

土壤学的研究范畴及其展望

熊 毅

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤是地球表面的疏松层。从地学角度看,土壤与大气、海洋、岩层一样,是一个自然体,土壤学应该是地学的一个分支;从环境科学角度看,土壤是人类生存的重要环境条件之一,工矿业发展不善等,可引起土壤污染,破坏生态体系则影响人类的生活和健康。所以,土壤学是环境科学的一个方面,生物学是研究生命现象与环境之间相互关系的科学,而土壤又是生态体系的重要组成部分,所以土壤学也可以说是生物学的一个分支;农学则把土壤看作是生产资料和劳动产物,从而认为土壤学是农业科学的基础科学。总之,土壤学是一门十分综合而又复杂的自然科学,涉及面很广,服务对象也多,研究的难度也大。土壤学是研究土壤中物质运动规律及其与外界环境条件、植物生长关系的科学。土壤虽是非生命体,但与生物的息繁衍息息相关。在应用方面,假如说绿色植物是生产生命能源的工厂,那么土壤就是生产生命的能源,为人类提供衣食之源的基地。

一、土壤科学研究的重要性

古人说“万物土中生”,土壤学是十分重要的。为早日把我国建设成社会主义强国,实现四个现代化是我们当前的重要任务。四个现代化中,农业现代化最为艰巨,与国外的差距最大。要实现农业现代化,必须重视土壤学研究。我们怎样来理解土壤科学在国民经济建设中的重要意义呢?可以从以下四方面来看。

第一、土壤是重要的生产资料 农、林、牧业的发展都离不开土壤。其他如工业、医药、交通、水利及国防都需要土壤科学知识。“有土斯有粮”,有了肥沃的土壤,才能有好的收成。人类生活的衣、食、住、行都要依赖土壤。目前我们还不能脱离土壤进行大规模的农、林、牧生产。土壤利用是否合理,土壤是否越种越肥,这是科学种田的标志,也是农业科学水平的反映。很多国家成立专门机构或制订相应的法律,保护土壤资源,保证因地制宜和用养结合地利用土壤,那种只顾眼前,不顾长远地破坏土壤资源,降低土壤肥力,是社会主义国家所不允许的。

第二、土壤是陆地生态系统的重要组成部分 陆地生态系统包括草原生态系统、森林生态系统和农田

生态系统。土壤的生成发育是自然环境条件和人类活动综合影响的结果。从生态系统的角度来讲,土壤随生态系统的发展而演变,同时,土壤的变化又影响生态系统的发展。所以,土壤是陆地生态系统的重要基础。土壤是生态系统中的一个成分,又是一个独立的亚生态系统。要建立高产、稳产和优质的农田就必须有一个良好的土壤生态系统。

第三、土壤有多种多样的类型 土壤是运动变化的,土壤内在性质的变化密切受外界条件的影响。土壤不仅有它自己的特殊成土过程,而且还有不同的发展阶段。所以,土壤的类型多种多样,性质复杂多端,各地分布的土壤差异很大,就是在一块地上也可能存在着不同的土壤。不同的土壤需要不同的农业措施,外地的先进经验不能生搬硬套,要看自己的土壤而定,要因地制宜。各地土壤的类型多种多样,充分说明土壤工作在农业生产中的重要性和复杂性。

第四、土壤是比较容易调节和控制的 土壤中有大量的胶体和微生物,并有各种团聚体和孔隙组成不同的结构。胶体的吸附和释放作用,微生物的分解与合成过程,结构体的通透性和保蓄性能,都可使土壤对其肥力因素产生自身调节的功能。土壤中的活性是和粘粒、腐殖质分不开的,没有土壤胶体,土壤不会有这样巨大的活性,没有大量的生物特别是微生物群落,不可能影响有机质和腐殖质的变化,调节养分的供应。土壤组成是运动变化的,土壤性质是可以经过人为措施而改变的,耕作、施肥、灌溉可以协调肥力因素之间的关系,解决作物与环境间的矛盾,也就是人为的控制作用。

