

自然和人为因素对土壤重金属污染分布的影响研究

张丙涛, 曹学奎

山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队(山东省第六地质矿产勘查院), 山东 烟台

收稿日期: 2023年3月15日; 录用日期: 2023年4月16日; 发布日期: 2023年4月23日

摘要

随着社会经济的快速发展, 人类活动对土地资源的需求日益增加。重金属污染成为土壤污染中最严重的问题。本文总结了自然因素和人为因素造成的土壤重金属污染。自然因素包括高背景值、岩土风化与地表径流作用, 人为因素包括采矿、矿业废弃地、肥料及农药施用与污水灌溉作用。通过对土壤中重金属进行源分析, 本文旨在为重金属污染土壤的防治技术提供理论支持和科学依据。

关键词

自然因素, 人为因素, 土壤污染, 重金属

Effects of Natural and Human Factors on the Distribution of Heavy Metal Pollution in Soil

Bingtiao Zhang, Xuekui Cao

NO. 6 Geological Team of Shandong Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources
(NO. 6 Institute of Geology and Mineral Resources Exploration of Shandong Province), Yantai Shandong

Received: Mar. 15th, 2023; accepted: Apr. 16th, 2023; published: Apr. 23rd, 2023

Abstract

With the rapid development of social economy, the demand for land resources from human activities was increasing. Heavy metal pollution had become the most serious problem in soil pollution. This paper summarized the heavy metal pollution of soil caused by natural and human factors. Natural factors included high background value, rock and soil weathering and surface runoff, and human factors included mining, mining waste land, fertilizer and pesticide application and sewage irrigation. Through the source analysis of heavy metals in soil, this paper aimed to provide theo-

retical support and scientific basis for the prevention and control technology of heavy metal contaminated soil.

Keywords

Natural Factors, Human Factors, Soil Pollution, Heavy Metals

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着社会经济的快速发展, 人类活动对土地资源的需求日益增加。生活废水的排放、金属开采、农业生产中农药和化肥的不规范使用以及化石燃料燃烧都可以导致土壤和环境破坏[1]。重金属污染由于毒性大、不可逆、隐蔽性强、残留期长等特点, 成为土壤污染中最严重的问题[2]。由于土壤中重金属来源复杂, 其迁移和积累过程受到多种参数的影响。因此, 追踪土壤中重金属污染的来源, 从而制定并采取相应的源头削减和抗性控制措施, 是有效解决土壤问题的关键。

到目前为止, 很少有关于土壤污染与重金属之间关系的相关报道。在本研究中, 我们试图从自然因素和人类活动两个方面分析土壤污染对土壤重金属来源的影响。本文旨在为重金属污染土壤的防治技术和减少重金属对人类健康的影响提供理论支持和科学依据。

2. 自然因素对土壤重金属分布的影响

土壤污染的自然因素分为两种。一是在高背景值的母岩中, 在风的作用下, 土壤碎屑的迁移, 二是水力迁移。

2.1. 高背景值与岩土风化

确定土壤中的自然水平或重金属背景值是土壤污染评估的第一步[3]。位于中国西南部的贵州、广西、云南等省市, 土壤的背景含量远高于其他地方, 这与喀斯特石灰岩地区内生母质形成的高背景值以及矿物活动的加剧有关, 并且向下游扩散造成了重金属土壤污染[4]。长江三角洲和珠江三角洲的土壤中汞和镉污染最严重[5]。镍的高浓度可能与该区域母岩和基质中重金属含量高有关。

土壤风化对土壤中重金属分布的影响主要取决于母质与成土过程[6]。母岩元素是土壤中重金属的主要来源。风化程度和速率取决于母岩的矿物成分, 进而影响土壤金属的稀释和富集。一些研究指出, 在人为污染较少的地区, 基岩决定了土壤中重金属的含量。不同的土壤组成在该地区带来了不同的背景值。在土壤形成过程中, 表生元素的富集使某些元素含量异常, 主要包括地质体、矿化或风化前的沉积[7]。中国南方的 Cd、Pb、Cu、As、Hg 的土壤背景值远高于中国北方。这主要是因为高背景值岩石(石灰石)在风化和土壤形成过程中释放的重金属在土壤中富集[8]。

2.2. 地表径流

暴雨径流中的重金属迁移是影响有毒金属迁移的最重要的方式, 也是大面积地表水非点源重金属污染的根本原因, 特别是在农业高度集中、化肥和农药大规模施用的地区[9]。在不同的土地利用模式下, 重金属随暴雨径流的迁移过程, 并总结出耕地中重金属的损失最高, 而林地中的损失最低[10]。重金属在

雨水淋湿进入土壤后, 由于其自身特性, 可在土壤环境中积累, 不会因代谢、降解和挥发而消失。在灌溉和降雨的作用下, 积累的重金属将不同程度地被淋溶, 其中一部分进入地下水, 这可能对生态环境和人类健康构成潜在威胁[4]。

