

我国土壤环境质量重金属影响研究中一些值得关注的问题

王玉军, 陈怀满*

(中国科学院南京土壤研究所土壤环境与污染修复重点实验室, 南京 210008)

摘要: 重金属的环境问题受到了各方面的重视, 然而, 在土壤环境质量重金属影响的研究中仍然存在一些有待商榷的问题, 包括确切理解土壤环境质量的含义。这不完全是个土壤污染的问题, 而是包含了背景状况、外来物质的侵袭与累积(沾污)状况、污染状况, 因而要明确区分土壤沾污和土壤污染问题。采用合适的评价参比值进行土壤环境质量评价, 并讨论了制订标准中需要注意的一些问题; 必须因地制宜地制订系列标准或标准系列, 以客观反映土壤组成的复杂性和空间变异性。背景值仅可用于化学物质的累积性评估, 土壤中重金属的存在是一种正常现象, 在评估中应避免以点代面、以偏概全的现象。

关键词: 土壤环境质量; 重金属; 土壤沾污; 土壤污染

中图分类号: X53 文献标志码: A 文章编号: 1672-2043(2013)07-1289-05 doi:10.11654/jaes.2013.07.001

Several Critical Issues in the Studies of Soil Environmental Quality Affected by Heavy Metals

WANG Yu-jun, CHEN Huai-man*

(Key Lab of Soil Environmental Quality and Pollution Remediation, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008, China)

Abstract: The environmental problems of heavy metals in soils have been received wide attention. However, there are still several issues need to be addressed and effectively managed in the studies of the soil environmental quality affected by heavy metals. To fully understand the concept of soil environmental quality, the background condition, the invasion and accumulation of exogenous substance, and the consequence of pollution, in addition to the soil pollution status need to be involved. The distinction between the concepts of soil contamination and soil pollution need to be clarified. There are some problems in establishment and development of soil environmental quality standards need to be aware of: 1. The appropriate evaluation and reference value of soil environmental quality assessment need to be selected; 2. The complexity and spatial variability of soils need to be reflected by adapting to location conditions; 3. The background value can only be used for cumulative assessment of chemicals; 4. The presence of heavy metals in soil is ubiquitous, and the single-faceted evaluation should be avoided.

Keywords: soil environmental quality; heavy metal; soil contamination; soil pollution

近年来, 有关土壤环境保护无论是政府部门还是公众舆论都十分重视, 一些学者亦曾通过不同的方式发表了相关的意见和建议^[1-5], 重金属的影响问题又受到了特别关注。国务院在《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》中提出的目标之一是“到 2015 年全面摸清我国土壤环境状况”, 要实现这一目标, 在踏踏实实工作的同时, 应该重视土壤环境质量研究中一些基

本概念、判断标准和方法的甄别、修正与创建。

有关土壤环境质量研究中需要考虑的问题历来是大家关注的重要内容^[6-13]。环境质量包括自然环境质量和社会环境质量, 土壤环境质量是自然环境质量的重要组成部分。土壤环境质量是指在一定的时间和空间范围内, 土壤自身性状对其持续利用以及对其他环境要素, 特别是对人类或其他生物的生存、繁衍以及社会经济活动的适宜性, 是土壤环境“优劣”的一种概念, 它与土壤遭受外源物质的侵袭、累积(沾污)或污染的程度密切相关, 是“特定需要之环境条件”的量度。此种“优劣”和“特定需要”充分体现了土壤环境质量的相对性, 适合于某一种需求的良好环境条件, 不

收稿日期: 2013-03-20

基金项目: 国家自然科学基金(40930739 和 41171189)

作者简介: 王玉军(1977—), 男, 研究员, 主要从事重金属的环境土壤化学过程与控制研究。E-mail: yjwang@issas.ac.cn

* 通信作者: 陈怀满 E-mail: hmchen@issas.ac.cn

一定同样适用于其他需要;反之,不适合某种需要的土壤,可能适用于另外的需求。因而,对土壤环境质量的概念性解释,有可能随土地的实际需要和使用状况而变化,对农业和非农业土壤来说也并非总是相同的。土壤环境质量是环境科学和土壤环境保护研究中的热门课题,是环境土壤学的核心内容,它是土壤质量的重要组成部分。和土壤质量一样,土壤环境质量目前亦是一个发展中的概念^[14]。

