

苏联土壤学一瞥

姚贤良 章扬德

(中国科学院南京土壤研究所)

一、访问概况

根据中苏两国科学院1987年科技交流协议,我们于同年12月14到28日赴苏联作为期两周的科学访问。先后在莫斯科和列宁格勒访问了苏联科学院地理研究所、土壤和光合作用研究所,莫斯科大学土壤系和地理系,全苏列宁农业科学院道库恰耶夫土壤研究所(1962年前属苏联科学院)、肥料和农业土壤研究所、农业物理研究所和农业微生物研究所等7个单位24个研究室,会见了许多著名的土壤学家,其中有B.A.柯达夫、A. Ф. 娃舅尼娜、C.B.佐恩、C. B. 尼尔宾和П. П. 希晓夫,还和因病在家休养的M. A. 格拉佐夫斯卡娅教授通了电话,互致问候。在访问苏科学院地理研究所时还应邀参加了正在该所举行的关于土壤资源合理利用和评价学术讨论会。土壤和光合作用研究所还为我们的来访举行专门的报告会。访问期间,苏联同行向我们赠送了70—80年代出版的苏联土壤科学研究报告、论文集和专报等著作若干册。总之,接待是友好热情的。

我们参观的几个研究所虽各自的研究任务、方向和特色不同,但是紧密围绕苏联国民经济建设中的重大科学问题开展研究活动则是它们的共同点。

道库恰耶夫土壤研究所学科分支齐全,研究实力很强,归属农科院后研究方向更加紧密结合农业生产,研究课题大都围绕提高土壤肥力,特别是围绕当前集约农业下如何防止土壤退化、提高土壤肥力而进行的。据副所长T. П. 斯切弗诺维奇介绍,即使素以

宏观为主的土壤发生和地理研究室,其制图研究也不像过去仅供区划用,而目前则强调要能直接指导农业生产。

全苏列宁农科院肥料和农业土壤研究所、农业微生物研究所的大多数研究课题,都是以提高土壤肥力和改进施肥效益为中心的。

苏科学院土壤和光合作用研究所、全苏列宁农科院农业物理研究所的研究工作多数也与提高土壤肥力或植物生产力有关,但比较偏重于应用基础研究。前一个所的总方向是调节“土壤—植物—大气”体系中的能量和物质交换来控制土壤肥力和植物生产力;后一个研究所的研究方向是研究决定农作物生产力的能量和物质交换过程(包括辐射平衡、水热平衡和交换、养分元素平衡和气体交换等)及其控制。

苏联科学院地理研究所的土壤地理和景观地球化学研究室侧重研究土壤发生、年龄、地理结构以及土被在自然和人为影响下的演化。

二、各学科的研究现状

(一)土壤物理学 主要研究下列4方面的问题:

1. 全苏不同土带农业物理特性的研究: 主要根据大量而系统的农业物理特性、水气热状况及其在不同农业技术和改良措施影响下的变化规律,评价土壤肥力的物理条件。本项工作始于1962年,是结合全苏土壤地理区划而进行的。目前已完成了苏联欧洲部

分和亚洲部分的非黑钙土区、苏联欧洲部分和亚洲部分的草原和干草原区以及苏联南部亚热带山区土壤的农业物理特性评价。根据农业物理特性（主要指土壤结构和累结性），指出了上述土带内存在的主要土壤物理问题和开垦利用的物理指标以及进一步提高土壤肥力的物理途径。目前已有系列专著出版。

2. 土壤机械物理性质及不同耕作轮作方式对土壤物理性质、状况和作物产量的影响。

由于采用大型农机具作业，苏联土壤的压板问题非常严重。据研究，由于土壤压板可使谷物减产2—4公担/公顷；籽棉减产5—10公担/公顷，即每年损失1200万吨谷物，200万吨籽棉或相当于损失20多亿卢布。60年代末至70年代，在黑钙土带和非黑钙土带进行了长期的定位试验，找出了适于少耕的土壤物理指标和推行少耕的条件。认为在水稳性团聚体较好的黑钙土上，由于存在适宜的土壤累结、通气性和透水性，采用少耕并不致减产，甚至或略高于常规耕作区。但在生草灰化土区，除高度熟化的田块外，一般都不宜少耕。苏联不同土带推行少耕的效益可分成三个带：

