

我国富铝化土壤诊断土层的初步研究 及其在分类上的应用*

赵其国

(中国科学院南京土壤研究所)

关于我国富铝化土壤的发生特性研究已有另文讨论^[1]。本文根据近几年的研究结果,着重讨论我国富铝化土壤诊断土层及其特性,并以土壤发生特性及诊断土层为依据,初步提出我国富铝化土壤“发生诊断”分类的原则与系统。

一、一般形态特征

本文对29个不同土壤剖面,共97个土层的大形态、微形态分别进行了鉴定,并与各个土层的发生与肥力特性进行了对比。结果表明,富铝化土壤剖面大形态特征主要是:(1)土壤剖面虽可划分为A, B, C(D)层,但层次分异不太明显,由基性岩或老风化壳发育的土壤,心土层深厚,剖面层次具有均一性的特点。(2)土壤质地粘重, <1微米粘粒一般均超过20%,高者可达60%,粉砂与粘粒之比,多在0.15—1.5之间。(3)土壤颜色以亮红棕(5 YR 5/6)至暗红色(7.5 YR 4/6)为主,表土大多为油橙(7.5 YR 6/4)至油棕色(7.5 YR 5/4)。(4)土壤结构较良好,具有一定团聚作用,一般呈团块状至核块状结构。发育于玄武岩及老风化壳的红壤,遭侵蚀后,表层有时呈块状或整块状结构。(5)土壤容重一般为0.8—1.5克/厘米³,且随剖面加深而增大。在自然植被下,土壤的表层疏松而孔隙较多,根系大多集中在表土层及过渡层,但在侵蚀条件下,则土壤紧实,根系甚少。(6)土壤具有良好的保水性与排水性,土壤渗透率较好,水分含量多在20—25%间。(7)土体中有时夹有铁锰结核与锥形铁结核,并常见碳屑,底土或因母质风化,或因地下水影响,常出现明显的网纹层。

富铝化土壤共同的微形态特征(图版I、II照片)是:(1)土壤基质(<0.01毫米)一般呈黄棕色(10 YR 6/8)、亮红棕(2.5 YR 5/8)及暗红色(10 YR 3/4、3/6)。(2)黄壤的表土层含有新鲜的植物残体,黑色碳化植物残体及腐殖化植物残体。(3)有微团聚作用,除有锥形团聚体微结构外,有时还有团粒(0.1—0.15毫米)及微团粒(0.05—0.07毫米)。(4)土壤基质内出现很多蠕虫状孔隙(宽0.02—0.05毫米,长0.15—0.3毫米)、蠕孔(宽0.2—0.3,长0.6—1毫米)、囊孔(宽0.2—0.3,长0.6—1毫米)。(5)有铁质化颗粒碎屑,铁质化岩屑,有时在裂隙壁上有铁质浸渗或铁质粘粒胶膜(由风化产生),有时在颗粒周围有游离氧化铁渗出。(6)赤红壤及砖红壤中可见一定数量的似淀积粘粒胶膜状风化粘粒

* 本文中有分析数据大多引自参考文献[1];土壤微形态,由曹升康同志鉴定,金光同志制片,特此致谢。

表 1 富铝化土壤诊断土层排列表
Table 1 Arrangement of diagnostic horizons of allitic soils

发生层 Horizon	诊断土层 Diagnostic horizons.			代表土壤类型 Representative soil types	
	诊断层组(土纲) Group of diagnostic horizons (Soil class)	诊断层(土类) Diagnostic horizons (Soil group)	诊断亚层(亚类) Diagnostic sub-horizons (Soil sub-group)		
A 表土层 Surface horizon	Ah (腐殖层)	Ah (暗腐殖层)	Ah Aoh (落叶暗腐殖层)	砖红壤、赤红壤 赤红壤(林地)	
		Ar (淡腐殖层)	Ar Aer (薄淡腐殖层)	褐红壤、燥红土、砖红壤 各种红壤性土、侵蚀性土	
		Ay (粗腐殖层)	Ay Agy (表潜粗腐殖层)	黄壤、灌丛草甸土 表潜黄壤	
		Ap (耕作表层)	Ap	各种水、旱耕作土	
B 心土层 (Balfé, 富铝层)	Bry [红(黄)色层]	Br (红膜层)	Br Byr (黄红膜层)	红壤 红黄壤	
		Brf (红铁膜层)	Brf Byrf (黄红铁膜层)	赤红壤 黄化赤红壤	
		Bfc (雏铁核层)	Bfc Byfc (黄雏铁核层)	砖红壤 黄色砖红壤	
		Byf (黄膜层)	Byf Byfq (黄膜石英层)	黄壤 灌丛草甸土	
		Pw (潜渗层)	P (犁底层) w (潜育层)	水稻土 淹育水稻土	
		BC (风化层)	BCm (网纹层)	BCm BCmq (网纹石英层) BCmt (蚀变网纹层)	红壤(第四纪粘土发育) 红壤、赤红壤 红壤、赤红壤(紫砂岩)
			BCf (铁膜底层)	Bcf BCyf (黄铁膜底层) BCyq (黄铁膜石英底层)	砖红壤 黄色砖红壤 黄壤
G (潜涌层)	Bg (潜育层) g (潜育层)		潜育水稻土 潜青水稻土		
C (D) 母质层 Parent material horizon	C(D) 母质层	Cw 老风化壳 Cg 花岗岩、片岩 (Si-Al 质) Cb 玄武岩、玢岩 (Fe 质) Cs 砂岩、浅海沉积物 (Si 质) Cqa 第四纪红粘土 (Si-Fe 质) Cl 石灰岩、白云岩 (Al-Fe 质) Cm 泥页岩 (Si 质) Cqi 冲积、洪积 (Si-Al 质)	各种不同母质层作为划分不同“土属”的依据		

或淀积粘粒粒蕊(5%),有时出现淀积—扩散粘粒胶膜,但从数量及形成特点(淀积后胶膜又向土壤基体扩散)看,这类粘粒胶膜可能是残余淀积粘化或风化产物。(7)基质内有明显条纹状光性定向集结粘粒,它可能是由于土层中原风化粘粒假晶在干湿交替作用下就地重新排列形成的。(8)玄武岩及老风化壳发育的富铝化土壤,由于铁及粘粒含量高,基质呈暗红色高度胶凝态,并形成相连接的凝聚性团聚体(铁质凝团),这是砖红壤的微形

态特征之一。(9) 部分土壤含有 $>3\%$ 的可风化矿物, 并有明显的高铁基质和聚铁基质(分别占 15% 及 43%), 这种风化过程产物所形成的土层可暂称残余蚀变层, 有的红壤底土出现因水化作用形成的网纹层(不含可风化矿物)。

