990); ③江苏省土壤普查办公室编撰的《江苏土壤》(1991) 和《江苏土种志》(1991); ④河南省土壤普查办公室编撰的《河南土壤》(1992) 和《河南土种志》(1992)。

2 砂姜黑土剖面构型和基本特性

2.1 剖面构型

从土体构型上看, 砂姜黑土土体深厚, 剖面 (图 2) 自上而下又大致可分为黑土层 (分异为耕作层、犁底层、残留黑土层 3 个层次) 和砂姜层 (分异为脱潜性砂姜层和砂姜层两个层次)。 ^{14}C 断代结果表明, 不同地区的砂姜黑土的层次形成的年代存在一定差异, 表土层和黑土层的形成年代为 Q_43 地质时期, 而砂姜层的形成年代为 Q_3 和 Q_42 地质时期^[18-22]。

2.2 砂姜形成及特点

砂姜黑土区具有砂姜形成所需的条件: ①沉积了较厚的富含 CaCO_3 的粉土、粉质黏土的河湖沼相沉积物; ②蒸发量大于降水量形成的干湿交替的自然环境条件, 造成富含 HCO_3^- - Ca^{2+} 的浅层地下水的垂直运动, 使成土母质处于地下水的变动范围内, 且地下水



图 2 砂姜黑土剖面 (山东临沭, 2009.10)

Fig. 2 Profile of Shajiang black soil

径流缓慢。碳酸钙的来源同时还可能有地下水侧向流动的补给。

砂姜的形成过程受到土壤水分移动和 CO_2 分压变化的影响, 在有自由水流动的低吸力阶段, 碳酸钙溶解成为重碳酸钙, 在相对干燥的高吸力阶段水分被土壤基质吸收或者蒸发, 碳酸钙重新沉淀析出, 在土壤颗粒表面形成碳酸钙沉积, 并逐渐形成结核。水分的补充可以是地表水, 也可能是侧向的地下水流, 碳酸钙的来源可能有上覆黄土^[23], 也可能有地下水中本身

所溶解的碳酸钙, 在不同的环境和景观条件下有所不同。

砂姜(图3)一般呈黄白色、灰色, 个体粒径大的可达30 cm以上, 最小的不及1 cm, 具有不规则的蛋形外貌, 呈姜状、核状或浑圆状。按砂姜的形态和发育程度, 可分为面砂姜(锥形钙质结核)、刚砂姜(完形钙质结核)和砂姜盘(钙质硬盘)3种^[19-20]。面砂姜是分散碳酸盐在硅酸、二氧化物、三氧化物、Fe和Mn等物质的参与下, 与土胶结而成的细碎小颗粒, 质脆易碎, 与周围的土体渐次过渡, 一般在70 cm深处出现, 形成年代大致为 6820 ± 140 Y.B.P (Q₄2地质时期); 刚砂姜除含隐晶质和微晶质碳酸盐基质外, 有的尚包裹石英、长石、方解石等颗粒和Fe、Mn结核, 孔洞附近出现再结晶的方解石, 在外力作用下固化而成, 结核紧密且质地较坚硬, 与周围的土体过渡明显, 形似单个生姜状, 一般在1 m左右出现, 形成年代大致为 14150 ± 260 Y.B.P (Q₃3地质时期); 硬磐层是在富含 HCO_3^- - Ca^{2+} - Mg^{2+} 型地下水长期作用下, 碳酸盐与砂、砾石、土及动物化石胶结、固化而成水平层状分布, 质地坚硬, 一般在3 m左右出现, 形成年代一般 >40000 Y.B.P (Q₃3地质时期)^[18-22]。砂姜的全量化学组成和碳酸盐含量变化幅度较大, 从面砂姜-刚砂姜-砂姜盘, SiO₂含量依次分别为47.4%、24.3%~31.5%和18.5%, CaO含量分别为16.5%、20.5%~34.6%和36.7%, CaCO₃分别为28.6%、50.7%~60.4%和65.6%, 存在SiO₂不断降低, CaO和CaCO₃逐渐增加的趋势; 而周围土壤的SiO₂、CaO和CaCO₃含量分别为63.2%±6.3%、4.1%±4.0%和5.8%±6.9%, 与砂姜相比, 显然土壤的SiO₂含量高, 而CaO和CaCO₃含量低^[18-22]。