从上面几点来看,土壤学的重要性是十分清楚的。

二、土壤学的重大研究问题

土壤学的研究问题很多,我现在谈五个重要问题。

第一、科学地认识土壤 认识土壤不是一件容易的事,特别是科学地认识土壤。土壤有各种类型,其

注:本文系1980年1月4日在土壤研究所土壤训练班上的讲话。

环境性质都不一样,改良利用也不一样。要科学地认识土壤必须运用地学、物理学、化学、生物学的手段,才能满足我们的要求。我国土壤不仅南方和北方,东面和西面不一样,高山低地不一样,甚至一块田也不一样。

要真正认识土壤,必须宏观研究和微观研究相结合,所以我们有土壤地理这一学科,研究土壤的发生和分布规律;又从物理、化学和微生物学来研究每一个土壤的理化生物特性;最后根据环境条件、成土过程和土壤属性来进行系统分类。这样才能科学地认识土壤。

每一类土壤的粗细不同,物理化学性质不一样,矿物质和有机质以及微生物的状况都不一样。我们凭藉当前的技术手段已深知其复杂性,今后测试技术日新月异,我们对土壤属性的认识将更为深刻。

土壤环境条件和成土过程,一直到现在我们还不能说已经研究清楚了。土壤分布规律和土壤制图虽然已经有很大的进展,但仍然不能说已经完善,目前还没有一个十分满意的分类系统。

因此,科学认识土壤的工作已在进行,但希望更深入、更系统,这就需要我们下一番苦功。

第二、合理利用土壤 我们有丰富的土壤资源,这是发展农业的最好条件。我国土壤资源有三大特点:一是土壤类型众多。二是山地土壤多,纵横南北的山地丘陵土壤占65%。三是耕地面积小,占总面积的10%,而耕种历史悠久。

如果我们只从种植业角度出发,那么看到的只有不到十五亿亩耕地;假如我们着眼于大农业,那么除了现有耕地以外,还有四十亿亩草原,近二十亿亩森林和大面积的宜林地。我们常说“人多地少”,这实际上是小农经济的思想,只看到现有耕地这个局部,而没有看到丰富的土壤资源的全局。我们应当说“人多地多”,一定要向九百六十万平方公里的土地进军,充分利用这个生产生物能源的基地。

但是,每个土壤类型都有它各自的性质和土宜,有的宜林,有的宜牧,有的宜农。如果不根据土壤特点而盲目毁林开荒,不管土壤条件而滥垦草原,土壤利用不合理,必将破坏生态环境,而使自然灾害愈来愈频繁、严重。在我们的现实生活中水土流失加剧、沙漠扩大的惨痛教训是值得我们严重警惕的。

土壤利用必须因地制宜,农、林、牧、副、渔全面发展。实现农业现代化,不仅要考虑粮食增产,还要考虑肉食的增加。我们要提高农、林、牧产品的数量和质量,改善食物结构,为提高人民生活 and 体质而努力。

为了发展农业生产,扩大耕地面积也是一个重要

途径。但是扩大耕地应该是从开发荒地着手,而不是把草原、林地改成耕地。一般人并不愿意开垦真正的荒地,因为土地之所以荒,大多数是因为土壤条件不好,在开垦利用时就有艰巨的土壤改良问题。从我国当前情况来看,首先应是合理利用土地,其次才考虑大面积开荒。

第三,低产土壤改良 为了提高我国粮食产量,我们不能只着眼于小面积的高产再高产的田块,而应致力于大面积低产变高产的土地,这是农业方面的一个战略决策问题。目前我国粮食生产水平不高,关键之一是大面积低产土壤中的限制因子拖了后腿。例如北方的盐碱土和南方的瘠薄红壤以及低湿沅田,严重地限制着农业生产的发展,必须分别情况,因地制宜地采取措施加以改良。低产田的障碍因素得到改良后,产量可以大幅度的增长。而高产再高产需要条件更高,成本更大。

