

关于耕地土壤污染调查与评价的若干问题探讨^①

夏家淇¹, 骆永明^{2*}

(1 国家环境保护总局南京环境科学研究所, 南京 210042;

2 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)

摘要: 土壤污染调查与评价是土壤环境研究和管理的的重要内容, 一直受到各国政府及相关部门的关注。尽管如此, 至今有关土壤污染调查与评价的基本认识还相当欠缺。本文基于近 20 年来作者对相关方面的研究体会与思考, 分别从耕地土壤污染调查的全面性、污染评价指标、污染超标率以及土壤环境质量等级划分等几个问题加以探讨, 以期今后更好地开展我国耕地土壤污染调查与评价工作提供参考。

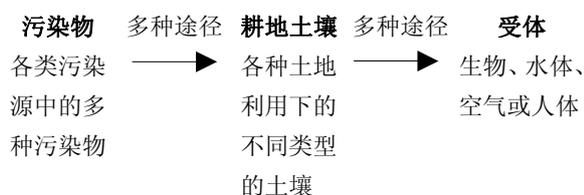
关键词: 土壤污染; 土壤调查; 评价指标; 环境质量

中图分类号: X53

自上世纪 70 年代以来, 我国先后在一些污水灌区等地区, 开展了大量的耕地土壤污染调研工作, 积累了丰富的监测经验, 取得了丰硕的成果。本文基于近来对相关方面的认识与考虑, 提出探讨以下几个问题, 以期今后更好地开展我国耕地土壤污染调查与评价工作提供参考。

1 耕地土壤污染调查的全面性问题

对于土壤污染问题, 应从污染物-土壤-受体的关联性来认识:



土壤污染是指人类活动产生的污染物进入土壤并积累到一定程度, 引起土壤环境质量恶化, 对生物、水体、空气或/和人体健康产生危害的现象 (这种恶化现象是通过对各种受体的危害而体现)。

可以认为, 土壤污染应同时具有两个条件: 一是人类活动引起的外源污染物进入土壤, 二是导致土壤环境质量下降, 而有害于受体如生物、水体、空气或人体健康。并且这个过程是由量变到质变的发展过程, 发生质变时的污染物浓度是其危害的临

界值, 也就是土壤污染临界值。

污染物来自不同种类的污染源, 存在于固、液、气三态中, 具有多样化和多态化特征, 可通过多种途径进入土壤。

土壤是随着气候、生物、母质、地形和时间因素变化而变化的历史自然体, 并受人类活动的影响。由于成土母质、气候、生物、地形、水系等的多样性, 以及人类活动的深刻影响, 土壤的组成和性质 (例如土壤 pH、有机质、质地等) 存在着空间和时间上的差异。因而, 即使是同一种污染物在不同的土壤中, 由于土壤组成和性质的差别, 其存在的形态和价态就会不同, 从而对受体的影响也会不同。

就受体而言, 在保护人体健康方面, 应从食物链角度考虑对农产品卫生质量、对地下水的安全性以及对人体直接接触引起的健康影响等; 在保护陆生生态方面, 应考虑对农作物生长发育和产量、对土壤微生物及动物的影响等。受体也是具有多样性和地区性的差别。

可见, 由于污染源、污染物、土壤组成及性质以及受体的多样性, 土壤污染具有复杂性。因而, 我们认为, 在耕地土壤污染调查中, 不能只单独地调查和采集土壤, 还要了解和调查污染源 (包括历史的和现在的), 以及各种受体受害情况。只有这样, 才能较全面地认识土壤污染状况; 这才便于采取相

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

* 通讯作者 (ymluo@issas.ac.cn)

作者简介: 夏家淇 (1928—), 男, 上海人, 研究员, 主要从事土壤环境质量标准方面的研究。E-mail: njxjq@163.com

应的对策。

2 耕地土壤污染评价指标问题

目前,多数研究者采用 1995 年颁布的土壤环境质量标准(GB 15618-1995)的二级标准值作为评价指标,也有的采用土壤环境背景值上限值,认为超标或超值就算污染。“超标就算污染”的认识是欠妥的。

