

土壤条件与植物生长

〔英〕E. W. 腊塞尔 著

科学出版社

土壤条件与植物生长

〔英〕 E. W. 腊塞尔 著

譚世文 林振驥 郭公佑 譯
須湘成 郭鵬程 勞家楨

譚世文 郭公佑 校

科学出版社

1979

内 容 简 介

本书根据原著 1973 年第十版译出。

本书是论述土壤条件对植物生长的影响方面的一本专著。内容共十八章，分别从土壤的化学性质、生物学性质和物理学性质等各方面与植物生长的关系作了论述。在化学性质和生物学性质方面阐述得尤为详细。最后几章论述了土壤形成与分类以及土壤的耕作原理。本书以脚注的形式列举了丰富的参考文献。

本书可供农业科技工作者、农业院校师生参考。

E. W. Russell

SOIL CONDITIONS AND PLANT GROWTH

Tenth Edition 1973

土壤条件与植物生长

〔英〕E. W. 腊塞尔 著

谭世文 林振骥 郭公佑 译
须湘成 郭鹏程 劳家桢

谭世文 郭公佑 校

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1979 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1979 年 7 月第一次印刷 印张: 41 3/4

印数: 0001—13,630 字数: 956,000

统一书号: 13031·993

本社书号: 1402·13—12

定价: 4.25 元

“土壤条件与植物生长”研究的 进展情况(代译序)

李 庆 逵

(中国科学院南京土壤研究所研究员)

《土壤条件与植物生长(第十版)》(Soil Conditions and Plant Growth, 10th ed. by E. W. Russell)一书, 于 1973 年在英国出版。现在这本书已经由沈阳农学院译成中文。科学出版社在付印之前, 叫我写一篇序言。我虽然没有读过译稿, 但是对沈阳农学院同志通过艰巨、耐心的劳动, 终于完成这本巨著的翻译工作, 使它能供对于英文还不十分熟谙的农业工作者参考, 是值得祝贺的。1978 年第 3 期的《土壤农化(参考资料)》中(中国科学院南京土壤研究所编辑), 曾经刊登过一篇书评, 对这本书做了比较全面的介绍。因此在这篇序言中, 对于原书的内容, 不再做任何评介, 以避免重复。

第十版的《土壤条件与植物生长》是 1973 年出版的, 虽然书中所引用的文献几乎都是七十年代以前所发表的, 但是这本书经过多次的修改和补充, 对于过去研究成果的总结是很全面的, 到今天依然是农业科学工作者一本很好的参考书。

1971 年以后, 在土壤肥力和植物营养的研究上又累积了不少的资料。特别是由于新的科学技术的应用, 改变了生物科学和地学方面的研究方法, 使这门科学在理论上和应用上都有了新的进展。这篇序言的目的, 希望能把 1971 年以后在有关“土壤条件和植物生长”方面的研究方法的改进和新的研究成果, 扼要地加以介绍, 作为译本的补充资料。因此, 序言的内容便很难有连贯性, 也不求全面。个人知识有限, 遗漏和错误之处一定不少, 请读者批评指正。

一、历史的回顾和展望

这本书的原著者 Sir E. J. Russell, 长期以来是英国 Rothamsted 试验场的领导人, 第一版在 1912 年问世时, 是生物化学方面的一篇讲义。在 1921 年的第四版中作了比较多的补充和修改。从第八版起由原著者责成他的儿子 E. W. Russell 编写, 他在八(1950)、九(1961)两版中, 做了很多的修改和补充。

这本书在 1912 年(第一版)是一本只有几十页的生物化学讲义, 到 1973 年(第十版)已扩展成为 810 页的巨著, 内容包括土壤化学、物理、矿物、生物性质和植物生长的关系, 也涉及到土壤发生分类和耕作方法的知识。是农业科学和土壤学方面一本比较全面, 同时也能够反映近代科学技术发展的参考书。当然, 就某一个专门问题来讲, 一本内容这样广泛的参考书, 是不可能象专题论文那样的深入。作者在序言中也指出, 现代化学和物理科学知识已经应用于土壤和植物生长关系的研究上, 而要定量地阐明这个关系, 必须有较好的高等数学基础。但是对于这一点, 不可能要求每一个农业科学工作者都做到。因此, 在这方面书中仅叙述研究的结果, 而没有引用物理学或物理化学上的推导过程。

