



我国耕地资源保护与 地力提升*

文 / 周健民
中国科学院南京土壤研究所 南京 210008

【摘要】 文章分析了我国耕地资源的现状,指出我国耕地面积不断缩小,而污染面积不断扩大,有2/3的耕地仍属中低产田;认为今后我国耕地高强度利用的特点不会改变;阐述了各区域土壤退化的主要机制;介绍了耕地资源保护和地力提升所要解决的科学问题,并提出了相应的对策建议。

【关键词】 耕地保护,地力提升,土壤质量,土壤污染,对策

DOI 10.3969/j.issn.1000-3045.2013.02.019



中国科学院

耕地是人类赖以生存的最基本的资源,具有不可替代的生产和生态功能。耕地是食物安全的基础,为人类直接提供包括粮食、蔬菜在内的食物,并提供可转化为肉、蛋、奶等食物的原料产品;同时,耕地还通过自身的环境生态功能,影响着地球表层生态系统中物流、能流的调蓄与再分配,对地表水、食物链、生物多样性和大气层的保护起到至关重要的作用。我国人多地少,耕地总量不足世界的10%,却要养活世界20%的人口,粮食安全本身就存在着巨大压力,再加上我国正处在快速发展时期,城市化与工业化进程造成部分土壤资源发生非农留转而成为建设用地,粮食安全完全依赖于耕地资源的高强度利用。而耕地资源高强度、不合理利用又会导致土壤退化和生态环境的恶

化,严重威胁着粮食生产与人体健康。因此,如何保护耕地资源,不断提升地力,又能保持生产与环境的平衡是我们面临的重大课题。

1 我国耕地资源的现状

1.1 耕地面积不足,后备资源匮乏

我国幅员辽阔,但却属于耕地资源约束型国家。根据国土资源部的数据,全国耕地总面积2008年为 $1.22 \times 10^8 \text{ hm}^2$,人均耕地面积 0.1 hm^2 以下,不及世界人均水平的1/2。尽管遥感技术估测的结果要高于公布的数据,但已有耕地每年减少,不会再增加已是不争的事实。原因是退耕还林、还草,农业结构调整和工业化、城市化用地增加。20世纪80年代中期开始到20世纪末,全国耕地减少的年均幅度超过 $60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。尽管通过土壤后备资源的开垦以及各种类型土地

* 修改稿收到日期:2013年2月23日

的复垦,全国耕地面积下降的速度得到一定程度的控制,但耕地净减少的数量依然巨大。根据原国家土地管理局和国家统计局的资料,1978—1997年全国累计增加耕地 $1\,140\times 10^4\text{hm}^2$,累计减少 $1\,605\times 10^4\text{hm}^2$,净减少面积为 $465\times 10^4\text{hm}^2$,占目前全国耕地总面积的3.5%以上,相当于整个江苏省的耕地面积。进入21世纪后,国家采取了更严格的耕地保护措施,面积快速减少的趋势得到有效遏制,但随着经济社会的快速发展,耕地占用仍然是不可避免的,问题是我国后备耕地资源短缺,资源开垦潜力锐减,已无力补偿耕地占用量,今后再也谈不上靠扩大耕地面积来满足粮食安全的需要了。这样,我国粮食产量的增加就要完全依靠单位面积产量的增加,因此,耕地质量和地力提升就显得尤为重要。

1.2 我国耕地质量总体不高,中低产田仍占2/3

我国耕地资源自然质量不高。尽管我们在土壤改良方面做了大量的工作,目前中低产土壤仍占耕地面积的2/3,其中盐渍化和酸化土壤占相当大的比例。自第二次土壤普查以来,我国大部分耕地的有机质含量有所提升,但总体水平仍然不高,其平均含量只有欧美发达国家的60%。而作为我国重要的商品粮基地的东北地区,土壤肥力则明显下降。即使是有机质有所提升的耕地也出现了养分不平衡的问题,如土壤钾素亏缺等。我国盐碱土分布面积是世界上最多的国家之一,而不合理管理模式又导致土壤次生盐渍化以每年17万亩的速度扩展。南方红黄壤地区本来就属酸性土壤,近年来土壤酸化的进程加速,pH小于5.5的土壤面积比例已从25%上升到37%。随着农田集约化利用程度的提高,农用化学品的大量投入和大型机械使用,又引发了不少新生土壤问题,如土壤压实,结构退化,团聚体稳定性降低,土壤生物功能退化,水养缓冲能力降低等。耕地的占优补劣更加剧了上述土壤质量下降问题。

