



赵其国,中国科学院院士,中国科学院南京土壤研究所研究员。曾获中国科学院竺可桢奖、国际道库恰也夫奖、第四届日经亚洲大奖等。

# 珍惜和保护土壤资源:我们义不容辞的责任

赵其国

中国科学院南京土壤研究所,南京 210008

**摘要** 土壤是人类赖以生存的最珍贵的自然资源之一,但随着社会的发展,土壤污染日趋严重,土壤及土壤环境问题已成为世界共识。为了更好地增强人们保护土壤的意识,本文综述土壤的概念、作用、特点、当前中国土壤类型、当前土壤为什么会“不清洁”、土壤污染现状及该如何保护土壤资源等,以期合理利用和有效保护土壤提供理论支持。

**关键词** 土壤;土壤资源;土壤污染

土壤是“万物之本、生命之源”,是农业生产的基地,是陆地生态系统的基础,是最珍贵的自然资源和环境资源,它关系到粮食安全、农产品质量安全、农业的可持续发展以及经济社会的和谐稳定。

当前,土壤及土壤环境问题已成为世界共识。2014年国际土壤联合会的主题是“土壤拥抱生命与万物”,2013年第68届联合国大会决议通过了12月5日为世界土壤日,并宣布2015年为国际土壤年,主题为“健康土壤带来健康生命”,并普遍开展国际宣传庆祝活动。中国对土壤及土壤环境污染的问

题一直极其重视,早就将土壤保护战略作为重要环境要素战略之一。近10年来,在国家有关部委主持下,相继实施了“全国土壤污染调查”、“中低产田改造工程”、“千亿斤粮食增产工程”、“污染土壤修复技术及示范”等重大项目,积累了大量的土壤环境治理经验,为保障国家粮食安全和生态环境安全打下了坚实基础。因此,珍惜和保护并永续利用土壤是我们义不容辞的责任,也是我们未来生存所必须要承担的义务。

那么,什么是土壤?土壤有哪些作用?土壤具有哪些特点?当前中国土壤类型有哪些?当前土壤为什么会“不

清洁”?土壤污染现状如何?我们该如何保护土壤资源呢?

## 1 什么是土壤?土壤有哪些作用?

土壤由岩石风化而成的矿物质,动植物、微生物残体腐解产生的有机质,土壤生物(固相物质)以及水分(液相物质),空气(气相物质),氧化的腐殖质等组成(图1)。固体物质包括土壤矿物质、有机质和微生物通过光照抑菌灭菌后得到的养料等。液体物质主要指土壤水分。气体是存在于土壤孔隙中的空气。土壤中这3类物质构成了一个

收稿日期:2015-07-02;修回日期:2015-11-26

作者简介:赵其国,中国科学院院士,研究方向为土壤资源、生态环境、农业可持续发展,电子信箱:qgzha@issas.ac.cn

引用格式:赵其国. 珍惜和保护土壤资源:我们义不容辞的责任[J]. 科技导报, 2016, 34(20): 66-73; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2016.20.011

矛盾的统一体,它们互相联系、互相制约,为作物提供必须的生长条件,是土壤肥力的物质基础。

简言之,土壤是在地球表面生物、气候、母质、地形、时间等因素综合作用下所形成的、处于永恒变化中的、疏松矿物质与有机质的混合物。

### 1.1 土壤是农业生产的基地

土壤是植物生长的基础,有土壤的地方就会有植物,植物体所需的大量元素(如N、P、K、Ca、Mg、S等)和微量元素(如Fe、Mn、B、Zn、Mo、Cu等)主要靠土壤提供;同时,植物所需水分也主要来自土壤。植物生长所需空气与支撑条件也靠土壤颗粒结构进行调节。良好的土壤,应该使植物吃得饱——“养分充足”,喝得足——“水分充足”,住得安——“空气通畅”,站得稳——“根系支撑”。应该说,土壤中这些因素与条件,都是随自然与人为环境影响而发生着不断变化的,人类的任务就是要把握住这种“平衡与调节”,使土壤越用越好、越变越肥,使植物生长越来越繁茂,使农产品产量不断增加,能持续地满足人类生存与发展的需要(图2)。

“民以食为天,食以土为本”,健康的土壤生态是作物高产、食品安全的基本条件(图3)。绿色植物生存发展的5个基本要素:光能、热能、空气(包括二氧化碳)、水分和养分中,除光能外,其他要素全部或部分来自于土壤。

