

土壤学附耕作学讲义

农业部干部学校 編

农业出版社

土壤学附耕作学讲义

农业部干部学校編

农 業 出 版 社

前 言

这套讲义,包括:植物生活、遺傳选种、土壤学附耕作学、肥料、作物栽培、植物保护、畜牧学通論、家畜傳染病及寄生虫病等八門課程。它是根据我校學員的特点編写的。我校學員絕大多数是省和專区农业行政部門的处科級干部,实际經驗比較丰富,理解能力較强,大都具有初中以上文化水平,需要系統地学习农业科学理論,以便提高业务水平。但业务学习時間只有一年,故教材內容又須精煉。經過几年来的教学实践,我們認為这套讲义是比較适合的。

在編写讲义的方法上,力求貫徹理論联系实际的方針,介紹当前农业生产上比較重要的技术办法,农业社的丰产經驗,并从理論上加以闡述。在叙述方面作有系統的分章分节,并尽量采用清晰的插圖,以便圖文对照。在文字上比較淺明,所以也适合一般从事农业工作的在职干部自修之用。

这套讲义原为我校自編自用,但自去冬以来,各方面来函訂購或要求代印的不少。为了滿足大家的需要,我們又进行了修訂工作,并交公开出版。

由于我們理論水平和实际經驗都很差,讲义內容錯誤之处,恐不在少数,請讀者多加批評指正。

农业部干部学校

1958年6月

目 录

第一篇 土壤学

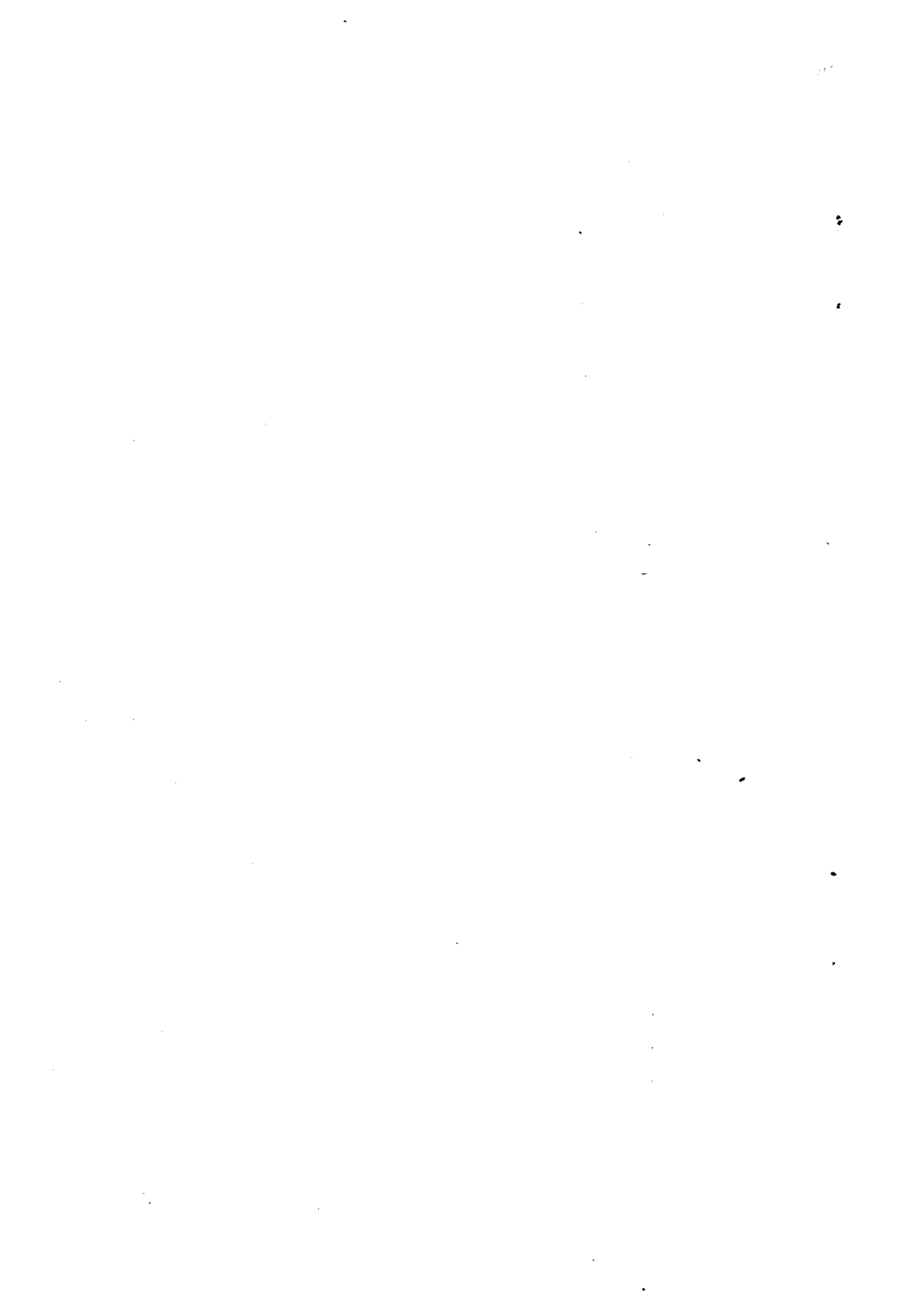
第一章 緒論	7
第一节 土壤与农业生产的关系	8
第二节 土壤与植物生产的关系	9
第三节 土壤肥力和人类生产活动的关系	10
第四节 土壤的發生和發展	12
一、岩石的風化和母質的形成	12
二、成土过程的基本內容	14
三、土壤的發展是以生物为主导的各种成土因素綜合作用的結果	16
第二章 土壤的組成和性質	23
第一节 土壤的組成	23
一、土壤的机械組成	24
二、土壤中的有机物質	29
三、土壤微生物群落	30
四、土壤中有机物質的轉化	36
第二节 土壤的性質	40
一、土壤的吸收性能	40
二、土壤溶液、反应和它的緩冲性	44
三、土壤結構性和其他物理机械性	50
第三节 土壤水分、空气、热量狀況	55
一、土壤水分的重要性和种类	55
二、土壤空气	62
三、土壤中热量狀況	63
四、土壤中植物养料狀況和动态	65
第三章 土壤分类和研究方法	67
第一节 土壤的分类	67

