

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梗性还是糯性。

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

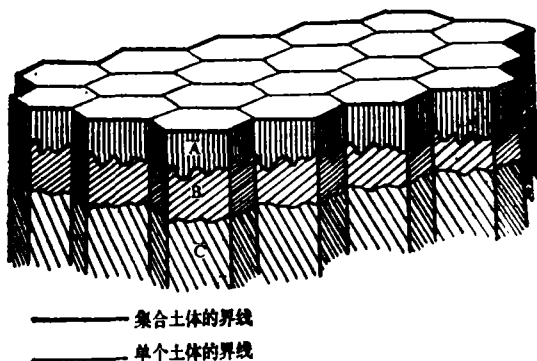
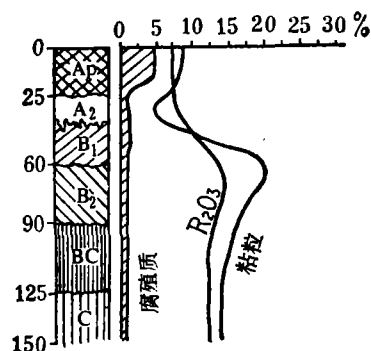


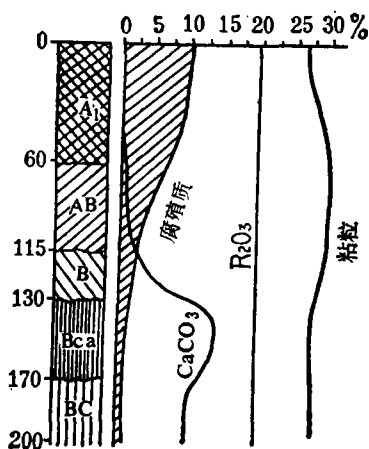
图1 “单个土体”和“集合土体”示意图

生分化作用的结果。其主要形成因素是物质与能量(水、热、气)的垂直流(下行和上行垂直流及其循环变化)和生物有机体(植物根系、微生物、土壤动物)活动的垂直分布。在这些因素影响下,成土母质中的矿物质和后来加入的有机物质在量、质和速度上发生各种不同的变化,并通过淋溶和淀积作用,以及其他成土作用分化形成一些不同的层次(土壤发生层),每一种成土类型有其特征性的发生层组合,从而形成了各种土壤剖面。

土壤剖面的特征是土壤的所有性质有其垂直分布上的变化(图2)。



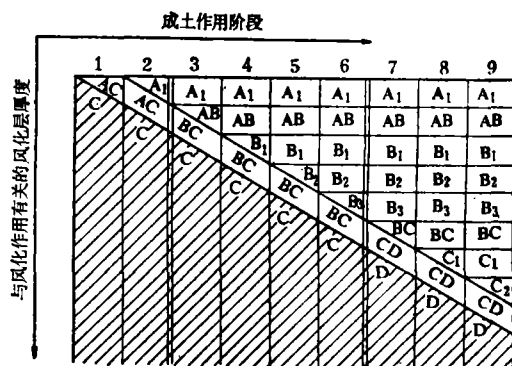
a. 耕种生草灰化土



b. 典型厚层黑钙土

图2 腐殖质、 R_2O_3 、 $CaCO_3$ 和粘粒含量在土壤剖面中垂直的分布

土壤剖面的分化和发育与风化作用强度、成土作用类型和发育阶段有关(图3)。



1, 2 残积母质上的弱度发育土壤剖面
3—6 残积母质上的充分发育土壤剖面
7—9 古风化壳上的充分发育土壤剖面

图3 土壤剖面的分化和发育

三、土壤剖面构造类型

所有土壤剖面按发生层的特征可以分为简单剖面 and 复杂剖面两大类。

(一)简单剖面

1. 原始剖面。只有很薄的A层或AC层,下面即是母质层C。又叫AC剖面。如石质土、黑色石灰土等。

2. 弱度分化剖面。剖面层次分化不明显,A、B、C各层之间没有明显的界线。如某些发育于冲积母质上的潮土。

3. 矮短剖面。土壤发生层完整,但每一土层的厚度较薄。分布于陡坡、高山带,或形成于紧实块状结晶岩。如欧洲的高山矮短灰壤(nano podzols),每一土层只数厘米厚。