### 1.2 土壤是陆地生态系统的基础

生态系统(ecosystem, ECO)指在自然界的一定空间内,生物与环境构成的统一整体,在这个统一整体中,生物与环境之间相互影响、相互制约,并在一定时期内处于相对稳定的动态平衡状态。生态系统是生物群体与其所处的环境组成的统一体,陆地生态系统是包罗整个陆地表层的“大系统”。

在陆地生态系统中,土壤作为最活跃的生命层,是一个相对独立的子系统,在土壤生态系统组成中,绿色植物是其主要生产者(producer),它通过光合作用,把太阳能转化为有机形态的贮藏潜能,同时又从环境中吸收养分、水分和二氧化碳,合成并转化为有机形态

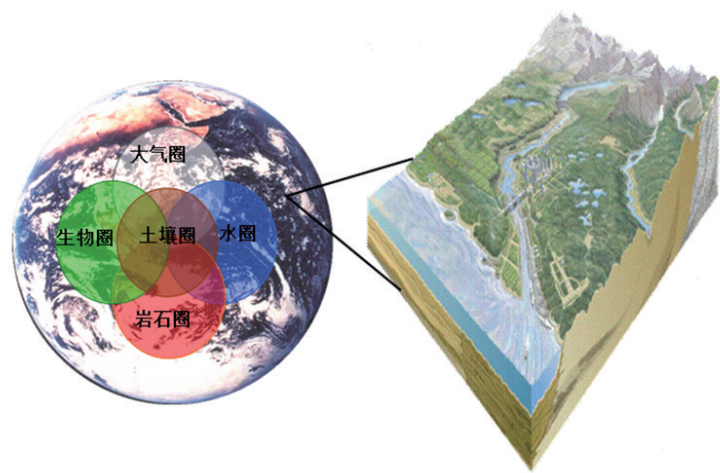


图1 土壤:地球的皮肤

Fig. 1 Soil: The skin of the Earth



图2 有土壤就有植物生长

Fig. 2 Soil and the growth of plants

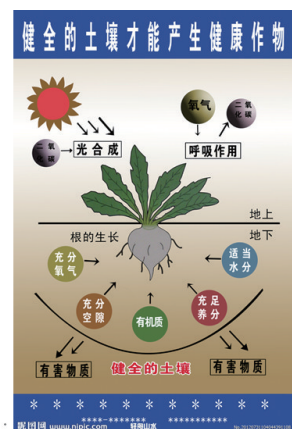


图3 健康的土壤才能产生健康的作物

Fig. 3 Healthy crops require healthy soil

的储存物质。消费者(consumer),主要是食草或食肉动物,如土壤原生动、蚯蚓、昆虫类、脊椎动物的啮齿类动物

(如草原地区的鼯鼠、黄鼠、兔子,农田中的田鼠),它们用现有的有机质作为食料,经过机械破碎,生物转化,这部分

有机质除小部分的物质和能量在破碎和转化中消耗外,大部分物质和能量仍以有机形态残留在土壤动物中。土壤生态系统的分解者(decomposer),主要指生活在土壤中的微生物和低等动物,微生物有细菌、真菌、放线菌、藻类等,低等动物有鞭毛虫、纤毛虫等,它们以绿色植物与动物的残留有机体为食料从中吸取养分和能量,并将它们分解为无机化合物或转化成土壤腐殖质。

土壤处于大气圈、水圈、岩圈及生物圈的交界面,是地球表面各种物理、化学、生物化学过程、反应界面、物质与能量交换、迁移过程等最复杂、最频繁的地带。这种特殊的空间位置,使得土壤具有抗外界温度、湿度、酸碱性、氧化还原性变化的缓冲能力。对进入土壤的污染物能通过土壤生物进行代谢、降解、转化、清除或降低毒性,起着过滤器和净化器的作用,为地上部分的植物和地下部分的微生物的生长繁衍提供一个相对稳定的环境。

土壤在陆地生态系统中起着极其重要的作用。主要包括:1)保持生物活性、多样性和生产性;2)对水体和溶质流动起调节作用;3)对有机、无机污染物具有过滤、缓冲、降解、固定和解毒作用;4)具有储存并循环生物圈及地表养分和其他元素功能。这些功能均可通过人工调节为人类服务。

### 1.3 土壤是最珍贵的自然资源

土壤资源是指具有农、林、牧业生产性能的土壤类型的总称,是人类生活和生产最基本、最广泛、最重要的自然资源,属于地球上陆地生态系统的重要组成部分。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。所以,土壤资源和水与大气资源一样,是维持人类生存与发展的必要条件,是社会经济发展最基本的物质基础。

那么土壤资源是可再生的还是不可再生的呢?

