

我国土壤污染退化状况及防治对策^①

骆永明^{1,2}, 滕 应^{1,2}

(1 中国科学院南京土壤研究所土壤与环境生物修复研究中心, 南京 210008;

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

摘 要: 土壤污染退化已成为我国乃至全球性土壤退化的主要表现形式之一。本文在分析我国土壤资源污染退化状况和发展态势的基础上, 着重分析了土壤污染退化对食品安全和生态环境效应的影响, 并探讨了其原因, 提出了防治我国土壤资源污染退化的对策。

关键词: 土壤污染退化; 食品安全; 生态环境效应; 防治对策

中图分类号: X131

土壤污染退化已成为我国乃至全球性土壤退化的主要表现形式之一。近 20 年来, 随着社会经济的快速发展和高强度的人类活动, 我国因污染退化的土壤数量日益增加、范围不断扩大, 土壤质量恶化加剧, 危害更加严重, 已经影响到全面建设小康社会和实现可持续发展的战略目标, 未来 15 年将面临着更为严峻的挑战。

1 土壤资源污染退化状况分析

1.1 土壤污染退化的总体状况

土壤是人类生存、兴国安邦的战略资源。随着工业化、城市化、农业集约化的快速发展, 大量未经处理的废弃物向土壤系统转移, 并在自然因素的作用下汇集、残留于土壤环境中。据估计, 我国受农药、重金属等污染的土壤面积达上千万公顷, 其中矿区污染土壤达 200 万 hm^2 、石油污染土壤约 500 万 hm^2 、固废堆放污染土壤约 5 万 hm^2 , 已对我国生态环境质量、食品安全和社会经济持续发展构成严重威胁。污染物质的种类主要有重金属、硝酸盐、农药及持久性有机污染物、放射性核素、病原菌/病毒及异型生物质等。按污染物性质, 可分为无机污染、有机污染及生物污染等三大类型。根据环境中污染物的存在状态, 可分为单一污染、复合污染及混合污染等。依污染物来源, 可分为农业物资(化肥、农药、农膜等)污染型、工企三废(废水、废

渣、废气)污染型及城市生活废物(污水、固废、烟/尾气等)污染型。按污染场地(所), 又可分为农田、矿区、工业区、老城区及填埋区等污染退化。可见, 我国土壤污染退化已表现出多源、复合、量大、面广、持久、毒害的现代环境污染特征, 正从常量污染物转向微量持久性毒害污染物, 尤其在经济快速发展地区。我国土壤污染退化的总体现状已从局部蔓延到区域, 从城市城郊延伸到乡村, 从单一污染扩展到复合污染, 从有毒有害污染发展至有毒有害污染与 N、P 营养污染的交叉, 形成点源与面源污染共存, 生活污染、农业污染和工业污染叠加、各种新旧污染与二次污染相互复合或混合的态势。

1.2 耕地污染退化状况

1.2.1 耕地资源污染退化现状 据统计, 我国耕地污染退化面积约占总耕地的 1/10, 其中工业“三废”污染耕地近 1000 万 hm^2 , 污水灌溉已达 330 多万 hm^2 ^[1]。据报道, 近年来华南地区部分城市有 50% 的农地遭受 Cd、As、Hg 等有毒重金属和石油类污染^[2], 广州近郊因污水灌溉而污染农田 2700 hm^2 , 因施用污染底泥造成 1333 hm^2 的土壤被污染, 污染面积占郊区耕地面积的 46%; 在东南一些地区, Hg、As、Cu、Zn 等元素的超标土壤面积占污染总面积的 45.5%, 上海农田耕层土壤 Hg、Cd 含量增加了 50%^[3]。天津近郊因污水灌溉导致 2.3 万 hm^2 农田受

^①基金项目: 国家自然科学基金重点项目(40432005)、国家重点基础研究发展规划项目(2002CB410810)和中国科学院知识创新项目(KZCX3-SW-429, CXTD-Z2005-4)共同资助。