这本书从第一版到第十版先后相距六十多年，内容的变化很大是理所当然的。尽管如此，第一章绪言——《历史的回顾》，就我们所看到的第四版(1921)和第十版相比较，几乎可以说是维持原状。在这一章中，E. J. Russell 全面地追溯了这门科学的推进过程。他从十七世纪早期 Van Helmont 著名的柳条盆栽试验说起，当时认为植物的生长发育只是依靠水就可以了，逐步地讲到十八世纪内植物营养学说的进展。作者非常推崇 Baus-singault 和 Liebig 的工作。认为他们奠定了现代农业化学研究的基础。以后人们通过绿肥轮作，认识到豆科植物对增进土壤肥力的影响，直到十九世纪的最后十年，Hel-riegel 才肯定了根瘤菌的作用。这样，在进入二十世纪，关于土壤条件与植物生长方面的研究，已经具备了一个比较完善的轮廓了。E. J. Russell 在追溯土壤条件与植物生长的历史中，充分体现了他本人在这方面的学术思想。如果把这一章和 Priyanishnikov 在《农业化学》一书中的序言相对照，我们可以看到在很大的程度上，两个人的观点是比较一致的。

今天就全世界农业问题来看，我们当前的任务是非常艰巨的。在 1978 年的第十一届国际土壤会议中，联合国粮农组织对于世界土地资源的生产潜力做了估计(见 1978 年，十一届国际土壤会议报告第二卷 314 页)，在过去 20 年中(1957—1977)，世界耕地面积增加了 1.35 亿公顷，约相当于今天总面积(15 亿公顷)的 9%。但是在同一个时期内，世界人口却从 28 亿增加到 40 亿，人口增加的百分比远远超出了扩大的耕地。我们所增加的人口，其消费的粮食，主要是依靠提高单位面积的产量，改进我们的耕作制度。以施用肥料为例，1957 年的化肥用量相当于 24 百万吨的植物养分，而 1976/1977 年度的用量增加到 8 千 8 百万吨。集约耕作对于增加粮食起了主要作用。估计在最近一段时期内，人口增加和扩大耕地面积的不平衡趋势，还会继续下去，我们在提高土壤肥力，增加单位面积产量方面，面临着艰巨的任务。

当然，世界上还有不少可供开垦的土地，但是它们分布比较零星，要供农业生产用，往往需要较好的技术措施和较大的投资。寒温带的农业生产受着积温和平均温度的限制。在小麦出口的记录上，1977 年加拿大占世界的第二位，但是北美洲增产粮食的潜力是非常有限的(积温为 900°C ，年平均温度为 5°C)。欧洲和亚洲寒温带的耕地面积约为 2.75 亿公顷，这个地区年积温为 1200°C ，平均温度为 10°C ，主要的土类是灰化土、灰色森林土和黑土，这个地区的增产潜力是比较大的，1977 年瑞典小麦的平均产量已经达到每亩 660 斤。

中温带供应世界上 35% 人口的粮食，大部分地区的降雨量和生长期都能满足作物生长的要求，这个地区目前的平均产量仅为已知最高产量的五分之一，以水稻为例，高度工业化国家的产量平均为每亩 800—900 斤，而发展中的国家仅为 253 斤。这是当前世界中粮食增产潜力最大的地区。

干旱地区大约居住着世界上四分之一人口，灌溉、盐土改良、风蚀防止，合理施肥等，是主要增产的措施。热带多雨地区在合理的耕作制度和开垦方法的条件下，还有一定面积的土地可以开发。但是就非洲来讲，刀耕火种还占相当的面积，该区雨量虽多，但是季节性分布是很不平均，在轮作、灌溉、施肥和其他农业技术措施上我们有大量的推广和研究工作要做。

在土壤肥力和植物生长的研究上，我们虽然继承了前辈的大量成果，但是要满足当

• x •

前农业生产的需要,要在理论上突破一些关键性问题,我们的研究工作,较之前人将更为艰巨,这点将在最后一节中另行说明。

二、土壤学和植物营养学的进展

(一) 生态学的发展

生态系统是一门研究地球表面生物之间以及生物与非生物之间互相关系的学科,着眼于综合自然体的形成机理及演变。自然界是由非生物因素(如气候、岩石、水、土、光、热等)与生物因素(动物、植物与微生物)组成的。彼此之间相互依存,相互制约,构成一个有机的生态系统,一个因素发生变化,其他因素也发生变化。生态系统研究今天已经从“土壤条件与植物生长”的基础上发展起来,我们称它“农业生态学”。

土壤是生态系统中的重要组成成分之一,其生成发育是自然因素综合影响的结果。从生态系统的角度讲,土壤随生态系统的发展而演变,同时土壤的变化又为生态系统的演变打下基础。所以有人认为土壤是陆地生态系统的重要基础。在整个农业生态系统中,土壤是主要生态结构之一,包括土壤中的物质转化、生物代谢、根系的土壤营养机制以及土壤温度、水分、空气的变化等。植物生长是另一方面,包括光合作用、蒸腾作用、营养物质在植物体内的转化等;此外,从宏观的角度来看,决定生物气候带的是气候因子,如光照、热量、温度、雨量等;至于耕作制度、栽培技术、品种培育、施肥、灌溉等,是我们控制生态因子的手段。当然在山地、草原等地区,还涉及到农林牧综合利用时的生物物质循环。农业生态系统研究的最终目的,是为了使大自然能为我们提供最高的产量,同时也能保护我们的土地资源不至于趋向衰竭或受到破坏。