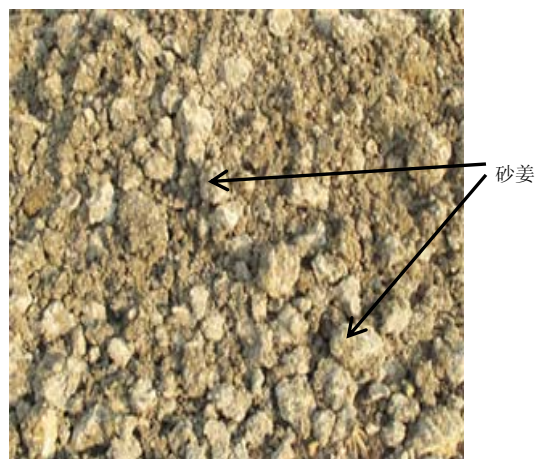


图3 砂姜黑土中的砂姜(安徽怀远, 2009.10)

Fig. 3 Shajiang (calcareous concretions)

2.3 砂姜黑土基本特性

根据对安徽、山东、河南、江苏4省砂姜黑土土种信息的统计, 砂姜黑土具有如下特征: ①呈中性-弱碱性反应, 黑色土层的pH 6.0~8.6; ②有机质、N、P含量低, 而K含量高, 耕作层有机质含量10~15 g/kg, 残余黑色土层8~10 g/kg, 耕作层全N含量0.3~1.7 g/kg, 残余黑色土层0.2~0.5 g/kg。全P含量多低于0.5 g/kg, 速效P多低于4 mg/kg。全K含量约18.1 g/kg, 速效K含量多高于100 mg/kg; ③耕作层和残余黑土层的CEC较高, 可达200~300 mg/kg; ④质地黏重, 黏粒含量211~519 g/kg, 矿物以蒙脱石为主, 水化云母次之; 土体膨胀收缩性强, 线胀系数(COLE)7.5~8.3。

3 砂姜黑土土种的系统分类归属

3.1 变性土的系统分类诊断标准

根据《中国土壤系统分类》(第三版)中的变性土的定义^[24]: ①在矿质土表至100 cm范围内有变性特征; ②矿质土表至50 cm深度内无石质或准石质接触面。而变性特征主要是指富含蒙皂石等膨胀性黏土矿物、高胀缩性黏质土壤的开裂、翻转、扰动特征, 具有以下条件: ①耕作影响层(耕作层/犁底层)或土表至18 cm范围内土层中黏粒($<2 \mu\text{m}$)含量的加权平均值 ≥ 300 g/kg; 耕作影响层下界至50 cm或18~50 cm范围内各亚层黏粒含量均 ≥ 300 g/kg; ②除耕翻或灌溉外, 大多数年份一年中某一时期在土表至50 cm范围内, 连续厚度至少为25 cm的土层中有宽度 ≥ 0.5 cm的裂隙; 若地面开裂, $\geq 50\%$ 的裂隙宽度应 ≥ 1 cm; ③在上界出现于土表至100 cm范围内, 厚度 ≥ 25 cm的土层中具密集相交、发亮且有槽痕的滑擦面; ④在腐殖质表层或耕作层之下至100 cm范围内有自吞特征; 前者的裂隙壁填充有自A层落下的暗色腐殖质土体或土膜; 后者的颜色则因耕作层有机质含量不同而异。可见黏粒含量、裂隙、滑擦面或自吞现象是变性土诊断的主要指标, 而与碳酸盐结核的出现与否无关。

我国的砂姜黑土主要分布区气候上干湿交替明显, 成土母质地较黏重, 因此土壤中黏粒含量较高, 一般在30%左右^[1-3]。砂姜黑土的黏土矿物以蒙脱石为主, 其次是伊利石^[10, 25], 其蒙脱石的来源是新生成作用, 即在含有盐基和二氧化硅的碱性水溶液作用下, 通过非膨胀性铝硅酸盐黏粒的复硅作用而产生或者由原生矿物向次生矿物转化而成^[25]。较高的黏粒含量、富含蒙脱石以及明显的干湿交替导致砂姜黑土土体容