2.1 土壤环境质量标准

土壤环境质量标准是国家为防止土壤污染、保护生态系统、维护人体健康所制订的土壤中污染物在一定的时间和空间范围内的容许含量值。与空气质量标准、地表水环境质量标准等环境质量标准相比,土壤环境质量标准的制订更加复杂。

土壤环境质量标准的制订,是要考虑土壤污染物的生态和人体健康暴露风险。基于土壤污染物对不同受体的剂量-效应关系,得出各项土壤环境质量基准值;取其中最低的土壤基准值,结合考虑社会、经济、技术等因素制定土壤环境质量标准第二级标准值。

在制订重金属指标时,以采用土壤总量与有效量指标相结合为宜,因为有效量指标可以在较大程度上消除土壤本身成分和性质因素的影响。但鉴于当前我国尚缺乏全国性有效量资料的依据,因此只好暂仍采用总量为指标。目前,欧美诸国大多也还采用总量指标。

所订的土壤环境质量标准可以认为是个阈值,土壤污染物含量低于此值,一般不会有污染问题;高于此值,则应作进一步调研,对受体确有危害,方可认为土壤已被污染。

国际上,现在多数发达国家提出的指标值不作为强制性的环境质量标准,而称为土壤环境质量筛选值、指导值或目标值等。美国环保署规定,当污染物浓度低于筛选浓度值(screening level,相当于我国在 1995 年制订的第二级标准值),污染风险可以忽略,无需作进一步的场地调研;超过筛选浓度值时,土壤污染物含量水平可能会对生态或人体健康产生风险,但这并非意味着必须采取污染修复措施,还需根据特定场地的深入调研或风险评估结果来决定。加拿大、英国、澳大利亚、丹麦等很多国家也都认为,指导值(其含义相当于我国的第二级标准值)主要用于对特定场地/土壤的质量状况进行初步判断和识别,以决定是否需要进行特定场地/

土壤的详细调研,以及是否需要进行特定场地/土壤的风险评估。

从当前发展形势看,GB 15618-1995 的土壤环境质量标准远不能适应现实的要求,第一级标准值不能全国划一,污染物项目订得太少,尤其是有有机污染物、铅的标准值订得偏宽等。因此,其现正处于修订中。目前我国拟在对欧美等国的制订方法上进行探讨的基础上,采用基于风险的方法,分别制订适用于我国农业用地、居住用地、工业用地等的土壤环境质量标准。在土壤环境质量标准修订中,最大的困难是缺乏国内的相关资料。

土壤环境质量标准是带有强制性的。实际上,因受地区性土壤差异的影响,制定的土壤环境质量标准只能起到筛选的作用。我们认为,除了全国订有统一的通用值以外,建议国家发布编制导则,各省、自治区和直辖市可以依据编制导则,分别制订本地区的标准。这样,可以比较接近各地的实际,终究是全国的范围太大了。

2.2 区域土壤环境背景值

土壤环境背景值是指在不受或很少受人类活动影响的情况下,土壤的化学组成或元素含量水平。人类活动与现代工业发展的影响已遍布全球,现在很难找到绝对不受人类活动影响的土壤(人迹罕见的珠穆朗玛峰的土壤中也已有有人为化学品污染物 DDT),严格意义上的土壤自然背景值已很难确定,因而只能去寻找人类影响尽可能少的土壤来确定土壤环境背景值。土壤环境背景值与土壤自然背景值有所不同,它包括自然背景部分,也可能包括微量外源污染物(如大气污染物输送沉降等);或者说它是土壤当前的环境背景值或本底值。

总之,土壤环境背景值只能是一个相对的概念。土壤环境背景值是指在一定的自然历史期间,一定的地域内当前土壤环境未受或很少受或较少受人类活动影响的土壤中某些原有或准原有状态的物质丰度。