据估计,我国十五亿亩耕地中,大约有三分之一亩产低于平均水平以下,其中很大一部分就是由于缺乏足够的肥料。目前我国农田施用的化肥每亩只有12斤(按养分计),而据联合国粮农组织(FAO)统计,1976年西欧平均施肥水平为24.5斤,日本57斤,荷兰为101斤,对比之下,我国施肥水平还是很低的。从很多地方看,化学化比机械化更加迫切。我国肥料生产水平低,分配和使用又不尽合理,在高产地区过量施用化肥,不仅降低肥料的经济效益,甚至还引起污染。如能把有限的肥料施在大面积缺肥土壤上,其经济效益肯定比集中施用于小面积高产田上要好多。如果五亿亩低产土壤通过增施化肥、科学种田,使亩产增加200斤,那么即可为国家每年增产一千亿斤粮食。

低产田改良要发挥人的主观能动作用,改良措施要符合自然发展规律,不得破坏良好的生态平衡,否则将引起严重的不良后果。例如在改良东北三江平原沼泽土时,只考虑排而未重视灌,疏干以后出现干旱;华北平原只灌不排曾引起严重的次生盐碱化;南方在水利化以后,由于排水条件没有跟上,出现了水稻土次生潜育化。这些都是改良措施不当,违反了自然规律,破坏了原来的生态平衡,新的生态平衡又没有建立起来,土壤不但没有得到改良,反而退化。土壤利用要因地制宜,不能“一刀切”,土壤改良和土壤利用一样,也要因地制宜,对症下药,不能“一刀切”。

第四,土壤肥力的保持和提高 土壤肥力是一个动态的过程,土壤可以种好,也可以种坏。所以,土壤必须用养结合,愈种愈肥,决不能降低土壤肥力,引起土壤退化。土壤肥力不只是养分的含量和供应,水分、空气、土温及其物理性质、化学性质和生物性质,凡足以影响作物生长发育的土壤性质,都包括在肥力

范畴之中。肥力是作物生长的基础,没有肥沃的土壤,就不可能得到稳产高产。所以在耕种时要培肥土壤。

从大面积土地来看,我国农地的土壤肥力水平有待提高。华北平原土壤一般含有有机质只有百分之一以下。就拿高产的太湖地区来说,高产水稻土的有机质含量也只有2.5—3.5%,而条件相似的日本水稻土有机质含量约在3.0—5.0%之间,这是值得注意的问题。

有机肥不足不仅影响作物的养分供应,而且使一系列的土壤性质恶化。有机肥料是改土培肥的重要物质基础。我们应该充分利用我国丰富的石油、煤炭、沼气、天然气,逐步代替农村的传统燃料——秸秆,使半数以上的秸秆能够回田,这是提高土壤肥力的一项重要措施。

精耕细作有重新考虑的必要。目前国外免耕、少耕法已取得了成功的经验。从我们土壤所在苏南地区做的免耕、少耕试验的结果来看,产量并不低于原来的耕作方法。今后应该在国内开展这方面的试验研究。

目前我国化肥不足,施肥方法也不甚合理。不同土壤和不同作物所需要的化肥品种和数量是不相同的,应根据土壤类型、作物种类和耕作制度,建立合理施肥的制度。我国较适合的 $N:P_2O_5:K_2O$ 的比例大约为1:0.7:0.2,而目前化肥生产比例为1:0.28:0.001。氮磷钾比例很不平衡,严重影响养分协调供应,从而影响氮肥肥效的发挥。所以,大力发展化肥,特别是磷钾肥对农业增产具有很大意义。

第五,创建良好的土壤生态系统 生态系统是研究地球表面生物与非生物相互关系的科学。土壤生态系统是研究环境条件、土壤肥力和植物生长三者的相互关系。土壤学的研究,土壤肥力的提高,最终要落实到农业生产上。也就是要创建一个良好的土壤生态系统,为农、林、牧、副、渔的发展准备条件。

