



我国土壤资源特点与 土壤安全利用*

文 / 张甘霖¹ 王秋兵²

1 中国科学院南京土壤研究所 土壤与农业可持续发展国家重点实验室 南京 210008

2 沈阳农业大学土地与环境学院 沈阳 110866

【摘要】我国土壤资源丰富多样,空间分异明显,但宜耕地面积小,总体质量不高;受人为活动强烈影响,土地垦殖率高,耕地后备资源有限。总体上,土壤资源数量和质量均属严重制约型,人地、人粮矛盾突出,特别是近20年来,由于利用管理缺乏合理的布局 and 规划,建设占用耕地使优质耕地减少过快;生态脆弱带土地退化势头没有遏止,土壤污染有加剧趋势,土壤安全形势日趋严峻。我国土壤资源基础调查工作基础薄弱,土壤资源现状不清,缺乏科学有效的土地资源评价方法和标准,土壤资源管理相对粗放。需要加强土壤资源科学的基础研究,深化土壤功能与安全的内涵,更新我国土壤资源清单,为多目标土地利用提供基础数据、模型和决策。

【关键词】 土壤资源,土地利用,土壤安全,土壤管理

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2015.Z1.013

土壤具有维系生物质生产、容纳和消减污染物、过滤水源、固碳、维护生物多样性等多种功能。“土壤安全”是指土壤功能发挥的状态和水平。在安全的状态下,土壤可以持续地发挥上述功能,而安全水平降低则妨碍土壤功能的实现。因此土壤安全关系到粮食安全、水安全和生态环境安全,进而影响社会和经济的可持续发展。

我国土壤资源数量和质量均属严重制

约型,人地、人粮矛盾突出,特别是近20年来,由于利用管理缺乏合理的布局 and 规划,随着利用程度不断强化,我国优质耕地急剧减少、基础地力持续下降、水土流失、土壤酸化、土壤污染等问题十分突出,土壤安全形势日趋严峻。土壤安全问题已经严重制约着国家粮食安全、食品安全、水安全和生态环境安全,进而影响到国家安全和国际履约能力。

* 基金项目:国家自然科学基金项目(41130530)、科技部基础性工作专项(2008FY110600,2014FY112200)

修改稿收到日期:2015年6月8日



中国科学院

在全面获取我国土壤资源现状及其动态变化的基础上,全面把握我国土壤资源的特点,因地制宜、合理利用和管理我国土壤资源是土壤安全的前提,需要进一步发展我国土壤资源科学,加强基础数据积累并提供服务全方位、多层次、高精度土壤资源利用和管理的对策与方案,真正实现资源高效和可持续利用。

1 我国土壤资源特点与利用特征

1.1 土壤资源丰富多样,适宜性广泛

我国土地面积约占世界陆地总面积的1/15,仅次于俄罗斯和加拿大。按中国土壤系统分类统计,全国有14个土纲,39个亚纲,138个土类和588个亚类^[1]。我国既有温暖湿润区的富铁土和铁铝土,又有西北内陆的干旱土和青藏高原的寒冻雏形土,还有古老的水耕和旱耕人为土,这样丰富的土壤资源是其他国家无法比拟的。这些土壤是在不同的自然环境条件和人为影响下形成的,各自具有不同的生产力及农、林、牧业发展的适宜性。南方丘陵富铁土和铁铝土区,水热充沛,生物资源丰富,为我国热带、亚热带林木、果树和粮食生产基地。黄淮海平原为我国耕地面积最大的平原农业区,主要分布着雏形土,土体深厚,宜耕适种,是我国粮、棉、油作物的重要产区。东北平原区的湿润均腐土,盛产小麦、大豆、玉米、高粱等,已成为我国重要粮食生产基地;东北山区的冷凉湿润淋溶土等类型,为我国林业用土壤资源,适宜于多种针、阔叶树种生长;东北平原西部的草原,多为半干旱均腐土分布,地形平缓开阔,分布着优质的天然草牧场。西北漠境地区,以干旱土、盐成土和灌淤人为土为主,由于日照充沛,光能资源丰富,并具有引用高山融雪水灌溉之便,盛产长绒棉、小麦及优质瓜果^[2]。多样化的土壤类型具有不同的适宜性,大多数土壤类型具有多宜性,这为大农业全面发展和综合开发利用提供了优越条件。