第二节 土壤的研究方法	69
一、土壤野外观察	69
二、室内的分析和研究	75
第三节 土壤调查和制图	76
一、土壤图比例尺的规定	76
二、准备阶段和野外工作阶段	77
三、整理阶段和土壤图的利用	77
第四章 我国土壤概述	79
第一节 我国的自然概况和土壤地带分布特点	79
一、自然概况	79
二、土壤的地带性、复域性和我国土壤地带的分布特点	80
第二节 森林草甸地带的土壤	83
一、自然环境和分布	83
二、生草灰化土的形成、形态、性质和利用	84
三、沼泽土的形成、形态、性质和利用	86
第三节 草原和荒漠地带的土壤	87
一、概况	87
二、草甸草原的自然地理条件	88
三、黑土的形成、性质和特征	88
四、干旱草原的自然地理条件和土壤类型	91
五、荒漠草原的自然地理条件和土壤类型	92
六、草原地带的复域性和盐渍化土壤	93
第四节 亚湿润地带的土壤	95
一、概况	95
二、棕色森林土的形成、特征、组成和性质	96
第五节 湿润地带的土壤	98
一、我国湿润地带的自然地理条件和土壤分布	98
二、红壤、黄壤的形成、形态和性质	99
三、红壤和黄壤的利用和改良	100
四、“紫色土”的形成、分布和农业利用	105
第六节 水稻土和淤积平原的土壤	106
一、水稻土	106
二、提高水稻土肥力的途径	108
三、冲积平原和泛滥地的土壤	109

第五章 土壤侵蝕和其防止	112
第一节 土壤侵蝕的一般概念	112
一、土壤侵蝕的涵意和其危害性	112
二、土壤侵蝕現象	113
第二节 影响土壤侵蝕的因素	115
一、自然因素	115
二、人为因素	117
第三节 水土保持措施	118
一、农業技术措施	119
二、水土保持的林业技术措施	125
三、解放几年来水土保持工作的基本經驗	128