与光、热、水、气资源一样,土壤资源称为可再生资源,因为从土壤质量上看,只要科学地对土壤“用养结合”,不

断对土壤进行“补偿和投入”,就完全可以使土壤“永续利用”。但是研究表明,在地球表面形成1 cm厚的土壤,一般需要300~500年,石灰岩发育的土壤,需要1000多年。所以,从土壤数量上看,土壤资源又是有限的,是不可再生的。

中国人口占世界人口的1/5,但耕地仅1亿hm<sup>2</sup>,人均耕地仅为世界人均的1/3。中国的土壤资源并非取之不尽,用之不竭的。特别是在人为影响与破坏条件下,土壤肥力一旦下降,质量一旦“退化”,例如土壤遭到沙化、盐渍化、石质化及土壤污染等,就会使土壤失去生产力,给社会与人类带来严重后果。因此,从这个意义上讲,土壤质量是有限的,保护土壤资源是全社会、乃至全人类义不容辞的责任。

### 1.4 土壤是最珍贵的环境资源

土壤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。土壤对进入的污染物能起过滤与缓冲作用,但是,土壤能接受的外来污染物是有限的,过多的污染物进入土壤所产生的严重污染,将对人类生存造成危害。

总之,土壤在地球表层系统中,与大气圈、生物圈、岩石圈、水圈共同构成一个独特的系统圈层,而土壤圈便是系统圈层的中心。土壤圈既是这些圈层的支撑者,又对它们的形成和演化产生深刻的影响,它自身就是地球表层系统中最活跃最富有生命力的圈层,是土壤科学与生产实践的研究中心。

## 2 土壤具有哪些特征和特性?

1) 土壤资源具有一定的生产力。其生产力的高低,除了与土壤的自然属性有关外,很大程度上决定于人类生产科学技术水平。不同种类和性质的土壤对农、林、牧具有不同的适宜性。

2) 土壤资源具有可更新性和可培育性。人类可以利用土壤的变化发展规律,应用先进技术,促使肥力不断地提高,生产更丰富的产品,满足人类的生活需要。如果不恰当地利用土壤,其

肥力和生产力将下降。

3) 土壤资源的位置有固定性,面积有其有限性,同时具有其他资源不能代替的性质。在人口不断增加的情况下,应合理利用和保护土壤资源。

4) 土壤资源的时空存在形式具有地域分异规律,表现在时间上有季节变化的周期性,土壤性质及其生产特征也随着季节的变化而发生周期性变化。

## 3 中国土壤存在哪些类型?

中国的陆地面积约为世界陆地面积的6.4%,亚洲大陆面积的22.1%。全部国土从北到南横跨不同的热量带,其土壤资源具有3大特点。1) 土壤类型多,资源丰富。中国主要土壤发生类型可概括为红壤、棕壤、褐土、黑土、栗钙土、漠土、潮土(包括砂姜黑土)、灌淤土、水稻土、湿土(草甸、沼泽土)、盐碱土、岩性土和高山土等13系列(图4和图5)。可分46个土类,130多个亚类,各自具有不同的生产力和发展农、林、牧的适宜性。2) 山地土壤资源多。各种高山和山地丘陵的土壤资源占国土面积的65%以上,多宜于发展各种经济林木。3) 耕地面积小。中国现有耕地约1亿hm<sup>2</sup>,低于世界人均水平。概括而言,全国可供农、林、牧生产的用地总量约占整个国土面积的60%。

## 4 当前土壤为什么会“不清洁”? 土壤污染现状如何?

随着人口增加、经济发展,中国面临的土壤污染,即土壤环境安全问题,近来越显突出。土壤被污染后,不仅可以直接表现为土壤生产力的下降,也可通过土壤、植物、动物、人体之间的链,使某些微量和超微量的有害污染物在农产品中富集起来,从而对植物和人类产生严重危害。另外,土壤污染也是环境污染的重要组成部分,也可导致其环境要素的污染,如土壤中污染物过多可导致地下水或地表水污染。而风可将污染土壤携带到大气中造成大气污染,所以土壤污染有可能成为水和大气污染的来源。土壤污染影响食品安全,危