农业生态系统的研究,显然包括宏观和微观两方面。Russell 在书中所提到的各个章节,不仅直接有关农业生态系统的研究,并且是这门科学的基础。但是,生态系统的概念,把“土壤条件和植物生长”的研究范畴加以扩展了。

技术科学的发展使“土壤条件和植物生长”的研究方法有了较大的改变。这样使研究工作的广度和深度都有进展,下面我们就这方面情况做点介绍。

(二) 遥感技术和信息系统在土壤学研究上的应用

早在五十年以前, E. J. Russell 在这本书第四版第一章绪言的最后一段中,已经指出现代土壤科学的发展,将着重在田间条件下进行土壤肥力和植物生长方面的综合研究,涉及到多种可变因子的综合分析,这样便必须借助于数学方法。现在看来,他的见解是正确的。但是信息系统在土壤学方面的应用,为数学方法开拓了一个新的远景。

应用黑白航空照片,根据反映于照片上的光谱特性来鉴别土壤性质,这类工作在四十年代中期已经开始了。但是直到七十年代,才有人把人造地球卫星(或飞机)和电子计算机相结合,分析多谱线的扫描数据(Macrospectro scanning),以鉴别土壤有机质、土壤质地、土壤水分等参数。例如在美国根据陆地卫星的遥感资料,已经可以区分土系,绘制 1:20,000 的土壤图。他们还利用电子计算机,把这类土壤详图简化成为 1:281,600 的土壤概图。

加拿大的遥感中心,做了土壤水分的遥感研究。他们认为现有许多测定土壤水分的方法,大都是只能表达局部地区的土壤水分变化,当用于大面积土地的水分分布情况,及其季节性变化规律时,便很难达到这项要求了。如果在地面上,测定若干数量的水分

控制点,再利用遥感技术把整个地面的水分线谱摄制下来,和控制点上的数据相对照,那么便可以根据遥感技术所测得的谱线资料把间隔很大的地面控制点之间的水分情况填补起来,以完成大面积地区的土壤水分分布图。应用卫星测定土壤水分的方法包括“可见光”、“近红光(反射)”、“热红外(辐射)”以及“主动或被动的微波法”,以主动微波法及热红外辐射法为重点。应用后两种方法可以测定大面积裸露地面、植被覆盖下的地面以及农用土地的土壤水分含量及其分布。

(三) 遥感技术和信息系统在植物生长上的应用

在 1970 年前后,电子计算机就已经应用于耕作制度和施肥方法等的研究。电子计算机能将大量的土壤肥力、植物生长以及有关的环境条件的数据进行贮存、检索、加工等。电子计算机结合遥感技术,便可以比较正确地估计大面积的作物产量。例如在小麦生长的早期(一般在抽穗以前),用飞机摄取几次照片,应用多谱线的扫描技术,可以鉴定小麦早期的某些参数,如蛋白质、干物质的含量和其他生态因子。他们有长期的(几十年)气象记录,并且掌握着这个地区气候变化与小麦产量相互关系的记载。这些资料都贮存在数据库里。把上述参数编成计算程序,便可以按照当年的测定数字,估计这一年的小麦产量。根据美国、加拿大的报道,由遥感方法结合信息系统的计算结果,其正确度在 90—95% 以上。今天这项工作在荷兰、法国、美国、加拿大等都在进行。

应用土壤信息系统来指导作物及林木(马来西亚橡胶树)的施肥,在 70 年代初期已经有所报道。对于土壤基本参数的要求,通常包括表土的质地和厚度、酸度、土壤水分特性、排灌条件、有机质含量、有效性磷和钾等,以及这些因子和某一特定植物生长的影响。利用上述参数编定计算程序,便可以在一定地区内利用土壤养分的测定结果,来求得施肥方案。这样利用信息系统来指导施肥或控制排灌措施时,首先要累积许多必要的参数,再把这些参数编好计算程序。因此,在一定的土壤区域以内,对于土壤的水分条件,有效养分等等数据,必定要引用一个适当的分析方法来检定,而这些分析数据,以及数据间的相互关系对于某一特定植物的生长影响,又必须通过农业实践或田间试验来确定。只有具备了上述基本条件,土壤信息系统才能用于施肥的指导。在这个问题上,我们曾经多方面和国外土壤学者讨论,总觉得他们的意见不很一致。估计土壤信息系统要切实的能为农业生产服务,可能是有条件性的,而且针对于某一个具体的问题上。