4. 正常剖面。是分布最广的土壤剖面构造类型,具有代表该土壤形成过程的完整发生层,而且土层厚度正常。

5. 侵蚀剖面。土壤剖面上部被侵蚀掉,又叫截头剖面。只残存部分A层者为弱度侵蚀剖面,缺A层和残存部分B层者为中度侵蚀剖面,缺A、B层者为强度侵蚀剖面。

(二)复杂剖面

1. 异源母质剖面。成土物质与底部基岩不一致,而是来自冲积物或另一种岩石风化的坡积物。

2. 多次堆积剖面。在原来的土壤剖面上多次被沉积物覆盖,或者由于长期大量施用泥肥,从而使土壤表层或耕层不断垫高。

3. 残迹埋藏剖面。在土壤剖面的一定深度中出现一个以上埋藏剖面或埋藏层。

4. 多元发生剖面。土壤剖面中有二个以上由于

土层 符号 土层名称	命名系统	中 国 (传统的)	苏 联 (传统的)	法 国 (传统的)	国际土壤学会 (1967) 英 国 (据国际学会)	美 国 (1960) FAO (1967)	加 拿 大 (1974, 加农业 部加拿大土壤 分类系统)
有机层		A ₀	A ₀	A ₀	O	O	O
腐殖质积累层		A ₁	A ₁	A ₁	A	A ₁	A _h
淋溶层, 灰化层		A ₂	A ₂	A ₂	E	A ₂	A _c
沉 积 层		B	B	B	B	B	B
母 质 层		C	C	C	C	C	C
基 岩 层		D	D	R	R	R	R

成土条件演替而形成的特征性发生层。

5. 翻动剖面。剖面表土层以下的土层被人为翻到地表。

四、土壤发生层

土层是土壤剖面中与地表大致平行的一些层次, 可根据其颜色、结构、质地、有机质含量等特征进行划分。由于成土作用而形成的土层叫土壤发生层 (soil genetic horizons, 或简称 soil horizons), 非成土作用形成的土层叫土壤层次 (soil layers)。

(一) 土壤发生层的划分和命名 在土壤学发展的初期(上世纪末)道库恰耶夫把土壤剖面分为三个发生层, 即

A层——腐殖质积累表层

B层——过渡层

C层——母质层

这种用A, B, C符号来命名土层的方法被称为是传统的土层命名法。

后来不断有人研究并提出新的土层命名建议, 土层的划分也越来越细。但至今还没有一个统一的土层命名, 各国甚至各人有其自己的土层命名系统。但总的来说, 基本的土层命名仍不脱离道库恰耶夫的ABC传统命名法。

1. 基本发生层。或称主要土层(master horizons), 有下列几种大同小异的系统:

此外, 我国在水稻土基本发生层的划分和命名方面, 根据水稻土的成土特点和剖面分化情况一般采用下列命名系统: Ap或Ac——耕作层, P——犁底层, H——渗育层, B——淀积层, G——潜育层, C——母质层。

2. 亚层的划分。主要土层按其发育上的差异可进一步划分亚层, 例如O层可分为: 弱分解有机层, 残落物层——L(德、加), Of(加), Oi(国际), Oi, Oi(美), Aoo(中)。半分解有机层, 发酵层——F(德、加) Om(加), Of(国际), Oe, O(美)。完全分解有