二、诊断土层的划分

根据上述富铝化土壤的大形态、微形态特征以及土壤有关基本属性^[1], 对富铝化土壤的诊断土层进行了选择与排列。

按富铝化土壤的土纲, 将土壤分为四个诊断层组, 即 Ah(腐殖层), Bry[红(黄)色层], BC(风化层)和 C(D)母质层。Bry 及 BC 也可称为富铝层(Balfe)。

诊断层组以下, 按富铝化土壤的土类, 分为不同的诊断层, 如 Ah(腐殖层)可分为 Ah(暗腐殖层)、Ar(淡腐殖层)、Ay(粗腐殖层)及 Ap(耕作表层)四个诊断层。不同的诊断层与其不同的土类相适应。

诊断层以下, 按富铝化土壤的亚类, 再区分为各种诊断亚层。例如 Ah(暗腐殖层)中, 可分为 Ah 层及 Aoh(落叶暗腐殖层)。它们分别代表不同的亚类(表 1)。

三、诊断土层的特性与指标

1. 表土诊断土层特性 富铝化土壤表土诊断层分为 Ah 层(包括 Ah 及 Aoh 层); Ar 层(包括 Ar 及 Aer 层); Ay 层(包括 Ay 及 Agy 层)和 Ap 层四个诊断层。现将各个诊断层的特性综述如下:

(1) Ah 层: 是代表发育于森林植被下砖红壤及赤红壤的诊断土层, 可分为二个亚表层, 即:

Ah(暗腐殖层): 为油橙(7.5 YR6/4)及油棕(7.5 YR5/4), <1 微米粘粒含量 $15-25\%$, 粉砂/粘粒比率(指 $0.05-0.005$ 毫米/ <1 微米)为 $0.5-0.7$, 核状结构, 疏松多孔, 多根系, 并偶见碳屑。土壤基质为橙色(2.5 YR 6/8), 较多新鲜植物残体, 矿物颗粒周围有包膜胶结物, 间隙大孔呈包膜填集胶结。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 $1.8-2.2$, 粘粒代换量 $18-36$ 毫克当量/100 克土, K_2O $0.6-1.8\%$, 含高岭石、水云母、针铁矿。铁游离度(指用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 提取的 Fe/全量 Fe 比率)为 $35-40\%$, H/F(指胡敏酸与富啡酸之比, 下同)为 $0.15-0.25\%$, 活性胡敏酸占胡敏酸含量的 $75-80\%$ 。土壤 pH $5.0-5.5$, 有机质 $5.0-6.0\%$, 全氮 $0.1-0.15\%$, 全磷 $0.05-0.1\%$, 代换量 $7-17$ 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 $2-3.5$ 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 $35-40\%$ 。

Aoh(落叶暗腐殖层): 呈灰棕(7.5 YR5/2)及油黄棕(10 YR4/3), <1 微米粘粒含量为 $10-22\%$, 粉砂、粘粒比率为 $0.8-1.2$, 团块状结构, 疏松多孔, 根系多, 潮, 有残落物及碎屑片。土壤基质为棕(10 YR4/4)至暗棕(10 YR3/4), 有新鲜残体, 团聚化团块, 骨骼颗粒占 $30-35\%$ 。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ $1.9-2.1$, 粘粒代换量 $25-30$ 毫克当量/100 克土, K_2O $0.7-1.0\%$, 含高岭石、多水高岭石, 铁游离度为 $40-45\%$, H/F 为 $0.25-0.4$, 活性胡敏酸/胡敏酸 $>95\%$ 。土壤 pH $5.0-5.5$, 有机质 $5-6\%$, 全氮 $0.15-0.20\%$, 全磷 $0.04-0.06\%$, 代换量 $8-12$ 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 $1-2.5$ 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 $11-15\%$ 。

(2) Ar 层: 是代表发育在灌木草本下及遭受不同程度侵蚀的红壤表土诊断层。分

为两个亚表层,即:

Ar (淡腐殖质层): 呈暗红 (7.5 R3/6), <1 微米粘粒占 50% 左右, 粉砂与粘粒之比为 0.16—0.18, 小团块结构, 稍紧实, 小孔多并夹有石英及碳屑。土壤基质呈暗红 (10R 3/4, 3/6), 稍松, 多孔, 有少量新鲜残根, 有凝聚性团聚体及少量游离铁。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 1.4—1.5, 粘粒代换量 15—20 毫克当量/100 克土, K_2O 0.2—0.4%, 含有高岭石、三水铝石、赤铁矿, 铁游离度 50—60%, H/F 0.25—0.28%, 活性胡敏酸/胡敏酸为 90% 左右。土壤 pH 4.5—5.0, 有机质 3—5%, 全氮 0.08—0.10%, 全磷 0.10—0.12%, 代换量 5—7 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 1—2 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 5—7%。

Aer (薄淡腐殖质层): 呈浊橙 (7.5 YR6/4), <1 微米粘粒 10—15% (1—5 毫米石砾为 10%), 粉砂与粘粒比为 1.0—1.2, 大块状结构, 紧实, 大孔状, 根系少, 夹石英及小结核, 多碎石。基质呈黄棕 (10 YR 5/6) 及橙色 (1.25 YR6/8), 有孔洞及蠕虫状孔隙, 有大量粗骨酪嵌于基质内, 并见大量石英。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 2.0—2.2, 粘粒代换量 20—25 毫克当量/100 克土, K_2O 0.5—1.2%, 含高岭石、水云母、三水铝石, 铁游离度 50%, H/F 0.25, 活性胡敏酸/胡敏酸 90% 以上。土壤 pH 5.0—5.5, 有机质 1% 左右, 全氮 0.05—0.08%, 全磷 0.05—0.10%, 代换量 2.0—5.0 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 1.0—3.5 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 12—15%。

(3) Ay 层: 是代表山地黄壤的表土诊断层, 分为二个亚表层, 即:

Ay (粗腐殖质层): 为浊棕 (7.5 YR5/4), <1 微米粘粒 10% 左右, (1—5 毫米石砾 10—15%), 呈团块状, 疏松多孔, 根系较粗, 粉砂/粘粒 1.0—1.2, 有碳屑及碎块。基质呈棕色 (10 YR4/5), 有较多新鲜植物残体及碳化植物体, 团聚体发育时, 孔隙为疏松堆积性孔隙。胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.8—1.9, 粘粒代换量 25—35 毫克当量/100 克土, K_2O 1—1.2%, 含高岭石、多水高岭石及三水铝石, 铁游离度 40—45%, H/F 0.2—0.25, 活性胡敏酸/胡敏酸 90%。土壤 pH 4.5—5.0, 有机质 >6%, 全氮 0.2—0.3%, 全磷 0.12—0.15%, 代换量 12—18 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 3—5 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 25% 左右。

