

中国正常干旱土亚纲的系统分类

程心俊 王周琼 李述刚

(中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所 乌鲁木齐 830011)

摘 要

本文按照《中国土壤系统分类(首次方案)》,首先以盐积层、碱积层等检索出盐成土,将难于改良的盐土和碱土完全集中起来,然后用新建立的干旱土表层和干旱土特有的诊断表下层检索出干旱土,并根据钙积层、石膏层、盐积层、粘化层以及锥形层等诊断层,按此顺序检索正常干旱土亚纲各土类,基本上与原半荒漠土壤和棕漠土、灰漠土等主要土类相对应,文中列举各主要亚类的理化分析结果,并对干旱土诊断层和诊断特征概念和指标作了较明确的修订,以便在实践中应用。

关键词 碱化层;正常干旱土;淀积粘化层

80年代以来我国兴起土壤系统分类研究,成绩显著,1991年《中国土壤系统分类(首次方案)》公开出版,符合国际上土壤分类向定量化发展的趋势,便于与国际土壤分类接轨,使我国土壤分类水平达到一个高级阶段。

龚子同、雷文进、曹升庚(1994)和李述刚、程心俊(1994)^[1],已分别提出干旱土系统分类最新方案,但仍有不完善之处,有待修订,参考前人资料和近年研究成果,目前只划出高寒和正常干旱土两个亚纲,本文仅就分布最广、且较为复杂的正常干旱土亚纲提出修正方案,供讨论。

1 我国干旱土系统分类特点

干旱土是在干旱气候条件下发育而成的一种矿质土壤。干旱土的主要成土过程,应是受干旱因素(水热状况、荒漠植被等)控制的可溶性盐类物质的重新分配及其在某些层次中的聚集。它反映着气候干旱程度之强弱,而表现为钙积过程、石膏化过程、碱化粘淀过程、残余盐积过程以及土内风化过程等特殊的干旱土形成特点。

1. 美国土壤系统分类中,盐土和部分碱土属干旱土纲,而我国则单独划出盐成土纲,目的是把难于改良,或不经改良就不能种植作物的盐土和碱土集中起来。以此为例,说明我国干旱土的诊断层就应根据中国干旱土的特点提出碱积层、碱化现象和盐积层、盐积现象,目的是把碱土和碱化土壤区分开。故我们建议仍维持《首次方案》^[2]意见,先用30cm土层内盐积层和75cm内碱积层将盐成土纲的土类完全检出来,再检索干旱土纲。优点如下:

(1)新建立的干旱表层可以作为鉴别干旱土纲的主要诊断层。否则先检干旱土为了照顾砾质戈壁等缺乏干旱表层土壤,又要加干旱水分状况来检索,这样先检盐成土纲就可将作为干旱土自身属性的干旱表层及特有的诊断表下层来定义,干旱土纲就完整的、独立的建立起来。

(2)在先检索盐成土纲时,定义为上界在矿质土表至30cm范围内的盐积层(砾质戈壁除外),这样处理就可把原石膏盐磐棕漠土有表聚盐积层的砾质戈壁留给干旱土。如此规定也因为砾质戈壁各层做盐分分析时,是把大量砾石筛出后再做可溶性盐测定,并不是真正达到盐积层指标,而且戈壁是一种古老的干旱区残积物,一般无农用价值。

(3)如此检索可将荒漠碱土(包括龟裂碱土)和有干旱表层的原残余盐土检入盐成土纲,与干旱土中荒漠碱化土壤明确区别开来,再无混淆之处,在这里要指出的是荒漠碱土的碱积层是因干旱水分状况和该层次埋藏较深才导致柱状不明显,如果受干湿交替影响后,特别是浅位荒漠碱土(龟裂碱土)的碱积层柱状还是很明显的。

2. 美国对碱土研究进展缓慢,分类中只提出碱化层概念,几十年一贯沿用交换性钠饱和度(ESP) $>15\%$ 的指标,后提出钠吸附比(SAR)更不适用,且碱土和碱化概念的区分在国际文献中混淆不清。我国李述刚、王周琼(1992)^[3],万洪富、俞仁培(1983)^[4]先后提出碱土划分标准,皆为交换性钠饱和度(ESP) $>40\%$,应该采用。至于ESP指标测定困难,国际上多主张弃之不用。李述刚、王周琼又提出新的划分指标——水解性碱度,简便易行。这属于碱土领域研究课题,不在这里详加讨论。