1.2 空间分异明显,地区差别大

我国是季风气候十分活跃的国家,水热状况与土壤性状区域差异较大^[3]。在区域界线上,可从

东北大兴安岭西坡算起,经通辽、张北、呼和浩特、榆林、兰州、玉树、那曲至日喀则附近,这大致是400 mm年等降水线,它对于土壤资源和土地利用有着重要的意义。在这条线以东、以南,季风盛行,雨量充沛,光、热、水配合较好,为湿润、半湿润区,适宜林木生长,为以乔木为主体的森林线分布范围,也是我国目前主要农业区。此线以西、以北降雨量较少,气候由半干旱逐渐过渡到200 mm以下的干旱和荒漠区,没有灌溉就没有农业,是我国的主要牧区,绝大部分广阔地区为草原、沙漠、戈壁与高寒山区,在高大山系背阴处,可见到森林与密茂草场。800 mm等降水线基本上是以秦岭、淮河为分界线。此线以北的华北和东北区,土壤中的矿质淋溶适中,旱作农业发达,此线以南的华东和华南区土壤受降水强烈淋溶作用的影响,土壤往往偏酸性,农业以水稻种植为主。

我国是一个多山的国家,山地、高原和丘陵地占总面积的69.27%。山地地貌起到能量与物质再分配作用。山区地形高低起伏,山区的不同部位具有明显的小气候变化特征,特别是在高山区还形成明显的气候条件垂直变化带谱,加上山区地质构造复杂,土壤母质类型多样,所形成的土壤各有特色。即使在小区域范围内,土壤类型亦有分异。

1.3 土壤资源自然条件优越,生产潜力较大

我国疆土约有98%位于北纬20°—50°之间的中纬度地区,与地域广阔的俄罗斯、加拿大所处的高纬度相比,热量条件显得更具优势,与美国和位处南纬的澳大利亚相当,但与位处低纬度的巴西、印度相比,则总体热量条件略逊。我国亚热带、暖温带、温带地区所占面积最大,约占国土总面积的71.2%,其中亚热带占25.7%,暖温带占19.2%,温带占26.3%,农作物可一年二熟或三熟。

我国大部分地区属夏季高温多雨、冬季寒冷干旱的季风气候,全年降水量有2/3集中于4—9月份,在此期间,月均温东部为5℃—28℃,西部为8℃—23℃,这种雨热同期的气候特点,可以满足主要农区中各类农作物生长期间对水分和热量的

需求,这是保证大部分土壤资源得以开发利用的重要条件。

西北部广大干旱区,年降水量小,特别是准噶尔盆地、吐鲁番盆地和塔里木盆地的年降水量仅在25 mm—50 mm上下,水分极端匮乏,在很大程度上限制了土壤资源的开发利用。然而,该区四周高山环抱,构成高山与盆地相间地貌,这些山脉的海拔高度在4 000 m以上,气温低,山区年降水量200 mm—700 mm,山顶冰雪覆盖。春夏季节山顶冰雪开始融化,补给径流,滋养形成干旱区内的绿洲,使干旱区内土壤资源的潜力得到发挥。

享有“世界屋脊”之称的青藏高原,大多数地区海拔在4 000—4 800 m,如此高海拔的区域,国际上通常为无农业区。但青藏高原地处北纬25°—35°之间,与欧亚大陆其他高原相比,其纬度较低,在一些深切河谷地区7月份平均气温可达18℃—23℃,为主要农业区,在高寒环境下种植青稞、小麦、豌豆、油菜等。青藏高原的盆地、湖盆宽谷地及河谷地为良好的天然牧场,适应牦牛、绵羊、山羊等牲畜生长繁育。在高原南部,森林也占有一定面积,为我国第二大林区。可见,青藏高原的土壤资源,除发展种植业外,同样具有发展牧业及林业的优势。

