

每年的12月5日是世界土壤日(World Soil Day),2015年是“国际土壤年”,2016年我国又颁布了“土壤污染防治行动计划”(“土十条”),无论是国家战略还是国际计划,这些都在告诉我们土壤与人类生存和发展的密切联系。

藏粮于地 科技先行

■赵其国 沈仁芳

保障粮食安全是治国安邦的首要之务,是一个永恒的课题。习近平总书记指出:“我国是个人口众多的大国,解决好吃饭问题始终是治国理政的头等大事。”耕地是粮食生产的根本和载体,耕地红线是粮食安全的警报,土壤是农业可持续发展的核心保障。“十三五”规划提出:“坚持最严格的耕地保护制度,坚守耕地红线,实施藏粮于地、藏粮于技战略,提高粮食产能,确保谷物基本自给、口粮绝对安全。”

近年来,我国粮食产量实现了“十二连增”,然而在粮食连年增产的同时,我国耕地资源环境面临着多重挑战。耕地高强度利用,长期高负荷运转,得不到休养生息,地力严重透支,质量退化,污染尤为突出,严重制约了我国农业可持续发展。同时,国内粮食库存增加较多,仓储补贴负担较重,加之国际市场粮食价格走低,国内外市场粮价倒挂明显。在这一大背景条件下,实施“藏粮于地、藏粮于技”战略则是保障国家粮食安全的必然选择,体现了党中央和国务院对保障我国“粮食安全”问题的高度重视,是对我国粮食生产、农业发展形势的准确判断。“藏粮于地,藏粮于技”,是保障我国粮食安全和农业绿色发展长效机制的科学路径。

当前,我国传统农业生产方式已难以为继,粮食生产必须依靠科技创新,突破资源环境约束,实现农业可持续稳定发展,走内涵式发展道路。因此,针对耕地资源紧缺、质量退化、污染加剧和农业资源利用率低等亟须解决的问题,需开展如下科学研究:

1.开展全国土壤资源详查工作,研发现代土壤调查与信息获取技术,制定相应技术规范与数据标准,构建土壤数据采集—自动传输—云端存储—大数据分析—共享服务的技术体系,创建包含多元土壤信息库、多目



标数据分析模型库、多服务模式的国家土壤信息服务平台。

2.针对我国农业主产区土壤质量退化问题和化肥减施增效需求,研究区域土壤资源及粮食产能发展的限制因子,科学认知土壤障碍形成过程及消减原理,深化土壤地力定向培育理论,构建土壤障碍消减和地力提升的核心技术体系。研究粮食主产区土壤肥力和养分利用率特征及主要驱动因素,开发新型控释肥料、有机肥料以及

功能肥料,构建肥料环境效应评估方法和精准施肥技术体系。

3.尽快落实土壤污染防治科技支撑工作方案,深入解析区域土壤复合污染形成机制、土壤圈污染物的迁移转化过程、土壤污染调查监测和风险评估方法、建立污染土壤环境基准和标准体系。研发系列污染土壤修复产品、治理关键技术与装备,形成区域性土壤污染治理系统性技术方案,在全国建立典型污染土壤综合治理技术示范区。

4.深入分析重点关注区域(如地下水漏斗区、重金属污染区、连作障碍区、生态严重退化地区)农业生态环境的主要矛盾,研究区域水土资源及粮食产能发展的限制因子,明确适于轮作休耕的耕地资源数量和质量,开展适于区域轮作休耕的生态环境产业区划。以农业资源承载力和环境容量为基础,提出有针对性的耕地轮作休耕技术方案,并开展综合治理示范,建立重点关注的区域轮作休耕制度体制机制。同时,选育高抗高产的新品种种质资源,开发高效生物农药及其精准施用技术,以及农作物生态栽培技术和农业智能化装备等。构建完善的现代农业科技创新体系,提高农业科技对保障国家粮食安全的贡献率,为我国粮食安全保障和生态环境保护提供科技支撑。

《寂静的土壤》
第三次印刷

恰逢世界土壤日(12月5日)到来之际,国内第一部土壤科普著作《寂静的土壤》出版一周年,已第三次印行。该书向您讲述土壤的前世今生,带您领略土壤的文化内涵,邀您共筑我们的土壤梦!

