

浅谈土壤环境质量影响状况及成因分析

杨政¹ 唐纯² 刘龙¹ 武刚¹ 田婷婷¹

1 四川省遂宁生态环境监测中心站

2 遂宁市生态环境局

DOI:10.32629/eep.v9i4.3144

[摘要] 土壤是生态系统重要组成部分,对生态系统健康循环有着重要作用,随着经济发展,越来越多土壤遭受污染,人类身体健康受到巨大威胁,因此做好土壤治理修复至关重要。通过对污染土壤修复,降低污染物排放和转移,对于构建健康可持续生态系统至关重要。本文主要对土壤环境质量污染成因以及土壤修复策略开展讨论。

[关键词] 土壤环境质量; 污染成因; 土壤修复; 治理策略

中图分类号: Q938.1+3 文献标识码: A

A Brief Discussion on the Impact Status and Cause Analysis of Soil Environmental Quality

Zheng Yang¹ Chun Tang² Long Liu¹ Gang Wu¹ Tingting Tian¹

1 Sichuan Suining Ecological Environment Monitoring Center Station

2 Suining Ecological Environment Bureau

[Abstract] Soil is an important component of ecosystems and plays a crucial role in the healthy cycle of ecosystems. With economic development, more and more soils are being polluted, posing a huge threat to human health. Therefore, it is crucial to do a good job in soil management and restoration. It is crucial to build a healthy and sustainable ecosystem by restoring polluted soil, reducing pollutant emissions and transfers. This article mainly discusses the causes of soil environmental quality pollution and soil remediation strategies.

[Key words] soil environmental quality; Causes of pollution; Soil remediation; governance strategy

引言

土壤是陆地生态系统核心载体,也是粮食安全与人类健康的重要基础。伴随工业化与农业集约化发展,土壤污染问题日益突出。2014年《全国土壤污染状况调查公报》显示,全国土壤点位总超标率达16.1%,镉、多环芳烃等污染物超标明显,已对人体健康、生态安全和农业可持续发展构成严重威胁。系统分析土壤污染的类型、特点、危害及成因,并据此提出源头管控、过程减排与末端修复相结合的综合治理策略,对保护土壤环境、构建可持续生态系统具有重要意义。本文围绕上述内容展开探讨,以期对土壤环境质量改善提供参考。

1 土壤环境质量污染类型及特点

1.1 主要污染类型

土壤环境质量污染按致污因子性质,大致可归为五类。一是无机物污染,主要指重金属、酸碱度异常及含砷、含硒化合物等经人类活动进入土壤并积累至有害水平的现象,其中重金属因难以降解、易生物富集而备受关注。二是有机物污染,由有机氯农药、有机磷农药、石油烃类及多环芳烃等有毒有害有机物进入土壤并超过自净能力所致,新型有机污染物的不当处置也正

成为新隐患。三是生物污染,指病原细菌、病毒、寄生虫卵和致病真菌等进入土壤,可危害作物根系,并通过接触或食物链传播^[1]。四是放射性污染,由天然或人为放射性物质进入土壤并持续存在引起,具有长期性和隐蔽性,可破坏细胞分裂机制,增加癌变风险。五是物理性污染,主要由工业固废、粉煤灰、矿渣及塑料制品等造成,如塑料地膜残留形成的“白色污染”,影响土壤通透性,对植物生长和土壤动物活动构成阻碍。

1.2 污染的主要特点

土壤环境质量污染与水环境和大气环境污染相比,具有三个突出特点。一是隐蔽性强,土壤污染缺乏明显的颜色、气味等感官表征,如某些重金属污染在外观上与洁净土壤几乎无异,不易被及时发现^[2]。二是累积性显著,污染物进入土壤后因吸附固定等作用不易迁移,随时间延长持续积累,部分污染物还可能转化为毒性更强的次生污染物,加重污染负荷。三是治理具有长期性,土壤污染修复技术难度大、资金投入高,即便采用先进手段,也很难完全恢复至原状,往往需要数十年持续治理与监控。这些特点使土壤污染防治成为一项复杂的系统工程。

2 土壤污染造成的主要危害

2.1 对人体健康的影响

受污染土壤可通过多种途径危害人体健康。一是重金属中毒, 铅、镉、汞、砷等经雨水淋溶进入地下水或被作物吸收后通过食物链富集, 长期摄入可致神经系统损害、肾衰竭、骨骼病变等不可逆损伤, 儿童铅暴露可能引发智力发育迟缓, 成年人则面临癌症和慢性中毒风险^[3]。二是病原微生物感染, 土壤中携带的蛔虫卵、沙门氏菌等致病生物可通过皮肤接触或口—手途径侵入人体, 引发腹痛、腹泻、寄生虫病等。三是农药与化肥残留, 有机氯、有机磷等残留经作物吸收进入人体, 长期低剂量摄入可致神经功能紊乱、内分泌失调等。四是放射性污染, 其释放的电离辐射干扰细胞分裂, 诱发基因突变, 显著增加致癌风险。

2.2 对生态环境与农业的影响

土壤污染对生态系统的负面影响同样深远。一是破坏土壤生物系统, 高浓度污染物抑制微生物活性、降低酶活性、破坏团粒结构, 导致养分循环受阻、肥力下降, 严重时土壤丧失种植功能。二是直接影响农作物, 植物吸收重金属或有机污染物后生长受阻、产量下降、品质劣化, 污染物超标时即失去食用价值, 造成经济损失。三是通过食物链级联放大, 植物体内污染物被食草动物摄入后向更高营养级传递并浓缩, 威胁鸟类、兽类及整个食物网, 危及生物多样性。四是造成二次污染, 部分污染物随雨水下渗进入地下水或通过地表径流进入河湖, 在新介质中发生化学变化产生新污染物; 挥发性有机物和颗粒物还可通过风力扬散影响空气质量。