上述优越的自然条件,决定了我国土壤资源具有较大的生产潜力。从目前粮食作物实际产量与潜在产量之间的量差距看,水稻、小麦、玉米、大豆等主要粮食作物实际单产仅为品种区试产量的58%—78%,为区域高产示范水平的48%—63%^[4],粮食单产提高潜力很大。

1.4 宜耕地面积小,总体质量不高

我国土地面积居于世界第三位,但人均土地面积仅为0.714 hm²,相当于世界人均土地的1/3;据国土资源部《2014年国土资源公报》数据,全国现有耕地面积13 516.34万

hm²(20.27亿亩),人均耕地面积远低于世界平均水平。

第二次全国土地调查的耕地质量等级成果显示,全国耕地平均质量总体偏低。优等地面积为385.24万hm²,占全国耕地评定总面积的2.9%;高等地面积为3 586.22万hm²,占全国耕地评定总面积的26.5%;中等地面积为7 149.32万hm²,占全国耕地评定总面积的52.9%;低等地面积为2 386.47万hm²,占全国耕地评定总面积的17.7%^[5]。

1.5 受人为活动影响强烈,土地垦殖率高,耕地后备资源有限

我国人口众多、农业开发历史悠久,土地垦殖率已达13.7%,超过世界平均数3.5个百分点。绝大部分平原、沿河阶地、盆地和山间盆地、坝地和平缓坡地等条件优越的土壤资源均早已培育为水耕人为土或旱耕人为土,若依靠扩大耕地面积达到增产增收已很困难。耕地后备资源潜力1 333万hm²左右,可复垦土地400万hm²,60%以上分布在水源不足和生态脆弱地区,开发利用的制约因素较多。耕地后备资源以东北冷凉淋溶土、湿润均腐土地区最多,占全国“三荒”资源的28.2%。西北甘、新干旱土和盐成土地区次之,占27.5%。中部内蒙古长城沿线干润均腐土、砂质新成土地区占10%^[6]。

2 我国目前土壤资源利用中存在的主要问题及原因分析

2.1 土壤资源规划和利用中存在的问题

2.1.1 建设占用耕地使优质耕地减少过快

根据国土资源部全国土地利用变更调查数据,全国31个省、市、自治区(不包括香港、澳门和台湾)1997—2008年间平均每年有20.3万hm²的耕地被建设占用。总体上,东部发达地区年均建设占用耕地数量远高于西部地区,相差十几到几十倍,尤其是江



中国科学院

苏、山东、浙江3省的建设占用耕地数量占到全国总量的30.1%^[7]。耕地减少主要集中在灌溉设施、基础设施均较好的南方沿海地区,城镇周围的优质耕地减少2/5左右,有的地方甚至超过3/5^[6]。研究表明,1998—2006年间,耕地资源结构变化的区域分异明显。黄淮海平原、长江中下游平原以及东部和东南沿海这些水热条件好、优质耕地集中的区域,灌溉耕地面积减少,耕地生产力降低;除新疆和黑龙江耕地面积净增加外,全国其他地区耕地面积均呈下降趋势,耕地增加区域呈明显的西移趋势,由此而导致耕地的整体生态条件恶化;在京津塘、长江三角洲、珠江三角洲等经济发达的东部沿海区,建设用地占用的大多是交通便利、土壤肥沃的优质耕地,其区位分布恰和我国重要的粮食生产区域相重叠。虽然通过土地整理复垦开发补充了大量耕地,但新开垦的耕地多为偏远的丘陵山区贫瘠之地。因此,造成新开垦的耕地质量远低于被占用的耕地质量,由此引起的耕地质量损失和粮食生产能力损失非常惊人^[8]。

2.1.2 土壤资源盲目利用,生态脆弱带土地退化现象严重

长期以来,我国对土壤资源的开发利用,没有开展全局性的战略研究,缺乏以科学的土壤资源适宜性评价为依据的土壤资源合理利用规划。在巨大的人口压力下,土壤资源过度开发利用。主要表现为:陡坡开荒种植,森林乱砍滥伐,草原盲目开垦,过度放牧超载,盲目围湖围海造田。资料表明1991—2003年间,草地每年减少6 200 km²,次生盐渍化净增加约有1 464 km²,土地沙漠化每年以2 300 km²的速度发展^[9]。根据国家林业局2014年1月13日公布的第二次全国湿地资源调查(2009—2013)结果,与第一次调查(1995—2003)同口径比较,湿地面积减少了339.63万hm²。