1.3 土壤污染面积扩大,污染程度加剧

随着我国工业化、城市化、农业集约化进程的

不断加快,工业污染对农田土壤的危害正在由局部向整体蔓延,而农业活动自身产生的环境问题也变得越来越严重。在这一背景下,我国土壤污染面积在逐年扩大,污染程度也正在加剧,污染类型日趋多样,污染途径日趋复杂。在20世纪80年代末期,我国土壤污染面积只有几百万公顷,而据国家环保部不完全调查,目前全国受污染的耕地约有1 000万 hm^2 ,污水灌溉污染耕地220万 hm^2 ,固体废弃物堆存占地和毁田13万 hm^2 ,合计约占耕地总面积的1/10以上,其中多数集中在经济较发达的地区。在全国4.2万个调查点位中,近1/6的样点有污染物超标,与“七五”背景值调查相比,表层土壤污染物含量明显增加。不少区域污染物在土壤中不断累积,对全国粮食调查发现,重金属铅、镉、汞、砷超标率占10%。由有机农药施用和工业“三废”排放导致的有机物污染物在部分地区土壤中的含量呈明显上升趋势。虽然这些土壤有机污染的基本情况还不清楚,但可能存在的潜在危害不容忽视。

尽管全国土壤污染面积的具体数据有待验证,但是土壤污染面积总体增加却是共识。此外,土壤污染物还可通过影响水体和大气环境质量,间接对人类健康造成威胁。更值得注意的是许多低浓度有毒污染物的影响是缓慢的和长期的,可能长达数十年乃至数代人。由于土壤污染具有隐蔽性、潜伏性、积累性、地域性、不可逆性和长期性等特点,土壤污染不像水体和空气污染,人们不能通过感观发现。土壤污染后,仅靠切断污染源的方法往往难以自我恢复,治理成本高,周期长。

2 土壤资源保护和地力提升所要解决的科学问题

2.1 耕地资源的数字化

耕地资源保护和优化利用的基础是如何快速获取耕地土壤信息,表达土壤属性的空间变异。地理信息系统(GIS)和数字地形模型(DEM/DTM)的应用,数学模拟方法对土壤特性的预测,航片和卫星数据的同时使用,日益增强的计算机

数据处理能力,都对土壤空间分布模式的理解发挥了重要作用。结合数学方法、GIS和其他现代信息处理技术,有可能更加真实地描述和定量表达区域范围内土壤属性的空间分布特征。实现耕地资源信息化管理是可持续农业的必然要求,而土壤信息系统是其关键和基础。数字土壤将为耕地资源的保护和利用带来革命性变化,具体包括土壤样本的采集和分析方法,利用遥感和光谱快速获取土壤信息的理论和方法,土壤信息的处理理论和技术,土壤信息的表达和传播技术等。

2.2 耕地土壤质量的演变规律与评价体系

耕地质量应包括土壤肥力质量和环境质量。尽管我们已开展了大量的土壤肥力变化和评价的研究工作,但仍缺乏系统的评价方法。需要研究不同生态区域土壤肥力的演变规律与主要驱动因子及机制;土壤肥力演变与生态环境之间相互关系;不同尺度上土壤肥力及可持续性评价的方法与指标体系。土壤环境质量评价的基础是土壤环境质量标准,由于我国地域性差异很大,可依据不同的应用目的制订不同的标准。此外,如何将污染物总量与可提取态和生物效应相结合,制定出以可提取态为基础,或将可提取态与总量相结合的土壤环境质量标准,将是土壤环境质量评价体系的重要内容。在土壤退化评价方面,要建立包括退化类型界定、评价指标、分级标准、阈值设置在内的系统的土壤退化指标体系。

2.3 中低产田地力提升机理与定向培育

大量研究表明,农田基础地力越高,以同样品种、水肥用量和调控措施所获得的产量和资源利用效率越高。我国中低产田占2/3,具有较大的生产潜力。因此,要挖掘基础地力提升的水涨船高效应,促进产量和耕地资源利用效率的提高,深入开展粮食主产区农田地力提升机理和定向培育对策研究,