土壤环境质量依赖于土壤在自然成土过程中所形成之固有的环境条件、与环境质量有关的元素或化合物的组成与含量、土壤利用过程及其动态变化,同时应考虑土壤作为次生污染源对整体环境质量的影响。人们普遍关注土壤环境质量及其可持续发展的问题,特别是外源物质的侵袭与累积(沾污)或污染程度及其预防与修复。很显然,我们必须保持良好的土壤环境质量,这样才能使其适用于农业生产,充分展示其生产力、生命力和环境净化力;同时在土壤由于人为活动而受到影响时,必须采取适当的措施,以减少其自身以及对大气、水体和植物等的不良影响^[14]。此外,我们必须采用科学而有效的方法来评价土壤环境质量。

近年来,由于重金属污染事故的凸显,使得人们对土壤环境质量研究中的重金属影响问题给予了特别的关注,有关部门亦规定了评价参考值^[15]。然而,当人们在讨论土壤重金属影响时,为了能够较为科学、客观而准确地反映事物的本来面目,对一些问题需要给予特别的重视。

1 切忌将土壤沾污与土壤污染相混淆

所谓土壤沾污是指由人类活动而引入土壤的外源物质或制剂的现象;而土壤污染则是指人为因素将对人类本身和其他生命体有害的物质或制剂施加到土壤中,使其增加了新的组分或某种成分的含量明显高于原有含量、并引起土壤环境质量恶化和相应危害的现象。土壤沾污是普遍存在的,是外源物质的侵袭和累积的现象,而污染是沾污的极端情况与发展的后果。人们在实际工作中重点关注的是土壤污染或者污染土壤(指已经构成污染的样点、场地和不同尺度的区域土壤)。根据土壤污染的定义可以清楚地了解到,构成土壤污染的要素主要包括三方面的内容(土壤污染三要素),即有可识别的人为污染物,有可鉴别的污染物数量的增加,有现存(直接显露)或潜在(通过转化)的危害后果,三者缺一不可。但在实践中,由于对

概念理解的差异性,往往混淆了沾污和污染的差别,以至于时有夸大土壤污染或污染土壤的问题。

2 土壤环境质量评估中重金属影响的判断标准

从总体上看,土壤环境质量可分为三种状况,即背景状况、外来物质的侵袭与累积(沾污)状况、污染状况。在现实生活中,人们最为关注的是如何判断重金属对土壤环境质量的影响,特别是判断土壤污染的依据问题。对这一问题的回答,当然最好是国家标准,但目前我国没有可资利用的合适标准存在。文献中常见的土壤环境质量标准(GB 15618—1995),环境保护部曾公告征求修订意见,对相关问题的讨论将有助于对土壤环境质量的理解与判断。

(1)现行《土壤环境质量标准》主要存在哪些不适应国家经济社会发展形势、不能满足环境保护工作需要的问题?

对土壤环境质量评价的最重要依据是其质量标准,因而土壤环境质量标准一直是各方面关注的热点。由于我国土壤的类型十分复杂,各种土壤类型之间在性质上存在较大的差异,现有的土壤环境质量标准(GB 15618—1995)不能适应实际需要,仅8种重金属和两种有机氯(HCH和DDT),一些重金属标准的定值可能存在过保护或保护不足的问题,缺乏普遍适用性。因而制定合适的、具有法律效力的土壤环境质量标准系列或系列标准,应是科学家将其自身研究成果向政府决策和公众政策转化的重要内容,也是土壤质量与环境质量紧密联系的重要环节。

(2)《土壤环境质量标准》应如何定位?