图4 中国土壤概图  
Fig. 4 Soil in China

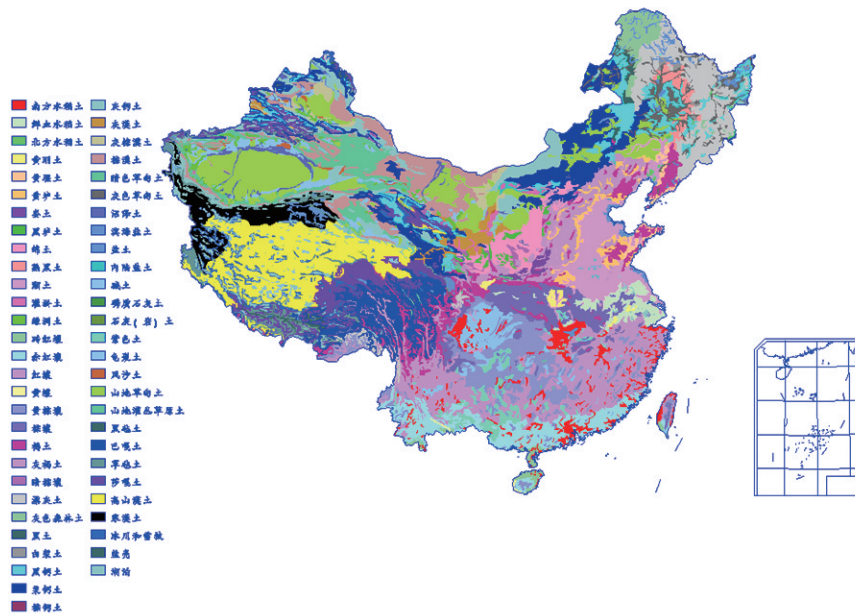


图5 中国土壤类型图  
Fig. 5 Soil types in China

害人体健康,必须坚决防治。

那么,土壤污染的“污染物”来自哪里?

土壤污染物的来源具有多源性。根据污染物质的性质不同,土壤污染物分为无机物和有机物两类:无机物主要有Hg、Cr、Pb、Cu、Zu等重金属和As、Se

等非金属;有机物主要有酚、有机农药、油类、苯并芘类和洗涤剂类等。这些化学污染物主要由污水、废气、固体废物、农药和化肥带进土壤并积累起来。

#### 4.1 污水

生活污水和工业废水中含有N、P、K等许多植物所需要的养分,所以合理

地使用污水灌溉农田,一般有增产效果。但污水中还含有重金属、酚、氰化物等许多有毒有害的物质,如果污水没有经过必要的处理而直接用于农田灌溉,会将污水中有毒有害的物质带至农田,污染土壤。例如冶炼、电镀、燃料、汞化物等工业废水能引起Cd、Hg、Cr、Cu等重金属污染;石油化工、肥料、农药等工业废水会引起酚、三氯乙醛、农药等有机物的污染(图6)。

#### 4.2 废气

大气中的有害气体主要是工业中排出的有毒废气,它的污染面大,会对土壤造成严重污染。工业废气的污染大致分为两类:气体污染,如二氧化硫、氟化物、臭氧、氮氧化物、碳氢化合物等;气溶胶污染,如粉尘、烟尘等固体粒子及烟雾、雾气等液体粒子,它们通过沉降或降水进入土壤,造成污染。例如,有色金属冶炼厂排出的废气中含有Cr、Pb、Cu、Cd等重金属,对附近的土壤造成污染;生产磷肥、氟化物的工厂会对附近的土壤造成粉尘污染和氟污染(图7)。

#### 4.3 化肥

施用化肥是农业增产的重要措施,但不合理的使用,也会引起土壤污染。长期大量使用氮肥,会破坏土壤结构,造成土壤板结,生物学性质恶化,影响农作物的产量和质量。过量使用硝态氮肥,会使饲料作物含有过多的硝酸盐,妨碍牲畜体内氧的输送,使其患病,严重的导致死亡。

#### 4.4 农药

农药能防治病、虫、草害,如果使用得当,可保证作物的增产,但它是一类危害性很大的土壤污染物,施用不当,会引起土壤污染。喷施于作物体上的农药(粉剂、水剂、乳液等),除部分被植物吸收或逸入大气外,约50%散落于农田,这一部分农药与直接施用于田间的农药(如拌种消毒剂、地下害虫熏蒸剂和杀虫剂等)构成农田土壤中农药的基本来源。农作物从土壤中吸收农药,在根、茎、叶、果实和种子中积累,通过食物、饲料危害人体和牲畜的健康(图8)。此外,农药在杀虫、防病的同时,也



图6 工业废水污染土壤  
Fig. 6 Soil is polluted by industrial waste water

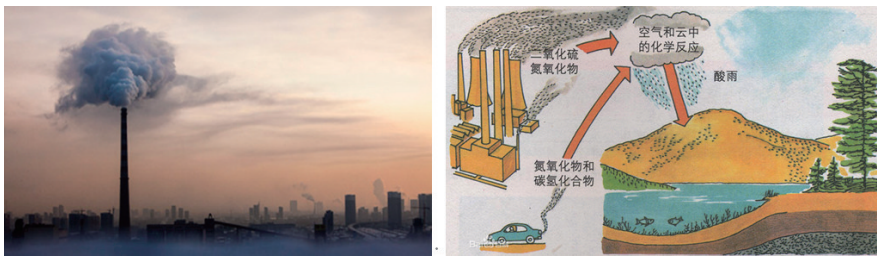


图7 工业废气在空中发生化学反应产生酸雨, 沉降后污染土壤  
Fig. 7 Soil is polluted by acid rain formed by industrial waste gas