为大面积中低产田地力的全面提升提供理论和技术支持。通过揭示限制地力提高的关键过程和因素,寻找有效调控途径;通过中低产田土壤障碍因子消减和次生化过程阻控,恢复中低产田地力;通过有机物转化过程及其驱动因子的调控,增加农田土壤的有机质积累;通过土壤物理化学性状的改善,提高农田土壤水分养分源汇容量和缓冲能力;通过关键生物过程和生态功能的促进,挖掘农田地力提升的生物学潜力,最终实现农田地力的提升。

2.4 现代农业条件下土壤障碍形成机制与调控

近年来我国以耕地资源高强度利用和农用化学品大量投入为主要特点的现代农业以及新型农业生产模式导致的土壤障碍问题已十分突出。耕地的高强度利用和管理不善,以及与作物新品种不匹配的大量甚至过量施肥,已导致不少耕地土壤出现严重的养分非均衡化。占全国土壤总面积21%的南方酸性红黄壤区,土壤酸化的进程大大加速,这除了酸沉降的影响外,过量使用氮肥也是重要原因之一。土壤的严重酸化改变了土壤组分的存在形态,导致作物生长不良、产量和农产品品质下降。近年来,随着节水技术的推广,大面积滴灌或加肥滴灌已经造成土壤返盐和次生盐渍化,严重制约了节肥节水技术的连续应用。规模化农区由于长期采用大型机具耕作方式,土壤压实严重,土壤物理结构退化,严重影响了土地的生产力。由此可见,在现代农业条件下,我国土壤的物理结构退化、养分不均衡化、加速酸化、次生盐渍化和土壤生物功能退化等新形成的土壤障碍正在严重制约着我国农业的可持续发展。根据现代农业条件下产生的我国农田主要障碍类型,研究其形成机制、多重障碍叠加效应和调控措施具有重要意义。



中国科学院

2.5 农业生产和环境保护的平衡

欧美等发达国家在土壤资源利用上并不以实现作物高产为目标,而是采取耕地休闲和减少农用化学品用量等措施以达到最佳生态环境效益和减少环境污染;而对于耕地资源相对匮乏和环境污染日益严重的我国,随着城市化和工业化进程不断加速,耕地面积不断缩减,为保障食物安全,谷物的生产越来越依赖于单产的提高。这样,要维持作物高产,耕地的高强度利用和农用化学品的大量投入就不可避免。这种耕地的高强度利用必然对环境带来巨大冲击。尽管我们可以发展和应用新的技术提高肥料和农药等化学品的使用效率,但却不可能避免这些化学品对环境的负面影响。如何保持农业和经济发展与环境保护之间的平衡是我们必须回答的一个关键问题。土壤学应该从不同尺度提供解决这一问题的必要的理论、技术和措施。

2.6 土壤污染风险评估和污染土壤修复

土壤是一个非常复杂的系统,污染后的土壤很难在短期内修复,因此要采取严格措施防止新的污染发生。对已污染土壤,如何诊断和评价污染程度是首先要解决的问题,尤其是微量毒害污染物鉴别和源解析及复合污染评价,需要建立基于风险评估的土壤环境质量指导值和标准,对污染土壤的生态风险和健康风险进行评估与预警。污染土壤的修复首先要了解污染物空间分布格局,并据污染物性质和土壤条件,尽可能发挥土壤的自然缓解修复作用;确定合适的修复方法,研究原位和异位的物化净化过程和稳定化控制机理,植物和微生物修复过程和机理,多途径联合强化生态修复过程和机理;要对修复系统条件优化和修复效率进行评价,建立修复标准和技术规程;研究修复后土壤资源和生物资源的利用和管理等。

3 耕地资源保护和地力提升的对策措施

作为耕地资源高度约束型国家,珍惜每一寸土地、合理利用耕地资源是关系到中华民族生存和发展的重大战略问题,我国政府必须切实加以

解决。针对我国的耕地土壤面临的问题,国家已经实施了中低产田改造、沃土工程、测土配方施肥等重大重点工程,在解决旱涝渍害、平衡养分、恢复障碍土壤地力、保障稳产等方面发挥了重要作用。但我国正处于工业化和城市化快速发展时期,在加上耕地需要连续的高强度利用,难有休养生息的时间,耕地资源保护和地力提升便成为一项长期而艰巨的任务。由于土壤资源的多功能性以及对其需求的多样性,加之其不可再生性和不可移动性,必须从动态角度来研究土壤资源的合理配置问题,坚定不移地走可持续利用道路,切实保护耕地资源的数量与质量。