国家最高科技奖获得者李振声院士特别为本书题字:“寂静的土壤养育着万紫千红的世界”。

寂静的土壤
理念·文化·梦想
李振声 题词

2013年12月,第68届联合国大会正式宣布,将2015年定为“国际土壤年”,其口号为“健康土壤带来健康生活”。国际土壤科学联合会确定每年12月5日为世界土壤日。今年的土壤日到来之际,对“健康土壤”的热议,再次成为公众关注的焦点。

土壤是一个非常美妙的自然体。她是维持人类生活的主要支撑系统,为作物根系提供固定场所,容纳植物生长所需的水分,提供维系生命的营养物质。同时,土壤是大量微生物的家园,微生物通过自身代谢,完成土壤一系列生物化学转化过程;土壤也是蚯蚓、蚂蚁和白蚁等动物的聚集场所。地球表面物种的多样性以及人类居住的各种生存环境表明,土壤这层地球表面的皮肤的确丰富多彩,她不但为植物与动物提供良好的生态环境,也为人类提供良好的生活环境,而这层皮肤的健康决定着人类的生存和健康状态。可以说,没有健康的土壤,地球上的生命则不可持续。“民以食为天”,“土壤是万物之本、生命之源”。土壤是人类赖以生存、兴国安邦、生态文明建设的基础资源,是保障国家粮食安全与生态环境安全的重要物质基础。人类消耗的80%的热量、75%以上的蛋白质及大部分的纤维,都是直接来源于土壤。对于我国这样一个人口众多、土壤资源紧缺的国家而言,健康的土壤则显得尤为重要。

丰富多彩的土壤与人类健康的关系

土壤学家在130多年前就确认,土壤是母质、气候、地形和生物等自然因素随着时间推移共同作用的结果。受这些因素共同影响,各种类型的土壤有规律地分布在地球表面。如受气候和生物因素的影响,我国南方分布着大片酸性红壤,西北地区分布着连绵的碱性干旱土,东北地区分布着广袤的黑土。而受母质影响,在我国西南地区分布着紫红色砂页岩上发育的大量紫色土,在东部沿海的黄河、长江三角洲地区分布着河流冲积物上发育的潮土等。这些都显示了我国丰富多彩的土壤。

土壤中含有作物和人类必需的各种营养元素。同样地,受成土因素及元素活性差异的影响,土壤元素含量及其有效性,也具有空间变异规律。如土壤磷素和钾素及其有效性,从我国西北干旱区到东南湿润区逐渐降低,中微量元素中,钙、镁、硼、钼也有类似的分布规律。然而,锌、铜、铁、锰、碘等元素则相反,西北和北方的干旱地区土壤中这些元素较为缺乏,而东南湿润地区较为丰富。土壤中的硒元素在西北干旱地区和东南湿润区有效性较高,而自东北的黑土区经黄土高原至青藏高原东部的过度地带,硒元素的有效性则较低。这些土壤元素的丰缺状况影响着作物的生长和人体的健康。如北

健康土壤带来健康生活

■黄标 滕亚

方富氟的土壤通过食物和水这些食物链影响人体健康,长期摄入过量的氟会造成人体氟骨病,相反,南方低氟的土壤分布区,人群长期氟摄入量不足,同样会引起人体的疾病,如儿童的龋齿等。土壤缺硒则会产生大骨节病、克山病等地方病,同时,也可引起肝功能紊乱、免疫功能下降等不利的健康效应,甚至癌症的发病率也与环境缺硒有一定相关性。我国著名的“长寿之乡”大多在土壤元素组合上有富硒的特点。

人类活动对土壤生态环境的影响

土壤也常常受人类活动的影响。农业生产中,如果土壤利用适合土壤条件,并能够维持其系统可持续,那么长期的利用可培育出适合耕作的农业土壤。否则土壤就有可能退化而无法形成农业土壤。自然状态下,有些土壤干旱时非常硬,潮湿时又很黏,排水状况较差;一些土壤养分含量很低,或者含有大量的铝或盐。所以,自从人类有农业活动以来,就在不断改造这些个问题土壤。