《土壤环境质量标准》应该定位为系列标准或标准系列。由于土壤的复杂性,在《土壤环境质量标准》制订中应该考虑:①从土壤质量的本质出发,在土壤环境质量标准的制订中应该考虑其性质的“固有”状态和“动态”变化,必须与土壤类型和利用与管理方式紧密相连。②从“固有”状态考虑,应该制订以保护土壤资源自身为目的的“土壤环境质量保护限量标准”,是以背景值为依据(地球化学法),其可与土壤类型相联系,可藉以中国土壤系统分类或分类系统中的土类为基本单元。这一标准应该有严格的要求,且具有惟一性,是保护土壤自身资源的目标值,使其可持续利用。从“动态”角度考虑,应该制订以土壤资源利用为目的的“土壤有害物质限量标准”(土壤负载容量法),这一标准具有多重性,可依据不同的应用目的制订不

同标准。该标准系列可以清楚地判明特定土壤的环境质量现状,即为“背景状态”、“沾污(外源物质侵袭和累积)状态”或“污染状态与污染程度”,亦可明确地回答是否需要修复的问题。^③由于土壤元素“可提取态”的复杂性和局限性,在土壤环境质量的评价中目前仍旧以“总量”为主,它是一个“容量”因素;必要时,可将“总量”和“可提取态”一并考虑;将“可提取态”(强度因素)一并纳入评价参数。

(3)能否将标准规定的污染物含量值作为判断土壤是否存在污染及污染程度的依据?

由土壤负载容量法来制订的“土壤有害物质限量标准”是一项复杂的系统工程,在制订过程中已经充分考虑了污染的危害后果。由于其限量标准与土壤利用目的紧密相连,故在特定土壤类型、相同和相似条件下所获得的有害物质的基准、并据此制订的限量标准,应该可以作为土壤是否存在污染及污染程度的依据。超过其含量即构成污染,而根据其偏离标准的程度可区别轻、中、重污染的情况。另一方面,以保护土壤资源自身为目的的“土壤环境质量保护限量标准”,是以背景值为依据的(地球化学法),则不能用来判断土壤是否污染以及污染的程度,仅仅能够表明有外源物质的侵袭、累积以及累积程度(沾污程度)。而目前这方面往往混淆不清,故常有夸大土壤污染的情况

(4)如何根据我国当前土壤污染防治工作的需要、国内外相关领域科学研究的进展情况修订完善《土壤环境质量标准》?

对于基本概念的科学表述和确切理解,有助于对事物本质的把握,有助于强化与明晰研究目标和结果。土壤环境质量标准不是简单的单一标准,而是标准系列或系列标准,在清楚地理解土壤环境质量、土壤污染等概念的基础上,可根据我国当前土壤污染防治工作的需要、国内外相关领域科学研究的进展情况来制订“土壤环境质量保护限量标准”,具有惟一性(目标值);“土壤有害物质限量标准”(系列),具有多重性。相对来说,“土壤环境质量保护限量标准”的基础资料较多;而“土壤有害物质限量标准”(系列)则需要不同产业部门实践的有效资料。

需要注意的是,利用背景值来判断外源物质的侵袭和累积或沾污状况时,土壤元素背景值的取值是一个值得考虑的问题,这同样需要对背景值的内涵进行仔细地推敲。土壤元素背景值分为自然背景值和表观背景值。自然背景浓度是指土壤在自然成土过程中所

形成之物质的含量,它仅仅来自于天然源(例如母质);而自然背景值通常以一种物质的天然土壤地球化学含量的统计特征值来表示,有时亦称本底值。事实上,自从18世纪工业革命以来,人类对环境的干扰越来越大,目前要找到一个绝对没有遭受人类影响的土壤非常困难。所以,一般所指的背景值只是一个相对的概念,即表观背景值。表观背景浓度是指某一特定时间点上、一个地区或区域范围内一类土壤物质的特征浓度,它既来自于天然源(例如母质),亦可能包括非天然的面源物质(例如大气沉降)。表观背景值通常是以统计特征值表示的表观背景浓度的上限,当统计单元内元素含量服从正态分布时,以“ $X+2S$ ”来表示;当元素含量服从对数正态分布时,以“几何平均值 $\times$ 几何标准差(或几何标准差的平方)”来表示;亦可以统计单元内顺序统计量的90%的值来表示。显然,目前文献中常用的元素背景值平均值作为评价沾污标准时亦需要适当修正。