第二篇 耕作学

第一章 土壤結構与土壤肥力	181
第一节 植物在整个生長过程中全部生長因素的同等重要律与不可代替律	181
第二节 土壤結構是有效肥力的条件	184
第二章 輪作制	188
第一节 农作制及輪作制的概念	188
第二节 为什么要輪作	189
第三节 怎样进行正确的輪作	141
第四节 我国目前各地区几种主要作物換茬情况	146
第五节 如何制訂过渡輪作計劃	151
第三章 土壤耕作制	155
第一节 土壤耕作制的概念与任务	155
第二节 耕作質量与土壤特性	156
第三节 土壤耕作的几种作用	158
第四节 土壤耕作的各种技术过程	160
第五节 开垦生荒地和熟荒地的农業技术	176
第六节 馬尔采夫新的土壤耕作法及其播种制度	179



第一篇 土壤学

第一章 緒 論

自从人类知道农业生产的时候起，土壤就成为人类社会的基本生产资料。数千年来劳动人民在土壤上辛勤地工作，经过观察和研究，认识到土壤是生产植物收获物的基础物质，也就是养活人类的根本物质源泉。我国农业有着数千年的历史，早在古代就有了关于土壤资料的总结。例如，在两千二百年以前战国时代的“禹贡”一书就记载了当时中国九州各地土壤的特性，并根据各州土壤的颜色，质地和构造的不同来进行分类和命名。根据“禹贡”上的记载，各州土壤依其肥力又分为上、中、下三等九级。这个分类从时间上来看，是世界上最早一个土壤分类。

其次，我国劳动农民对土壤管理上也做了很多伟大的贡献，如梯田的构筑、换茬、绿肥的种植以及施肥整田的技术等等，这些贡献不仅对于祖国农业生产实践起了很大作用，并且在整个世界的农业生产技术，也有不少具有创造性的科学意义。但这些创造由于没有得到很好的科学整理，因而也就没有能够迅速而很好的发展和提高。

西方各国在很早以前就出现不少有趣味的神话，歌颂着关于大地或土壤的伟大力量。例如，纪元前一世纪的罗马诗人维尔吉里在他的农事诗中曾叙述了，鉴别土壤疏松、紧实的方法，鉴别碱土的方法，根据气候条件与土壤条件来区分土壤的耕作法，以及施肥和旱地耕作与灌溉耕作的农业技术等。这些叙述在今天看来虽然粗浅，但是，它们在科学历史上有其重要的意义。又如在公元一世纪时，另一罗马诗人哲学家甫德·鲁克列齐曾经写过一首美妙的长诗：“物质的

自然界頌”，其中写道：“假如营养不能逐渐地、不断地由土地輸送到树干以达到树冠来供給每一个小枝，那么，树木頂部的小枝就不能变綠”。

从这些例子进一步說明了，人类在很早以前就認識到土壤是具有生产能力的物質。那么，土壤憑着什么能够供給植物的生長以及成为农业的基础和人类生活物質的基本源泉呢？要了解这个问题，我們必須研究土壤的特性以及土壤和农业生产与植物生产的关系。

第一节 土壤与农业生产的关系

地球上一切生命現象的維持都需要“能量”，我們人类的活動也不例外。宇宙間能量的基本来源为日光，这种能量的利用方法，一般有二种。第一是水的吸取热量，但不持久，很快就放散。第二是植物的光合作用，綠色植物借光合作用制造有机化合物（即人类所利用的农产品）。这个过程的实质就是將不能直接被利用的日光能变为能够被利用和貯藏的化学能（潜能）。

经过苏联学者威廉斯院士的研究，認為，农业生产是由：植物生产、动物生产和土壤管理三个环节所組成的。要想發揮农业生产的最大效用，而使产量不断提高，三者就缺一不可。根据分析結果，植物产品仅有 $1/2-1/4$ 是直接充做人类的食料或工业的原料，而其余的 $1/2-3/4$ 包括根、莖、叶、糠粃等虽然也含有很多能量，但是不妥加处理利用，就会造成浪费。最有效的利用办法就是做为飼料进行动物生产，它們可以利用其中一部分变为畜产品，如肉、毛、皮、乳等供人类利用。另外它們还能服劳役帮助生产。但是它們还不能利用剩余农产品的全部，还有一部分，动物也不能利用，这部分有根、木質化了的莖稈（包括排泄物）等，为了發揮这些东西的作用，我們就要考虑农业生产的第三个环节——土壤管理。我們可以把这部分物質瀝成堆肥施到田里，讓生活在土壤中的各种各样的微生物来分解它，这样，不但能改进土壤的性质，而且还能將植物不能直接利用的有机状