2.1.3 土壤污染严重

近30年来经济社会的快速发展给我国环境带来了巨大的压力,土壤污染加剧。2005年4月—2013年12月我国对国土面积中的630万km²土壤

开展了首次全国土壤污染状况调查。调查结果表明,全国土壤环境状况总体不容乐观,部分地区土壤污染较重,耕地土壤环境质量堪忧,工矿业废弃地土壤环境问题突出。全国土壤总的点位超标率为16.1%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为11.2%、2.3%、1.5%和1.1%。污染类型以无机型为主,有机型次之,复合型污染比重较小,无机污染物超标点位占全部超标点位的82.8%。工矿业、农业等人为活动以及土壤环境背景值高是造成土壤污染或超标的主要原因。从污染分布情况看,南方土壤污染重于北方;长江三角洲、珠江三角洲、东北老工业基地等部分区域土壤污染问题较为突出,西南、中南地区土壤重金属超标范围较大;镉、汞、砷、铅4种无机污染物含量分布呈现从西北到东南、从东北到西南方向逐渐升高的态势^[10]。

2.2 土壤资源现状不清对土壤可持续利用的制约

2.2.1 土壤资源基础调查工作欠扎实,土壤资源管理相对粗放

建国以来我国分别于1958年和1979年开始开展过两次土壤普查,受当时历史时期和科学技术水平的影响,这两次土壤普查都存在很大的局限性。第一次土壤普查是以群众运动为主,注重农民经验总结,科学技术含量较低。第二次土壤普查以县级为单位开展,虽然针对农业土壤利用查清了各地的土壤类型,但由于各地标准没有完全统一,且成图比例尺较小(一般为1:5万,个别区域面积较大的县份可达1:10万—1:20万)。这对宏观规划和农业区划有一定参考价值,而对具体地块或农户土地利用指导性较差。更主要的是,第二次土壤普查中,未对土壤状况进行全面科学的质量评价,更没有针对主要土地利用方式对土壤性状进行解译,难以被广大土壤成果使用者所认知和接受。

随着经济社会巨变和快速发展,对于土壤功能的认识也由传统的为农业生产服务(生产功能)拓展到同时具有生产、环境净化、生态保育、场地



支撑等多项功能^[11,12]。然而,直到目前可用的土壤资源调查资料只有第二次全国土壤普查成果,而这些资料主要是针对农业用途,不能满足其他行业和部门应用需要,不能为各行各业起到科技支撑作用。

美欧等发达国家都有明晰的土壤资源清单,不仅有明确的土壤类型,更有详细的地理位置、范围、质量、对各主要土地利用方式的适宜性解译,制图比例尺多为1:1万—1:2万,甚至更为详细,并建立了完善的数据库,可方便地应用于各行各业所涉及到的地块的利用开发规划决策和具体建设指导。有资料表明,美国土壤调查成果早在20世纪70年代就广泛应用于林业、交通、城建、房地产开发、环卫、休闲娱乐等非农部门,土壤调查成果应用的总收益中仅有25%来自农业利用,而其他75%的收益则来自于非农部门^[13]。相比之下,我国在这方面存在很大的差距。

2.2.2 家底模糊,数量不清,质量不明

长期以来我国土壤资源“家底”模糊,数量不清,质量不明。20世纪80年代基于《中国1:100万土地资源图》的土地质量综合评价结果,适用于国家宏观战略规划,不适合指导基层土地利用。21世纪初开展的全国农用地分等定级结果,虽然是以县级为单位开展的大比例尺农地分等,但其基础资料是全国第二次土壤普查成果^[14]。受当时历史时期的限制,土壤普查成果本身就存在一定缺陷,加上30多年来我国经济社会发生重大变化对土壤性状也产生了深刻影响,由此获得的评价结果难以真实全面反映我国土壤质量现实状况。近年来完成的农田土壤污染调查采用的典型样点调查方法,只能反映大致情况,无法从精细尺度完整评估我国农田土壤污染程度特别是面积与局域分布特征。