高背景值土壤的问题是一种特殊情况。根据土壤污染的定义,由于它不符合污染的特征要素,故不能归属于污染土壤的范围;然而,在农业利用中,这类土壤有可能造成某些农产品中有毒物质的含量超过卫生限量标准,故可将其归属于环境异常,是一种“问题土壤”,对其利用应该在“土宜”方面下功夫。

3 正确认识土壤环境质量评估中重金属的影响

3.1 重金属是土壤中普遍存在的元素

重金属是土壤的固有组分,普遍存在于土壤中,这是一种自然现象。通常情况下,一些重金属,例如铜、锌、铁等是人类健康的必需元素,但由于人为活动而造成的外源化学物质的影响,有可能造成土壤-植物系统中重金属含量的升高,当超过一定的负载容量时,才有可能产生不良影响。

3.2 对相关问题的谈话和报道应该慎重

一些调查结果对于了解具体情况有一定参考意义,但其结果的可靠性和代表性在其发表时需要十分慎重,在数据、影响后果的表述方面力求尽可能的准确、可靠。然而,目前在一些资料中,如何客观地反映土壤和农产品重金属的影响是一个有待进一步斟酌的课题,其中一部分原因可能是目前对一些问题的把握尚不够准确,因而在评估中需要进一步明晰一些问题,例如:

(1)土壤重金属影响评估的参比标准需要完善。判断土壤重金属超标或污染的标准是“土壤污染三

要素”,特别是不同土地利用之间的差异性必须采用不同的评价标准,例如对于农业土壤,农产品中重金属的含量不可或缺。依据土壤污染的定义,在农地重金属影响评估中,除了土壤中重金属的含量(判断有无明显增高)和污染源的监测与甄别外(判断有无外源人为影响),其危害或后果是十分重要的,即农产品的重金属含量或减产程度。根据农产品中的含量与标准或允许减产的程度进行比较,凡是超过者,则认为可能存在危害。目前有一些调查工作和文献中往往仅有土壤中重金属的含量,没有与之相对应的土地利用信息,亦缺乏污染物的溯源性,将这样的数据用于土壤重金属影响评估显得依据不足。故需要强调的是,在土壤环境质量重金属影响的调查中,应该密切与土地利用相结合,关注主要受影响的对象。例如在土壤-农作物的系统中进行重金属影响评估时,一定要将土壤和农产品可食部分同时“点对点”的采集,否则有可能事倍功半,甚至于做无用功,浪费人力和物力。

(2)不能以点代面、以偏概全。由于土壤的不均匀性,空间变异较大,在阐述土壤环境质量状况时,应该客观地表明调查工作的局限性。一般情况下,仅仅能够比较准确地描述“样点”的状况,而“样点”可能代表的面积需要进行仔细的再研究。一些研究采用地统计学的外推方法,这时需要注意采样设计的合理性与实用性,同时对外推的结果要进行验证,以检验外推数值的可靠性,而这一点目前显得较为薄弱。因而,当有报道为污染面积时,读者有必要考量其合理性。例如,当一个铅锌银矿附近土壤和农产品中的Pb、Cd等含量较高时,不能说明整个地区的土壤和农产品质量状况,特别当指称某地土壤已不能用于农产品种植时,应该特别慎重,必须有科学的试验数据。

(3)客观地评估农业土壤“土宜”中的“专适性”与“普适性”问题。一般情况下,不同的农作物对不同的重金属、同一品种的不同生长条件等都有可能影响重金属在土壤-作物系统中的迁移和转化。对于农地的适宜性需要仔细地加以区分,使其各得其所,不必人为地规定某一地区一定发展什么或不能发展什么,应客观地以“土宜”作为衡量的主要因素,将土壤资源的保护做到实处。

总之,对土壤环境质量重金属影响的正确理解有助于减少或避免对土壤污染或污染土壤的误判,有助于土壤环境质量的客观评估和整体布局,有助于广大人民的健康与社会的安定。

参考文献:

- [1] 环境保护部. 关于加强土壤污染防治工作的意见. 环发[2008]48号, 2008.6.6.
Ministry of Environmental Protection. Opinions on strengthening soil pollution and prevention. Ministry of Environmental Protection, 2008, No. 48, 2008.6.6.
- [2] 夏家淇. 正确认识土壤环境质量标准与土壤污染[N]. 中国环境报, 2004.10.28.
XIA J Q. Fully understanding the soil environmental quality standard and soil pollution[N]. China Environment News, 2004.10.28.
- [3] 林玉锁, 李波, 张孝飞. 我国土壤环境安全面临的突出问题[J]. 环境保护, 2004(10): 39-42.
LIN Y S, LI B, ZHANG X F. Problems of soil environmental security in China[J]. *Environmental Protection*, 2004(10): 39-42.
- [4] 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): 1140-1145.
ZHAO Q G, LUO Y M, TENG Y. Strategic thinking on soil protection in China[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2009, 46(6): 1140-1145.
- [5] 林玉锁. 土壤环境安全及其污染防治对策[J]. 环境保护, 2007(1A): 35-38.
LIN Y S. Soil environmental safety and the strategy for environmental prevention[J]. *Environmental Protection*, 2007(1A): 35-38.
- [6] 刘占锋, 傅伯杰, 刘国华, 等. 土壤质量与土壤质量指标及其评价[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 901-913.
LIU Z F, FU B J, LIU G H, et al. Soil quality: Concept, indicators and its assessment[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(3): 901-913.
- [7] 骆永明. 中国土壤环境污染态势及预防、控制和修复策略[J]. 环境污染与防治, 2009, 31(12): 27-31.
LUO Y M. Trends in soil environmental pollution and the prevention, controlling, remediation strategies in China[J]. *Environmental Pollution & Control*, 2009, 31(12): 27-31.
- [8] 陈浩. 中国耕地土壤污染问题研究简析[J]. 黑龙江农业科学, 2012(9): 49-52.
CHEN H. Brief analysis on the study about soil pollution of Chinese cultivated land[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2012(9): 49-52.
- [9] 夏家淇, 骆永明. 我国土壤环境质量研究几个值得探讨的问题[J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(1): 1-6.
XIA J Q, LUO Y M. Several key issues in research of soil environmental quality in China[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2007, 23(1): 1-6.
- [10] 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[J]. 生态与农村环境学报, 2006, 22(1): 87-90.
XIA J Q, LUO Y M. Definition and three evaluation guidelines of soil contamination[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2006, 22(1): 87-90.
- [11] 陈怀满, 郑春荣, 周东美, 等. 关于我国土壤环境保护研究中一些值得关注的问题[J]. 农业环境科学学报, 2002, 23(6): 1244-1245.
CHEN H M, ZHENG C R, ZHOU D M, et al. Several critical issues in the studies of soil environmental protection in China[J]. *Journal of Agro-*

- Environmental Science*, 2002, 23(6): 1244–1245.
- [12] 陈怀满, 郑春荣, 周东美, 等. 土壤环境质量研究回顾与讨论[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(4): 821–827.
CHEN H M, ZHENG C R, ZHOU D M, et al. Soil environmental quality: A Review[J]. *Journal of Agro-Environmental Science*, 2006, 25(4): 821–827.
- [13] 陈美军, 段增强, 林先贵. 中国土壤质量标准研究现状及展望[J]. 土壤学报, 2011, 48(5): 1059–1071.
CHEN M J, DUAN Z Q, LIN X G. Status quo and prospects of the study on soil quality standards in China[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2011, 48(5): 1059–1071.
- [14] 陈怀满. 环境土壤学[M]. 第二版. 北京: 科学出版社, 2010.
CHEN H M. *Environmental soil science*[M]. The second edition. Beijing: Science Press, 2010.
- [15] 环境保护部. 关于印发《全国土壤污染状况评价技术规定》的通知环发[2008]39号, 2008.05.19.
Ministry of Environmental Protection. In regard with printing and distributing the Notification of 《The regulations for soil pollution assessment methods》, Ministry of Environmental Protection, 2008, No.39, 2008.05.19.