态的营养元素，变成植物可以直接利用的無机养料。假如农業生产中缺少了土壤管理这一环节，不但农产品得不到充分利用，而且土壤中的养料由于消耗而得不到补偿会逐渐减少下去，結果將使土壤失去生产力。因为土壤中的养料是有限的，要想使这有限的养料被無限的利用，則必須使其走上循环。通过土壤管理就能完成这个任务，而土壤管理就是土壤科学研究內容之一，所以土壤在农業生产中的地位是非常重要的。

第二节 土壤与植物生产的关系

土壤直接支持着植物的生長，因之，和植物生产的关系也就最为直接和重要。綠色植物和其他有机体一样，需要为其遺傳性所規定的一定的外界环境条件的綜合。虽然綠色植物所需要的条件各有不同，但一般地說它們都需要：日光、温度、空气、水分和养料。这五种因子中，日光和温度来自太陽，称为宇宙因子。而水分和养料則基本上是从土壤中吸取的，所以称为土壤因子。空气一半屬宇宙因子，一半屬于土壤因子。土壤通过水分，空气，养料三个因子影响着植物的生長，通过植物根部的吸取以及莖、叶、根在土壤中的腐爛又影响了土壤。所以兩者之間的关系是交互的，互相影响着。关于土壤和植物之間的互相促进的关系以后还要談到。

从这两方面的分析我們可以得到兩点概念，第一使我們了解土壤在农業生产中的地位。第二是土壤之所以能够成为基本的生产資料，其实質是因为它具有供給植物所需要的水分和养料(包括空气)的能力，这种能力就是土壤肥力。威廉斯对土壤肥力下过一个完整的定义：“土壤肥力是土壤在植物生活的全部过程中，同时而且不间断地供給植物以最大量的水分和有效养料的能力”。

那么，究竟什么是土壤呢？威廉斯說：“当我们說到土壤，我們了解它为地球陆地上，能够产生植物收获物的疏松的表層。”并且他又說：“土壤的概念和肥力的概念是分不开的，肥力是土壤極其重要的

性質,土壤性質的标志,不管其量的表現程度如何”。

農業生产是国民經济中的一个重要組成部分,它和其他部門是相互依賴,相互制約着,其中特別是和工業生产。一方面農業生产的高度發展——机械化与化学化有待于工業的發展,但農業生产的落后也可能使全部国民經济遭受到威胁。*从这里可以看到農業生产的关系,在我們中国这样一个六亿多人口的大国,如何提高土壤肥力作为增加農業生产的一个手段,以适应国家發展的需要,就显得格外的重要。

第三节 土壤肥力和人类生产活动的关系

从土壤的定义中,我們理解到土壤的概念和肥力的概念是互相連系着的。那么,研究土壤的發生和發展的規律,也就是研究土壤这一質的特征——肥力的發生和發展的規律。根据肥力产生的不同原因,可以把肥力分成自然肥力和人为肥力。

土壤的自然肥力,是指土壤在一定的自然因子綜合作用下所产生和發展起来的肥力。它是成土过程中所形成的自然产物,不是由于人类生产活动所产生,这种肥力只有在未經耕种过的处女地中才被完整地保存着。在原始的農業社会里,耕作技术很簡單,所以在一定的气候条件下,土壤自然肥力的大小就完全决定了農業产量的高低。但是,随着人类社会的发展,農業技术渐渐有了进步,在人类不断对土壤进行耕种、施肥、灌溉和改良等劳动影响下,使土壤自然肥力發生了破坏,使土壤增加了一种新的肥力,这种肥力就是人为肥力。自然肥力和人为肥力,就其發生而論,可以区别,但在一个具体土壤中是不能分出它們各占百分之几的。不仅如此,当栽培作物时,作物所利用的肥力也不是这两种肥力的全部总和,而是利用它們的一部分,我們称这部分肥力为有效肥力,有效肥力的高低可用作物产量来衡量,由此也可以看出,有效肥力的高低,既受自然环境的影响,也受人为