3. 土壤系统分类目的为了使土壤分类定量化,首先要有诊断的数量化指标,但是我们认为每个大土类也要有土壤形成过程的中心概念,这也是为了继承前人工作,可与全国土壤普查分类系统相对照,便于应用^[5]。因此对于正常干旱土亚纲,我们建议按以下顺序检索。

(1)钙积正常干旱土:以钙积层将半荒漠土壤集中在一起,成土过程主要特征是钙的淋溶淀积,相当于原棕钙土和灰钙土。

(2)石膏正常干旱土:以石膏层(可包括石膏盐磐层)将暖温带在干旱表层以下就产生石膏聚集的极端干旱的荒漠土壤检出,相当于原棕漠土、灰棕漠土的大部分。

(3)盐积正常干旱土:以经常出现在表层以下的盐积层和碱化粘化层,将原划分的残余盐化碱化灰漠土集中检出,它代表着荒漠土壤中湿润相。

(4)粘化正常干旱土:以粘化层将比较古老,后因地面抬升、切割而成的低山和老洪积扇上的粘化干旱土检出,历史上曾有过较湿润时期,具有碱化粘化层,而无盐积层的土壤集中在一起,相当于原淡棕钙土和碱化灰漠土的一部分。

(5)筒育干旱土:其它具有雏形层的各种幼年土,包括原灰漠土、棕漠土中相当一部分,还有剖面发育很弱的土戈壁和龟裂性土。

2 诊断层与诊断特性

这里主要列举根据中国干旱土特点而修订的诊断层和诊断特性。

1 盐积层(salic horizon):为一含大于石膏溶解度的易溶性盐富集的土层,其符合以下条件:

(1)厚度至少为15cm;和(2)盐分组成 $Cl^-:SO_4^{2-}>1$,则含盐量 $>10gkg^{-1}$;或(3)若盐分组成中 $Cl^-:SO_4^{2-}<1$,则含盐量 $>20gkg^{-1}$;或(4)含盐量(gkg^{-1})与厚度(cm)的乘积 >600 。

1.1 盐积现象(salic evidence):土层中有一定易溶盐聚积的特征,其含量下限为 $3gkg^{-1}$,或 $Cl^->0.2gkg^{-1}$ 。

2 碱积层(Alkalic horizon):为一交换性钠含量高的特殊淀积粘化层。它除具有淀积粘

化层(1)一(4)项条件外,还具有以下特性:

(1)呈柱状或棱柱状结构,若呈块状结构,则应有来自淋溶层的舌状延伸物;(2)在表下层开始至75cm范围内的某一亚层中 $ESP > 40\%$, $pH > 9.6$,或水解性碱度 $> 2.6\text{meq}/100\text{g}$ ⁽⁶⁾。表土层含盐量 $< 5\text{gkg}^{-1}$ 。

2.1 碱积现象(Alkalic evidence):土层具有一定碱化作用特征,具有紧实的碱化粘化层,在表下层开始至75cm范围内的某一亚层中ESP为6%—39%,pH一般大于8.5,或水解性碱度在0.12—2.6meq/100g之间。

3 粘化层(Argic horizon):粘粒含量明显高于上复土层的表下层,其粘粒来源可以由表层淋溶,可为土内风化就地形成,其条件参见《首次方案》淀积粘化层和次生粘化层⁽²⁾。

4 碱化粘化层(Alkalic Argic horizon):具有粘化层条件⁽²⁾,在孔隙壁或结构表面有淀积粘粒胶膜,具符合碱积现象条件。

5 钙积层、石膏层、盐磐、钙磐、淡色表层等,其诊断指标见《首次方案》⁽²⁾。

6 钠质特性⁽¹⁾:我们建议保留这一个新的诊断特性,但要改变概念和指标,指交换性钠饱和度(ESP) $> 5\%$, $pH > 8.5$,而无诊断表下层——碱化粘化层,不符合碱积层和碱积现象的条件,用来表征苏打盐化土壤的钠质特性。

7 干旱表层(Aridic epipedon):新建立的检索干旱土纲的诊断层,其指标参见“新的土壤诊断层——干旱表层”⁽¹⁾。

3 干旱土的检索

土纲的检索

G 其它土壤中有下列之一性质:

1. 上界在矿质土表至30cm范围内的盐积层(砾质戈壁除外);或
2. 上界在矿质土表下至75cm范围内的碱积层。

盐成土纲

H 其它土壤中有下列性质

1. 干旱表层:和
2. 上界在矿质土表下至100cm范围内的下列一个或一个以上的诊断层:盐积层、钙积层、石膏层、盐磐层、石灰磐、粘化层(或碱化粘化层)、雏形层。

干旱土纲

亚纲的检索(略)