Ay_g (表潜粗腐殖质层): 呈灰棕色 (7.5 YR5/2), <1 微米粘粒 15% 左右, 粉砂/粘粒 1.5—1.6, 核状结构, 疏松多孔, 有大量灰斑及碎块。土壤基质呈灰棕色 (7.5 YR5/3), 含大量植物残体, 有内聚化团块。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.8—2.0, 粘粒代换量 20—25 毫克当量/100 克土, K_2O 1—1.5%, 含高岭石及多水高岭石, H/F 0.35, 活性胡敏酸/胡敏酸 95%。土壤 pH 4.5—5.0, 有机质 6—8%, 全氮 0.3—0.4%, 全磷 0.10—0.15%, 代换量 15—20 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 2.5—4.5 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 30—35%。

(4) Ap 层: 是代表耕种土壤表土诊断层。呈浊橙色 (5YR6/3), <1 微米粘粒 20—25%, 粉砂与粘粒比为 1.0 左右, 块状结构, 疏松多孔, 夹细砂及碳屑。土壤基质为橙色 (2.5 YR 6/8), 有微团粒, 并有不同集合程度的雏形团粒。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.5—2.0, 粘粒代换量 15—20 毫克当量/100 克土, K_2O 0.5—1.0%, 含高岭石为主, H/F 0.35。土壤 pH 5.5—6.0, 有机质 2—3.5%, 全氮 0.045—0.055%, 全磷 0.024—0.035%, 代换量 10—15 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 50% 左右。

2. 心土诊断土层特性 富铝化土壤的心土层 (Bry 层), 包括五个主要诊断层 (见表 1)。现将 Bry 层的各诊断层特性简述如下。

(1) Br 层: 是红壤的一般心土诊断层, 分为两个亚层, 即:

Br (红壤层): 呈亮红棕色 (5YR5/6), <1 微米粘粒 20—25%, 粉砂与粘粒比为 1.2 左右, 块状结构, 紧实, 孔隙较少, 夹有石英颗粒。土壤基质呈黄棕色 (10YR 8.5/8), 夹有蚀变岩屑, 有雏形团聚体

微结构, 蠕虫状孔隙, 矿物边缘有淀积粘粒胶膜, 为风化粘粒形成物。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.8—2.1, 粘粒代换量 30—35 毫克当量/100 克土, K_2O 1.5—1.8%, 含高岭石、水云母、针铁矿, 铁游离度 40% 左右, H/F 0.25—0.30, 活性胡敏酸/胡敏酸 80—85%。土壤 pH 5.5—6.0, 有机质 1.5—2.5%, 全氮 0.06—0.12%, 全磷 0.14—0.18%, 代换量 11—12 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 3—4 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 30—35%。

Bry (红黄膜层): 呈浊黄棕 (10 YR5/4), <1 微米粘粒 25%, 粉砂与粘粒之比为 0.8—1.2, 块状结构, 紧而干, 下部有不明显的红黄色条纹。土壤基质呈黄橙 (8.75 YR7/8), 含少量铁质化岩屑, 有蠕虫状孔隙, 颗粒周围有亮度较弱的条纹性光性定向集合粘粒, 并出现团聚体, 土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 1.9—2.0, 粘粒代换量 35 毫克当量/100 克土, 主要含高岭石及水云母, 铁游离度 45%, H/F 0.25, 活性胡敏酸/胡敏酸 85%。土壤 pH 5.0—5.5, 有机质 1% 左右, 全氮 0.02—0.05%, 全磷 0.01—0.02%, 代换量 15—25 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 28—30%。

(2) Brf 层: 是风化程度较深的红壤心土诊断层, 分两个亚层, 即:

Brf (红铁膜层): 呈橙色 (2.5 YR6/8), <1 微米粘粒 30—35%, 粉砂与粘粒比 0.35—0.4, 块状结构, 紧实, 有小孔及石英颗粒。土壤基质呈橙色 (7.5 YR6/7), 有大量淀积粘粒胶膜和淀积粘粒蕊 (5%), 在孔壁上也出现淀积胶膜。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.6—1.7, 粘粒代换量 15—20 毫克当量/100 克土, K_2O 0.6—0.7%, 含有高岭石、水云母及三水铝石, 铁游离度 55% 左右, H/F 0.15—0.20。土壤 pH 5.5—6.0, 有机质 1% 左右, 全氮 0.08—0.10%, 全磷 0.05—0.07%, 代换量 3—4 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 1—2 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 20% 左右。

Brf₁ (黄红铁膜层): 呈亮黄橙 (10 YR6/6, 6/8), <1 微米粘粒 30%, 粉砂与粘粒比 0.3—0.4, 块状结构, 根系少并含有细碎石英。土壤基质呈棕色 (10 YR4/5), 有团聚化团粒堆积性孔隙及不规则的风化粘粒集合体。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.7—1.8, 粘粒代换量 23—28 毫克当量/100 克土, K_2O 0.8—0.85%, 含有高岭石及三水铝石, H/F 0.2。土壤 pH 4.8—5.5, 有机质 0.8—1.5%, 全氮 0.02—0.04%, 全磷 0.01—0.015%, 代换量 10 毫克当量/100 克土左右, 盐基饱和度 20—28%。

(3) Bfc 层: 大多为砖红壤心土诊断层, 分为两个亚层, 即:

Bfc (锥形铁核层): 呈暗红色 (7.5R 4/6), <1 微米粘粒 50% 左右, 粉砂与粘粒比 0.15 左右, 小块状结构, 小孔多, 夹有锥形小结核及碳屑。土壤基质呈暗红色 (10 R3/4, 3/6), 有凝聚性团聚体及铁质凝团, 有亮度好的光性定向集结粘粒。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.4—1.5, 粘粒代换量 15—18 毫克当量/100 克土, K_2O 0.2—0.3%, 含高岭石、三水铝石及赤铁矿, 铁游离度 60% 左右, H/F 0.15—0.20。土壤 pH 4.5—5.0, 有机质 0.9—1.5%, 全氮 0.85—0.92%, 全磷 0.035—0.045%, 代换量 6.0—10 毫克当量/100 克土, 代换性盐基 2—10 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 20—40%。

Byfc (黄锥铁核层): 呈黄橙色 (7.5 YR7/8), <1 微米粘粒 30% 左右, 粉砂与粘粒之比 0.5 左右, 块状结构, 紧实, 有小型锥形结核体。土壤基质亮橙色 (10 YR 6/8), 有较多铁质矿物颗粒, 并有大量条纹状光性定向集结粘粒。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.9—2.0, 粘粒代换量 12—15 毫克当量/100 克土, 含高岭石及赤铁矿, 铁游离度 65% 左右, H/F 0.25 左右。土壤 pH 4.5—5.0, 有机质 0.8—1.5%, 全氮 0.03—0.05%, 全磷 0.02—0.04%, 代换量 10—15 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 25—30%。