第一个带称为高效益带。包括具有良好水稳性结构的黑钙土和红壤。但退化黑钙土例外。

第二个带称为低效益带。包括具有中度水稳性结构的灰色森林土、暗栗钙土、栗钙土以及一些熟化度较高的土壤。该区在降雨量较少的年份，则少耕效果较好。

第三个带称为无效益带。包括一些水稳性结构差的生草灰化土、浅灰色森林土、浅栗钙土、棕色土和灰钙土等。这些土壤由于固有的物理性质差，必须借助耕作以调节和改善土壤的物理性质，否则农作物产量受影响。

对于用增施除草剂而推行少、免耕问题，农业物理所的研究者持反对意见，认为这会增加土壤受污染的危险和增大农本。主张通过减轻农机具或开设固定跑道以解决土壤压

板问题。

3. 土壤热性质和状况研究。

对全苏各种土壤类型的热性质、状况、土壤温度的时空分布、表土及近地表大气的最高和最低温度以及土壤热性质和状况对自然植被和农作物生长影响等方面进行了大量而系统的研究。根据土壤气候的物理参数即土壤的供热性、供水性和严寒性的定量指标对全苏各土区进行了水、热和霜冻预报，深受重视。参加土壤气候研究的不仅有土壤学家，还有农业气象学家、地理学家和水文学家。研究者认为，土壤气候不仅是揭示土壤形成过程和土壤肥力的基础，而且与国民经济建设、特别是与农业生产密切相关。

4. 土壤—植物—大气体系中的物质和能量交换。

此项研究是结合任务进行的。在北水南调课题中的水盐运行，生物圈中土壤的功能，俄罗斯平原土被的过去、现在和将来，水库周围淹水土壤的改良等课题中都对土壤的水热性质和状况进行了较深入的研究。采用了数学建模和计算机技术，出版了生态模型系列专报，如土壤固相的物质交换模型（1981）、土壤底土的水盐状况模型（1978）等。有关土壤过程的数学建模目前在苏联较流行。有土壤结构数量评价和预报模型、土壤水分物理特性模型、土壤中水热同时移动时的物质和能量平衡模型以及土壤中养分移动过程的物理数学模型等。反映了土壤科学研究的一个新动向。

（二）土壤化学 有5个方面的内容：

1. 元素循环，特别是硫循环。制定了三个土壤标准样品，每个样品含35个元素。标准样品已被国家确认。目前土壤和植株的标样工作仍在进行中。

2. 土壤溶液中离子平衡和土壤表面性质研究。主要研究盐渍土中 Ca 、 Mg 、 K 、 Na 的离子平衡；灰色森林土上部土层内阳离子的动态平衡；北高加索黑钙土中 CaCl_2 — MgCl_2 — NaCl —水—土体系中离子交换的

选择性; 碱土施用石膏以及石灰对离子交换作用和离子交换反应速度的影响; 研究了长期滞留的放射性核素在各种土壤中的行为, 以及在施肥影响下的离子交换过程和磷在生草灰化土中的固定等。

3. 有机—无机复合体研究。

主要研究生草灰化土和黑钙土快速熟化措施对有机矿质复合体的含量和特性的影响。

4. 土壤有机质研究。

以提出能提供农作物高产稳产的优化腐殖质的量和质为主要目的, 进行 4 个方面的研究:

(1) 不同土壤类型的腐殖质的本性和含量;

(2) 苏联主要土壤气候带已垦土和自然中有机质的分解和积累特性;

(3) 腐殖物质和土壤矿物部分的联结机制;

(4) 不同土壤中腐殖质的本性及组成的研究方法。

当前的研究重点是, 在农业利用和快速熟化的条件下土壤腐殖质的平衡和转化问题。

5. 土壤污染。

以土壤和植被的工业污染防治为主要研究内容, 研究了重金属的本底和容量(金属元素包括锰、铬、铅、铜、锌、镍、镉, 以及氟和砷等); 重金属的形态、转化和迁移; 污染物沿污染源的分布规律, 编制了土壤和植被污染水平图。提出了污染物质对土壤肥力和农作物品质的不良影响及其预防途径和方法。农药污染和污染预报, 农药在土壤中的动态变化, 也是一个十分重要的研究领域。由于从事这方面工作的研究人员是学数学、物理或力学的, 数理基础和计算机技术(软件)都比较好, 对数学建模、参数确定以及编制计算机程序都很熟悉。