* 引自:苏共党史簡明教程 1949 年中文版第335頁。

活动所支配。所以在不同的社会經濟条件下，对土壤有效肥力的影响是不同的，因为在不同的社会制度下科学技术水平的发展是不同的，科学水平发展的越高，有效肥力發揮的越大。馬克思說过：“……肥力虽然是土壤的客观特性，但在經濟上它又常常和农业化学和机械学之发展程度有显著的关系，因之，也因这些科学的发展程度而变化。”*又說：“自然科学和农业发展，改变了土壤的丰度(即肥力)，土壤要素能立即被利用，是有賴各种手段的，这各种手段在自然科学和农学发展时都变化了”**。

由此也可以了解土壤有效肥力和科学技术水平的关系。其次，在一定社会制度下，产生一定性质的劳动，而一切科学技术都必须通过劳动才能影响于肥力。在资本主义制度下，一方面，农民由于地主和资本家的直接或间接的压迫和剥削，不可能發揮高度的生产积极性，在这种情况下，农民由于自己所处的地位，对土壤的耕作一般都不能有較好的影响。另一方面在资本主义經濟制度下，不可能建立起一种合于土壤管理原则的耕作制度。所以在资本主义制度下的农业劳动，不可能产生高度的土壤有效肥力。此外，在资本主义社会里，那些为资产阶级服务的所谓科学家門，在他们国家的土地上，看到生产力逐渐下降的现象就錯誤地創造了“土壤肥力遞減定律”。事实正如列宁曾經指出过的那样：“土壤肥力遞減法則是资产阶级学者們因为要蒙蔽资本主义者所給予农业的改进的阻碍而想出来的”。列宁又指出：“这个法則并非存在于自然界而是存在于资本主义世界伪科学者的头脑中，他們看到了土壤的肥沃性由于墨守成規的耕作，形成衰退，便从这里做出結論，这就是自然法則了。”***其实在合理的耕作制度下，土壤肥力不但不会遞減，而且还会不断提高。在这方面威廉斯在偉大的苏联社会主义制度下所創造的草田农作制，不但保持了土壤肥力，而且还使土壤肥力得到了进一步的提高，就是一个很好

*引自，資本論卷三，1950年版第604頁。

**引自，王亞南，郭大力合譯資本論卷三 656—657頁。

***引自，伊林著，齊思聞譯，被改造的本地 54頁。

的証明。

第四节 土壤的發生和發展

一、岩石的風化和母質的形成

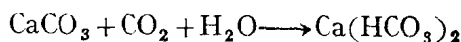
地球表面最初都是大塊的岩石,后来由于气候条件的改变,結合岩石組成上的差异,在温度、水分、空气以及生物的作用下,逐漸地使坚硬巨大的岩石遭到了破坏,变成了疏松的岩石碎屑。这个变化过程我們称之为風化过程。風化过程按引起風化作用的动力和性質,可以分为下列三类:

(一)物理的風化作用 物理風化的动力主要是温度。温度引起岩石破坏的原因有二方面,第一岩石是热的不良导体,在白天岩石表面温度升高很快,膨脹迅速。而内部温度的升高較慢,膨脹也少。内外部不同程度的膨脹,便使岩石表面發生細小的裂隙。在晚間温度降低,表層岩石迅速冷却,收縮很快,而内部岩石慢慢冷却收縮也慢,这样又使岩石表面發生另一种方向的开裂。由于温度長期交互变化的結果,表層岩石漸漸地粉碎而剝落了,这种現象也叫層狀剝落。在高山地区是很普遍的,如北京西山八大处一帶就可以很明显的看到这种現象。第二,岩石是由多种矿物組成,而各种矿物的收縮和膨脹都不相同,这样在冷縮热脹之間就在岩石内部發生了差异風化作用,而加速了物理風化的进行。