(4) Byf 层: 主要为黄壤的心土诊断层, 分两个亚层, 即:

Byf (黄膜层): 呈亮黄棕 (10 YR6/6, 6/8), <1 微米粘粒 25% 左右, 粉砂与粘粒比为 0.8—1.0, 团块结构, 中孔隙, 土壤基质黄橙色 (7.5 YR7/8), 较多蠕虫状孔隙, 含有铁质矿物颗粒, 骨骼周围有光性定向粘粒, 并有亮黄橙色颗粒, 土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.6—1.7, 粘粒代换量 18—20 毫克当量/100 克土, K_2O 0.5—0.8%, 含有高岭石及多水高岭石, 铁游离度 80% 左右, H/F 0.2—0.5。土壤 pH 5.0—5.5, 有机质 1.0% 左右, 全氮 0.02—0.04%, 全磷 0.13—0.15%, 代换量 7.0—12 毫克当量/

100 克土,盐基饱和度 20—25%。

Byfq (黄腠石英层): 呈亮黄棕(10 YR6/6), <1 微米粘粒 35% 左右,粉砂与粘粒比 0.5—0.7,大团块结构,稍紧,含石英及碎块。土壤基质呈亮黄棕(2.5 Y7/6),内有骨骼颗粒,蠕虫状孔隙,有大量亮黄棕色颗粒,可能是风化粘粒假晶,土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.2—1.8,粘粒代换量 25 毫克当量/100 克土左右, K_2O 0.6—0.7%, 含高岭石及多水高岭石,铁游离度 40% 左右, H/F 0.25—0.4%, 土壤 pH 5.0—5.5, 有机质 1—2%, 全氮 0.065—0.08%, 全磷 0.04—0.045%, 代换量 8—10 毫克当量/100 克土,代换性盐基 2.0—5.0 毫克当量/100 克土,盐基饱和度 15—20%。

(5) Pw 层: 为各类耕种富铝化土壤的犁底层及渗育层,分两个亚层,即:

P(犁底层): 呈暗黄棕色(10 YR5/3), <1 微米粘粒 15—20%,粉砂与粘粒比为 0.7—0.8,无结构,干硬。土壤 pH 6.0—6.5,有机质 1% 左右,全氮 0.03—0.04%,全磷 0.01—0.02%,代换量 7—10 毫克当量/100 克土。

W(渗育层): 呈黄棕色(10 YR6/3), <1 微米粘粒 10—15%,粉砂与粘粒之比 1—1.5,无结构,坚实,有锈纹及锈斑,土壤 pH 6.5,有机质 0.5—1.0%,全氮 0.03—0.04%,全磷 0.02—0.025%,代换量 10—15 毫克当量/100 克土。

3. 底土诊断土层特性 富铝化土壤的风化层(BC),即底土层,主要包括 BCm, BCf 及 G 层三个诊断层。BCm(网纹层)有三种:一种含可风化矿物 >3%,并含有高铁及聚铁基质,可称蚀变网纹层(BCmf);一种是由水化作用形成,含 >30% 的骨骼颗粒,即一般网纹层(BCm);另一种是含石英的网纹层(BCmq)。BCf 是富铝化土壤强烈风化的底土层,大多具有铁质化胶膜特征。至于潜育层(G)为各种潜育水稻土的底层。兹将各诊断层的特性简述如下。

(1) BCm 层: 是富铝化土壤的网纹诊断层,共分三个亚层,即:

BCm(网纹层): 呈亮红棕夹灰棕色(2.5 YR5/8, 5YR6/2), <1 微米粘粒 30% 左右,粉砂与粘粒之比 0.8—0.9,大块状构造,紧实少孔,有明显红白色网纹交什。土壤基质为黄色(2.5 Y7/8),有铁质化黑云母,氧化铁渗入裂缝,其中有红橙色铁质胶膜,蠕虫状孔隙,并有大量风化胶膜。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 2.0—2.2, K_2O 2—2.4%,高岭石及水云母为主,铁游离度 35% 左右, H/F 0.2 左右,活性胡敏酸/胡敏酸 80% 左右。土壤 pH 5.0—5.5,有机质 0.5—1.0%,全氮 0.027—0.040%,全磷 0.03—0.08%,代换量 13—15 毫克当量/100 克土,盐基饱和度 20—25%。

BCmq(网纹石英层): 呈灰棕色(5YR6/2), <1 微米粘粒 15% 左右,粉砂与粘粒之比 1.5 左右,很少而坚实,网纹中含有粗石英颗粒。土壤基质呈灰棕色(5YR6/2),可见石英及黑云母等矿物并有不同程度铁质化,多岩屑(10% 以上),表面有铁质胶膜。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 2.0—2.2,以高岭石、水云母及夹层矿物为主,铁游离度 35%。土壤 pH 5.5—6.0,有机质 0.3—0.8%,全氮 0.08—0.10%,全磷 0.1—0.13%,代换量 7—8 毫克当量/100 克土,盐基饱和度 25—30%。

BCmf(蚀变网纹层): 呈橙色(5YR 6/8),夹灰橙(5YR 8/4), <1 微米粘粒 25% 左右,粉砂与粘粒比 1.0 左右,坚实,有黄白色网纹斑点及斑块。土壤基质不均一,含有新鲜及未完全铁质化的黑云母,高铁及聚铁基质分别含 15% 及 43%,有蚀变风化层,土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.8—1.9,粘粒代换量 20—25 毫克当量/100 克土,以高岭石及三水铝石为主,铁游离度 30% 左右,土壤 pH 5.0—5.5,有机质 0.4—0.8%,全氮 0.01—0.015%,全磷 0.02—0.04%,代换量 10—15 毫克当量/100 克土,盐基饱和度 15—25%。

(2) BCf 层: 是富铝化土壤强烈风化的底土层,分为三个亚层,即:

BCf(铁膜底层): 橙色(2.5YR 7/8), <1 微米粘粒 15% 左右,粉砂与粘粒比 0.7—1.0,无明显结构,干而坚实,土壤基质橙色(2.5YR7/8),有团粒、微团粒及少量淀积胶膜与铁质化胶膜,土壤胶体

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.7—1.8, 粘粒代换量 15—20 毫克当量/100 克土, K_2O 1—1.2%, 含有高岭石及三水铝石, 铁游离度 55% 左右, 土壤 pH 5.2—5.5, 有机质 0.5—1.0%, 全氮 0.02—0.04%, 全磷 0.04—0.06%, 代换量 4—8 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 30—35%。