这一方面,我国有着非常丰富的经验。如我们的祖先根据土壤的地貌和地下水位的条件,在西南山区的坡地上,建造梯田,蓄水植稻。而在长江中下游地区低洼平原,围地造田,种植水稻。在低洼湖畔,通过挖土堆叠,形成垛田,进而种植水稻。这些都是人类改良土壤成功的经验。当然,人类对土壤的影响也有相反的例子。如分布在沿海沼泽地的酸性硫酸盐土,在不受外界干扰的情况下,它们不会惹麻烦。但如果将水排掉,土壤会产生大量硫酸,并释放出铝、重金属和砷等元素进入作物和水体。污染河流和河口地区,造成鱼类大量死亡,人类产生疾病等。

作为地球至关重要的皮肤,地球上所有生命都依赖于土壤的存在。然而我们常常想当然地把土壤看成是一种无限的资源,毫无节制地开发利用,无视土壤质量的降低。最明显的例子就是,目前农业生产中不合理的施肥,导致土壤中养分大量盈余,尽管土壤可以容纳这些过量养分,但其容纳能力是有限的,一旦超出,养分进入水体,导致地下水硝酸盐含量超标,地表水产生水体富营养化,影响人类生存的生态环境。

人类工业、农业、城市建设等活动产生的污染物可进入土壤,积累到一定程度,引起土壤污染,对生物、水体、空气或/和人体健康产生危害。目前,

我国土壤污染总体形势严峻,在重污染企业或工业密集区、工矿开采区及周边地区、城市和城郊地区出现了土壤重污染区和高风险区。土壤可过滤、吸收和循环利用部分污染物,但有毒物质过量可导致农产品产量减少和品质下降。污染物在植物体内积累,并通过食物链富集到人体和动物体内,危害人体健康。同时,这些有毒物质积累在土壤中,就像一个“化学定时炸弹”一样,一旦土壤性质和环境条件发生变化,有可能被活化,再次影响生态环境。而要减轻或修复污染土壤,则相当昂贵。严重污染的土壤,有可能完全丧失其生产和生态功能,不得不填埋,造成土壤这一宝贵资源的浪费。另外,土壤受到污染后,也容易在风力和水力作用下,进入大气和水体,导致大气、地表水、地下水污染和生态系统退化等其他次生生态环境问题。

土壤生态功能的多样性

在人们的想象或感受中,土壤资源主要是为人类提供生存所需的食物和纤维。然而,与水、燃料和矿产等简单资源不同,土壤需要支撑更多的人类活动,除农业生产外,土壤还是最大的有机碳库,对于减缓和适应气候变化至关重要。而在缺水的当今时代,土壤对水的适当存储和分配也具有根本意义。土壤还承担着包括土木工程、维持土壤生物基因库、净化空气和水质量、清洁环境、废弃物处置等多种多样的功能。然而,世界各地土壤退化问题严重。据统计,全球约33%的土壤已经因城镇化而退化。而水土流失、养分耗竭、盐碱化、干旱化和污染又带来更多的威胁。因此,实现这一有限而稀缺资源的可持续利用显得相当重要。如随着城市化过程中土地利用的变化,土壤渗透和排水功能、气候缓冲功能等将起着主要作用。如果忽视土壤这些功能的存在,则会影响到我们居住的环境。在大片的城区,被混凝土或沥青密封的土壤表面会丧失土壤的渗透和排水功能,形成更多、更快的径流,甚至产生城市内涝,这样的教训,近年来在我国的大城市已屡见不鲜。

土壤科学与社会

所谓土壤健康,即土壤在生态系统边界内行使维持生物生产力、改善环境质量和促进植物和动

物健康机能的能力。土壤会随着利用和管理方式不同发生变化。为了维持土壤健康,人类需要不断克服土壤及其生态环境的不利因素,因地制宜,合理利用土壤资源,最大限度地发挥土壤的自然优势,消除土壤利用的障碍因素,例如:干旱土壤实施灌溉、湿地积水排干、贫瘠土壤施肥、因土合理施肥、减少污染等等。同时,又要保持土壤生态功能多样性。