(三) 土壤生物 研究工作可分 5 个方面

1. 区系。

(1) 以鉴定土壤肥力为目的, 研究各土壤的动物(无脊椎动物)区系;

(2) 苏联欧洲部分土壤中的真菌;

(3) 土壤中固氮细菌的生态地理分布;

(4) 某些腐殖质泥炭土中的真菌和氮素状况;

2. 转化。

着重研究土壤腐殖质的合成、分解和硝化过程中的微生物学过程, 作为合理调节土壤中 C:N 的科学依据; 进行了参与土壤 N、P 循环的土壤酶的研究; 有关氮素转化的微生物学过程的研究; 还广泛研究了土壤真菌在植物磷素营养中的作用。目前已研制出能促使磷素转化的生物方法; 分离和纯化了能使难溶性磷转化为可溶态或易溶态的菌株以及能分解有机磷的菌株。

3. 有害微生物的生理生态研究。

主要针对有些地区因连作而引起的作物产量逐年下降的问题, 研究了连作条件下根际有毒(有害)微生物的生理生态。

4. 农药的微生物降解。

研究了土壤真菌对农药污染的反应及其基本规律, 研究了微生物降解或加速减毒的途径和方法。

5. 微生物菌剂的研制和推广。

主要是根瘤菌剂, 但效果不一。

(四) 土壤植物营养化学 目前的研究工作大致有如下几个内容:

1. 资料总结。由于近半个世纪以来在氮、磷、钾、微肥以及部分放射性元素的自然本底方面已进行了大量基础理论和推广应用工作, 所以目前农化工作的很重要工作之一是对过去的研究资料进行系统总结, 出版了名为“苏联土壤的农业化学特性”的专著。编制了土壤农业化学图, 作为土壤区划和合理分配肥料的依据。近年还出版了“集约化条件下提高土壤肥力和农业生产率”(1983)和“土壤养分参数的理论基础和测定方法手册”(1980), 并编制了“长期试验中土壤肥力、养分循环和平衡的研究法指南”等。拟订

2000年时苏联农业生产对矿质肥料需求的预报。80年代初期,根据全国肥料地理试验网的资料确定了各种土壤上的有效施肥条件、养分的优化配比以及施肥时期和施用方法等。在全国22个土带推行了“推荐施肥及其科学基础”,使施肥效益提高了15—20%。

2. 土壤、植株养分诊断及推荐施肥。

3. 基础研究。包括以下内容:

(1) 研究农田中养分循环和平衡,并建立了合作研究网;

(2) 肥料残留物在土壤中的命运(N^{15} , S^{32} 、 33);

(3) 施肥效果与土壤矿物组成的关系;

(4) 黑钙土的酸化原因及其对策。目前有些黑钙土的pH值已下降到5,这一现象是否与长期种植甜菜而从土壤中摄去大量 Ca^{++} 有关,目前尚不十分清楚。

(5) 土壤肥力的建模。在泛滥地土壤上的长期试验已达15年,在黑钙土上已有20年的观测结果。包括连作、轮作以及少耕条件下的长期施肥参数。此项工作难度较大,目前仍在进行中。全苏列宁农科院肥料和农业土壤研究所则侧重于以下研究:(1) 不同土壤气候带在集约和专营农业条件下各轮作制中最有效的施肥体系及其科学依据;(2) 为适应农业经济的需要,寻求养分利用率高而损失低的矿质肥料新品种;(3) 研究矿质养分对左右农作物产量和质量的植物生理过程的影响。

(五) 土壤发生、分类、制图与资源环境

除进行传统土壤发生、分类和制图的研究工作外,已开始重视将土壤发生研究与地球化学或元素物质循环的研究相结合。

1. 土壤发生研究。目前主要从三个方面开展工作:

(1) 对土壤现行阶段的发生及成土过程的研究:对苏联东部土壤的发生特性有了进一步认识,认为东部地区分布的棕色泰加林土、铁质冻结泰加林土、赭色火山灰土及粉砂质碳酸盐黑钙土等的发生特点与苏联欧洲

部分土壤有明显不同。对热带、亚热带土壤发生特性的研究:主要在越南、柬埔寨、非洲和拉丁美洲进行的。对长期有争论的灰化过程、潜育化过程等的研究也取得了一些新进展并出版了一系列专著。