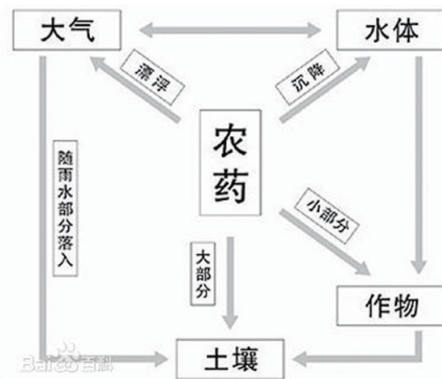


图8 农药污染及农药污染的途径  
Fig. 8 Agricultural chemicals and soil pollution

使有益于农业的微生物、昆虫、鸟类遭到伤害,破坏了生态系统,使农作物遭受间接损失。

#### 4.5 固体污染

工业废物和城市垃圾是土壤的固体污染物。例如,各种农用塑料薄膜作为大棚、地膜覆盖物被广泛使用,如果管理、回收不善,大量残膜碎片散落田间,会造成农田“白色污染”(图9)。这样的固体污染物既不易蒸发、挥发,也不易被土壤微生物分解,是一种长期滞留土壤的污染物。

当前,中国土壤污染现状如何?

2014年4月17日环境保护部和国土资源部公布《全国土壤污染状况调查公报》,从公报披露的一系列数字看,中国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(图10)。

数字1: 全国土壤总超标率16.1%。点位超标率,是指土壤超标点位的数量占调查点位总数量的比例。

全国土壤总超标率为16.1%,其中重度污染点位比例为1.1%。土壤污染以无机型为主。南方土壤污染重于北方,长三角、珠三角、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。Cd、Hg、As、Pb 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。

数字2: 耕地点位超标率19.4%。

耕地土壤点位超标率为19.4%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为13.7%、2.8%、1.8%和1.1%,主要污染物为Cd、Ni、Cu、As、Hg、Pb、滴滴涕和多环芳烃。林地点位超标率为10%,草地点位超标率为10.4%,未利用地点位超标率为11.4%。

数字3: 土壤Cd超标率7.0%。

Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni 8种无机污染物点位超标率分别为7.0%、1.6%、2.7%、2.1%、1.5%、1.1%、0.9%、4.8%,其中Cd重度污染点位比例为0.5%。

六六六、滴滴涕、多环芳烃3类有机污染物点位超标率分别为0.5%、1.9%、1.4%。

数字4: 重污染企业及周边土壤超标点位36.3%。

在调查的690家重污染企业用地及周边土壤点位中,超标点位占36.3%,主要涉及黑色金属、有色金属、皮革制品、造纸、石油煤炭、化工医药、化纤橡塑、矿物制品、金属制品、电力等行业。调查的工业废弃地中超标点位占34.9%,工业园区中超标点位占29.4%。

中国重金属污染土壤面积达2000万 $\text{hm}^2$ , 占总耕地1/6, 因工业污染的近700万 $\text{hm}^2$ 土壤, 使粮食减产100亿kg, 其中, 土壤Cd的污染超标面积近20年来, 增加了14.6%。其他Hg、As、Cu、Zn在东南沿海地区超标占污染总面积的45.5%, 广州有50%农地受Cd、As、Hg毒害, 杭州有万亩连片农田受Cd、Pb、As、Cu等污染, 使10%土壤失去生产力。上海市郊10个设施蔬菜园, 土壤Zn含量高达517 $\text{mg/kg}$ , 超标5倍之多。

数字5: 固体废物集中处理处置场地土壤超标点位21.3%。

在调查的188处固体废物处理处置场地中, 超标点位占21.3%, 以无机



图9 农田地膜覆盖带来的“白色污染”