BCyf (黄铁膜底层): 呈亮黄棕 (10YR 6/8), <1 微米粘粒 10% 左右, 粉砂与粘粒比为 1.5—2.0, 无结构, 干紧, 夹有半风化体。土壤基质为棕色 (2.5 YR 6/8), 有一半胶结物质发生铁质化, 含大量由绢云母胶结的稜角石英。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.8—2.0, 粘粒代换量 15—20 毫克当量/100 克土, 以高岭石、三水铝石为主, 土壤 pH 5.0—5.5, 有机质 0.5—0.8%, 代换量 5—8 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 20—25%。

BCyq (黄铁膜石英底层): 呈浅黄橙 (7.5 YR 8/3), <1 微米粘粒 10—15%, 粉砂与粘粒之比为 1—1.2, 紧实, 含母岩碎块及大量石英颗粒。土壤基质呈淡黄色 (2.5 Y 8/4), 大量骨骸颗粒嵌于基质内, 有蠕虫状孔隙和大量细砂及石英, 并出现黑云母化的光性定向粘粒。土壤胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 1.8—1.9, 粘粒代换量 20—25 毫克当量/100 克土, K_2O 0.5—1.0%, 以高岭石及多水高岭石为主, 铁游离度 40% 左右。土壤 pH 5.0—5.5, 有机质 0.5—1.0%, 全氮 0.01—0.08%, 全磷 0.02—0.04%, 代换量 5—8 毫克当量/100 克土, 盐基饱和度 20—25%。

(3) G 层: 是各种潜育水稻土的底层, 分为两个亚层, 即:

Bg (潜育层): 为黄灰色 (2.5 Y 4/1), <1 微米粘粒 25% 左右, 粉砂与粘粒比 2.0 左右, 无结构。土体面有灰胶膜及锈斑。土壤 pH 6.0—6.5, 有机质 0.5—0.8%, 全氮 0.01—0.05%, 全磷 0.07—0.09%, 代换量 15—25 毫克当量/100 克土。

G (潜育层): 呈灰色 (5Y 6/1), <1 微米粘粒 30—35%, 粉砂与粘粒比 1.5—2.0, 湿, 有灰蓝色胶膜及锈斑。土壤 pH 6.5—6.8, 有机质 0.5—1.0%, 代换量 10—15 毫克当量/100 克土。

富铝化土壤的母质层 [C(D)], 包括老风化壳及残积母岩(共有七大类), 它们都是富铝化土壤发育的母质基础, 只作为土属一级加以区分。

综上所述, 富铝化土壤的各个诊断层均具有特定的形态与发生特性。这些特性虽尚需进一步提炼与定量化, 但它们之间的构型可以初步反映出不同的富铝化土壤类型, 同时将为这类土壤的发生分类探索出新的途径。

四、“发生诊断”分类

富铝化土壤分类是这类土壤研究的核心问题。最近有人指出: “一个完善的土壤分类, 必须是系统内部前后连贯, 具有便于观察或易于量测的属性, 并能作出有效预测与具有明确目的性的分类系统”^[4]。根据我们对富铝化土壤成土过程、土壤属性及土壤形态学(诊断层)的各种性质研究结果^[5], 初步认为我国富铝化土壤的分类原则, 应以地理发生为基础, 以土壤属性与形态发生为依据。这就是说, 我国富铝化土壤分类应建立在“发生诊断”的分类原则上。首先, 这类土壤分类必需以成土过程, 即地质风化与现代成土过程作为分类基础, 因这种成土过程与整个热带、亚热带的生物气候有密切的关系。另一方面, 在弄清成土过程的同时, 必须将土壤属性的指标定量化, 其中应着重对红壤诊断土层的发生(定性)与定量指标进行研究, 并以此作为富铝化土壤分类的依据。只有将这两个方面紧密结合, 才能使我国富铝化土壤分类逐步趋向完整, 并向定量及自动化分类的方向推进。

表 2 富铝化土壤主要类型诊断层(亚层)组合构型表

Table 2 Structural patterns for the diagnostic horizon (sub-horizon) of the main types of the allitic soils

土壤类型名 Nomenclature of the soil types			诊断层(亚层)组合构型 Structural patterns of the groups of diagnostic horizon (sub-horizons)
土 类 Soil groups	亚 类 Soil sub-groups	土 层 Soil genera	
砖红壤 Latosols	砖红壤	铁质砖红壤 铝铁质砖红壤	Ar(Ah)—Bfc—BCf—CBc(w) Ar(Ah)—Bfc—BCf(BCyq)—Cl(cw)
	红色砖红壤 黄色砖红壤 砖红壤性土 赤土	硅铝质红色砖红壤 硅铝质黄色砖红壤 铁质黄色砖红壤	Ah(Aoh)—Bfc—BCf—Cg Ah(Aoh)—Brcf—BCyf—Cg Ar(Ah)—Byfc—BCyf—CB(cw) Acr—Bfc—Bcf—Cg(Cs) Ap—Bfc—BCf—CB (Cg, Cs, Cl)
赤红壤 Lateritic red earths	赤红壤	硅铝质赤红壤 硅质赤红壤 铁质赤红壤	Ah(Ar)—Brf—BCmt—Cg Ah(Ar)—Brf—BCmt—Cs Ah(Ar)—Brf—BCmq—CB
	黄色赤红壤 赤红壤性土 赤红土	硅铝质黄色赤红壤 硅质黄色赤红壤	Ah—Byrf—BCyf—Cg Ah—Byrf—BCyf—Cs Acr—Byrf—BCyf—Cg(Cs) Ap—Brf—BCmt—Cg(Cs, Cm)
红 壤 Red earths	红壤	硅铁质红壤 硅铝质红壤 硅质红壤 铁质红壤	Ar(Ah)—Br—BCm—Cqa Ar(Ah)—Br—BCmq—Cg Ar(Ah)—Br—BCmq—Cs Ar(Acr)—Br—BCf(Bcmq)—CB
	黄红壤 褐红壤 红壤性土 红泥土	硅铝质黄红壤 硅质黄红壤	Ah—Byr—BCmq—Cg Ah—Byr—BCmt—Cs Ar—Br—BCf—Cm(Cw) Acr—Br—BCmq—Cg(Cs) Ap—Br—BCmq—Cg(Cs, Cqa, Cm)
黄 壤 Yellow earths	黄壤 表潜黄壤 黄壤性土 黄泥土	硅铝质黄壤 硅质黄壤 硅质表潜黄壤	Ay(Aoh)—Byf—BCyf—Cg Ay(Aoh)—Byfq—BCyq—Cs Agy(Aoh)—Byfq—BCyq—Cs Acr—Byf—BCyf—Cg(Cs, Cm) Ap—Byf—BCyf—Cg (Cs, Cm)
燥红土 Dry red earths 紫色土 Purple soils 石灰土 Limestone soils	燥红土 紫色土 紫泥土 红色石灰土 棕色石灰土 黄色石灰土 黑色石灰土		Ar—Brf—BCf—Cm Acr—Br—BCmt—Cs(Cm) Ap—Br—BCf(BCmt)—Cs(Cm) Acr—Br—BCf—Cl Acr(Ar)—Byr—BCyf—Cl Ar(Acr)—Byr—BCyf—Cl Ar—Byr—BCyf—Cl
	淹育性水稻土 潜育性水稻土 潜育性水稻土	黄泥田 紫泥田 石灰泥田 潮泥田 油格田 冷浸田 咸酸田	Ap—P, W—Cqi Ap—P, W—Cs(Cm) (Cqi) Ap—P, W—Cl (Cqi) Ap—P, W—Bg—Cqi Ap—P, W—g—Cqi Ap—Bg—g—Cqi Ap—P, W—g(Bg)—Cqi