机层, 腐殖质层——H(德、加), Oh(国际, 加), Oa, O2(美), A₀(中)。B层可分为: B₁, B₂(中、苏、法等), B₁, B₂(美)。

3. 过渡层的划分。有时在两主要土层之间出现兼有两种土层特征的过渡层, 例如A层与B层之间的AB层(国际、加), 如这种过渡层在特征上更接近于A层, 可命名为A₃(中、苏等)或A3(美); 如在特征上更接近于B层, 可称为B₁(中、苏等)或B1(美)。

4. 指间层的划分。在有的土壤剖面中存在有舌状土壤界线(图4a), 这种两土层犬牙交差的部分称为指间层, 以A/B(国际)或A&B(美、加)表示。

5. 根据成土作用特征划分土层时, 采用一定字母符号放在主要土层符号的右下角。如

Ah, Bh h表示腐殖质积累或淀积作用。

Bt t表示粘粒淀积作用。

Bir, Bfe ir, fe表示铁淀积作用。

Bca ca表示碳酸钙淀积作用。

6. 异源母质的土层可在土层符号前加前缀I、II、III等。但上部土层的母质符号I常可省略, 只标记第I、第II……等异源母质, 如A₁—A₂—B₁—II B₂—II B₃—II C₁—II C₂。

(二) 剖面中土层的过渡特征

1. 土层之间的界线(图4)。a. 平整状。大多数土壤具有这种土层界线。b. 波状。见于森林土壤的腐殖质层下限。c. 袋状。见于草原土壤的腐殖质层下限。d. 舌状。见于生草灰化土灰化层下限和草原土壤的腐殖质层下限。“舌”的长宽比为2—5。e. 水流状。见于冻成土的腐殖质层下限, “水流”的长宽比>5。也可由于腐殖质沿根孔或掘土动物穴向下流动而成。f. 冲蚀状。见于强度灰化土的灰化层下限, 是强淋溶作用土壤的特征。g. 锯齿状。很少见, 有时见于粘质灰化土。h. 栅栏状。见于碱土的脱碱化层和柱状层之间。

2. 土层的过渡情况。可分为以下几种: a. 明显过渡: 过渡界线的宽度为1厘米, 也有人采用2或3

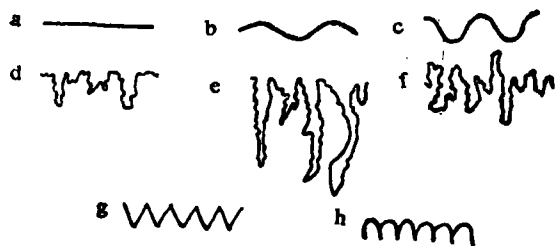


图4 土层之间的界线形状

厘米作为标准。b. 清楚过渡：界线宽1—3厘米，也有人采用2—5厘米或3—6厘米作为标准。c. 较清楚过渡：界线宽3—5厘米。d. 逐渐过渡：界线宽>5厘米，有人采用5—10厘米作为标准。

(三)诊断层(diagnostic horizons)

诊断层是美国农业部于1960年在《第七次土壤分类草案》中提出的，后来又作了一些修订(1962和1976年)。用来作为鉴别土壤基本类型的标准，比较强调其定量含义。它与上面提到的土壤发生层有平行的地方，也有不同的地方。例如作为发生层的A层，在诊断层中分别有：1. 松软表层(mollic epipedon)，其诊断特征是土层厚，暗色，亮度(value)干时<5.5，湿时<3.5，有机质平均含量在17.5厘米内>1%，盐基饱和度>50%。2. 暗色表层(umbric epipedon)，与松软表层相似，但盐基饱和度<50%。3. 淡色表层(ochric epipedon)，有机质含量<1%，土色淡，亮度干时>5.5，湿时>3.5。