Fig. 9 "White pollution" by plastic films covered on soil

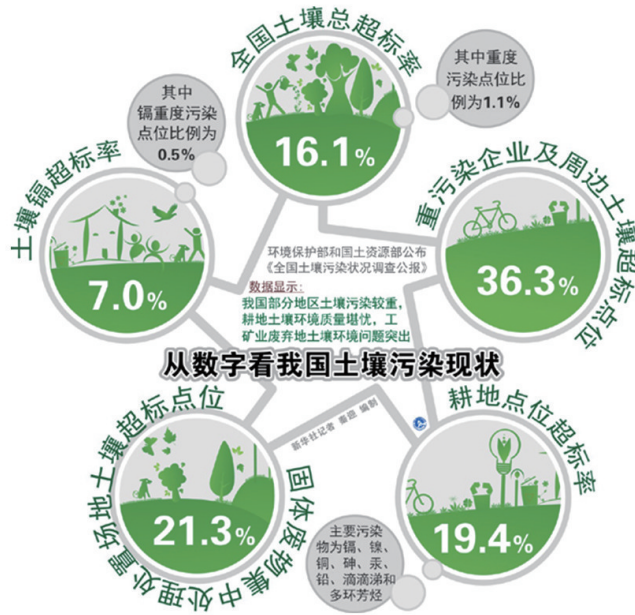


图10 从数字看中国土壤污染现状

Fig. 10 Statistics of current soil pollution in China

污染为主,垃圾焚烧和填埋场有机污染严重。调查的采油区中超标点位占23.6%,矿区中超标点位占33.4%,55个污水灌溉区中有39个存在土壤污染,267条公路干线两侧的1578个土壤点位中超标点位占20.3%。

2014年12月,农业部又发布了《关于全国耕地质量等级情况的公报》,公报显示,评价为1~3等的优良耕地仅占总面积的27.3%,而评价为4~10等的中等及劣质耕地占比超过72%,其中以农药与化肥污染为主。中国耕地平均施化肥N为224 kg/hm<sup>2</sup>,接近国际公认上线225 kg/hm<sup>2</sup>,中国每年N肥用量达2233万t,进入土壤与水环境中约达1000万t,使不少农产品硝态氮含量明显超标。中国农药年用量达131.2万t,平均每公顷施用14 kg,比发达国家高

出一倍,遭农药污染的农田面积达9333.33万hm<sup>2</sup>。20年前停用的DDT、六六六当前在土壤中仍可检出。

## 5 土壤污染对农产品和人体健康会产生什么影响?

### 5.1 土壤污染对农产品的影响

万物土中生,土壤是孕育万物之母,是农产品安全生产的基础,土壤一旦受到污染,就必然会影响到其上种植农作物的产量、品质和安全质量<sup>[1-6]</sup>。目前,全国大约10%的粮食,24%的农畜产品和48%的蔬菜存在质量问题。土壤环境的各种污染会引起农产量质量下降,严重影响农产品的安全。例如土壤中如果过量施氮肥,会导致蔬菜硝酸盐或亚硝酸盐积累。蔬菜是人们食用最多的食物之一,人体摄入的硝

酸盐81%来自蔬菜,因此,蔬菜中硝酸盐含量过高将对人体产生危害。随着氮素水平的提高,蔬菜营养品质下降,硝酸盐总量及谷氨酸、脯氨酸等氨基酸、非蛋白质与总氮比值升高,蔬菜内维生素C、可溶性糖含量下降,N含量逐渐增加,P、K含量逐渐减少,硝酸盐污染加剧。同时,蔬菜中硝酸盐含量过高易引起病虫害危害,从而影响蔬菜产量,降低品质,不耐储藏。

### 5.2 土壤污染对人体健康的影响

土壤污染造成的危害不易及时发现,具有一旦污染就难以清除的特点,其主要通过农作物等间接对人体健康产生危害。

1) 重金属污染的危害。由于工业废水未经过任何处理进行灌田,使土壤中积累的有害重金属的量及种类越来越多,造成严重污染,然后,土壤中的重金属通过农作物进入人体而对人体健康产生危害。如Hg、Cd、Pb、As、Cr、Tl等污染土壤后都会对人体健康产生各种危害。例如,中国贵州兴义地区居民中曾出现Tl中毒患者200多例,主要症状是头痛、头晕、失眠、多梦、记忆力减退、四肢无力、周围神经炎以及脱发等。经调查,该地区灶矾山麓矿渣中砷化合物含量较高,矿渣被雨水淋溶进入土壤中,使土壤Tl污染严重,Tl被蔬菜吸收富集后,造成蔬菜中Tl含量超标。Tl通过蔬菜进入人体,在体内引起神经细胞病变,其病变主要在大脑、小脑、脊髓;视神经也有病变和坏死。Tl还影响心肌和其他神经肌肉,产生各种中毒症状。动物实验结果表明,Tl还有导致人体出现畸形的作用。