根据上述分类原则,将我国富铝化土壤分类等级划分为土纲、土类、亚类、土属、土种及变种六级。

土纲是富铝化土壤分类的最高级单元。它是以富铝化土壤总的形成过程的实质与共性作为划分依据的,通称富铝化土纲。这一土纲具有特定的 Ah—Balfc—C(D) 诊断层组合构型。

土类是以富铝化土壤的主要成土过程以及与此过程相联系的成土条件、土壤属性及主要诊断土层的构型作为划分依据的,不同富铝化土壤的土类,其利用配置方向与生产潜力各不相同。

红壤土类与亚热带生物气候条件相适应,富铝程度在红壤土纲中表现较轻,富铁铝系数 0.51 ± 0.11 , 胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 2.27 ± 0.27 , 粘土矿物中蒙脱 21.40 ± 5.27 , 白云母 20.07 ± 6.44 , 高岭石 21.70 ± 4.37 , 诊断层构型为 Ar(Ah)—Br—BCm—Cqa, 以发展亚热带作物及林木果树为主,作物年可二熟。

赤红壤土类与南亚热带环境条件相适应,富铝化程度中等,富铁铝化系数 0.79 ± 0.14 , 胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 率 2.01 ± 0.3 , 粘土矿物中蒙脱类 7.30 ± 0.25 , 白云母 7.30 ± 1.26 , 高岭石 62.22 ± 9.88 , 土壤诊断层构型为 Ah(Ar)—Brf—BCmt—Cg, 以发展南亚热带作物及果树林木为主,作物年可 2—3 熟。

砖红壤土类是热带土壤的代表,富铝化程度最高,富铁铝系数 0.85 ± 0.16 , 胶体 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 1.87 ± 0.23 , 表土代换性铝甚低, 粘土矿物中高岭石 62.43 ± 11.28 , 针铁矿 19.46 ± 8.66 , 并含有三水铝石及赤铁矿, 诊断土层构型为 Ar(Ah)—Bfc—BCf—Cb(Cw), 适于发展热带作物,水稻年可三熟。

黄壤土类是山地土壤,富铁铝化系数及水化系数均较高,粘土矿物中含有较多三水铝石,适于发展杉木及各种亚热带经济作物。诊断土层构型为 Ay(Aoh)—Byf—BCyf—Cg。

亚类是土类的续分单元,以次要成土过程及相应属性与诊断亚层作为划分依据。同一亚类,其利用特点基本一致。例如,红壤土类中的红壤亚类是土类的代表,具有与土类相同的次要过程与属性,诊断亚层的构型是 Ar(Ah)—Br—BCmq—Cqa, 黄红壤是红壤向黄壤的过渡亚类,具有以黄化为特点的次要成土过程,其诊断亚层的构型是 Ah—Byr—BCmq—Cg。褐红壤是红壤中发育程度较深的亚类,诊断亚层的排列是 Ar—Br—BCf—Cm(Cw), 红壤性土是红壤中微度发育亚类,其诊断亚层构型为 Aer—Br—BCmq—Cg(Cs)。

土属是富铝化土壤中的基层分类单元,主要按母质特性、矿物组成及地区性特点划分,同一土属具有相同母质所影响的基本属性。整个富铝化土壤的母质共分为 8 种^[4]。至于土种及变种是土属以下的续分单元,以土层及有机质层厚度与质地作为划分依据。它们与不同的利用特性相联系。

兹将我国富铝化土壤分类系统与相应诊断土层构型列于表 2。

五、问题讨论

(1) 关于富铝化土壤诊断层的确定与划分

当前,美国、联合国粮农组织和科教文组织,英国及南非等国,大多以富铝化土壤的诊

断层及诊断特性作为对这类土壤进行分类的重要依据^[1]。按美国农业部提出的土壤系统分类的定义,氧化层是确定氧化土纲的诊断土层。这种氧化土层大体与我国玄武岩发育的砖红壤心土层相当。而我国其余富铝化土壤的诊断层,既不同于美国老成土中的粘化-氧化层,也不同于淋溶土中的淀积粘化层。事实上,在最近召开的国际氧化土讨论会中(ICOMOX),对此系统中富铝化土壤的氧化层与粘化层的划分标准存在不少异议,有人甚至指出,这些诊断层的结构关系缺乏发生上的联系^[2]。

针对这一情况,在本文中,以富铝化土壤剖面的大形态、微形态及发生、肥力特性等综合性指标为依据,对此类土壤诊断土层进行确定与划分,同时将富铝化土壤诊断层的划分与土纲、土类、亚类等分类级别联系起来,分别提出富铝化土壤不同分类级别的诊断构型,即同一富铝化土纲,虽只有一个诊断层组构型,但不同土类及亚类分别具有不同的诊断层构型。由于不同的诊断层代表着特定的形态与发生特征,并具有各种特定的诊断特性指标,因此它对富铝化土壤的分类有指导意义。但由于这类土壤微形态及大形态的有些诊断指标,如铁膜,光性定向粘粒及土壤水分物理性质等,还有待进一步研究,土壤诊断层的确定还有待进一步提炼,本文提出诊断层的划分,特别是与其相应的一些定量指标,只是一次初步尝试,不少问题尚有待深入研究解决。