易开裂,开裂是变性土重要的一个成土过程。干时开裂和湿时闭合的多次交替一方面是使砂姜黑土的土壤剖面均一化,另一方面是在土体中形成了滑擦面和楔形结构,三是地表出现黏土小洼地。滑擦面(图 4)是变性土最重要的诊断特征,但我国对滑擦面的研究甚少。何毓蓉和黄成敏^[26]对云南省元谋干热河谷干润变性土的滑擦面研究发现,滑擦面层的土壤颗粒组成以黏粒($<0.002\text{ mm}$)为主,重量比占 32.86%~80.83%,其中尤其突出的是细土($<0.05\text{ mm}$)含量高达 90.39%~94.31%;其黏粒的矿物组成以蒙脱石为主,其次为水云母、高岭石等,这可能说明较高黏粒含量和富含蒙脱石矿物是滑擦面形成的重要物质基础。



图 4 砂姜黑土的滑擦面(山东临沭, 2009.10)

Fig. 4 Slicken side of Shajiang black soils

根据对第二次土壤普查资料的分析,砂姜黑土的所有土种均满足《中国土壤系统分类》(第三版)中的变性土定义②,均包含变性特征条件①的信息,但一些土种缺乏变性特征条件②的信息,绝大部分土种缺乏条件③的信息,所有土种均缺乏条件④的信息,其原因可能包括:①剖面调查时不是在旱季进行,土体开裂现象没有表现出来;②长期耕作和施肥等人为活动的影响或土壤淹水的影响,抑制或减缓了砂姜黑土的某些形态学特征,致使其变性土特征难以表现出来^[10,13]。重要的是,在第二次土壤普查期间,国外变性

土分类的思想尚没有广泛普及,对于滑擦面这样的土壤形态特征没有特别的关注,而在描述中多关注砂姜的出现与特征,因此滑擦面的记录基本缺失。但较高的黏粒含量和富含 2:1 型膨胀性矿物是变性土存在裂隙和滑擦面的物质基础,因此黏粒含量和矿物类型暂可作为砂姜黑土是否属于变性土的主要判断依据,如果砂姜黑土土层黏粒含量高于 30%,黏土矿物以蒙脱石为主,则极有可能形成裂隙和滑擦面。由此,本文砂姜黑土土种系统分类归属诊断时,主要考虑了土种的黏粒含量、黏土矿物类型、砂姜出现的位置、楔形结构、气候和地形条件等信息。需要指出的是,土壤中黏粒含量和矿物类型主要由成土母质决定,其他性质在 30 年左右的时间很难发生变化,因此第二次土壤普查的信息可用于系统分类。

3.2 砂姜黑土土种系统分类结果

表 1 给出了安徽、河南、山东、江苏和湖北的砂姜黑土土种的系统分类归属的诊断结果。54 个土种中(安徽、河南、江苏和山东各 13、20、6 和 15 个),有 34 个可以划归为变性土(安徽、河南、江苏和山东各 7、16、5 和 6 个),合计面积 228 万 hm^2 (安徽、河南、江苏和山东各 131 万、59 万、24 万和 14 万 hm^2),占 4 省砂姜黑土总面积的 68%。至于属于变性土的砂姜黑土土种进一步的系统分类,则依据《中国土壤系统分类》(第三版)^[24],26 个土种为砂姜钙积潮湿变性(Shajiang Calci-Aquic Vertosols),8 个属于其他类型的钙积潮湿变性土(Calci-Aquic Vertosols)。而不属变性土的砂姜黑土则可能属于砂姜潮湿锥形土(Shajiang-Aquic Cambosols)或潮湿碱积盐成土(Aqui-Alkalic Halosols)。但需要强调的是,上述对砂姜黑土每个土种的系统分类诊断的结果是初步的,更精确的诊断还需进行规模性的系统调查和分析以进一步补充变性土诊断指标的信息,尤其是要高度重视裂隙和滑擦面的信息。