(四) 耕作制度改革中的土壤农化问题

最近十年左右,少耕法(或免耕法)的推广是耕作制度上一个重大的发展趋势。少耕法首先是由美国创导的,目下加拿大、澳大利亚、欧洲大陆和苏联等都在研究和推广,推广面积最大的是美国中西部的玉米带。归纳一下少耕法的优点,大约有三方面:首先是减少水土流失和风蚀;其次是节省劳力和动力。当农业机械化以后,在整个耕作系统的动力消耗中,耕田、翻田、整田的动力约占 40%;第三是保持土壤的良好耕性。农学家都承认,适当的耕作能改进土壤的物理性质,为土壤养分和水分创造良好的有效条件,但是目下的耕作方法已超出了必要的限度。少耕法是以多种农业技术措施,包括茎秆还田、合理轮作、化学除草等,使机械耕作减少到最少的必要限度。这里不介绍少耕法的具体措施,但是这项耕作制度上的重大变化,势必在土壤科学和植物营养科学上引起许多新的研究问题。

1978 年十一届国际土壤会议上,本书作者 E. W. Russell 在《农田土壤恶化问题》的报告中,就提出了有关茎秆还田方法的讨论。他回顾了历史上农田土壤衰竭的教训,特别

强调在前作收获以后,到后作播种以及幼苗成长这段时间内耕作方法及管理技术的重要性。他认为旱地土壤的水土流失、有机质分解、结构变坏等不良因素大都在这段时期内发生的。Russell认为较好的方法是尽可能把前作的残留物保留在地面上,形成一层有机幕。他不主张把有机体翻到0—15或0—20厘米的表土中。至于地面覆盖对于后作幼苗的生长是否有不良影响,例如:覆盖物质的分解产物是否会抑制幼苗的生长,覆盖是否会加强虫害等问题,都还在研究中。很明显,少耕法的推广要因地制宜,有它一定的推广条件,但是深耕、深翻这类措施,在一般机械化的耕作制度下,很少有人赞成这样做的。

应用化学除草剂成为少耕法的必要措施之一。因此化学农药的毒害、残留,以及土壤胶体和土壤生物性质对于化学农药的作用等,便成为“土壤条件与植物生长”研究上的重要问题了。

(五) 高产水平的突破以及肥料品种的演变对于土壤农化研究的影响

第十版《土壤条件与植物生长》一书中,有大量的研究资料,依然是以早期的作物产量为基础。例如:1930—1940年的试验结果,小麦一般产量大约为每亩270斤,红三叶草的干草产量为每亩600斤。在高肥处理的试验田上,小麦约为每亩500斤,水稻730斤。和今天的高产品种相比较,相差是很远了。当然这些试验资料在基本原理上还是有很大的价值,但是高产作物引起了许多新的耕作施肥方面的研究问题。书中所列举的施肥水平作为对于土壤有效养分供应的要求(包括氮磷钾和次要的营养元素)以及营养元素之间的相互关系,和今天的情况,已经有较大的出入。

新的化学肥料品种的应用对于土壤中养分转化,以及根系营养机制引起了一定的改变。在过去的试验中,硫酸铵和过磷酸钙一向作为标准化肥来对待。今天硫酸铵除了炼焦工业的副产品以外,实际上已经是一种淘汰了的化肥品种,尿素成了通用的氮肥。但是尿素在土壤-植物营养化学上的反应,在某些方面和硫酸铵有很大的差别。

过磷酸钙也逐渐地为浓缩磷肥所代替。今天,磷酸铵、硝酸磷肥是比较通用的复合肥料。在高度工业化的国家里,肥料日益朝浓缩方面来发展,液氨、氮、磷、钾液体肥料和悬体肥料的生产和应用,使这方面的研究工作有了迅速的发展。

长效肥的研制和试验已经有了三十年上下的历史。在这本书中对于异丁叉脲、脲醛以及硫磺包被粒肥等的长效肥,都有了简要的介绍。至于1971年以后在水稻、旱作、经济作物及牧草上所开展的大量长效肥的有效条件和后效方面的研究,是本书出版以后的事情了。

(六) 土壤污染和植物生长

最近十年以来,环境污染问题日益为人们所重视,而土壤污染的防治,也列为现代农业科学研究上的一个专门课题。关于这一点,Russell书中并没有提到。

感到污染威胁最为严重的是分布在工业城市附近的土壤。例如,从工厂排出来的二氧化硫以及为量较少的氧化氮,已经成为工业区附近土壤酸化的重大威胁。美国东部和北欧的某些工业区附近的农田土壤,其酸度已经降到pH 4—5之间。我国兰州工业区附近的果园、农作物和牲畜由于冶铝工业排出的氟化物的毒害,受到了严重的损害。