作者简介: 骆永明(1962—), 男, 浙江义乌人, 研究员, 博士生导师, 主要从事土壤环境与修复管理方向研究。E-mail: ymluo@issas.ac.cn

污染;沈阳张士灌区污染土壤达 2500 多 hm^2 ^[4];西南、西北、华中等地区也存在较大面积的 Hg、As 等重金属污染土壤。据中国科学院南京土壤研究所最新调查研究发现,目前长江三角洲地区土壤污染除了“常见”的农药等污染外,最严重的是“持久性有机污染物”和“有毒重金属”污染,局域的农田土壤多达 16 种多环芳烃、100 多种多氯联苯类及 10 余种二恶英类剧毒物质,其结果令人吃惊和担忧^[5]。土壤污染急剧退化态势对我国耕地资源可持续利用和粮食安全提出了极为严峻的挑战。

1.2.2 耕地污染退化的表现 我国耕地污染退化不仅导致土壤资源数量和质量的下降,而且也造成粮食数量和质量的降低,并且还通过污染物的食物链、生态链等传递、积累和放大,威胁着生态安全、环境安全和人体健康。

1.2.3 耕地污染退化的类型及区域 近年研究表明,我国耕地污染退化类型主要呈现复合型或混合型。农业物资型污染主要分布于农业高度发达、集约化程度高的地区,工企三废污染型及城市生活废物污染型主要集中在工业、厂矿企业较为发达和城市化进程较快的地区,矿产资源型主要分布于中西部矿产资源较为集中的地区。有的耕地已表现出严重污染危害的显型退化,有的表现为尚未导致明显污染危害的隐型退化。

2 土壤污染退化的影响

2.1 总体分析

土壤污染不仅导致土壤质量和生产力的降低,而且引起水、气环境质量的下降,严重的土壤污染将直接危及到生态安全、食品安全和人体健康,同时也影响着投资经商、对外贸易以及一些重要国际公约的履行,不利于我国的环境外交、全社会的稳定和经济增长,从而制约区域和国家的可持续发展。

2.2 耕地污染退化的效应

2.2.1 耕地生产力 土壤污染对我国生态与环境产生了严重后果,体现为土壤正常生产功能和生态功能失调,致使耕地减少/粮食减产,降低耕地生产力,从而制约着土壤资源的可持续利用。据报道,全国每年受重金属污染的粮食多达 1200 万 t,因重金属污染而导致粮食减产高达 1000 多万 t,合计经济损失至少 200 亿元。而且,还有由于农药和有机物污染、放射性污染、病原菌污染等其他类型的土壤污染所导致的耕地生产力下降及其经济损失尚难

以估计。可见,不断恶化的土壤污染形势已经成为影响我国农业可持续发展的重大障碍,对我国经济的高速发展提出了严峻挑战。

2.2.2 农产品安全 土壤污染直接导致农产品品质不断下降,危害人体健康,降低我国农产品的国际市场竞争力。最新研究表明,太湖地区水稻和蔬菜等农产品和饲料重金属污染严重,杭州复合污染区稻米 Cd、Pb 等毒害重金属超标率分别达 92% 和 28%,最高的 Cd 含量超标 15 倍,出现严重的“镉米”现象^[3];江西省某县多达 44% 的耕地遭到重金属污染,并形成 670 hm^2 的“镉米”区^[4]。东莞和顺德等地蔬菜重金属超标率达 31%,水稻超标率高达 83%,最高超标 91 倍^[3]。据调查,一些名特优农副产品中,有机 P 检出率 100%,六六六检出率 95%,超标 2.4%。全国 16 个省的检查结果,蔬菜、水果中农药总检出率为 20%~60%,总超标率为 20%~45%;曾引起人畜中毒死亡事件。据不完全统计,华南地区的中心城市自 1997 年至 2001 年共发生因蔬菜农药残留引发的食物中毒事件 28 起,中毒 415 人,个别地市高毒、高残留农药每年造成急性中毒 5~7 宗,受害人数约 300 人。2002 年太湖全流域 15 种多氯联苯同系物检出率达 100%,滴滴涕和六六六超标率为 28% 和 24%。据中国农业科学院对某地 32 种主要蔬菜调查,蔬菜硝酸盐含量比上世纪 80 年代初增加了 1~4 倍,其中有 17 种蔬菜硝酸盐含量超过欧盟提出的最低量标准;北京、上海、南京等大中城市及华南地区蔬菜的硝酸盐污染超标现象十分普遍^[6]。值得注意的是,东南沿海地区部分土壤也出现具有内分泌干扰作用的多环芳烃、多氯联苯、塑料增塑剂、农药甚至二恶英等复合污染高风险区,浓度高达数百个微克/千克,土壤中强致癌物质苯并[a]芘的超标率已达 3.5%~6.2%,蚕豆和蒜苗等蔬菜可食部分的毒害物质菲浓度高达 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 以上^[4],鱼、鸡、鸭等体内高含多氯联苯、多环芳烃及二等环境激素物质^[6-7]。上述农产品安全问题在全国其他一些地方也存在,说明我国土壤污染退化带来的食物安全问题已经到了相当严重的地步。