土壤环境背景值是因土而异的,不同类型的土壤有不同的背景值,母质因素影响很大;采用全国统一的数值(GB 15618-1995 中土壤环境质量标准第一级标准值)是不恰当的,应采用当地以土壤类型为基础而确定的土壤背景值。

我们认为:土壤的重要性可从以下 4 个方面来认识:土壤是自然环境的重要组成部分,是生态系统的基础组成部分,是农业生产的基本资料,是珍

贵的自然资源。可见，土壤是人类生存和发展的不可替代的物质基础。土壤一旦污染，修复难度大，费力、费钱、费时，有的甚至无法复原。土壤资源的数量是有限的、不可再生的。因此，要十分重视保护土壤资源。土壤虽具有一定自净功能，但其环境容量也是有限度的；我们不应该现在就把土壤环境容量全用足，要为子孙后代多留一些；更重要的是，随着时间的推移，当地的外部污染源虽然可以有所控制，但是一些污染物可以通过长距离传输不断地进入土壤。我们要用长远的战略眼光和可持续发展的科学观，提高对保护土壤资源与质量重要性的认识，贯彻预防为主方针。预防是最重要的，一份的预防胜过一千份的修复。

所以，采用土壤环境背景值作为评价标准之一是必要的，可保护大部分土壤，尽可能维持当前背景水平，可对超过土壤环境背景值上限值的土壤予以警示，及早给予关注。

某些发育在特殊地球化学区域的土壤会出现高的土壤背景值，即使无外来的污染影响，土壤背景值也会异常高，甚至高于一般土壤的污染临界值。在这种异常土壤背景区种植农作物可能会产生危害。因而在区域土壤环境背景值采样点的统计中，就应特殊处理这些异常数值。

2.3 场地土壤污染临界值

土壤污染临界值是指某场地土壤中污染物对生物、水体、空气或人体健康是否产生危害的临界值。低于此临界值，则土壤未受污染。高于此临界值，说明土壤已受污染，应依据受害程度和可能条件，采取相应的修复措施。土壤污染临界值因土壤、受体的不同而异。土壤污染临界值可通过风险评估得出。

从美国的经验看到，美国的土壤污染场地管理曾经历过曲折，开始采用的方法：场地调研 → 通用标准 → 修复选择 → 实施；20多年后，这种传统的方法改为基于风险评估的方法：场地调研 → 风险评估 → 场地专用标准 → 修复选择 → 实施。经风险评估求得场地标准，依据场地土壤污染临界值采取相应的修复对策。

2.4 土壤污染评价的3类指标

从图1可以看出，土壤中的某化学物质含量由左至右呈增加之势，分布着土壤环境背景值上限值、通用的二级标准值和土壤污染临界值；除了国家规定的通用的二级标准值外，其他二值都因土壤

或因土壤和受体而异。一般说来，当土壤中化学物质处于环境背景值范围时，土壤处于本底状态；随着外源污染物的不断进入，达到通用的土壤环境质量二级标准值，此时不一定就有危害，而达到污染临界值时，土壤才属污染。依据土壤环境背景值上限值和污染临界值为界，可划分为本底、沾污和污染3部分。