一度严重威胁作物生长的农药毒害问题,由于有机砷和含汞药剂的逐步淘汰,这个问题便不如过去那样的突出。但是在新产品中,如有机氯长期残留在土壤中的毒害,有机磷和氨基甲酸酯对人体的影响等,又成为新的研究课题。

各种工业废水对于工厂附近农田的污染，早已受到注意，不少研究工作涉及到净化废水的方法。现在看来，受到废水恶化的农田，毕竟还是有限，而废水对于河流水分的毒害，严重的影响水产和饮料，是当前环境科学所更应注意的问题。

施肥所引起的环境污染直到最近才受到人们的重视。土壤科学工作者早就注意到作物对于化学氮肥的利用率通常只有 50% 上下，但是对于其他一半氮素的去向，以及它们对于环境污染的影响，包括由于反硝化作用所产生的不同形态气体氮素，以及由排水带出来含有氮素的溶液，在十一届国际土壤会议中，已经引起了广泛的注意。农产品加工工业所获得的废品，以及农业上废弃物，总是希望能作为肥料来利用，但是这些物质只有经过适当处理，才能对于土壤性质、作物生长和水分不至于产生有害的副作用，今天农业上的污染防治问题，已经有专门的参考书出版。在最近出版的有关土壤学专著中，由于工业废气、废水、虫药、施肥等所引起的土壤污染问题，以及它们对于植物生长的影响，已经列有专门的章节了。

(七) 研究方法的改进

我们认为同位素的应用，在“土壤-植物营养”的研究工作上，跨出了一大步。早在第二次世界大战的后期， P^{32} 已经开始在温室培育中用以指示作物对磷肥的吸收过程，今天放射性同位素和稳定性同位素已经广泛地应用在室内研究、大田试验和温室培育中了，这些，主要方面都在 Russell 的书中提到了。

至于同位素在土壤物理研究中的应用过程，发展得比较晚。应用 γ 射线以测定土壤水分，早在五十年代已经提出了，但是在最近十年中，才广泛地用于田间水分的测定以及土壤水分动态变化的研究。 β -射线则用于检定植物叶片中的水分变化，可以使植物不受伤害。应用放射性和稳定性同位素盐类的水溶液，可以追踪土壤水分在固相、液相和根系间的移动。

中子活化是一种迅速而综合性的分析方法，首先是应用于冶金工业上。最近十年以来，在土壤分析上也逐步受到重视，已经可以测定 33 种以上的土壤元素。估计这种原体样品（或不破坏土粒）的分析方法，在某些土壤微量和超微量元素的分析上将会起重大的作用。1976—1977 年间有人开始注意到在某些地区，随着水流而冲洗下来的土壤细粒中带着微量的钷和铯，使环境保护工作者注意到放射性物质的污染与土壤冲刷的关系。这项工作已经有所扩展，他们希望通过中子活化法来检查不同沉积物中的微量元素分布情况，从这方面入手，来进行土壤侵蚀的研究。

应用具有高度鉴别力的电子显微镜，使土壤植物营养研究进入了微观的范畴。但是正如 Russell 书中所提供的某些图例，所能说明的总是局限于形态的观察，不能直接说明生物体的组成成分。最近十年左右电子探针 X-射线分析仪（简称电子探针）在生物科学上的应用，开始改变了这种情况，当然这种仪器应用于冶金工业上已经有了二十多年的历史了。从电子枪产生的电子束，经过聚光聚焦，投击到根细胞的切面，使存在于试样中的元素都得到激发，这样我们便了解到 K、Al、P、Ca、Fe、Mn、N 等等元素在根系界面上的分布情况，（当然也可以通过植物地上部分细胞切面的研究，进一步探索各种元素的转移情况，）为土壤-植物营养化学研究开辟了一个新的途径。另一方面应用电子显微镜和电子探针方法，结合扫描技术，也可以鉴别土壤胶体表面的元素吸附性质和分布情况，估计这方面的发展，有可能使“土壤条件和植物生长”的微观工作，从形态描述