2.2.3 生态环境效应 土壤污染退化不仅使土壤性质恶化,植被减少,生物多样性降低,而且地球化学循环过程引起大气、地表水、地下水污染和人畜疾病等次生环境问题,威胁着生态安全和生命健康。例如,北京市大气扬尘中,有一半来源于地表,并通过呼吸作用进入人体;成都市郊土壤污染

导致周边水井中 Hg、Cr、酚、氰等污染物严重超标。

3 土壤污染退化成因分析

3.1 总体分析

近 20 年来,我国土壤污染退化加剧,究其原因有两方面:①自然因素:主要包括地质灾害、污染物大气输送沉降、降雨洪水运移以及地表土壤迁移转化过程等。②人为因素:主要包括工业生产,能源利用,交通运输,采矿与加工,废物处理,肥料与化学品使用等。

3.2 耕地污染退化的原因

造成我国耕地污染退化的主要原因,除了与上述人为活动产生的工业、农业和生活污染释放源有直接关系外,还与一些地区经济高速增长、资源密集型的产业结构、不合理的能源生产与消费结构、迅猛的城市扩张、不完备的环境法规与标准以及严重滞后的基础设施建设和科学研究等有关。另外,某些地方领导干部片面强调地方经济发展,环境与健康意识薄弱,环境管理不善,环保投入不够,执法不力。同时,在经济利益的强烈驱动下,公众的环境保护与健康意识也未能同步提高。特别是尚未认识到日益剧增的有毒有害化学品的健康危害性和对其加强监测、管理的必要性,对正在快速发展的工业企业所产生的微量毒害污染物缺乏必要的控制技术和管理机制,对潜在的重大环境污染事件缺乏应有的警惕和防范措施。

4 土壤资源污染退化的防治对策

4.1 总体思路

(1) 指导思想与防治目标。土壤污染具有长期的隐蔽性、滞后性、积累性、非可逆性,并正呈现出多样性、复合性、区域化特征。土壤一旦遭受污染,治理难度极大。因此,必须以科学发展观统筹人与自然和谐发展为指导,坚持防治结合、以防为主的原则;以区域性土壤综合防治为重点,以污染土壤的监测、风险评价、控制与修复为核心内容,以提高土壤资源的清洁生产率为目标,通过知识创新与技术集成,建立适合我国国情的土壤污染退化控制与修复科学理论和技术体系。

(2) 重点防治区、类及布局。根据土壤污染退化特点,我们应因地制宜、统筹规划、分类指导来防治土壤污染。以环境经济功能区域为单元,选择我国长江三角洲、珠江三角洲(或泛珠江三角洲地

区)、京津唐环渤海、东北老工业基地及西部生态脆弱区等为土壤污染重点防治区,根据污染源类别、状况及污染场地的点、线、面等特征,划分土壤污染退化类型,提出防治措施或预案。