物理風化的动力还有:水結冰的作用,風的磨蝕作用,流水的磨擦作用等等。物理風化的結果产生了各种不同大小,都是多角的石礫和碎屑,这种变化只是体积上的改变,在化学成分上沒有变化(这是物理風化和化学風化的主要区别),但是,在性質方面却和原来的岩石有所不同,主要表现在对水与空气的关系上。空气和水可以在風化后的物質中流通,这就为化学風化的順利进行創造了条件,但物理風化所产生的岩石屑碎,並沒有保水性和毛細管作用。

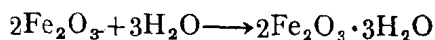
(二)化学的風化作用 化学風化的动力主要是水。任何一种矿

物都或多或少的溶解于水，一旦水中溶解了二氧化碳，就增加了各种矿物的溶解度，例如石灰是很难溶解的，但水中溶解有二氧化碳时，就变成易溶性的物質：



石灰 + 二氧化碳 + 水 $\longrightarrow$ 碳酸氫鈣

水除了溶解作用外，还能和許多矿物起化合作用形成一种新的物質，如赤鉄矿遇水以后便吸收三个水分子組成一种新的物質叫褐鉄矿。新的物質比原来的物質体积增加了 60%，結果使岩石成为易于崩潰的狀態。



赤鉄矿	褐鉄矿
体积100%	体积160%

化学風化的动力除了水以外，还有二氧化碳和氧气的作用，这里就不詳述了。

化学風化的产物和物理風化的产物有二点不同：（一）使岩石矿物的成分發生了改变。（二）由于化学的分解作用，作風化物質的顆粒变的更为細小，隨之而来的在性質方面也發生了很多質的变化，出現了透水性和保水性，在植物养料方面，也具有了一定的保蓄能力，但都是不穩定的，因而只能說具备了肥力的萌芽。

（三）生物对風化的作用 生物对岩石也可以引起物理的、化学的風化作用。如生物活动，分泌出很多的酸类物質，这些物質能加强岩石矿物的溶解度。其次植物的根对岩石起一定的机械破坏作用，使岩石崩碎。生物除了对風化作用有一定影响外，还在風化的基础上，对風化产物产生了成土的影响，發展了肥力，使風化产物开始走上土壤形成的道路。也就是說，生物作用参加到風化作用以后，就意味着土壤形成过程的开始。

岩石經過物理的、化学的風化以后，形成了一种新的物質，这种物質称为母質或成土母質。母質和岩石不同，由岩石發展到母質，出現了一定的透水性和蓄水性，这是与岩石本質上的区别，是肥力第一

因素(水分)發展的标志。但母質也不是土壤,因为土壤的基本特性是具有肥力,而母質只具备了肥力第一因素,几乎全部不具备肥力第二因素(养料),所以母質不是土壤。母質和土壤在养料方面的差异,可依下表說明:

母質和植物的养料对照表

养料元素	氮(N)	磷(P)	鉀(K)	鈣(Ca)	鎂(Mg)	硫(S)	鉄(Fe)
植物体含量%	1.459	0.203	0.921	0.227	0.179	0.167	0.083
岩石中含量%	0	0.100	2.40	3.77	2.68	0.03	5.49

土壤学附土壤地理学 23 頁 黃瑞采 1956 年

从表中可以看到,在植物体中含氮量很多,而岩石中却没有。我們知道,没有氮素,植物是不能生活的,所以母質不是土壤(关于母質和土壤之間的关系以后还要談到)。但母質的形成是具有很重大的意义,一方面是没有母質就不可能形成土壤,因为成土过程是不能脱离母質来进行;另一方面,母質本身也初步具备了对水分和植物养料元素的保蓄能力,所以它对土壤肥力是有一定的贡献。

最后,我們可以理解到,風化过程的结果是产生母質。而成土过程的结果是产生土壤。在意义上这两个过程是有区别的,但在时序上,几乎是同时并进,也就是風化过程一开始,生物就参加到里面去,而成土过程也就开始了。

二、成土过程的基本内容

(一)植物养料元素的地質学大循环是土壤形成的基础 岩石受到各种風化作用以后,岩石当中的各种植物养料元素,便由固体不溶解的状态轉变成成为可溶解的状态。这些溶解的植物养料元素,便随着水流到低地和海洋当中去,慢慢地就都沉积于海洋的底部,組成各种沉积岩(水成岩)。经过漫长的时间由于地壳的变动,發生海陆的变迁,而再自海底上升为陆地,这样,植物养料又回复到大陆上,再接受風化作用的影响而釋出养料,構成一个养料元素在自然界的循环,