3.1 加强耕地资源保护宏观战略研究,确保现有耕地永续利用

由于气候等自然环境和社会经济发展水平、人类干预强度与利用管理措施等人为因素的差异,我国不同地区耕地资源在自然质量形成和人类活动驱动下呈现出鲜明的区域性特点。在以干旱、半干旱为主要气候特征的西北地区,水土流失和各种营力作用下的土壤侵蚀作用是土壤退化的主导过程,土地荒漠化与土壤盐渍化是土壤退化的主要表现形式。东北黑土资源面临的主要问题是水土流失和土壤肥力衰退。东南沿海经济发达地区土壤资源所面临的核心问题是耕地资源的大规模非农占用和日趋严重的土壤污染。西南地区土壤酸化问题突出,且为多山地区,土层浅薄,水土流失以及泥石流、山体滑坡为主要形式的重力侵蚀对土壤资源影响巨大。中部的耕地资源集中在华北平原与黄淮海地区,低产田比例较大、土壤相对贫瘠,由于大量利用地下水灌溉,地下水严重亏缺,将严重影响该地区耕地资源的可持续利用。针对这些问题,必须加强耕地资源保护的宏观战略研究,制定长远的管理利用规划,确保耕地能够永续利用。

3.2 推进秸秆还田和有机肥高效利用,有效提高地力

理论和实践证明,提高土壤有机质水平是提

高土壤地力、改善土壤质量最有效的措施。土壤有机质是地力的最关键的要素和最重要的指标,作物产量一般都随土壤有机质含量增加而增加。土壤有机质主要通过增加土壤有效持水量,提高养分供应能力,改善土壤结构和其他物理化学性状,进而达到提高作物产量、减少温室气体排放的目的。而我国具有丰富的有机肥资源,目前每年产出有机废弃物50亿吨。其中7亿吨秸秆,由于未能有效解决还田培育地力过程中衍生的系列问题,回田率仅有34%,远低于美国的68%和日本的85%,超过20%的秸秆直接焚烧。我国年畜禽粪便排泄量超过37亿吨(鲜重),用于土壤有机培肥的不足20%。因此,要采取切实可行的政策和技术措施,大力推进秸秆还田,利用畜禽粪便生产商品有机肥,有效提升耕地地力,促进耕地的可持续利用。

3.3 加大监测力度,及时掌握耕地资源动态

耕地土壤质量现状及演变趋势是土壤资源保护和合理利用的基础。各级地方政府迫切需要耕地质量现状的数据,以便在农业结构调整、无公害和绿色农产品生产与布局以及耕地保育和污染土壤修复上有科学的依据。目前,国家有关部门开展了与土壤质量相关的调查工作,如国土资源部的农业地质环境调查、国家环境保护部的土壤污染调查、农业部的测土配方施肥工程等。这表明,土壤质量问题已引起了社会各界的广泛关注。但从目前的情况看,有关部门的工作各有侧重,缺少沟通与合作,也缺乏必要的技术和资源上的有机整合,因而难以避免工作重复和资源浪费。因此建议国家有关部门成立联合领导与协调小组,开展全国土壤质量调查与监测工作,并在开展土壤普查的基础上,对典型区土壤质量变化进行长期的跟踪监测。

3.4 加大科技投入,建立技术推广体系

地少人多、后备耕地资源短缺的基本国情决定了我国的粮食增产将主要依靠耕地单位面积产量的提高。因此,在优质品种培育技术、肥料制造与施用技术、作物栽培与管理技术等方面加大开发力度的同时,土壤资源利用与管理方面也必须同时加大科技投入。在科学规划、优化配置、高效管理的基本框架下,探索更多的耕地资源保护和土壤质量培育技术措施,提高土壤生产力和抵御退化的能力。各地区必须针对其耕地资源的特点和利用管理中的突出问题,根据自身自然背景和社会、经济特点因地制宜地发展相应的、行之有效的保护途径,并通过强化有关技术推广部门的作用,加大与耕地资源保护、土壤退化防治有关的技术成果的转化力度。农业、土地、环保等政府职能部门在耕地资源保护问题上应该充分合作,共同建立和完善耕地资源保护培训体系,切实提高干群认识、利用和管理耕地资源的水平。