进入于组成成分鉴定和物理化学研究。

最近二十年以来,由于仪器分析的进展,使我们的研究工具有了划时代的革新。现在,在工业化国家中,X-衍射仪、原子吸收光谱、各种层析仪、质谱仪、台式电子计算机等等,在大学的土壤系和地区性的土壤科学研究所的主要实验室中,已经成为通常的设备。今天六十岁以上的土壤科学工作者,都还可以回想到在三十年代初期氢电极、玻璃电极开始用于测定土壤酸度;四十年代初期分光光度计用以代替双管比色计;四十年代后期放射性磷用于示踪试验时所感到的新奇的心情。但是土壤学和植物营养学的发展是否能和仪器设备的改进相适应呢?E. G. Viets 在纪念美利坚合众国成立二百年时,在谈到美国“土壤肥力和植物营养科学的进展”时有这样一段话:“就物质条件来看,化学肥料的产量增加了,价格也相对下降了。从有机化学家的实验室中提出了许多新产品,例如除莠剂、杀虫剂、杀线虫剂、土壤调节剂、硝化抑制剂,还有新的氮肥和磷肥品种、包膜肥料和络合肥料等等。所有这些新产品对植物生长的影响、养分吸收率及其有效性都是研究的题目。放射性同位素和稳定性同位素已作为示踪使用。在电子学理论基础上发展起来的许多新仪器,诸如火焰光度计和原子吸收光谱仪、发射光谱仪和质谱仪、X-射线衍射仪和荧光分析仪、光电比色计、光谱仪、柱状和气相色谱仪以及电子计算机等相继提供使用。现在的一个土壤肥力研究工作者在李比西的实验室里能干些什么呢?而李比西在我们的实验室里又将会有多大的成就?”(见 1977 美国土壤学会志 41 卷 242 页)

三、结 束 语

E. W. Russell 著的第十版《土壤条件与植物生长》一书,记载着土壤学研究和植物营养学研究的光荣历程。前辈的科学工作者在科学理论上不断地做出了贡献,而且这些理论大部分已经贯彻在生产实践中,在增加作物产量和提高土壤肥力等方面起了巨大的作用。这本巨著的每一章节都记录着前人辛勤的研究和丰硕的科学成果,我们应该非常珍视,对他们表示敬意。

在结束这篇序言时,我想提一下某些前人还没完成的工作,也可以说对当前的土壤科学和植物营养科学的进展情况,还有不能令人满足的地方。在 1978 年 7 月第十一届国际土壤学会的闭幕词上,D. J. Greenland 在列举了土壤科学各个分支学科的光辉成就以后,他对下列各方面的工作感到不满,甚至认为是失败(1978 年,第十一届国际土壤会议报告第二卷 341 页)。我扼要地节译在后面。

他说:“我们始终没有明确土壤腐殖质的化学结构,其主要原因是由于没有具体的手段来从事这项研究,只有在化学结构明确以后,我们才能了解腐殖质的化学性质和物理化学性质。但是对于这样重要的一个问题,却没有得到应有的努力。施入于土壤中的磷肥,有很大一部分是同有机质相结合,但是在土壤有机磷中,能够肯定其化合物结构的,还不到五分之一。但是要提高磷肥的利用率,首先要了解磷素的结合状态。

“矿质氮肥的施用,已经有一百年以上的历史了,但是直到人们意识到硝酸盐可能对饮水引起污染以后,我们对于未被植物所利用的百分之五十左右氮肥的去向,才加以严肃的对待。进入本世纪以来,在我们的许多实验室中做了成千上万的土壤氮素分析,但是 1955 年 Allison 所提出的‘氮素平衡之谜’,到今天还没有弄清楚。

“土壤物理工作者，过于偏重于理论方面的研究，而忽略了田间实践上的问题。虽然早在 1882 年，著名的土壤物理学家已经指出大部分的水流是通过土体间的裂缝来流动的，但最近 50 年以来，土壤物理学家几乎都把土壤当做一个理想的均匀体来研究水分。1910 年，King 所提出的对于地下水通过毛管作用而上升的理论，其本身是正确的。但是把这项理论应用到农业实践上时，却错误了。他们把表土打碎，认为把毛细管切断可以抑制地下水的上升以保持水分。其实地下水位往往离表土很远，中耕不一定收益，有时反而引起表土的风蚀或在降雨时冲失。人们已经怀疑，耕锄过于频繁，是否一定有好处。”

在土壤物理方面，Greenland 认为关键性问题“在于我们不能说明，在怎样的土壤物理条件下，植物根系可以生长得最好。我们对于‘土壤结构’、‘土壤团粒的稳定性’等问题看得过于简单，我们忽略了某些‘土壤物理性’和‘化学物理性’的分析，过分注意于团粒，对于‘空隙’却注意得不够。”

“土壤生物学的进展，依然很慢，我们还没有方法来测定生物群落，例如根系病菌的群落，因此我们不能加以有效的控制。我们似乎在分类和区系工作上花的时间太多了，在生态研究上做得不够。我们是否应该多做一点测定方法，以及土壤条件和生物活动的研究。”

“土壤学家花了很多功夫在分类学上，但是也不能令人满意，迄今为止还没有一个简明的分类制度使大家都能遵循。这样，使得许多报告中的土壤物理、土壤化学、土壤生物等的研究资料，没有一个统一的土类名称。”