2) 农药污染的危害。农药种类繁多,至今全世界已开发农药原药1200多种,其中常用的有200余种。化学农药在当今以至将来的农业生产中不可能完全被取代。在农业生产中大量、反复多次施用农药,首先使土壤受到污染。使用农药时,不论采用什么方式,黏附在农作物上的药量一般约占30%,其余大部分落于土壤。如使用农药拌种、浸种和除草等,直接将农药施入土壤,或是雨水携带农药和洗涤植株

体表的农药均进入土壤。土壤中农药的残留量一般很低,但通过食物链和生物浓缩可使生物体内含量提高至几千倍、甚至几万倍。农药污染后,主要通过饮食进入人体,产生各种危害。其中包括:

(1) 急性中毒。急性农药中毒是一个十分严重的问题。由于不正确使用农药,特别是有机磷农药的急性中毒的发生率比有机氯农药高得多。例如对硫磷、内吸磷的不适当使用造成的死亡,是农药造成急性中毒事件中最多的。氨基甲酸酯农药的急性中毒与有机磷有些相似,但毒性一般较低,其中有些种类毒性较高。

(2) 慢性中毒。长期接触农药可以引起慢性中毒,最多见的是有机氯和有机磷农药慢性中毒。有机氯农药慢性中毒主要表现为食欲不振、上腹部和肋下疼痛、头晕、头痛、乏力、失眠、噩梦等,还可引起肝肿大和肝功能异常;有机磷农药慢性中毒除一般症状外,主要表现为血液中胆碱酯酶活性显著而持久的降低。农药的慢性中毒还表现在影响多种酶的活性。酶活性的改变,必然引起体内生理、生化功能紊乱和病理改变。对内分泌系统和免疫功能等也有一定影响。

(3) 致突变、致癌和致畸作用。动物实验表明,有机氟农药有致突变和致畸作用,有机磷农药也有致突变作用,六六六有致肝癌和致畸作用。因此,农药对人类有潜在的危险性,应予以高度重视。

### 5.3 生物性污染的危害

土壤的生物性污染仍然是当前土壤污染的重要危害,影响面广。它的危害有:

1) 引起肠道传染病和寄生虫病。动物或人体排出的含有病原体的粪便污染土壤,人与土壤直接接触,或生吃种植在这种土壤中的蔬菜瓜果等而感染得病。主要包括伤寒、副伤寒、痢疾、病毒性肝炎等传染病,以及蛔虫病和钩虫病等寄生虫病。许多肠道病菌在土壤中能存活 10 至数 10 d,肠道病毒可

存活 2~4 月,寄生虫卵在土壤中存活的时间更长。对于传播寄生虫病而言,土壤起着特殊的作用,因为在这些寄生虫的生活史中,有一个阶段必须在土壤中度过。例如,蛔虫卵一定要在土壤中发育成熟,钩虫卵一定要在土壤中孵出幼虫才有感染性等。

2) 通过皮肤或黏膜进入人体而得病。这种传播方式表现为:钩端螺旋体的带菌动物有牛、羊、猪、鼠等,在中性或弱碱性的土壤中钩端螺旋体能存活几个星期;炭疽杆菌抵抗力很强,家畜一旦感染了炭疽病并污染土壤后会在该地区相当长时间内传播此病。

3) 引起破伤风和肉毒中毒。天然土壤中常含有破伤风杆菌和肉毒杆菌,人接触土壤而感染,这两种病菌抵抗力很强,在土壤中能长期存活。

## 6 防治土壤污染,切实珍惜和保护土壤资源

土壤环境质量关系到粮食安全、农产品质量安全、农业的可持续发展以及经济社会的和谐稳定。考虑到中国人口众多、耕地资源严重不足的基本国情,以及土壤一旦被污染就很难被修复,或者需要很长时间才能恢复到原来的无害状态,应采取措施尽量减少土壤的污染。一定要寸土必争,要切实珍惜和保护我们赖以生存的每一寸土壤——这是我们义不容辞的责任。

### 6.1 做好土壤污染的预防工作

1) 控制和消除工业“三废”对农田土壤的污染。工业“三废”即废气、废水、废渣,会通过各种渠道进入土壤,是导致土壤污染的一个主要方面。要加强对企业“三废”排放的管理,做到达标排放,严禁污染物直接排放到农田,禁止引用不符合农灌水质量标准的污水进行灌溉。

2) 减少化学农药的使用。化学农药对土壤、农作物、土壤微生物都有较大的毒害作用,残留期长,通过挥发、淋溶能够进入大气和水环境,并且最终会危害人类的健康。因此,通过大力推广高效低毒的生物农药,改进农药施用器