H2 正常干旱土亚纲土类和亚类的检索

H2.1 正常干旱土中有上界在矿质土表下至100cm范围内的钙积层或钙磐。

钙积正常干旱土

H2.1.1 钙积正常干旱土在矿质土表下至50cm内有石质接触面。

石质钙积正常干旱土

H2.1.2 其它钙积正常干旱土在矿质土表下有50—100cm范围内部分土层($> 10\text{cm}$)有氧化还原特征。

潮湿钙积正常干旱土

H2.1.3 其它钙积正常干旱土在矿质土表下至100cm范围内有钙磐。

钙磐钙积正常干旱土

H2.1.4 其它钙积正常干旱土在矿质土表下至100cm范围内有粘化层。

粘化钙积正常干旱土

H2.1.5 其它钙积正常干旱土在矿质土表下至50cm内有碱积现象

H2.1.6 其它钙积正常干旱土在矿质土表经灌溉或耕作后的耕层具湿时暗于 3.5 和干时暗于 5.5 的压碎土壤的颜色明度。

碱化钙积正常干旱土

暗色钙积正常干旱土

H2.1.7 其它钙积正常干旱土。

普通钙积正常干旱土

H2.2 其它正常干旱土中有上界在矿质土表下至 50cm 范围内的石膏层。

石膏正常干旱土

H2.2.1 石膏正常干旱土中在矿质土表至 50cm 范围内有石质接触面。

石质石膏正常干旱土

H2.2.2 其它石膏正常干旱土中有上界在矿质土表下至 100cm 范围内的盐积层。

盐积石膏正常干旱土

H2.2.3 其它石膏正常干旱土中有上界在矿质土表下至 100cm 范围内的盐磐。

盐磐石膏正常干旱土

H2.2.4 其它石膏正常干旱土。

普通石膏正常干旱土

H2.3 其它正常干旱土中有上界在矿质土表下至 100cm 范围内有盐积层。

盐积正常干旱土

H2.3.1 盐积正常干旱土中在矿质土表下至 50cm 范围内有碱积现象。

碱化盐积正常干旱土

H2.3.2 其它盐积正常干旱土中在矿质土表下至 100cm 范围内部分土层(>10cm) 有氧化还原特征。

潮湿盐积正常干旱土

H2.3.3 其它盐积正常干旱土。

普通盐积正常干旱土

H2.4 其它正常干旱土中有上界在矿质土表下至 50cm 范围内的粘化层。

粘化正常干旱土

H2.4.1 粘化正常干旱土中在矿质土表下至 50cm 范围内有碱积现象。

碱化粘化正常干旱土

H2.4.2 其它粘化正常干旱土中在矿质土表下至 100cm 范围内有盐积现象。

盐化粘化正常干旱土

H2.4.3 其它粘化正常干旱土。

普通粘化正常干旱土

H2.5 其它正常干旱土中在矿质土表下有雏形层。

筒育正常干旱土

H2.5.1 筒育正常干旱土中在矿质土表至 50cm 范围内有石质接触面。

石质筒育正常干旱土

H2.5.2 其它筒育正常干旱土中在矿质土表下至 100cm 范围内部分土层(>10cm) 有氧化还原特征。

潮湿筒育正常干旱土

H2.5.3 其它筒育正常干旱土中有龟裂特征和至少在矿质土表至 50cm 范围内有碱积现象。

碱化龟裂筒育正常干旱土

H2.5.4 其它筒育正常干旱土中有钠质特性。

钠质筒育正常干旱土

H2.5.5 其它筒育正常干旱土中在矿质土表下至 100cm 范围内有盐积现象。

盐化筒育正常干旱土

H2.5.6 其它筒育正常干旱土。

普通筒育正常干旱土

4 正常干旱土的主要亚类理化特性

根据以上检索表, 列出正常干旱土亚纲中 5 个大土类, 暂设 23 个亚类。现选择分布面积较广的 10 个亚类, 在表 1、表 2 中列出其典型剖面理化特性。从分析结果中可看到皆符合各亚类的诊断层和诊断特性指标, 这里再一次强调因干旱土中既含石灰又有石膏, 在测定 ESP 时难度极大, 需要探索新的诊断指标, 如水解性碱度, 该指标已在国内外公开发表研究报告, 希望得到更为广泛的应用。