2.2.3 缺乏科学有效的土地资源评价方法和标准

土壤资源鉴定评价成果是各级政府和土地使用者制定土地利用规划、对土地资源实施有效管理的重要基础。然而我国长期以来缺乏科学有效的土地资源评价方法、标准和成果资料,不能为土壤利用规划和保护提供有力的支持。

基本农田是高产优质耕地,是“吃饭田”和“保命田”,是国家耕地保护的重点。为此,国家专门颁布基本农田保护条例,要求各地各级政府划定基本农田保护区。然而,目前各地在进行基本农田划定时,仅仅是按照一定的比例将指标分解到各个省、市、县、乡镇,以此来确定基本农田的区域和位置。由于缺乏土地评价结果作依据,各地在基本农田划定中出现诸多问题^[15,16]。首先是只重数量不重质量的要求,导致一些劣质耕地,甚至是园地、林地都被划入基本农田之列,出现基本农田“上山、下海、进村庄”的怪现象;其次是缺乏立地条件的考虑,使得一些划定的基本农田还存在着潜在被破坏和占用的风险,致使基本农田规划的调整和补划频繁,缺乏稳定性。由此导致土地利用总体规划频繁调整,使其失去权威性。为了解决上述问题,目前国家要求各地开展永久基本农田划定工作^[17]。然而,如果不能提供可靠的土地评价结果和科学合理的基本农田划定方法,划分出的永久基本农田的质量和命运仍难以想象。

3 我国土壤资源安全利用对策

土壤安全已是一个多层次的概念,主要包括能力、条件、资本、连通性和建章立制5方面,包含了社会、经济、生物物理学、辨识政策和法律框架等属性^[18],因此比土壤质量、土壤健康和土壤保护的概念更为宽泛。

要从根本上改进我国土壤资源利用状况,实现土壤资源可持续利用和保障土壤安全,还需要改革管理体制,同时加强相关土壤资源基础和应用研究,为土壤资源管理提供科技支撑和决策支持。

3.1 加强土壤资源科学的基础研究,深化土壤功能与安全的内涵

以地球系统科学为导引,在“土壤圈层及其界面过程”这一现代土壤学核心研究领域,研究土壤与环境之间物质与能量交换、土壤组分的相互作用及其对土壤功能的影响。完善土壤质量、土壤健康、土壤安全等新概念。直到目前,在世界范围内对土壤质量、土壤健康、土壤安全的内涵仍然理解不深,对土壤质量、土壤健康、土壤安全指标的确定、评价体系的构建、演变规律、影响因子以及调控机理和措施等诸多问题还有待进一步研究。在此基础上,深入研究自然条件和人为活动下土壤资源演变,掌握我国土壤安全格局;从战略高度、系统角度出发研究土壤的结构、过程和功能的演变规律和机制,准确把握土壤演变的未来发展趋势,提出我国土壤安全应对策略和措施。

加强土壤高强度利用与环境协调理论研究。在人多地少、耕地后备资源严重不足的现实条件下,需要协调发挥土壤的农业生产功能和环境功能。这些客观需求决定了我国必须在着重研究土壤质量演变过程与机制的基础上,建立土壤高强度利用与环境协调理论,建立实现作物持续优质高产,环境负面效应最小的土壤质量调控与培育理论及相应的技术体系。

3.2 更新我国土壤资源清单,为多目标土地利用提供基础数据支持

我国目前广泛使用的土壤资源本底数据主要依赖30年前开始的第二次全国土壤普查结果,由于资料的不完整和逐步流失,现已很难支撑我国土壤资源的精细管理。另一方面,由于社会经济的发展 and 土地利用的急剧变化,土壤的肥力和环境质量以及总体功能都发生了很大的变化,这使得高精度土壤资源清单的建立更加迫切。要实现