(2) 对古土壤和土壤演化的研究:为预测未来,加强了对土壤演化的研究,目前古土壤研究已成为土壤发生研究的一个重要方面。

(3) 对人为影响下土壤发生特性变化的研究:针对黑钙土在集约农业影响下土壤变板结和肥力下降的事实,提出了通过人为影响改变土壤现今的发展方向问题。这是土壤发生研究中的一个新内容。

2. 土壤分类。苏联土壤分类仍采用五级分类单元(土类、亚类、土属、土种、变种)。各单元划分依据仅土属有所改变,从过去按母质类型划分改变为按吸收性复合体特性划分。耕作土壤的分类则根据开垦年限、耕作改良等农业措施对土壤发生的影响程度,将耕作土壤划成亚类、甚至土类。目前正在拟订《土壤基础分类的基本原则和要素》,并进行苏联及世界土壤发生分类高级分类单元的研究。

关于土壤分类C.B. 佐恩认为,土壤分类不是土壤归类排序,FAO的土壤图图例也不是土壤分类。土壤分类必须建立在搞清楚成土过程和土壤特性的基础之上。各国土壤分类应能反映本国的土壤特点。他认为,美国土壤分类不适用于苏联,对它“应该了解,但不能使用”。

据悉,土壤分类国际会议将于1988年9月在苏联阿拉木图举行。苏联土壤学会副主席B.Γ. 罗赞诺夫负责这次会议的筹备工作。

3. 土壤制图。

1:100万分幅全苏土壤图(近200幅),预计1990年可全部完成。1983年已出版了世界土壤图(1:1500万, M.A. 格拉佐夫斯卡娅和B.M. 弗利德兰德编),该图以土被结构上

图。1988年将出版俄罗斯联邦土壤图(1:250万)。1990年将出版苏联全国土壤图(1:250万),应用卫片制图,以土被结构上图。

至于大中比例尺制图,已完成1:1万和1:5万莫斯科省土壤图。均使用航卫片。编写了“全苏土地利用及土壤图编制工作细则”(1963,1973),“各行政区土壤编制细则”(1973)以及“关于土壤详图的编制和利用方法的建议”(1977)。

为加强航卫片在土壤制图中的应用,1981年道库恰耶夫土壤所设置了土壤航卫片图实验室,其任务一是完善目测仪器的判读方法,二是应用光学电子图象分析仪进行判读,以消除目测判读的主观性。

4. 土壤资源和环境。

从事土壤在自然和人为措施影响下的可变性的研究。目前正在苏欧洲部分进行调研。考察除采用航、卫片资料和实地勘察外,还借助直升飞机从离地面50—500米上空对地面土壤进行调查或落地补点,并将所得资料与50—60年前的资料相比较。结果表明,现今一些地区由于推行集约化生产而导致土壤逐渐退化、侵蚀面积逐渐扩大的严重后果。

另一项重要研究是关于《自然环境保护的全球性问题的研究》,系苏美合作项目。主要任务是研究自然条件和人为影响下对土壤性质和过程的影响,设有定位试验基地。

此外,还开展了地区性资源评价和俄罗斯平原土被历史演变的研究。

(六)土壤侵蚀

在60年代末至70年代初分别在库尔斯克省试验站和克拉斯诺达尔边区建站进行水蚀和风蚀研究。出版了《防蚀措施规划指南》(1970);《土壤风蚀和水蚀的田间防治法》(1970);编制了苏联土壤侵蚀图。

目前主要从事土壤侵蚀及侵蚀土壤肥力恢复的理论基础及侵蚀过程发展的地带性和区域规律的研究,为分带分区进行水土保持提供理论依据和为完善水蚀、风蚀土壤的诊断与分类服务。此外,还建立了风蚀模拟的空

气动力学实验室。在草原地带还研究了喷灌引起的土壤水蚀和湿润地区融雪后造成的水蚀,以及水蚀机制和影响因素等。

三、访问印象

主要有三点:

(一)重视基础研究 密切联系实际 我们所访问的研究所都强调土壤科学研究既要重视基础研究又要密切联系实际。关于这一点,我们从几个研究所的“总方向”里也能感受得到。隶属苏联科学院的土壤和光合作用研究所的总方向明确规定了该所的基本任务是:“根据调节土壤—植物—大气系统中能量和物质交换,以控制土壤肥力和生产力”;隶属农业科学院的农业物理研究所在“总方向”中将“研究土壤肥力和植物生产的土壤—植物—近地表大气系统中的物理过程作为该所的主要方向;而肥料和农业土壤研究所则将其总方向规定为“研究矿质养分条件对作物产量及品质影响的植物生理基础(过程)”。