表 1 正常干旱土主要亚类理化性质

正常干旱土亚类	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	pH	CaCO ₃ (g/kg)	石膏 (g/kg)	<2 μ m 粘粒 (%)
粘化钙积	0-19	16.2	8.1	37.0	痕量	15.40
正常干旱土	19-35	13.1	8.2	104.0	0.2	20.20
(额敏县玉什喀拉苏)	35-60	11.7	8.2	125.0	0.2	23.20
	60-78	9.3	8.4	155.0	0.4	22.50
普通石膏	0-1	2.5	8.5	106.7	2.0	23.70
正常干旱土	1-10	1.3	8.5	83.9	202.1	16.80
(噶顺戈壁东部)	10-30	1.8	8.1	81.1	178.6	10.20
	30-70	1.5	8.5	62.2	65.4	5.00
普通粘化	0-8	9.7	8.1	93.7	—	20.50
正常干旱土	8-30	8.0	8.4	105.7	12.8	25.90
(玛纳斯红山咀高阶地)	30-65	5.8	8.3	98.4	21.0	19.50
	65-90	—	8.0	77.9	41.4	15.80

5 讨 论

1、正常干旱土系统分类(修订方案)与《首次方案》比较, 采用连续命名, 将传统命名彻底改变。按照诊断层指标进行检索, 但同时照顾到土壤形成过程的中心概念, 以诊断表下层的钙积层、石膏层、盐积层、粘淀层、锥形层次序检索大土类, 使原传统划分使用的土类都比较集中。

2、仍建议维持《首次方案》中土纲检索顺序, 即先检盐成土纲(检索时有黑色砾幕的砾石戈壁除外), 后检干旱土纲。从改良利用原则出发使盐土和碱土完全集中在一起。

3、在诊断层、诊断特性命名上考虑体例应一致, 因此粘化层是否应改称粘淀层, 将有粘化现象的称为粘化, 同样, 有碱积现象的称为碱化。

4、在检索土类时用诊断表下层, 因此检索时皆用土表下至 100cm 范围。而对于石膏正常干旱土因代表极端干旱条件, 故用 50cm 范围。碱积现象因为代表了碱化过程, 一般也是从表下层就开始, 故采用 50cm 范围。

5、干旱土系统分类, 连续命名便于检索, 但对于基层分类与制图单元则命名太长。建议可否在基层分类与制图时, 采用简化命名, 例如普通的石膏正常干旱土, 就称为石膏干旱土。亦可采用通俗命名, 例龟裂筒育碱积盐成土, 是否可称为龟裂碱土。

6、原土壤分类中, 都设有灌耕灰漠土和灌耕棕漠土亚类, 也就是说干旱土经过灌溉耕作后, 水分和养分条件都有较大改变。这部分绿洲中农用土壤如何处理, 如何命名? 是否在新成土纲中设立灌耕人为新成土类, 值得探讨。