当然，Greenland 所指出的问题在整个土壤学中并不全面，我们也不是完全同意他的见解，不过译出来供大家参考。

1977 年 3 月出版的美国土壤学会会志中，开辟了一个纪念美利坚合众国建国二百年的专栏(参考 1978 年《土壤农化(参考资料)》第 6 期)。在这个专栏中，美国的著名土壤科学家，把土壤肥力和植物营养以及土壤化学、土壤物理、土壤微生物等七个方面的发展过程、研究成果及其在农业上的应用加以叙述。他们都高度评价土壤工作者在美国土壤学会成立以来 75 年中的成就。美国土壤学会会志的编辑在这个专栏前做了这样一段按语(1977，美国土壤学会会志 41 卷 221 页)：“劝告你们读一下这几篇文献，在这里你们可以看到土壤、作物、化学、物理和工程方面的工作者怎样共同努力，把现代化的农业基础建立起来。当然，当你读这些文献时，看到 100 年或 150 年以前所已经认识到的，并且研究过的问题，在今天还在研究中，也许会感到惊讶。在这样长的时期中问题似乎没有很大变化，但是研究方法，以及对于问题的观念却截然不同了”。

的确，对于近代土壤学和植物营养学的进展速度，是不能令人满意的。F. G. Viets 甚至做了这样的估计(1977，美国土壤学会会志 41 卷 253 页)：“我冒险预言，将来在认识土壤肥力实质和改良土壤方面取得新成就将更加困难了。我们过去的进展在很大程度上是依赖于化学、物理学、微生物学和植物生理学的发展。每门学科似乎都有它的成熟期，或在新的突破之前有它相对的静止期。物理学在 1930 年中发现原子核裂变之前几乎是停滞不前了。然而随着原子核分裂的成功，物理学呈现出几乎是一种全新的学科的景象。我感到土壤肥力和大多数土壤学科现在正处于静止阶段”。

在结束这篇序言时，我所引用的资料，比较多的讲到这门科学的缺点。因为我认为

科研工作总是应该避免长期的重复前人的工作。即使在重复过去的课题时，也要有所推进。如果满足于现状，便很难前进了。对于一切有勇气肯努力的人来说，认识到困难，感觉到不满，便会向克服困难、突破现状的道路上前进。让我们树雄心，立壮志，在“土壤条件与植物生长”的研究工作上，向科学技术现代化进军。

第 十 版 序

在决定植物生长上,土壤与植物之间的相互关系的重要性,现在深为人们所理解,所以,世界各地都有大量的人力和财力投入这方面的研究,结果使我们在土壤与植物之间的相互关系方面的了解有了长足的进展。这些进展使本书的前版大为过时,以致有必要对大多数章节进行全面改写,以便对当代极受注意的一些观念和理论作一番适当的讨论。值得令人高兴的还有,现代物理学和化学的概念用来对土壤-植物相互关系中有关的许多因素上作出确切的定量了解何其迅速。但是,这些应用往往需要高深的数理技巧,这是不精通数理的研究工作者难于理解的。因此,我试图尽我所能给这些研究领域的物理性质和物理化学性质作个准确的描述,但是,通常地都省去了获得最后定量结果所需要的基础数学运算的讨论。

本书的任务之一,是对有关论题的当前知识进行评述,所以,随处举示所有叙述所引用的参考资料。在过去,这始终是本书的基本特色,我认为将来也应该保持这个特色。但是,每年发表的原始著作,数量大得浩如烟海,使得我不敢打算去全部熟悉它们;不得已,我只好列举那些我所熟悉的著作作为参考文献,虽然自知所举的参考文献对于该叙述或试验结果往往既不是最早的也不是最适当的。因此,我热望举凡被我忽略了其著述,而其著述又比我所引证的更为贴切或更为早期的学者,对于我之所以疏漏的原因予以谅解。

在本版中,我有机会把所有有关的试验数据换算为米制和通常的国际单位制,重要的例外是一些具有纯历史意义的试验结果。这就是说,在本版中所举的许多田间试验结果不是原作者所用的单位,所以,请读者务必意识到在换算中有潜入错误的可能性。(下略)

E. W. Russell

目 录

“土壤条件与植物生长”研究的进展情况(代译序).....	ix
第十版序.....	xviii
第一章 史料和导言.....	1
植物“生长要素”的探讨(1630—1750).....	1
植物营养物质的探寻.....	4
燃素说时期(1750—1800).....	4
近代期(1800—1860).....	6
植物生理学的创立.....	6
农业科学的创立.....	7
土壤细菌学的萌芽.....	13
近代土壤知识的发展和田间试验研究的复兴.....	16
第二章 植物的养料.....	18
第三章 植物所需要的各种营养元素.....	24
氮.....	24
磷.....	29
钾.....	31
中量需要的其他营养元素.....	33
植物营养中的微量元素.....	34
动物营养中的微量元素.....	35
第四章 植物生长的定量研究.....	38
生长与养分供应之间的关系.....	38
生长与养分供应之间的假定关系.....	40
养分之间的相互作用.....	43
第五章 土壤的组成.....	47
土粒的大小分布.....	48
土壤质地.....	51
土壤颗粒的矿物组成.....	52
砂粒和粉砂粒级.....	52
粘粒粒级.....	54
其他无机成分.....	55
第六章 粘土矿物的构造.....	59
同晶置换.....	60
高岭型粘土矿物的结构.....	63
2:1 型的粘土矿物.....	63
土壤粘土.....	66