(3) 防治措施。土壤污染退化防治措施应包括:①加强环境保护与健康的教育和宣传,提高人民的环保意识;②尽快制订土壤污染防治法和污染土壤修复法,依法保护和修复土壤资源;③加强土壤污染退化的基础研究和技术创新。研究单一、复合/混合污染土壤中重金属、石油、农药、持久性有机污染物、生物性污染物、放射性核素等污染物的生物地球化学过程及效应,形成矿区、工业区、填埋区、老城区等优先点位的修复技术体系;④断源控污,分类修复,削减风险。切断污染物的释放源,控制污染土壤污染物的扩散,修复污染土壤,降低或消除食物、生态和人体健康的风险。

4.2 耕地污染退化防治措施

针对日益严重的耕地污染退化状况,应采取下列主要防治措施:①加强耕地资源与环境质量保护的宣传与科普工作,进一步提高全民生态安全和食品安全意识;②加强我国耕地污染退化的调查、监测、评价和管理工作,建立全国耕地质量长期监测网络,尽快修订土壤环境质量和污染土壤修复标准,为土壤资源功能恢复和粮食安全生产奠定科学基础;③有步骤有计划地实施全国土壤污染大调查和风险评估,尽快制定富有我国土壤资源特色的土壤污染防治法;④加强各种废弃物的清洁化、减量化、资源化处理,科学施用和管理农药、化肥和农膜,研发高效、低毒、低残留的新型农药,慎重使用污水灌溉和污泥农用技术,切断或限制“含毒”废弃物进入耕地;⑤充分挖掘和发挥耕地生态系统的自身“循环消化”功能,采取工程、生物学及物理化学等综合措施,实现污染退化耕地的生态修复。

参考文献:

- [1] 赵其国. 土壤资源大地母亲——必须高度重视我国土壤资源的保护、建设与可持续利用问题. 土壤, 2004, 36 (4): 337-339
- [2] 中国科学院地学部. 东南沿海经济快速发展地区环境污染及其治理对策. 地球科学进展, 2003, 18 (4): 493-496
- [3] 中国科学院. 东南沿海经济发达地区可持续发展的问题和对策. 中国科学院咨询报告, 2004: 1-10

- [4] 骆永明. 长三角土壤污染现象日益严峻,有毒物质污染初步显现. 中国环境报, 2004-09-17. [http: // www. CFEJ. net](http://www.CFEJ.net)
- [5] 赵其国. 赵其国院士谈: 净土洁食问题. 科学时报, 2003-06-19. [http://www.cas.ac.cn/html/Dir/2003/06/19/5673. htm](http://www.cas.ac.cn/html/Dir/2003/06/19/5673.htm)
- [6] 骆永明, 滕应, 李清波, 吴龙华, 李振高, 张庆华. 长江三角洲地区土壤环境质量与修复研究 I. 典型污染区农田土壤中多氯代二苯并二噁英/呋喃 (PCDD/Fs) 组成和污染的初步研究. 土壤学报, 2005, 42 (4): 570-576
- [7] 骆永明, 滕应, 李志博, 吴宇澄, 卜元卿, 房丽萍, 郑明辉, 李振高. 长江三角洲地区土壤环境质量与修复研究 II. 典型污染区农田生态系统中二噁英/呋喃 (PCDD/Fs) 的生物积累及其健康风险. 土壤学报, 2006, 43 (4): 563-569

Status of Soil Pollution Degradation and Countermeasures in China

LUO Yong-ming^{1,2}, TENG Ying^{1,2}

(1 *Soil and Environment Bioremediation Research Centre, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;*

2 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China*)

Abstract: Soil pollution degradation is one of soil degradation patterns in China and also in the world. Based on present status and development trends of land pollution degradation in China, this paper mainly analyzed impacts of land pollution degradation on food safety and eco-environment quality, and discussed the driving factors and strategic controlling countermeasures for pollution degradation of land resource in the future.

Key words: Soil pollution degradation, Food safety, Eco-environment impact, Prevention countermeasure