首先我要谈农田基本建设与生态系统的关系。农田基本建设必须具有生态系统的观点,创造一个稳产高产的土壤生态系统。平整土地、修筑梯田是农田基本建设的重要工作,但不是唯一内容。完善的农田基本建设,除整治土地之外还要兴修水利,改良土壤,提高土壤肥力,其它如植树造林,建设草场,发展养殖业,也应该是农田基本建设的重要内容。农田基本建设的每一项措施都必须符合自然发展的规律,建立良好的生态系统,决不能因为兴修水利而使土壤遭受盐渍化或青泥化,也不能因为修筑梯田而加剧水土流失,更不能因强求地块方正,而打乱自然排水系统。破坏森林,滥垦草场,破坏生态系统更为不许。

其次要谈农作制与生态系统的关系。先进的农作制是“以地力争天时”的一种手段,是增加粮食产量的

重要途径之一。但是先进的农作制必须符合因地制宜,用养结合的原则,以达到保持和提高土壤肥力,建立良好的生态系统。没有良好的土壤生态系统,就没有争取高产稳产的物质条件。

我国北方地区的旱地,限制农业生产的主要因素是墒情不足和有机质欠缺。良好的农作制应当围绕这个问题来做,增种绿肥,用地养地相结合,不能片面追求复种指数,把“间套”作为农作制的唯一内容。我国南方诸省多在低平地区种植水稻,一些地区由于没有重视排水工程的修建,稻麦两熟的麦田早就存在渍害,在这样的排水条件下,发展麦稻稻和绿稻稻双三制,更增加土壤泡水时间,使土壤耕层下部出现滞水的青泥层,即次生潜育化,不仅影响水分渗透和养分的释放及移动,并常因耕种不适时,烂耕烂耙而造成土壤僵板。

不同土壤和不同作物对土壤肥力的要求是不同的,随着农作制度的改革和要求产量的提高,对土壤肥力提出新的更高的要求。原来限制农业生产的某些土壤因素并不明显,而今突出了;原来土壤中并不缺乏的元素,现在缺乏了;某些微量元素也显示出它的作用来。事物随着环境的变化而变化,限制农业生产的土壤因素不仅因时因地而不同。由于产量要求更高,农作制度改变,肥力因素随之改变,土壤生态系统发生变化。所以,必须坚持用地养地相结合的原则,正确处理耕作制度与土壤肥力的辩证关系,建立良好的生态系统。

三、土壤学研究的展望

为了赶超世界先进水平,早日实现四个现代化,我认为我们的土壤科学研究可以从三方面着手:(1)加强理论研究;(2)发展边缘学科;(3)引用现代技术。

1. 加强理论研究 我们必须加强土壤科学的理论研究,充分认识土壤。只有基础理论方面有了重大突破,才能推动整个土壤科学技术向前发展。从历史上来看,土壤科学基础理论的每一次突破,都对农业生产产生巨大的推动作用。例如十九世纪中叶矿质营养学说的创立;十九世纪后期豆科植物固氮机理的阐明;二十世纪初期土壤发生学的建立,都引起了农业生产的飞跃发展。

目前我国土壤科学的理论研究还不够扎实和深入,特别是土壤物理和土壤生物的研究都应当加强。在近年来的学科规划中,我们提出两个重点理论课题,一个是土壤肥力实质的研究,一个是土壤分类系统的研究。目前全国各地都在积极开展这两方面的工作,如在理论上有所突破,必将推进土壤科学的前进。

2. 发展边缘学科 近二十年来,由于现代物理学、化学、生物学和技术学科的发展和渗透,土壤学

亦得到很大的发展,且有日益加速之势。我们现在对土壤的认识已经比过去深刻多了!土壤组成不是简单地机械地混合在一起,而是相互联系、相互制约、构成一个统一体。因此使土壤千变万化,形成复杂的特性。由于现代化学、物理学的渗透,土壤胶体的研究也得到发展。土壤胶体的组成直接影响土壤的复杂性质。胶体的颗粒细,表面积大,并且带有不同的电荷,因此,土壤和溶液中的离子产生复杂的交换、吸附、扩散等作用。土壤学不仅因为其它学科的渗透而得到发展,在土壤学科中发展边缘分支学科也对土壤学的发展有极大的推动作用。如土壤植物营养化学、土壤地球化学、土壤环境保护、盐碱土的发生和改良、土壤生态系统等等。土壤是环境条件综合影响下的产物,同时又是生物赖以滋生的基地。所以土壤是陆地生态系统的重要组成部分。近年来,由于环境科学的需要,促使生态学的发展,这对土壤学的研究也有很大的推动作用。