3.5 完善法律法规,强化依法行政意识

如果没有合理的制度安排,耕地保护难以有序推进,各种利益也难以有效调整。因此,必须进一步加强耕地资源保护的法治建设,建立科学合理的耕地保护监管体制,健全相关法律制度,落实耕地资源保护的政府责任、企业责任和国民责任。我国已有《土地管理法》、《水土保持条例》、《土地复垦规定》等法律法规,但没有《耕地质量保护法》或《土壤污染防治法》等与土壤资源保护直接相关的法律文件。虽然《环境保护法》和各主要单行法对土壤环境保护做了一些规定,但从总体上看,我国现行的耕地质量保护立法与保障国家土壤环境安全、保护人体健康的要求还有很大差距。针对我国目前土壤环境面临的严峻形势,借鉴其他国家的成功经验,建立健全土壤环境保护的法律制



中国科学院

度已刻不容缓。同时,我们要加大执法力度,有法必依、执法必严。各级政府和相关主管部门必须严格土地审批制度,切实保护好有限的高质量耕地资源,必须通过总量平衡、供给制约、用途管制、供需有序、结构优化等机制的建立与完善,切实做好经济快速发展过程中的土壤资源保护工作。在土壤质量方面,要实施土壤肥力长期保育和土壤生产力的常效管理措施,减少工业“三废”排放和农化产品过度使用对土壤环境质量的影响。加强农业环境监测,及时掌握土壤污染动态变化,对污染土壤进行修复。

3.6 开展耕地资源的国情教育,提高干群忧患意识

我国是世界人口最多的国家,确保粮食安全是我国的大政方针,而耕地资源保护是粮食安全的基础。因此,必须对当前经济快速发展背景下耕地面积下降、土壤污染的现实有清醒的认识。要教育全国的干部群众,充分认识到我国实现未来粮食安全目标任务的艰巨性,切实了解耕地资源保护的极端重要性。各级干部要在思想上真正把耕地资源保护和粮食生产放在首要位置考虑,采取有效措施,在工业化、城市化过程中,实施耕地资源优化配置和可持续利用战略,保护耕地资源数量和质量,保证粮食生产潜力和生态安全。

3.7 深化土地政策改革,强化农民自觉捍卫土地的意识

稳定土地使用权限、提高种植产出收益是提

高广大农民自觉珍惜耕地资源、维护和提高土壤质量的基础。2002年颁布的《中华人民共和国农村土地承包法》以法律的形式确定了“土地承包经营权30年不变”的土地政策,从而使农民在耕地资源利用与管理上对长期投资有良好的预期,这对土壤质量演变有显著的积极影响。然而,我国靠生产传统粮食产品的农民其收入增加缓慢,越来越多的农民离开土地到城市寻找就业机会,耕地撂荒现象日益严重。另外,随着农村经济的发展以及农村劳动力非农就业的扩大,不愿意继续经营土地的农户也越来越多,农民私下进行不规范的短期土地流转,容易造成耕地长期肥力的退化,不利于保持耕地的可持续生产能力。所以,一方面要千方百计提高种粮农民收益,另一方面要制定更合理的土地流转政策,调动基层干部和农民珍惜土地,爱护土壤资源的积极性,减少失地面积,维持和提高土壤质量。

参考文献

- 1 Zhou M. The future of soil science. In the book "The Future of Soil Science" (ed. by A. E. Hartemink) ICP-Gegevens. Koninklijke Bibliotheek, Den Haag. 2006, 158-160.
- 2 曹志洪,周健民. 中国土壤质量. 北京: 科学出版社, 2008.
- 3 周健民,石元亮. 面向农业与环境的土壤科学. 北京: 科学出版社, 2004.
- 4 赵其国等. 中国耕地资源变化及可持续利用与保护对策. 土壤学报, 2006, 43: 662-672.

Protection of Arable Land Resources and Increase of Soil Productivity in China

Zhou Jianmin

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract The status analysis of arable land resources indicated that the cultivated land area in China gradually reduced and polluted area increased last years, and the productivity of two third of the arable land is below the middle level. The intensive use of the arable land in the future will still be inevitable to guarantee the grain safety. Main soil degradation mechanism in different regions is demonstrated. The scientific problems and strategies in protection of arable land resources and increase of soil productivity are recommended.

Keywords protection of arable land, increase of soil productivity, soil quality, soil pollution, strategies

(转至263页)