表2 正常干旱土主要亚类理化特性

正常干旱土 亚类名称	深度 (cm)	pH	有机质CaCO ₃ 石膏 全盐					易 溶 盐 (mol(+)/kg)						ESP	<2 μ m 粘粒 (%)
			(g/kg)	1/2CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	1/2SO ₄ ²⁻	1/2Ca ²⁺	1/2Mg ²⁺	K ⁺ +Na ⁺					
碱化钙积 正常干旱土 (托里县北 6公里)	0-18	8.2	16.0	62.8	—	0.7	0	0.618	0	0.250	0.425	0.075	0.328	4.71	16.53
	18-34	8.2	12.4	86.7	—	0.5	0	0.525	0	0.088	0.413	0.013	0.187	1.90	15.29
	34-47	8.7	12.4	137.9	—	0.7	0	0.762	0	0.038	0.250	0	0.550	6.75	17.80
	47-67	8.9	9.3	92.4	—	1.1	0.09	0.757	9.163	0.513	0.188	0.100	1.240	13.99	16.10
	67-100	8.2	5.4	57.1	—	5.0	0	0.258	0.551	6.500	3.630	0.750	2.930	2.24	12.28
盐磐石膏 正常干旱土 (哈密南湖 砾质戈壁)	0-3	8.4	2.9	58.0	15.8	19.3	0.088	7.05	2.89	17.14	15.19	0.882	11.10		
	3-10	8.5	4.3	37.7	159.3	31.1	0.002	4.85	18.94	24.07	10.82	7.15	29.89		
	10-29	8.6	4.3	—	38.7	45.4	0.082	7.93	33.52	28.02	18.34	2.84	48.38		
	29-90	8.3	—	—	178.0	428.3	0	0.088	713.3	16.30	19.90	0.127	709.68		
90-	8.4	—	—	42.7	196.2	0	0.361	285.3	42.51	26.26	3.82	298.12			
碱化盐积 正常干旱土 (呼图壁西 北10公里)	0-12	8.9	16.8	54.3	0	5.9	0.076	0.718	6.66	2.26	0.62	0.550	8.54	5.86	
	12-29	9.6	8.8	53.0	0	3.6	0.321	0.591	3.30	0.95	0.11	0.056	5.00	10.3	
	29-60	9.0	4.0	59.5	0	11.0	0.038	0.420	13.81	4.47	0.51	0.380	17.85	4.93	
	60-79	9.0	3.0	52.3	3.9	9.6	痕量	0.420	11.31	4.45	0.61	0.430	15.14	8.44	
普通盐积 正常干旱土 (石河子 144团)	0-2	8.9	14.2	105.0	5.8	3.1	0.326	0.726	0.755	2.75	0.255	0.178	4.10	12.70	
	2-6	8.7	10.3	120.0	0.7	4.9	0.122	0.787	4.040	2.62	0.383	0.128	7.06	22.10	
	6-16	8.7	4.7	132.0	1.2	6.6	0.122	0.359	6.320	3.66	0.638	0.255	9.57	20.80	
	16-54	8.5	3.5	105.7	痕量	10.5	0.041	0.235	7.570	8.49	3.590	0.601	12.15	12.83	
54-90	8.3	3.2	83.0	130.2	19.3	痕量	0.233	8.970	20.39	14.860	1.400	13.33	10.50		
碱化粘化 正常干旱土 (呼图壁大 海子水库西 甬3公里)	0-10	8.9	10.3	104.0		3.0	0.268	0.474	2.72	1.30	0.138	0.075	4.55	15.9	13.51
	10-30	8.7	5.1	121.3		7.9	0.155	0.567	7.93	3.80	0.275	0	12.18	23.2	20.10
	30-55	8.9	4.0	113.4		8.7	0.309	0.551	8.09	4.85	0.100	0	13.70	29.9	18.67
	55-85	9.2	3.1	95.3		7.0	0.670	0.273	5.41	4.56	0.125	0	10.79	33.4	16.95
	85-110	8.5	3.4	89.6		16.6	0.103	0.422	7.13	17.13	2.880	0.150	21.76	11.6	30.92
碱化龟裂 筒育正常 干旱土 (石河子漠 索湾封闭 沙丘间)	0-2.5	9.1	5.2			2.2	0	0.788	1.76	0.732	0.253	0.101	2.92	1.58	44.55
	2.5-10	9.3	3.4			6.4	0	0.706	4.63	4.39	0.505	0.253	8.97	17.40	55.40
	10-17	9.3	2.7			4.8	0.103	0.489	3.93	2.90	0.227	0.025	7.17	10.60	18.70
	17-41	8.8	4.1			11.1	0	0.422	5.05	11.21	2.780	0.758	13.14	11.90	32.57
	41-73	9.1	3.6			3.9	0	0.762	3.07	2.02	0.152	0.101	5.60	2.72	39.46
盐化筒育 正常干旱土 (伽师县东 45公里)	0-2	8.3	3.9	165.0	8.3	0.9	0	0.480	0.100	0.65	痕量	痕量	1.23	24.20	
	2-5	8.4	2.6	177.9	痕量	7.2	0	0.240	0.770	9.60	7.58	0.650	2.38	26.00	
	5-13	8.4	8.3	175.2	27.0	14.5	0	0.190	4.830	16.93	13.28	1.220	7.45	18.00	
	13-32	8.3	—	204.4	16.3	11.6	0	0.190	5.590	11.99	9.00	2.700	6.07	34.80	
32-60	8.3	—	193.3	1.8	2.7	0	0.230	1.510	2.54	1.93	1.150	1.20	14.00		

参 考 文 献

- [1] 《中国土壤系统分类研究丛书》编委会, 中国土壤系统分类新论, 科学出版社, 1994.
- [2] 南京土壤研究所, 中国土壤系统分类《首次方案》, 科学出版社, 1991.
- [3] 李述刚、王周琼等, 荒漠碱化土壤水解性碱度的探讨, 土壤学报, 1982, 19(3): 311-314.
- [4] 万洪富、俞仁培等, 黄淮海平原土壤碱化分级的初步研究, 1983.
- [5] 李述刚、程心俊, 新疆干旱土系统分类的修订方案, 中国土壤系统分类新论, 科学出版社, 1994.
- [6] 李述刚、王周琼, 荒漠碱土, 新疆人民出版社, 1988.
- [7] 新疆维吾尔自治区农业厅编著, 新疆土种志, 新疆科技卫生出版社, 1993.