我国土壤资源清单的更新,尽快开展新一轮全国土壤资源普查,摸清土壤资源家底,掌握土壤质量状况。在目前阶段,需要从定量标准出发,建立更精细的土壤分类体系,努力从基层分类类型上比较全面地建立覆盖我国所有区域的类型清单和相应的数据库。在区域层面,应该结合土壤模型和现代信息获取及表达技术完成我国典型地区特别是农业高度集约利用地区的高精度数字土壤图,为我国土壤资源精准管理提供可靠的数据基础。

3.3 建立土壤不同服务功能的评价体系和决策支持机制

我国土壤资源具有高度的多样性,在功能发挥上实现因地制宜对土壤安全极为重要。传统上着重强调土壤的生产功能特别是农业生产功能,对不同区域土壤资源的最优利用前景及其总体生态服务功能未能进行全面的定量评估,因此在土壤资源管理上偏重生物生产甚至片面的粮食生产。基于土壤功能的多样性,特别是在土壤退化对区域土壤资源管理决策提供支撑,土壤资源保护与生态环境建设要以可持续发展理论为指导,研究建立适合我国国情的土壤资源合理利用措施、管理办法、政策和制度,在注重土壤资源数量管理的同时,加强土壤质量管理和土壤生态环境管护,不断探索土壤高强度利用与环境协调的有效措施和途径,形成具有我国特色的土壤资源可持续利用技术体系。

参考文献

- 1 龚子同,等. 中国土壤系统分类——理论·方法·实践. 北京: 科学出版社,1999.
- 2 龚子同,黄荣金,张甘霖,等. 中国土壤地理. 北京: 科学出版社, 2014.
- 3 李世奎,等. 中国农业气候资源和农业气候区划. 北京: 科学出版社,1988.
- 4 崔奇峰,周宁,孙翠清. 主产区粮食生产贡献率及地区比较优势分析——以水稻、小麦和玉米为例. 农业经济与管理,2013,(2): 35-42.
- 5 中华人民共和国国土资源部. 2014中国国土资源公报,2015.

- 6 龚子同,陈鸿昭,张甘霖,等.中国土壤资源特点与粮食安全问题. 生态环境, 2005, 14(5): 783-788.
- 7 李文华,王延波,乔富花. 工程建设占地指标市场化研究. 中国土地科学, 2009, 23(6): 56-60.
- 8 史娟,张凤荣,赵婷婷. 1998—2006年中国耕地资源的时空变化特征. 资源科学, 2008, 30(8): 1191-1198.
- 9 张克锋,李宪文,张定祥,等. 中国土地资源退化时空变化分析. 环境科学, 2006, 27(6): 1244-1251.
- 10 环境保护部,国土资源部. 全国土壤污染状况调查公报, 2014.
- 11 赵其国. 提升对土壤认识,创新现代土壤学. 土壤学报, 2009, 45(5): 771-777.
- 12 Banwart S. Save our soils. Nature, 2011, 474: 151-152.
- 13 Kellogg C E. Soil genesis classification and cartography 1924-1974. Geoderma, 1974, 12:347-362.
- 14 中华人民共和国国土资源部. TD/T 1004-2003 农用地分等规程. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- 15 董秀茹,尤明英,王秋兵. 基于土地评价的基本农田划定方法. 农业工程学报, 2011, 27(4): 336-339.
- 16 钱凤魁,王秋兵. 基于农用地分等和 LESA 方法的基本农田划定. 水土保持研究, 2011, 18(3): 251-255.
- 17 国土资源部,农业部. 关于进一步做好永久基本农田划定工作的通知. 2014.
- 18 McBratney A, Field D, Koch A. The dimensions of soil security. Geoderma, 2014, 213: 203-213.