作为心土层(subsurface horizons)*的一些诊断层一般与发生层的概念相一致，如粘化层(argillic horizon)就是粘粒淀积层(Bt)，灰壤淀积层(spodic horizon)就是灰化土中的腐殖质-铁淀积层(Birh)。但是这些诊断层均有其明确的数量指标。例如粘化层的主要诊断指标是：1. 粘粒含量比上伏土层高，表现在(a)当上伏淋溶层粘粒含量<15%时，粘化层中粘粒含量至少必须高出3%以上(例如，上伏土层粘粒含量为12%时，粘化层中则至少为15%)。(b)当淋溶层中粘粒含量>15%，<40%时，则B层与E层的粘粒含量之比必须在1.2以上。(c)当淋溶层中粘粒含量>40%时，则粘化层中必须高出8%以上。2. 粘化层厚度不应小于其上伏所有土层总和的1/10，至少不应<1.5厘米。3. 在微形态特征上有粘粒淀积胶膜。4. 其他略。

又如灰壤淀积层的诊断特征是，凡深度在12.5厘米以下的土层符合下列情况之一者可称为灰壤淀积层：1. 淀积有有机质、铁、铝的心土层厚度超过2.5厘米。2. 质地为砂或砂壤质，在薄片中可见粒状无定形

淀积物或碎裂胶膜。3. 在化学性质上，(a)用pH10的焦磷酸盐提取的铁>0.1%时，则用焦磷酸盐提取的元素铁、铝之和与粘粒百分数之比应>0.2；若用焦磷酸盐提取的铁<0.1%，则用焦磷酸盐提取的铝、碳之和与粘粒百分数之比应>0.2。(b)用焦磷酸盐提取的铁、铝之和应等于用柠檬酸-连二亚硫酸盐提取的铁、铝之和的一半或一半以上。(c)非晶形物质的积累指标[pH8.2时，阳离子交换量- $\frac{1}{2}$ 粘粒百分数×土层厚度(厘米)]必须在6.5以上。

但有的诊断层则可包括不同土壤中的不同发生层，如白土层(albic horizon)是指失去粘粒和游离氧化铁的土层，包括灰化土的灰化层、粘磐土中的白土层和由于侧渗作用形成的漂白层等。

五、土壤剖面的描述和采样

(一)土壤剖面描述的目的 1. 在土壤调查的最初阶段，用来确定土壤类型，以便提出一个初步的土壤分类。2. 作为土壤分类中的代表剖面。3. 观察土壤的变异和确定土壤界线。4. 观察土壤发育与成土因素之间的关系。5. 观察土壤与植物生长的关系。6. 作为采样计划的一部分。

(二)土壤剖面的准备 挖土壤剖面虽然比较劳累和乏味，但正是在挖的过程中可以看到或感觉到许多有意思的土壤属性。直接可感觉到的是土壤紧实度的变化。有的剖面特征如动物穴和根系形态等在剖面显露即可见到，但往往随着剖面的扩大而破坏。钻孔主要用来了解土壤的一般性质，不能用作描述。挖剖面时应注意以下几点：1. 选择有代表性的地点。2. 面向光线照射的方向。3. 地表挖去面积一般为1×1.5米，向下挖至基岩裸露或地下水出现处或1.5米左右；如果深度超过2米，土坑顶部应长3米。4. 挖出的土放在土坑的左右两侧(耕作土壤的表层应单独堆放)，靠近剖面的地表不能堆土、走动和搁置工具。5. 观察描述、采土完毕后，将土填回，表土最后填。

(三)土壤剖面的描述 1. 记载该土壤剖面的所在位置、地形部位、母质、植被和利用情况，以及调查者和调查日期。2. 划分土壤层次，量出厚度。3. 按土层进行下列项目的描述：颜色、有机质、质地、结构、湿度、根系、新生体、土壤动物活动情况、土层界线的形状和过渡特征，同时进行土壤pH值、石灰反应等速测。