表 1 我国砂姜黑土土种的系统分类归属判别结果

Table 1 Preliminary taxonomy of Shajiang black soils in China

区域	土种名称	面积 (万 hm^2)	黏粒含量 (mg/kg)			砂姜位置 (cm)	系统分类
			耕作层	犁底层	犁底层下 50 cm		
安徽	黑姜土	44.8	35	36	44	53~120	砂姜钙积潮湿变性土
	油黑姜土	0.3	29	31	19	85~140	砂姜潮湿锥形土
	瘦黑姜土	1.2	42	46	47	58~102	砂姜钙积潮湿变性土
	黄姜土	54.7	41	38	41	25~100	砂姜钙积潮湿变性土
	瘦黄姜土	0.3	38	40	35	70~120	砂姜钙积潮湿变性土
	白姜土	23.0	24	24	36	52~150	砂姜潮湿锥形土

续表 1

河南	姜白淌土	0.3	12	9	39	40 ~ 120	砂姜潮湿锥形土
	薄淤黑姜土	11.1	53	57	45	40 ~ 120	砂姜钙积潮湿变性土
	厚淤黑姜土	17.2	51	43	47	无	钙积潮湿变性土
	覆两合黑姜土	0.3	23			无	砂姜潮湿锥形土
	覆泥黑姜土	1.8	31	32	32	60 ~ 100	砂姜钙积潮湿变性土
	轻碱化黑姜土	0.7	23	23	20	66 ~ 100	潮湿碱积盐成土
	重碱化黑姜土	0.07	8	14	34	52 ~ 144	潮湿碱积盐成土
	砂姜黑土	0.4	38	50	36	耕作层砂姜 10% ~ 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	浅位少量砂姜黑土	0.7	40.1	44.7	33	20 ~ 50 cm 砂姜 10% ~ 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	浅位多量砂姜黑土	0.3	33	36	33	20 ~ 50 cm 砂姜 > 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	深位少量砂姜黑土	4.4	36	41	33	50 cm 以下砂姜 10% ~ 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	深位多量砂姜黑土	2.3	35	39	35	50 cm 以下砂姜 > 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	浅位钙盘砂姜黑土	0.9	33	35		20 ~ 50 cm 出现钙盘层	砂姜钙积潮湿变性土
	深位钙盘砂姜黑土	2.1	33	36		50 cm 以下出现钙盘层	砂姜钙积潮湿变性土
	青黑土	17.8	36	44	38	无	钙积潮湿变性土
	浅位砾层青黑土	0.05	25	40	28	20 ~ 50 cm 出现砾石层 > 30%	砂姜潮湿锥形土
	深位砾层青黑土	0.05	28	38	24	20 ~ 50 cm 以下出现砾石层 > 30%	砂姜潮湿锥形土
	壤质黑老土	21.9	25	41	38	无	砂姜潮湿锥形土
	黏质黑老土	19.4	34	36	44	无	钙积潮湿变性土
	浅位少量砂姜石灰性砂姜黑土	1.0	32	31	39	20 ~ 50 cm 砂姜 10% ~ 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	深位少量砂姜石灰性砂姜黑土	2.3	37	44	35	50 cm 以下砂姜 < 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	浅位多量砂姜石灰性砂姜黑土	0.5	30	35	38	50 cm 以内砂姜 > 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	深位多量砂姜石灰性砂姜黑土	1.2	37	42	32	50 cm 以下砂姜 > 30%	砂姜钙积潮湿变性土
	深位钙盘石灰性砂姜黑土	0.2	30	38		50 cm 以下出现钙盘层	砂姜钙积潮湿变性土
山东	复石灰青黑土	4.1	40	47	42	无	钙积潮湿变性土
	壤质石灰性黑老土	6.1	22	24	38	无	砂姜潮湿锥形土
	黏质石灰性黑老土	1.6	32	31	39	无	钙积潮湿变性土
	黏壤质砂姜黑土	4.3	20	34	37	105 ~ 150	砂姜潮湿锥形土
	黏壤质浅砂姜层砂姜黑土	3.9	23	36		> 45	砂姜潮湿锥形土
	黏壤质深砂姜层砂姜黑土	15.5	20	32	23	62 ~ 102	砂姜潮湿锥形土
	黏质砂姜黑土	6.9	39	46	47	50 ~ 150	砂姜钙积潮湿变性土
	黏质深砂姜层砂姜黑土	2.9	36	33	31	50 ~ 117	砂姜钙积潮湿变性土
	砂质黏壤覆盖砂姜黑土	1.1	21	14	14	95 ~ 105	砂姜潮湿锥形土
	黏壤覆盖砂姜黑土	3.5	23	25	34	70 ~ 150	砂姜潮湿锥形土
	黏壤质石灰性砂姜黑土	1.4	10	20	25	100 ~ 150	砂姜潮湿锥形土
	黏壤质浅砂姜层石灰性砂姜黑土	2.6	24	24	19	47 ~ 105	砂姜潮湿锥形土
	黏壤质深砂姜层石灰性砂姜黑土	2.1	25	33	35	60 ~ 75	砂姜潮湿锥形土
	黏质石灰性砂姜黑土	1.4	33	36	49	> 46	砂姜钙积潮湿变性土
	黏质深砂姜层石灰性砂姜黑土	0.9	40	48	48	52 ~ 113	砂姜钙积潮湿变性土
	黏质黏壤覆盖石灰性砂姜黑土	1.4	20	31	37	> 46	砂姜潮湿锥形土
	黏壤覆盖石灰性砂姜黑土	3.5	25	36	37	无	砂姜潮湿锥形土
	黏质覆盖石灰性砂姜黑土	1.9	38	38	30	100 ~ 120	钙积潮湿变性土
江苏	岗黑土	8.9	35.2	35	40	77 ~ 100	砂姜钙积潮湿变性土
	姜底岗黑土	5.0	30	39	40	67 ~ 100	砂姜钙积潮湿变性土
	湖黑土	6.3	42	44	45	70 ~ 100	砂姜钙积潮湿变性土
	姜底湖黑土	2.8	40	44	36	55 ~ 100	砂姜钙积潮湿变性土
	板黑土	2.3	26	31	34	无	砂姜潮湿锥形土
	盐黑土	0.7	46	44	48	无	钙积潮湿变性土