3. 人为因素对土壤重金属分布的影响

人类活动对地球表面重金属的积累、分布和转移具有重大影响。人类对土地利用的影响直接反映在土地利用的变化上, 土地利用转化的过程是土壤重金属直接输入和间接迁移再分配的过程[11]。随着人类活动的加剧、土地利用规划的不合理以及环境保护意识的淡薄, 世界各地的土壤侵蚀加速。植树造林是土壤综合治理的重要举措。大规模退耕还林工程改变了土地利用类型和土壤侵蚀[12]。

3.1. 采矿

矿产资源的开采和加工在社会上具有双刃剑效应。它虽然带来了生产经济效益; 但也带来了严重的污染。露天开采对原始地形的破坏导致大量土地被占用和废弃, 地面沉降和地下采矿引起的塌陷使上层土地遭到破坏甚至消失。溢出的矿石尾矿、粉尘排放和酸性矿山废水排放将导致金属离子扩散到环境中[13]。

长期以来, 我国矿产开发管理粗放, 缺乏监管, 生产事故频发; 矿区的点污染已演变为河流流域的线和面污染。此外, 这些地区的背景值趋于较高, 这进一步加剧了土壤的重金属污染[14]。随着有色金属矿开发规模的扩大, 重金属污染物通过矿渣、尾矿、污水、地表、径流粉尘进入土壤环境, 不断积累, 或随河流迁移扩散, 最终发展为沿海土壤重金属的流域污染[15]。

3.2. 矿业废弃地

随着矿产资源的逐渐枯竭, 大量尾矿矿山已成为废弃矿区, 由于开采速度的不断加快, 废弃矿山的数量和总面积仍在增加。矿山开采造成的地质灾害时有发生。地面裂缝、塌陷和泥石流是废弃矿山常见的地质灾害。在地下开采中, 如果采空区处理不当, 可能会造成顶部裂缝, 进而引发地面沉降甚至坍塌等地质灾害; 如果废弃的尾矿或废渣处理不当, 可能会发生溃坝, 形成泥石流[16]。

废弃矿山是周围水环境和农田中重金属污染的最大来源。报道称, 德国图林根州东部的格森哈德铀矿于 1990 年关闭, 并恢复了周边生态环境; 然而, 重金属污染仍然可以在水、土壤和植物中进行检测[17]。地表径流和地下水可以通过雨水在废弃矿山和尾矿坝中的淋滤而污染周围地区。废弃矿山周围的土壤流失是矿山污染向当地排水系统下游扩散的重要地质力之一[16]。

3.3. 肥料及农药施用

肥料及农药的施用是造成耕地大面积污染的重要原因。土壤由于其固有特性, 因此它具有很强的缓冲能力, 肥料和农药对土壤的影响不是立即可见的。随着时间的推移, 由于重金属污染, 土壤肥力下降, 土壤中元素平衡的变化导致土地退化。根据中国农业部的统计, 2017 年, 中国农业化肥的使用量为 5859.4 万吨。根据相关学者的研究报告, 农药的使用率一般为 10% [1]。残留农药将残留在植物、土壤、空气和水中, 造成环境污染。

3.4. 污水灌溉

由于分配给农业的优质水资源数量逐年减少, 现有淡水资源难以满足耕地用水的实际需求。世界各国都面临着水资源枯竭和淡水需求急剧增加的压力。水资源的缺乏使得污水成为灌溉用水的重要组成部分[18]。污水灌溉不仅给土壤带来水、养分和有机物, 还带来大量有害物质(尤其是重金属), 这使得土壤

受到不同程度的污染[19]。污水中的有机质和重金属元素进入土壤后不易降解。当它们超过土壤的环境容量时, 它们会通过食物链伤害人类的生命和健康, 导致严重的生态问题[20]。

影响土壤污染的因素有很多, 包括自然因素和人为因素, 这些因素相互作用、相互影响。土壤污染的内在影响因素相对比较稳定, 主要是母质、气候、时间等相互作用的结果, 对土壤本身的理化性质影响较大。人为因素无论是在范围还是在程度上均比自然因素的影响严重的多, 是影响土壤污染的重要因素, 合理的人类活动可以减少土壤污染, 使土壤质量向好的方向变化。无论是自然因素还是人为因素, 土壤污染都应归咎于人类活动, 通过一系列的生态和环境影响, 大自然最终将不良后果反馈给人类。

4. 结论

防止土壤污染的最终目的是人类的可持续发展, 而土壤重金属污染严重威胁人类健康。重金属污染是一个涉及金属元素的复杂过程。通过分析土壤中重金属的来源, 我们可以解决污染的主要趋势, 然后找到一种合理的方法, 从源头上尽早干预, 以减少毒性对土壤的损害。目前, 土壤重金属污染源分析方法还存在一些不足, 因此有必要在下一阶段与多种分析方法相结合开展更系统、更全面的研究, 使重金属污染源的分析方法更加科学, 这对环境治理具有重要的应用价值和指导意义。