粘粒的表面积	66
粘粒上的电荷	67
第七章 土壤吸持阳离子和阴离子的能力	69
阳离子交换	69
定比定律	69
粘土对阳离子的相对吸附强度	71
阳离子交换的定量定律	72
土壤中钾的固定作用	78
酸性粘土	81
土粒电荷的测定	85
交换性铝离子在酸性土壤中的行为	88
土壤的阳离子交换量	90
土壤的 pH	92
土壤对阴离子的吸附	97
第八章 粘粒和水及有机化合物的相互作用	102
粘土的膨胀	102
粘粒周围的扩散双电层	105
粘土悬浮液与土壤的反絮凝作用和絮凝作用	107
粘粒和土壤对有机化合物的吸附	111
第九章 微生物群体的生理学	114
土壤中的微生物群体	114
微生物区系的营养：自养型和异养型有机体	116
微生物区系的呼吸作用：好气性与嫌气性有机体	118
微生物代谢作用的副产物：微生物的分泌物	120
第十章 组成群体的有机体	121
细菌和放线菌	121
土壤中细菌的数目	121
土壤细菌数目的波动	123
土壤细菌的类型	124
细菌对粘粒的吸附	128
噬菌体	128
放线菌	129
真菌	129
藻类	134
原生动物	137
其他有机体的拟变形虫和鞭毛虫阶段	139
第十一章 原生动物以外的土壤动物区系	141
线虫	148
线蚓	149

蚯蚓·····	150
节足动物·····	158
中动物区系·····	158
甲虫和双翅蝇的幼虫·····	158
蚂蚁和白蚁·····	159
多足动物和等足动物·····	162
腹足动物·····	163
土栖哺乳动物·····	164
第十二章 土壤生物群体的普通生态学·····	165
微生物在土壤空间中的分布状况·····	165
能量供应的影响·····	169
土壤微生物的活性·····	171
土壤含水量的影响·····	172
温度的影响·····	173
土壤微生物所引起的生物化学过程·····	174
土壤中的酶·····	176
微生物活动对土壤矿物的分解作用·····	177
化学毒物在土壤中的裂解·····	177
微生物区系间的共生关系和抗生关系·····	178
土壤微生物区系与动物区系间的相互作用·····	182
土壤的干燥效应、加热效应或灭菌效应·····	183
土壤的局部灭菌·····	184
第十三章 植物和微生物之间的共栖·····	187
根际微生物群体·····	187
真菌和植物根的共栖·····	190
根腐病真菌·····	191
真菌和植物根之间的菌根型共栖·····	194
森林树木的菌根·····	194
内生菌根·····	199
第十四章 植物物质的分解·····	204
植物的构分·····	204
植物残余物的分解·····	206
堆腐·····	211
分解过程中微生物合成作用所形成的产物·····	212
施用绿肥·····	214
第十五章 土壤有机质的成分·····	219
从土粒分离腐殖质·····	219
腐殖质分散体的分级·····	220
腐殖质胶体的成分·····	221

土壤多糖类	222
氮化合物	223
磷酸酯	225
硫化物	227
官能团的分析	227
腐殖酸核	232
腐殖质的元素比	234
腐殖酸与金属离子的相互作用	237
腐殖质和粘粒的相互作用	239
土壤中有机碳的周转	242
腐殖质的形成	242
腐殖质的分解	243
田间土壤中有机质的水平	244
有机肥料的效应	248
短期混合草地的效应	250
第十六章 土壤中的氮素循环	252
土壤氮素的矿化作用	252
从有机质产生氨	252
土壤中的硝化作用	253
参与作用的有机体	253
硝化作用的生物化学	255
田间土壤中铵盐的硝化作用	256
田间土壤中无机氮的水平	258
休闲土壤中的硝化作用	259
耕地土壤中的硝化作用	261
草地土壤中的硝化作用	262
森林土壤中的硝化作用	263
土壤无机氮的损失	264
土壤中的反硝化作用	264
田间土壤中氮的损失	266
土壤所获得的氮素	269
非共生固氮作用	271
固氮作用的生物化学	274
非豆科植物的共生固氮作用	274
豆科植物的共生固氮作用	275
固氮作用所需的条件	278
根瘤菌	280
根瘤的形成和形态学	282
根瘤的寿命	289