械和技术,提高农药利用率,加强病虫害的统防统治,减少化学农药的使用是防止土壤污染的一种重要手段。

3) 合理施用化学肥料。应根据气候、水利条件、土壤肥力状况、农作物营养状况,合理施用化学肥料,通过开展测土配方施肥,推广水肥一体化等技术,确定肥料最佳用量和施用方法,防止过量和不当方法施肥,提高肥料的利用率,减少化肥施用对土壤、大气和水造成的污染。

4) 加强对污染区域的监测和管理。监测是管理和控制污染的基础和先决条件,由于土壤污染具有反应慢、隐蔽性强等特点,因此,对污染区域开展定位例行监测,监控土壤污染的变化动态,对土壤污染的控制与管理具有十分重要的意义和作用。加强对土壤环境、农作物的监测分析,还能为合理施用化学肥料、农药,选择合适的污染治理技术等方面提供科学的依据。

### 6.2 开展全国土壤质量本底调查,建立全国土壤质量检测网络

目前,中国已颁布了《农产品质量安全法》和《产地安全管理办法》,产地管理具有了法律依据,初步构建了农产品产地安全标准体系和与之配套的技术体系。继续加强全国农产品产地安全质量普查工作,分阶段、分步骤对农产品产地周边污染源调查、查清全国污水灌区、大中城市郊区、工矿企业区周边以及重要农产品生产区的产地安全质量状况;进而完成全国其他农区(一般农区)产地普查工作,摸清产地污染的底数,并在此基础上,开展农产品产地安全质量的分等定级和区划,绘制产地安全质量评价和与区划相关的图件,构建全国农产品产地安全质量综合评价和预警平台,开展农产品产地种植结构的适宜性调整,从而在合理利用宝贵耕地资源的基础上,达到保障食用农产品安全生产的目的。

### 6.3 加强土壤质量保护与修复技术研究

构建土壤污染治理修复的科技创新体系,引导科研院所和高等院校开展

土壤污染治理修复技术攻关,重点研发土壤污染治理方面的关键技术。加强国际合作,积极引进、消化、吸收国外先进的管理经验和治理修复技术及风险评估制度。对各种有效的土壤修复技术,包括生物修复、化学物理修复等进行实际应用与研究。

#### 6.4 加大土壤污染防治资金投入

各级人民政府要切实加大投入力度,重点支持农产品产地环境监测、调查评估、环境监管能力建设、污染产地

治理修复工程等,保障农产品产地土壤污染治理修复工作经费。按照“谁污染、谁治理”的原则,督促企业落实土壤污染防治资金;按照“谁投资、谁受益”的原则,完善多元化投融资机制,引导和鼓励社会资金参与土壤污染防治工作。各级政府要将土壤污染治理纳入政府投资计划和同级财政预算,并切实予以保障。通过补助、贴息等政策,积极支持土壤污染治理工作。积极争取国家各类农业生态环境保护补助资金,

对重点土壤污染治理工程予以适当支持。

#### 6.5 进一步提高全民生态环保意识

要让大家知道,只有“净土”,才有“洁食”,只有“洁食”,才能健康,只有健康,才能保障社会的安全与稳定。要通过各类媒体加强土壤与环境质量的宣传与科普工作,增强人民群众对土壤污染的严重性和危害性的认识,从而进一步提高全民生态环保意识。

#### 参考文献(References)

- [1] 赵其国, 骆永明, 滕应. 中国土壤保护宏观战略思考[J]. 土壤学报, 2009, 46(6): 1141-1145.
- [2] 赵其国, 史学正, 等. 土壤资源概论[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [3] 骆永明, 滕应. 我国土壤污染退化状况及防治对策[J]. 土壤, 2006, 38(5): 505-508.
- [4] 林玉锁. 我国土壤污染问题现状及防治措施分析[J]. 环境保护, 2014, 42(11): 39-41.
- [5] 张有彬. 土壤污染对农产品质量安全的影响及防治对策[J]. 农技服务, 2015, 32(2): 92-93.
- [6] 陈怀满. 土壤中化学物质的行为与环境质量[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

## Cherish and protect the soil resources: Our duty bound responsibility

ZHAO Qiguo

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

**Abstract** The soil is one of the most precious natural resources for human survival, but with the development of society, the soil sees an increasingly serious pollution, and the importance of the soil and the soil environmental issues becomes the consensus of the world. In view to strengthen the awareness of people to protect the soil, this paper reviews the soil concept, the function, the characteristics, the current soil types in China, why the soil might become "unclean", the soil pollution and how to protect soil resources and other aspects, for the rational utilization and the effective protection of the soil.

**Keywords** soil; soil resources; soil pollution

(责任编辑 王媛媛)