(2) 关于富铝化土壤的分类

当前国际上对富铝化土壤的分类并未建立公认的分类系统。开始阶段,富铝化土壤的分类是以地理发生分类为主,其后进入土壤形态发生阶段,当前世界不少地区,正逐渐进入到诊断定量分类阶段。尽管如此,整个富铝化土壤的分类仍不统一。美国自1965年提出新的土壤分类制以来,虽对世界不少地区有所影响,但其中关于富铝化土壤的分类仍很不完善,并存在不少急待解决的问题。当前、整个热带(包括部分南亚热带)地区的土壤分类共有五个方面,即地理发生分类、形态发生分类、诊断定量分类、地球化学分类及性质分类等。这些不同的分类制代表不同的分类原则与观点,其中影响最大的是以美国为代表的诊断定量分类制^[2]。

根据近年来的研究结果,我们认为,我国富铝化土壤分类主要有三个问题。一是富铝化土壤分类原则,应以地理发生为基础,以土壤属性及形态发生为依据。这就是前述的“发生诊断”的分类原则。具体讲来,就是在考虑成土条件与过程的同时,必须强调属性与形态特征,并以此作为分类的具体指标与依据;二是分类的指标问题,即各级分类单元的具体指标,应以大形态、微形态及具有诊断特性的理化等发生及肥力性质作为依据,以便使整个分类逐步走向指标化与量化;第三是分类级别与具体类型划分问题,值得提出的是如何正确处理基性母质与老风化壳红壤在分类中的地位问题,有人从地球化学的观点,将基性母岩发育的红壤归为高度富铝化红壤,其余母质发育者分别归为中度及轻度富铝化红壤^[3]。在本文中,将基性母岩与其他母质发育的红壤同样归为土属一级。可否将基性母质发育红壤提到亚类一级,并作为砖红壤或赤红壤的典型亚类对待,或与红壤、赤红壤、砖红壤并列为新的土类,这些都是有待深入研究解决的问题。

参 考 文 献

[1] 赵其国、王振权、刘兆礼, 1983: 我国富铝化土壤发生特性的初步研究。土壤学报,第 20 卷 4 期, 333—346

- 页。
- [2] 赵其国, 1983: 热带土壤发生与分类研究进展。土壤学进展, 第1—2期。
- [3] 龚子同, 1982: 从生物地球化学观点看亚热带土壤利用。土壤, 第14卷1期, 1—6页。
- [4] Arnold, R. W. 1982: Soil Classification, Trans. 12th Intern. Congr. of soil sci., New Delhi, India, 277—285。
- [5] Soil survey staff, 1975: Soil Taxonomy. U. S. D. A, Agr. Hand Book No. 436. U. S. Govt. printing office, Washington。

PRELIMINARY STUDIES ON DIAGNOSTIC HORIZONS OF ALLITIC SOILS IN CHINA AND THEIR APPLICATION TO SOIL CLASSIFICATION

Zhao Qiguo

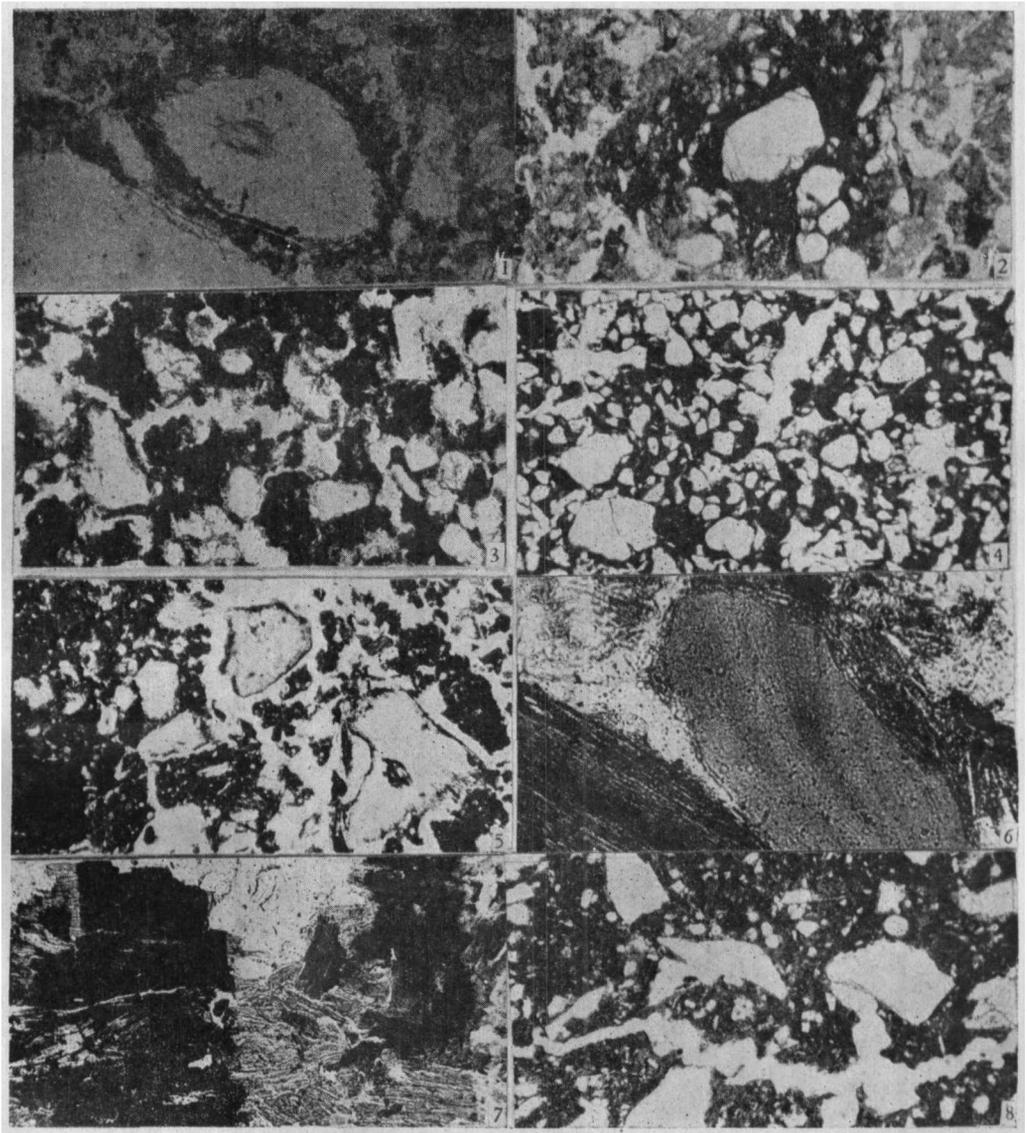
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

Summary

This paper deals mainly with the soil forming process and genetic properties of the allitic soils in China.

(1) Based on the data of the macro- and micro-morphological characteristics, the fertility properties and other synthetic indicative features, various diagnostic horizons and their structural patterns relating to the different soil categories have preliminarily been established and distinguished.