注: 砂姜钙积潮湿变性土: ①在矿质土表至 100 cm 范围内有变性特征; ②矿质土表至 50 cm 深度内无石质或准石质接触面; ③有潮湿土壤水分状况, 并且在矿质土表至 50 cm 范围内部分土层 (≥ 10 cm) 有氧化还原特征; ④在矿质土表至 100 cm 范围内的钙积层或钙磐; ⑤在矿质土表下 50 ~ 100 cm 范围内部分土层 (≥ 10 cm) 钙质凝团或结核 (砂姜) 按体积计 $\geq 10\%$ 。

砂姜潮湿锥形土: ①在矿质土表至 100 cm 范围内有钙积层; ②在矿质土表至 125 cm 范围内至少一个土层 (≥ 10 cm) 钙质凝团或结核 (砂姜) $\geq 10\%$ (按体积计)。

钙积潮湿变性土: ①变性土中有潮湿土壤水分状况, 并且在矿质土表至 50 cm 范围内部分土层 (≥ 10 cm) 有氧化还原特征; ②矿质土表至 100 cm 范围内的钙积层或钙磐。

潮湿碱积盐成土: ①在矿质土表至 75 cm 范围内的碱积层; ②有潮湿土壤水分状况或在矿质土表至 100 cm 范围内部分土层 (≥ 10 cm) 有氧化还原特征。

参考文献:

- [1] 熊毅, 李庆逵. 中国土壤. 2 版. 北京: 科学出版社, 1990
- [2] Liu LW. Formation and evolution of vertisols in the Huaibei Plain. *Pedosphere*, 1991, 1(1): 3-15
- [3] 马丽, 张民. 砂姜黑土的发生过程与成土特征. *土壤通报*, 1993, 24(1): 1-4
- [4] Thorp J. Geography of the Soils of China. Nanjing: Special Soil Publ. Ser., 1936
- [5] 梭颇 J, 周昌芸. 山东土壤纪要. *土壤专报*, 1936, 第 14 号
- [6] 格拉西莫夫 N.П., 马溶之. 中国土壤发生类型和特征及其地理分布. *土壤专报*, 1958, 第 32 号
- [7] 张俊民, 周斌. 安徽淮北平原青黑土的形成和特征. *土壤通报*, 1964(5): 9-15
- [8] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤. 北京: 科学出版社, 1978
- [9] 中国土壤学会. 中国土壤分类暂行草案. *土壤分类及土壤地理论文集*. 杭州: 浙江人民出版社, 1978
- [10] 徐盛荣, 吴珊眉. 土壤科学研究五十年 (变性土、人为土、盐成土、淋溶土、老成土). 北京: 中国农业出版社, 2007
- [11] Wilding LP, Puents R. Vertisols: Their Distribution, Properties, Classification and Management. College Station, TX 77843: Texas A&M University Printing Center, 1988
- [12] 黄瑞采, 吴珊眉. 中国变性土和变性土性土壤的地理分布. *南京农业大学学报*, 1987(4): 63-68
- [13] 张民, 龚子同. 中国变性土的分布、特性和分类. *土壤学报*, 1992, 29(1): 1-17
- [14] 中国土壤数据库. <http://www.soil.csdb.cn>
- [15] 徐礼煜, 张俊民. 变性土的形态特征与分类 // 砂姜黑土综合治理研究编委会. 砂姜黑土综合治理研究. 合肥: 安徽科学出版社, 1988: 324-332
- [16] 李卫东, 王庆云. 砂姜黑土形态特征的观察. *华中农业大学学报*, 1993, 12(3): 245-249
- [17] 全国土壤普查办公室. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1993
- [18] 刘良梧, 茅昂江. 钙质结核放射性碳断代的研究. *土壤学报*, 1986, 23(2): 106-112
- [19] Liu LW. Radiocarbon dating of vertisols in China. *Pedosphere*, 1996, 6(2): 147-153
- [20] 刘良梧, 茅昂江. 淮北平原砂姜黑土年龄的研究 // 砂姜黑土综合治理研究编委会. 砂姜黑土综合治理研究. 合肥: 安徽科学出版社, 1988: 316-320
- [21] 刘良梧. 黄淮海平原晚第四纪古土壤. *土壤学报*, 1999, 36(1): 9-13
- [22] Liu LW, Gong ZT. Palesol evolution and environmental change in the Huang-Huai-Hai Plain, China. *Chinese Science Bulletin*, 1999, 44(Supl.1): 255-258
- [23] 曹亚娟. 安徽淮北平原钙质结核土的分布及成因研究 (硕士学位论文). 合肥: 合肥工业大学, 2009
- [24] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组&中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001
- [25] 李卫东, 王庆云. 砂姜黑土的黏粒矿物组成和蒙皂石来源的探讨. *北京农业大学学报*, 1994, 20(2): 192-196
- [26] 何毓蓉, 黄成敏. 变性土滑擦面的特征与形成机制. *科学通报*, 1996, 41(12): 1100-1102

On Taxonomy of Shajiang Black Soils in China

LI De-cheng, ZHANG Gan-lin, GONG Zi-tong

(*Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

Abstract: Based on the information from the 2nd national soil survey and the diagnostic criteria of Vertosols in Chinese Soil Taxonomy, this paper discusses the taxonomic classification of the soil-species of Shajiang black soils in its main distribution regions in China, i.e., Anhui, Henan, Jiangsu and Shandong provinces. The preliminary results showed that among the total 54 soil-species of Shajiang black soils, 34 soil species, with an area of $228 \times 10^4 \text{ hm}^2$, could be classified as Vertosols, among of which, 26 as Shajiang Calci-Aquic Vertosols and 8 as Typical Calci-Aquic Vertosols respectively, the other soil-species of Shajiang black soils could be categorized as Shajiang-Aquic Cambosols or Aquic-Alkalic Halosols. The diagnosis of these kinds of soils should focus more on the black clay layer rather than the carbonate concrete layer which determines only the lower categories.

Key words: Shajiang black soils, Vertosols, Soil-species, Taxonomy