参考文献

- [1] Vaverková, M.D., Maxianová, A., Winkler, J., *et al.* (2019) Environmental Consequences and the Role of Illegal Waste Dumps and Their Impact on Land Degradation. *Land Use Policy*, **89**, Article ID: 104234. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104234>
- [2] Dhaliwal, S.S., Singh, J., Taneja, P.K. and Mandal, A. (2020) Remediation Techniques for Removal of Heavy Metals from the Soil Contaminated through Different Sources: A Review. *Environmental Science and Pollution Research*, **27**, 1319-1333. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06967-1>
- [3] 林斌. 场地污染土壤调查及评估研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(2): 117-119.
- [4] Jia, Z., Wang, J., Zhou, X., *et al.* (2020) Identification of the Sources and Influencing Factors of Potentially Toxic Elements Accumulation in the Soil from a Typical Karst Region in Guangxi, Southwest China. *Environmental Pollution*, **256**, Article ID: 113505. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113505>
- [5] 李秀华, 赵玲, 滕应, 骆永明, 黄标, 刘冲, 刘本乐, 赵其国. 贵州汞矿区周边农田土壤汞镉复合污染特征空间分布及风险评估[J]. 生态环境学报, 2022, 31(8): 1629-1636.
- [6] 曹建锋, 王震, 崔丽君, 张和林. 土壤重金属污染特点及治理的方法探讨[J]. 世界有色金属, 2022(19): 220-222.
- [7] 李剑锋, 冯李霄, 张遵遵, 陈希清, 付建明, 卢友月, 张鲲. 湖南某矿区土壤重金属污染及健康风险评价[J]. 中国地质, 2023: 1-17.
- [8] 夏星辉, 张真瑞, 张效颖, 唐振强, 李雅媛, 邹本东, 荆红卫, 李凯璇, 张青, 刘少达. 城市土壤重金属的时空变化特征对土壤重金属背景值确定的启示: 以北京市为例[J]. 环境科学学报, 2023, 43(3): 438-447.
- [9] 陈红丹, 郝喆, 陈娜, 滕达, 王小明. 降雨条件下植物修复分层尾矿土壤重金属迁移的模拟分析[J]. 有色金属科学与工程, 2022, 13(4): 126-134.
- [10] 李晓晓, 韩瑞芳, 陈倩倩, 杨宇生, 沈东升, 申屠佳丽. 土壤重金属迁移转化领域研究的文献计量分析[J]. 土壤通报, 2020, 51(3): 733-740.
- [11] 吴倩永. 农产品产地土壤重金属污染检测技术的应用与发展趋势[J]. 化工管理, 2022(30): 29-32.
- [12] 鞠雪峰. 土壤重金属污染修复方法研究[J]. 资源节约与环保, 2022(10): 121-124.
- [13] 史帅航, 白甲林, 余洋. 西南地区某矿产集采区土壤重金属迁移规律及生态风险评价[J]. 金属矿山, 2022(2): 194-200.
- [14] 孙建伟, 贾煦, 刘向东, 程贤达, 商连南. 豫西金矿集区矿业活动对周边农田土壤重金属影响研究[J]. 岩矿测试, 2023, 42(1): 1-10.
- [15] 李琳丽, 黄小凤, 赵丹, 邓春玲, 杨熙斌, 李文斌, 鲍银珠. 汞矿区土壤重金属迁移转化及治理技术研究综述[J]. 有色金属工程, 2022, 12(2): 128-137.

-
- [16] 赵家印, 杨地, 杨湘智, 张宁, 刘宇, 王蒙蒙, 吴云成, 陈秋会, 田伟. 云南省某煤矿开采遗址周边农用地土壤重金属污染评价及源解析研究[J]. 生态与农村环境学报, 2022, 38(11): 1473-1481.
- [17] Pourjabbar, A., Sârbu, C., Kostarelos, K., Einax, J.W. and Büchel, G. (2014) Fuzzy Hierarchical Cross-Clustering of Data from Abandoned Mine Site Contaminated with Heavy Metals. *Computers & Geosciences*, **72**, 122-133. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2014.07.004>
- [18] 秦宏, 郑传祯. 污水灌溉国内外研究综述及基于中国问题的展望[J]. 世界农业, 2018(1): 24-29.
- [19] 许华. 污水灌溉区土壤环境监测分析[J]. 大众投资指南, 2018(19): 271-273.
- [20] 王霞, 李王成. 污水灌溉对作物重金属含量的影响因素分析[J]. 节水灌溉, 2016(10): 77-79.