中国科学院

Characteristics of Soil Resources in Relation to Soil Security in China

Zhang Ganlin¹ Wang Qiubing²

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;

2 College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract Soils have multiple functions such as supporting biomass production, holding and purifying water, buffering and cleaning pollutants, storing carbon, and maintaining global biodiversity. Soil security refers to the status of soil capability in maintaining those functions. When secured, soils can provide full ecosystem services according to the functions, otherwise ecosystem services are compromised. China has abundant soil resources which are distributed contrastingly across the major eco-zones. However, the total arable land accounts for only ca. 10% of the entire territory and per capita is only one third arable land of the world average. In general, soil quality of arable land is low. Subject to hilly environment, long-term cultivation history, and rapid development during the last decades, potential unused arable land is very limited. Overall, China is limited by land resources in terms of both quantity and quality. Given the inherited low quality and irrational use of land resources, for instance, shift of grassland to cultivated land in semi-arid region, deforestation for slope land cultivation, irrational irrigation by expanding artificially oasis in arid environment, soil degradation such as wind and water erosion, as well as secondary salinization in fragile ecosystems are still occurring. On the other hand, urbanization and industrialization is shirking already rare arable land especially those of high quality agricultural and surrounding urban areas. More of concern is the increasing contamination risk caused by mining and industrial activities across the country. Those threats have put shadow on soil security status of China and triggered concerns about food safety, surface and ground water quality, biodiversity and ultimately human health, as well as overall sustainability. Among many others, important reasons causing soil security problem include lack of ra-

tional planning and adequate legitimate controls. With focus on the function of biomass production and less attention to other eco-services such as carbon sequestration and biodiversity protection, regardless of physical capacity, cultivation of marginal lands to agricultural and had led to serious soil degradation. The Grain for Green Project started in late 20th century was a significant attempt to pay attention to eco-services rather than food production, which has reversed substantially soil degradation problem in many parts of the country by reducing soil erosion and restoration of ecosystem functions. Lack of detailed soil information, suitable methodology for precise soil function assessment has prevented effective land use planning. The trade-off of shifting land uses must be evaluated quantitatively so alternative land use systems can be developed. So far, the soil data that can cover entire country is mainly from the second national soil survey which was conducted in 30 years ago, so the spatial resolution and precision are low, not to say the data is already outdated. Experience learned from developed countries such as the United States where soil maps of detailed map scales down to 1/10,000 showed that soil data has supported land use management for many purposes. Among those soil data users, the most benefited are actually non-agricultural industries, which means soil functions other than biomass production are very much valued. We therefore call on basic researches on defining, quantifying soil functions in the context of pedosphere and its interfaces with other earth spheres, or more specifically in the context of Critical Zone, so ecosystem services can be evaluated thoroughly across administrative boundaries and spatial scales and more beneficial land use planning can be implemented. Based on that, national soil security status and evolution trend can be assessed. To support the above-mentioned soil function and soil security assessment, new investment in establishing precise soil resource inventory is required. By taking advantage of new technology and methods, high-resolution soil maps, in addition to detailed soil pedon database, can be built in a relatively short time period. After all, soil assessment on whatever functions or security status, land use policies, etc., rely heavily on precise soil resource information.

Keywords soil resources, land use, soil security, soil management

张甘霖 中科院南京土壤所副所长, 研究员, 兼任土壤与农业可持续发展国家重点实验室常务副主任。国家杰出青年基金获得者, 入选“百千万”人才工程, 国家自然科学基金学科评审组专家。中国土壤学会常务理事, 国际土壤科学联合会土壤发生委员会主席(2010—2014), 全球数字土壤制图网络东亚中心负责人, FAO“政府间土壤专家小组”(ITPS)成员。获国家自然科学基金二等奖和省部级科技成果奖5项。《Geoderma》, 《Soil Use and Management》, 《中国科学-地球科学》等杂志编委。

E-mail: glzhang@issas.ac.cn.

Zhang Ganlin, Professor, Deputy Director, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences; Executive Director, State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture. Grantee of the Distinguished Young Scientist Foundation of the Natural Science Foundation of China. Chair of Soil Genesis Commission. International Union of Soil Sciences (2010—2014). Leader of the GlobalSoilMap.net's East Asian Node. Member of FAO's Intergovernmental Technical Panel of Soil. Winner of National Natural Science Award (2nd Grade, 2005). Member of editorial board of *Geoderma*, *Soil Use and Management* and *Science China-Earth Sciences*. E-mail: glzhang@issas.ac.cn.