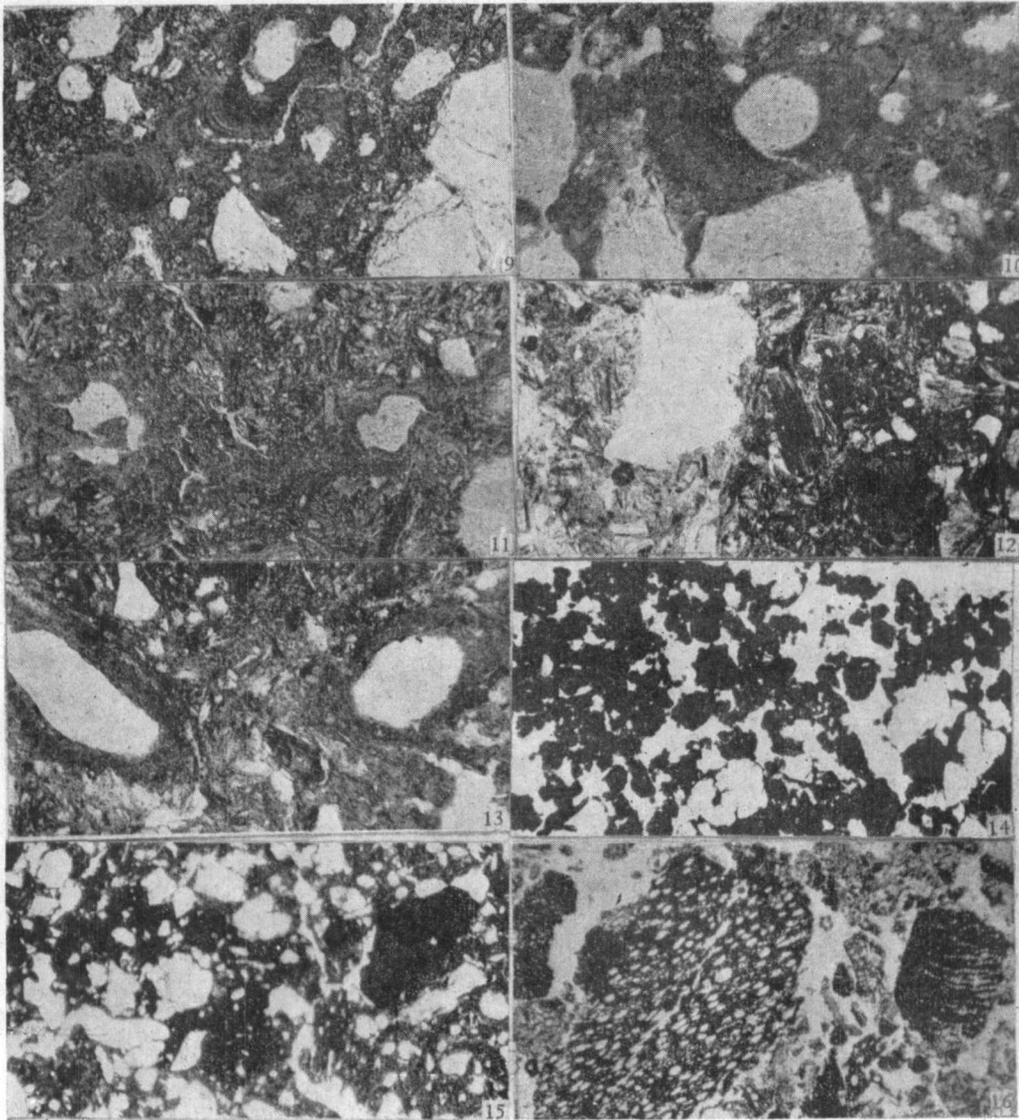
(2) By using of the results mentioned above, the new genetic and morphological classification principles for the allitic soils were suggested. The principles include three main aspects, i.e. the geographical genesis factors, the soil properties and morphological features, the soil forming process and its conditions, which provide the basis for the systematic and automatic classification for the allitic soils in China.



1. B210, 灌丛草甸土, 25—37cm 根际铁质环状物(单偏光 $\times 76$)
2. B210, 灌丛草甸土, 25—37 cm 铁质化岩屑(中部白色为石英;黑色为铁质化黑云母)(单偏光 $\times 30$)
3. 鼎 54, 黄壤, 0—18cm 多量骨骼颗粒(白色), 团聚化土壤基质(黑色), 白色弯曲部分为蠕虫状孔隙(单偏光 $\times 76$)
4. 鼎 54, 黄壤, 45—60cm, 多孔网, 多蠕虫状孔隙和多骨骼颗粒的土壤基质(黑色)(单偏光 $\times 30$)
5. 赣 3, 红壤, 0—15cm, 大小不同的团聚体(黑色), 开放性孔隙和多粗骨骼颗粒(白色, 灰色稜角颗粒), 植物残体(右下)(单偏光 $\times 30$)
6. 赣 3, 红壤, 40—60cm 依长石形成的风化颗粒假晶, 左为黑云母(单偏光 $\times 30$)
7. 赣 3, 红壤, 200cm 铁质化(左, 右上)和赤铁质化(右)的黑云母(单偏光 $\times 76$)
8. H240, 赤红壤, 30—45cm 嵌埋于胶凝基质内的粗、细骨骼颗粒, 照片中下方为粗长蠕虫状孔隙(单偏光 $\times 30$)

不同红壤类型的显微形态照片

Micromorphological photographs of different red earths



9. B240, 赤红壤, 30—45cm 淀积粘粒胶膜(中)和淀积粘粒芯(左下)(单偏光×76)
10. B240, 赤红壤, 30—45cm 淀积粘粒胶膜(单偏光×76)
11. 海东 55, 红色砖红壤 15—67cm 在孔隙附近形成的风化粘粒(单偏光×76)
12. 海东 55, 红色砖红壤 67—170 cm 黑云母风化释放的游离铁(右方深色部分), 离铁基质(左方淡色部分)石英(右下白色颗粒)(单偏光×76)
13. 海东 55, 红色砖红壤 67—170cm 离铁基质部分孔隙附近的风化粘粒(单偏光×76)
14. 海西 003, 砖红壤, 20—40cm, 由胶凝性团聚体组成的土体(单偏光×30)
15. 粤 43, 砖红壤 35—70cm, 铁质矿物颗粒碎屑(右)和铁质斑迹(中)(单偏光×30)
16. 海东 017 灌丛草甸土, 0—10 cm 碳化和褐碳化植物残体(中部)(单偏光×26)

不同红壤类型的显微形态照片

Micromorphological photographs of different red earths