当土地利用和管理与土壤功能很好地匹配时,土壤功能的发挥与人们预期的景象相符。庄稼和花草茂盛、家畜兴旺、泉井水源丰富、道路和建筑规范、投资环境安全,以至于人们感觉不到土壤功能的作用。但是,当土壤利用不能与土壤性质相匹配时,问题就显现出来了。作物欠收、品质降低,牲畜患病,在胀缩强烈或盐分较多的土壤上,道路、建筑、管道、电缆会断裂;在地基不稳定的地方,建筑物结构会发生灾难性的坍塌。这些变化也有可能使土壤固有一些功能丧失,这些功能包括土壤的生产、水文、生态功能。

虽然在土壤利用和管理方面,人类已经享受了很大的成功,例如通过施肥、灌溉水等措施强化了土壤的生产功能,但是,究竟如何更好地发挥土壤功能?需要发挥多大功能?两者之间的度目前还很难把握。目前土壤科学面临的挑战是如何发挥我们的聪明才智,避免不合理的利用方式或采取适当措施防止土壤功能的丧失,使得土壤各种重要的基本功能都能有效发挥作用。这才是我们能达到的健康土壤的境界,只有这样健康的土壤,才会带来我们人类健康的幸福。

近年来,随着科学技术对人体健康食物成分及疾病与膳食相互关系认识的提高,加之公众对健康生活的关注,将农产品营养化、功能化的功能农业大行其道,即通过生物营养强化或其他生物技术手段使农产品具备保健功能性。而要做到这一点,土壤及环境的元素丰缺是其基础,只有认识到人类从环境中获取必需成分的丰缺状况,才能使功能农产品和功能农业沿着正确的方向发展。

土壤科学面临的关键问题

1.为了获得最大社会和环境效益,土壤科学未来的研究方向在哪里?
土壤科学对农业生产的指数增长作出了较大

绍到国外。

近年来,随着南海岛礁的建设,新的任务摆在土壤学家面前,如何通过土壤改良与改性维持植被生长需要解决诸多科学和技术问题。南京土壤研究所史学正研究员及其团队正在为此进行科技攻关。

南海诸岛的土壤及其生态系统

基于多个岛屿的实地土壤调查与实验室分析结果,我们发现南海诸岛是一个独特的生态系统。在一个个海岛或礁盘上,以珊瑚贝壳沙为母质,经过积盐和脱盐过程、有机质积累和分解过程以及磷的富集和林溶过程,大约经过1000~2000年形成了南海诸岛所特有的富腐岩性均腐土。对热带土壤而言,磷元素往往是生态系统维持的限制因子,但海岛上的土壤含磷高达10%-30%,是我国含磷量最高的土壤。土壤上生长的麻风桐、海岸桐和草海桐等群落的200多种植物,其含磷量也为一般热带植物的5~10倍。海鸟的活动是土壤中磷富集的主要原因。南海诸岛上活跃着红脚鲣鸟等60余种海鸟,海岛为它们提供了栖息、繁衍及过冬的场所,它们以海洋中的鱼类为食把海洋中生物富集的磷素以粪便的形式带进土壤。日积月累形成鸟粪层,厚可达1米以上,这是一种高品位的磷肥,为植物生长提供了优质天然肥料。植物通过根系吸收土壤中的养分,植物的凋落物又归还土壤,土壤上生长的茂密的树木供鸟类栖息。这样就使鸟类—海鸟—土壤—植被联成了一个生态系统。土壤是这个生态系统的纽带。

土壤也是领土主权的仲裁者

虽然南海诸岛在广袤的海洋中似乎是“沧海一粟”,但在国家领海主权、海洋资源开发等层面有着极为重要的战略意义。2016年7月12日“中菲南海仲裁案”一经宣判,引起国际舆论哗然。这场由美日菲等国导演的闹剧不仅无视历史事实和法理逻辑,更是毫无常识地将太平岛定义为“礁石”,可谓别有用心。