由于这个循环所需要的时间極長,作用涉及的范围也广,所以威廉斯称之为植物养料元素的地質学大循环。

养料是構成土壤肥力两个因素中的一个,所以它由岩石中的釋出是土壤肥力發展的基础和前提条件,但是如果仅仅有地質学大循环則只能形成母質而不能形成土壤。因为地質学大循环所解放出来的养料不能在地面保留(或很少保留)和集中,因而肥力不能發展,所以土壤也就無法形成。但是它的出現是土壤形成的基础。

二、植物养料原素的生物学小循环是土壤形成的本質 除了地質学大循环外,植物养料元素尚有一个生物学的小循环。它是在生命現象出現于地球表面以后漸漸發展起来的

生物在地球表面出現以后,为了生存就必须用它們的吸收器官,选择地吸收一些由地質学大循环中从岩石里釋出来的养料元素,構成其自身的有机質,完成其生命現象。动物以植物性的有机質为食料,而人类又以植物或动物的有机質做为食料,分別組成自身的有机質来进行生活。当它們死亡以后,这些有机質又回到土壤里,組成土壤有机質。土壤有机質經過生活在土壤中的各种各样的微生物的作用,又將存在于有机質当中的养料元素再度釋放出来,供給下一代生物吸收利用,这样又形成一个循环。这个循环是通过生物作用来完成的,其作用的范围和时间一般都較短小,所以称之为生物学的小循环。

这样,我們可以清楚地理解到,只有生物的作用才完成了植物养料在母質中的保留和集中的任务,才使不具有完整肥力的母質,發展成为具有完整肥力特征的土壤,

这两个循环的关系,可以小結如下:

①地質学大循环是植物养料的基本循环,所历时间既長,作用的范围也广。而生物学小循环,則只是地質学大循环中一部分物質在陆地表面上的循环,时间較短,作用范围也小。

②这两个循环在方向上是相反的,即地質学大循环是养料元素

的釋放和損失,而生物学小循环是植物养料在母質中的累积和集中,在这里可以看到生物学小循环是肥力發展的主要环节。

③成土过程是生物在母質中积累和集中养料的过程,也就是說生物学小循环是成土过程的本質,但它是在地質学大循环的基础上进行的。假如沒有地質学大循环便沒有岩石的風化与养料的釋放,也不可能有生物学小循环,在这一点上,它們既矛盾而又是統一的。在理論上这样解釋,但实际上几乎是同时进行的。

三、土壤的發展是以生物为主导的各种

成土因素綜合作用的結果

成土过程的基本內容就是这样,但这一基本內容的發展是在所有与土壤有关的各种自然因素的綜合作用下进行的。对成土过程有关的自然因素:气候、地形、母質、時間、生物(包括人为活动),在土壤学上称之为成土因素。从上面我們已經清楚地知道生物在成土过程中是主要的。但,各种成土因素在土壤發展上也都起一定的作用,它們可以加速或延緩土壤的形成和發展。下面分別介紹各种成土因素的作用。

(一)地形 不同的地形重新分配了气候因素,所以在不同地形部位上,使水分、温度、植物养料、母質的机械組成和化学組成都發生了很大变化。威廉斯將地形分成以下几个部分进行研究:

地形部位	土壤情况
分水高地	質地粗,透水性强,蓄水力弱,水的供应不良,养料狀況不好,温度变化激烈。
上 1/3 坡地	質地稍粗,透水性仍强,蓄水力有所增加,养料狀況漸有改善,温度变化依然很激烈。
中 1/3 坡地	質地較粘,透水性差,蓄水性强,永久地下水出現,温度、养料狀況都好。
下 1/3 坡地	質地粘重,透水性弱,保水力强,水分供应充足,有时水分过剩,养料狀況良好。

从这样的分析,可以了解,不同地形的肥力狀況是不一样的,而植物生長情况和种类都要有所差异,所以也就影响土壤的發展。譬