苏联黑钙土退化是一个严重的问题。黑钙土腐殖质层的厚度和腐殖质含量一向较高,并具有良好的团粒结构,但随着集约农业的推行,腐殖质层的厚度和含量急剧降低,土壤结构变劣,以致难以承受目前高负荷的集约农业。今后将如何?是全苏土壤科学工作者都十分关注的问题。在非黑钙土地区,如何克服土壤瘠薄以及北部低温、渍水、南部干旱和盐碱是一个重要的课题。苏土壤科学工作者对此进行了土壤水、热和元素平衡和循环的大量基础研究,进行土壤改良或培肥措施。土壤和光合作用所的研究者在研究局部地区的土壤改良时都密切联系近代成土过程中的物质运动和循环,并详细地研究了不同灌溉方式对土壤粘粒中矿物组成的影响。

(二)重视学科交叉 强调综合研究 鉴于历史原因,苏联土壤科学有较好的基础,且

各学科分支都能围绕某个中心问题进行协同研究。

道库恰耶夫土壤所在接受关于“全苏土壤地理区划”研究任务后,组织各学科人员进行了大量区域性的调查和实地研究,较好地完成了任务,目前已出版了不少专著。

苏科科学院土壤和光合作用所大多数研究课题都是围绕土壤圈中的能量和物质交换这一中心进行的。不仅注意土壤的性质,而且更重视土壤的状况或过程的研究。

在农业物理所,不论是田间试验、还是实验室分析测定,以至数学建模,都围绕研究“土壤—植物—大气体系”中的物理过程而进行的。其最终目的就是为建立一个良性的农业生态系统服务。

(三)重视系统研究 强调田间试验 我们参观的几个研究所都有自己固定或半固定的田间试验点、站,进行系统的科学资料积累。道库恰耶夫土壤所在各个土壤气候带都设有野外固定点、站。该所目前有600个职工,其中约有一半在点、站工作。农科院农业物理所有一个占地600多公顷(9000亩)可供试验用地的定位试验站,在黑土带也有半定位试验点。全苏农科院肥料和农业土壤所在野外设有科研生产联合基地,获得较好的经济效益。在第9个五年计划期间平均年净收入1500万卢布产值,而在第10个五年计划期间平均年净收入2700万卢布。该所有25个点站,还参与全国肥料地理试验网。点站的长期试验,为积累大量的具有系统性的科研资料作出了贡献,为出版系列专著提供了条件。

目前许多单位都已建立了土壤性质和状

况的数据库和开展土壤过程及土壤肥力的建模研究,而有关点站则为建模工作提供了大量来自田间的土壤性质和状况的参数。

还有不少单位拥有设计能力,能按科研需要设计专门的仪器设备。如在Пушкино生物研究中心专门设立生物仪器制造设计局。农业物理所设有专门设计仪器和装置的设计局,有力地促进了科学试验。

但是,从苏联土壤研究单位的总体上看,仪器陈旧,房屋拥挤,老单位的人员老化等问题仍较突出。

四、几点建议

(一)加强与苏联土壤学界的联系 由于苏联疆域辽阔,土壤类型众多,加之曾出现过一批以道库恰耶夫为代表的著名土壤学家,是国际土壤学界具有实力的国家之一。有人认为,土壤学的发展离不开中国、苏联和美国,这是很有道理的。加强与苏联土壤学界的联系,不仅对发展我国土壤学有利,而且对解决我国某些国民经济建设中的重大土壤问题也有很多借鉴之处。

广大苏联土壤学者对中国也很友好,表示欢迎中国派员去短期学习或工作,时间长些(2—3年)则更好。我们希望以这次访问为开端,今后可通过参加国际性会议或定期举行双边专业学术会议形式,以加强两国间土壤学界的人员交往和学术交流。

(二)重视俄语学习 有计划地挑选一些青年科技人员或研究生学习俄语,以适应进一步开展交往活动的需要。

(上接第146页)

(二)施用氯化钾虽能暂时提高土壤中 Cl^- 的含量,但降雨将会使大部分 Cl^- 淋失。因此,氯化钾作基肥施用,不致引起 Cl^- 对西瓜的危害。

(三)在西瓜栽培面积大,农家肥不足的情况下,氯化钾作基肥或苗期追肥用是可以考虑的。