众所周知,太平岛是南海面积最大的岛屿,拥有淡水资源并覆有良好的土壤和植被。对“岛”和“礁”划分的一个重要标准是岛礁上有自然土壤和植被分布(即便只是数量极少的土壤和零星的草),而没有土壤植被的则归为“礁”。我国土壤学家早在上世纪40年代便对太平岛进行了土壤调查并绘制出太平岛土壤图。放下诸多政治因素,或许土壤才是“岛”“礁”之争更好的仲裁者。从这个意义上讲,海岛上的土壤可谓“寸土寸金”。

综观上述考察,从20世纪陆发熹、席连之开始,我国几代土壤学家分别于抗战胜利后,1974年西沙自卫反击战后,1988年中越海战后以及目前急需对南海诸岛开展科学研究,这些研究不仅具有重要的学术价值,也体现了自然科学工作者们的国防意识和卫国情怀。

如果我们在建设海岛、保卫海岛的同时,保持南海诸岛上以土壤为纽带的生态系统,那么我们就可以把一个个岛屿都打造成像一艘艘永不沉没的航空母舰一样,守卫我们的南海,在建设生态系统的同时保卫国防和维护世界的持久和平。

贡献,使全世界的人有饭吃、有房住、有衣穿。研究土壤健康与农业生产的关系仍然是土壤科学的一个重要研究热点,包括精准农业、有机农业、森林和农业系统的碳固定等的研究,也包括了退化土地的恢复以及可持续发展等方面的研究。未来土壤科学应该与生态环境等方面的研究紧密地联系在一起,例如土壤污染、气候变化、水文循环、城区土壤、生物多样性的维持等。土壤科学也面临来自人口不断增长、土地和水资源需求压力不断增强的挑战。土壤时空多样性以及在生态系统功能上的认识,对于我们了解和建设健康的土壤至关重要。要合理地利用土壤资源就必须不断扩大我们的知识面积,以适应这个快速发展的世界。

2.我们如何将土壤科学与地球科学其他学科的知识联系起来?
通过地质学、地貌学、土壤学、水文学和生态学等学科多年的共同努力,已积累了海量的环境数据。越来越多跨学科的团队利用这些数据,揭示地球不断的变化,预测了地球未来的发展。所以,通过学科之间的交叉研究,例如土壤学和固体地质学之间有关风化层的研究,不同空间尺度下土地利用和管理对土壤健康影响的研究等,可以期望获得更大的成果。土壤圈是连接大气圈和地表其他圈层之间的纽带,土壤学家需要加强与不同研究群体之间的互通和交流,让大家认识到土壤学在各自研究中的重要性。

3.我们怎样才能更好地与社会沟通?
大部分研究者通常通过发表论文来展示他们的成果,但发表在同行评议期刊上的研究成果,很少影响相关的人员或社会大众,也很少直接影响到政策制定和实际应用。政府和公众越来越多地要求研究者改善沟通渠道,更多地为社会服务。这意味着科学家需要更多地与决策者互动,但这是一个双向的互动过程,双方都有很多东西需要学习。可通过广播和电视节目、游戏、图片、新闻和互联网等方式最大程度地让人了解有关土壤健康方面的研究成果。

4.如何最大限度地利用民间的土壤学知识?
土地使用者和社会也蕴含着丰富的土壤健康方面的知识。这些知识是从几代人实践和观察中提炼出的精华;他们是很实用的,以增产为导向,对局部土壤有针对性。他们本应该是一个巨大的资源,但到目前为止,这些民间的土壤学知识只是偶尔应用于科学研究中。有必要最大限度地利用这些知识。当然,开发和整合这些知识成为可用的信息并不容易,需要研究者扎根田间,从实践中吸取民间土壤健康利用和管理的经验,更有效地解决新的问题。

(本版作者单位:中国科学院南京土壤研究所)

我国土壤学家的南海情结

■张甘霖