描述标准应力求统一，除土壤颜色宜采用门赛尔

* “sub”在此是“在……底下”之意，而非“亚”之意，故不能译为亚表层，而应根据其字义“在表土层以下的土层”译为“心土层”为宜。

土壤比色卡进行测定外，其他项目应研究制订数量化描述标准。

有条件时也可利用录音机描述剖面，这特别适用于手脏和潮湿甚至下雨的条件下，以便带回室内转记。

描述后可绘制土壤剖面草图或摄影。

(四)采样 最后,根据室内研究的需要按发生层由下至上采集供化学分析、物理分析、微形态分析用的扰动土样和原状土样。

国外考察报告

西德土壤科学概况

于 天 仁

(中国科学院南京土壤研究所)

笔者应德意志联邦共和国科学交流中心(DAAD)之邀,到西德工作了三个月。其间除在汉诺威大学和乌尔姆大学就土壤pH测定中的悬液效应问题和土壤有机成分对液体离子选择性电极的功能的影响问题进行了短期研究,并在几个地方就我国关于土壤氧化还原过程和土壤表面电化学性质的研究情况做了介绍以外,也参观了西德的一些主要土壤科学单位。以下就西德的土壤科学情况,做一简单介绍。

组织和机构

德国土壤学会成立于1926年。1941年学会会员约200人。第二次世界大战后,西德于1950年重新成立土壤学会,也有一些东德土壤学者加入。1968年78名东德会员退会。现在学会会员约750人(包括一部分外国人),其中有225人为国际土壤学会会员。现任会长为Schroeder (Kiel 大学教授),副会长为Schwertmann (慕尼黑技术大学教授),下分七个专业组,组的划分方式与国际土壤学会一致。每二年举行一次年会,其间各专业组还有活动。下次年会定于1981年在西柏林召开。

西德专门的土壤学刊物有两个，一为公开发行的《植物营养和土壤学杂志》，是与植物营养学会（1978年会员62人）联合编辑的。这个刊物历史较久，过去名《植物营养、肥料和土壤学杂志》，1975年改现名。另一为《德国土壤学会会报》，刊载研究初报之类的短文，供会员之间的交流。

西德的土壤学研究机构主要是各大学的土壤研究所。所谓研究所 (Institut), 实际上相当于我国大学的土壤系或土壤学教研室。全国只有一个农业性的大学 (斯图加特附近的Hohenheim大学), 其他约十个

土壤研究所都是设在综合性大学之内。另外全国还有与土壤研究所平行的植物营养研究所六个（有的称农业化学研究所），进行植物营养和施肥等方面的研究。有的大学是二者合在一块的。格廷根大学（西德土壤学会所在地）则在农学系和林学系各设有一个土壤研究所。后者的规模比前者还大一些。每个研究所的人员一般在二十人左右，包括1—4个教授，几个研究助理（得过博士学位的），几个研究生，和若干名技术员。技术员为中学毕业生，多为女性，每个研究所一般有4—6人，有的多达十余人（如波恩大学），有的一个没有（如Hohenheim大学）。

农业部系统的研究机构主要是农业研究院 (F A I.) (设在布伦瑞克)。该院中与土壤学有关的单位有植物营养和土壤化学研究所 (1978年以前名土壤生物化学研究所)、土壤生物研究所、作物研究所等。以植物营养和土壤化学研究所为例, 该所现有 7 个科学家和 25 个其他工作人员, 主要研究土壤组成分的性质和转化、养分状况、肥料和养分吸收、对作物品质的影响等。据说还有地区性的农业试验站。

土壤调查工作则主要由经济部的地质调查所进行。每州(全国共11个州)有一个地质调查所,所内一般设有土壤、地下水、地质等部门。下萨克森州(设在汉诺威)和黑森州(设在Wiesbaden)则特称为土壤调查所。

此外,其它部门也有一些与土壤有关的研究机构,例如卫生部在西柏林设有一个空气、水和土壤研究所(工作人员约300人),研究土壤对水的净化等问题。又如钾盐公司有一个 Buntehof 农业研究站(在汉诺威),虽然人员不算多(共有三十几人),但在土壤中的钾和钾肥施用等方面进行了不少工作。