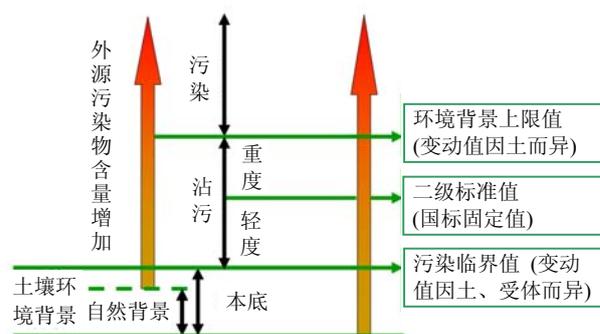


图1 土壤污染评价指标示意图

Fig. 1 Assessment index of soil pollution

为了全面地掌握区域和场地土壤环境质量状况，建议采用土壤环境背景值上限值、土壤环境质量二级标准值和土壤污染临界值作为土壤污染评价的3类指标。

采用上述3类指标进行土壤环境质量的评价，低于环境背景值上限值者可认为基本良好，可称谓本底，土壤利用不受任何限制。高于环境背景值上限值、低于二级标准值者，则尚未污染，可称谓轻度沾污，土壤利用一般不受限制，但要分析和控制污染源。高于二级标准值，则要进一步深入调查或风险评估，若在深入调查中发现其对受体无危害，则可谓重度沾污，可能需要调整土地利用方式；若有危害，应作风险评估，根据受体得出土壤污染临界值，并以此作为评价指标，此时超标则为污染，应制订相应的修复方案并付诸实施。

在地区或全国范围内，可将土壤环境质量划分为本底、轻度沾污、重度沾污、污染4个等级，并分别统计其所占土壤面积，采取相应的对策。这将更有利于我国土壤环境保护工作。

3 土壤污染超标率问题

在土壤环境质量评价中，有的超标率的统计是采用超标土壤样点数占总样点数的百分率，而不是超标土壤面积数占总面积数的百分率。按采样点统

计, 样点布置的影响很大, 超标土样采集多, 超标率就高, 带有随机性、不确定性。在大尺度的方格法采样中, 所采样点土壤一般不一定能代表本方格(特别是较大面积的方格)全部土壤情况, 所作的超标率只能是超标土壤样点的统计, 而非超标土壤面积的统计。建议在采样时要注意土壤采样点所能代表的面积, 计算面积污染超标率, 这样可以科学地反映地区性土壤环境质量状况, 具有确定性, 可作为土壤环境质量管理工作的依据, 具有现实意义。

4 土壤环境质量等级划分问题

当前, 大多采用土壤污染指数(实测值/标准值)法, 进行土壤环境质量评价; 有的将土壤污染指数 >1.0 的土壤, 细分为 $1.0 \sim 2.0$ 、 $2.0 \sim 3.0$ 、 >3.0 , 分别定为轻度污染、中度污染、重度污染^[4]。在本文上述中, 对于某一场地土壤, 土壤污染物监测浓度

超过通用标准并非一定受到污染, 不能认为 >1.0 就已污染; 这样的划分是欠妥的。并且, 实验表明: 不同污染物的毒性是不一样的, 以同样的倍数(对标准值)来表示不同污染物具有同样的污染危害程度缺乏科学基础。

参考文献:

- [1] 夏家淇. 土壤环境质量标准详解. 北京: 中国环境科学出版社, 1996
- [2] 王国庆, 骆永明, 宋静, 夏家淇. 土壤环境质量指导值与标准研究 I. 国际动态及中国的修订考虑. 土壤学报, 2005, 42 (4): 666-673
- [3] 夏家淇, 骆永明. 关于土壤污染的概念和3类评价指标的探讨. 生态与农村环境学报, 2006, 22 (1): 87-90
- [4] 国家环境保护总局. 土壤环境监测技术规范 (HJ/T 166-2004). 北京: 中国标准出版社 2004

Some Problems in Current Cultivated Soil Pollution Survey and Assessment in China

XIA Jia-qi¹, LUO Yong-ming²

(1 Nanjing Institute of Environmental Sciences, State Environmental Protection Administration, Nanjing 210042, China;

2 Soil and Environment Bioremediation Research Center, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: Soil pollution monitoring and risk assessment are very important in soil environmental protection and management. However, some problems in this field still remain unclear in China. Based on author's research experience and knowledge in past two decades, this paper discussed various soil environmental issues in China in relation to cultivated soil pollution monitoring and soil quality assessment, including pollution terminology and concept, pollutant monitoring and assessment index, and soil environmental quality classification in terms of soil pollution.

Key words: Soil pollution, Soil monitoring, Assessment index, Soil environmental quality