3. 引进新技术 新技术的引进可以推动土壤科学的迅速发展。当爱克斯射线衍射仪在土壤学研究中应用以后,证实了土壤中含有各种不同的层状硅酸盐,最近又应用现代化学技术研究各种形态的氧化物。有机质和有机无机复合体是比较难以研究的,但由于色谱—质谱联用仪、核磁共振谱仪、顺磁共振谱仪在土壤学研究中的运用,促使了土壤有机质和有机无机复合体研究的进展。最近,电子探针和扫描电子显微镜技术可以确证离子嵌入土壤晶层和植物根系吸收营养离子的状况,以及土壤胶体对离子的选择吸收。

这几年来,由于广泛采用遥感技术和现代化测试技术,不但使土壤调查制图速度加快、精度提高,而且加深成土过程的研究和对土壤属性的了解,从而推动土壤分类的发展。不仅如此,遥感技术和现代测试技术的应用,还可对地球上不同气候带的土被结构、土壤中元素迁移积累过程和肥力实质及其提高的途径开展系统的研究,并取得规律性的认识。

目前,国际间十分重视土壤动力学的研究,预测预控的工作已经开始。在土壤水分方面,已广泛应用能量观点和数学方法定量地研究水分运行的规律,对某些土壤已提出较精确的数学模式,并根据水分运行势能变化,应用电子计算机自动控制土壤水分。在养分供应方面,利用信息系统指导施肥已经开始,首先要掌握许多肥力因素的基本参数和因素之间的相互关系及

其对某一作物产量的影响。并利用这些数据编成计算程序。然后,针对某一地区的土壤的分析结果,向土壤信息系统询问,由信息系统进行检索、换算,提出施肥的方案。所以,广泛地实现土壤养分的预测预控也不是遥远的事情了。

* * *

看看国际土壤学发展的动态,再对照我们的工作,差距的确很大,在理论上和技术上我们都落后了!但是,我们不能妄自菲薄,我们有我们的特点,有我们的长处。我们可学习国际上的先进理论和技术,走我们自己的路,我们的土壤科学一定能够进入世界先进行列,为实现四个现代化作出贡献。展望不远的将来,我们应该能够做好下面三件事:

第一,深入地认识土壤 我们要应用现代物理学、化学、生物学的知识和现代技术手段深入研究土壤理化生物属性,并把这些属性归纳到土壤分类系统中去。有了各种参数,有了完整的对生产有指导意义的分类系统,才能因地制宜地利用和改良土壤,分区合理施肥,应用遥感技术和电子计算机,建立土壤信息系统。

第二,研究土壤、环境条件和植物生长间的相互关系 这是个十分重要而又非常复杂的问题。如不分别研究不同土壤与不同作物间的关系,就很难使低产变高产,更难使高产再高产。所以,要把宏观和微观的研究结合起来,加强肥力诸因素及其相互关系的研究,探索土壤肥力和植物生长的关系。自然环境条件和人为措施都会影响土壤性质的变化和植物的生长,我们要把土壤、环境与植物三者联系起来,开展土壤生态系统的研究,以便建立良好的农田生态系统。

第三,开展土壤预测预控的工作 这是土壤科学现代化的一个标志。我们期望在不久的将来,能人为地控制土壤,做到定向培育。这就要求加强土壤基础理论的研究,摸清土壤内在变化规律及其与环境因素和植物生长的关系,取得有用的参数,以便应用遥感技术及电子计算机技术,达到预测预控的目的。目前可先从水肥预测预控着手,以后再发展到土壤改良和培肥。为了早日实现土壤的预测预控,要从速装备并培养技术骨干。

以上三条,要求并不高,我们应当办到,我们一定要办到。