2.3 社会经济与长期风险

土壤污染引发的社会经济损失和长期隐患不容忽视。据估算, 因土壤环境质量恶化导致的粮食产量和品质下降, 每年可造成数以亿计的直接经济损失。此外, 土壤污染的隐蔽性与滞后性意味着其危害往往在污染事件发生多年后才逐渐显现, 例如某些地区的癌症高发、生殖毒性效应等, 通常需要较长的潜伏期才被公众和医学界认知, 极大延误了干预时机。一旦确认土壤存在严重污染, 其修复与治理成本极其高昂, 且受当前技术条件所限, 修复效果往往存在“天花板”, 部分地块土壤功能可能已遭受不可逆损伤, 形成持久性的环境债务^[4]。

3 土壤环境质量污染的成因分析

3.1 工业污染源

长期以来的粗放型工业化道路是土壤环境质量恶化的重要根源。在经济快速发展初期, 部分企业为降低成本、获取短期利润, 采用劣质原料或不规范的生产工艺, 导致含有重金属、有机毒物和放射性物质的废水、废气、废渣大量产生。这些污染物通过直接排放、事故性渗漏或大气干湿沉降等途径进入厂区及周边土壤, 形成以工业源为核心的污染地块^[5]。同时, 早期环境监测能力不足, 监测仪器短缺、污染物分析方法匮乏, 使得部分土壤污染问题未能被及时识别与遏制, 错失了最佳管控时机。

3.2 农业活动影响

不合理的农业生产方式已成为土壤环境质量下降的另一关键因素。过量或盲目使用化肥、未经腐熟的畜禽粪便以及高残留农药, 不仅导致土壤酸化、板结, 还会使有机氯、有机磷等农药在土壤中长期残留。在蔬菜、粮食及经济作物种植过程中, 大量使用农用塑料薄膜且回收率偏低, 残膜不断积累, 形成难以降解的“白色污染”, 影响土壤物理结构并释放有害添加剂。部分地区长期使用工业废水或污染物含量超标的再生水进行灌溉, 将镉、铅等重金属及病原体持续引入农田土壤, 形成区域性的复合污染。

3.3 生活垃圾与固体废物

城镇生活垃圾和固体废物管理体系不健全也是土壤污染的重要诱因。垃圾填埋场和堆放点的渗滤液含有高浓度有机污染物和重金属, 一旦防渗措施失效, 污染物即下渗进入土壤和地下水。城镇污水处理厂产生的污泥以及规模化养殖场的畜禽粪便若未实现无害化处理即直接还田, 不仅引入病原微生物, 还可能造成抗生素和重金属的持续性输入。此外, 居民日常生活中随意丢弃含重金属的废旧电池、电子产品等, 其有害成分可通过雨水淋溶逐步释放并渗入土壤, 成为不可忽视的污染源^[6]。

3.4 交通运输影响

交通运输对沿线土壤环境的影响主要表现为尾气沉降与颗粒物散落。早期使用含铅汽油的机动车所排放的尾气中含有铅化合物, 可随大气飘移后沉降于公路两侧土壤中, 造成局部铅累积。同时, 汽车轮胎磨损产生的颗粒物、刹车片粉尘以及运输过程中物料抛撒等, 都会将多环芳烃、锌、铜等污染物带入道路周边土壤, 形成沿交通干线分布的带状污染。

3.5 大气沉降影响

工业生产和能源燃烧排放的二氧化硫、氮氧化物等酸性气体, 在大气中经化学转化生成硫酸和硝酸, 随降水形成酸雨, 加速土壤酸化进程, 导致钙、镁等盐基离子淋失, 活化铝、锰等有毒金属, 恶化土壤环境。与此同时, 工业烟尘和扬尘携带的含有重金属氧化物的细微颗粒物, 通过干湿沉降不断输入土壤表层, 成为区域性土壤重金属含量增高的重要贡献源。

3.6 矿产开采与冶炼影响

矿山开采和金属冶炼活动对周边土壤造成的污染往往具有高强度、集中连片的特点。在采矿、选矿和冶炼过程中, 因不合理开采使用, 大量含重金属的废石、尾矿和冶炼废渣被露天堆放, 其中的砷、铜、锌、铅、镉等有害元素在雨水冲刷和淋溶作用下, 不断向周边土壤迁移扩散, 形成范围较广的污染区域。部分历史遗留矿区的土壤重金属超标倍数高、治理难度极大, 成为环境安全隐患。

3.7 污水灌溉影响

在部分水资源短缺地区, 利用未经处理或处理不达标的工业和生活污水进行灌溉, 是土壤环境质量污染的一条重要途径。此类污水中通常挟带较高浓度的重金属、难降解有机物及致病性微生物, 长期灌溉会导致灌溉区土壤中污染物逐年累积, 形成

面积较大、污染因子复杂的区域性污染,对农作物安全和地下水质量构成持续性威胁。

4 土壤环境质量提升策略

4.1 强化污染源头管控

提升土壤环境质量的首要任务是严控污染源头。国家层面应完善法律法规与标准体系,确保工业和农产品的环境安全指标有标可依。强化对涉重、涉危企业的执法监督,严格环境影响评价与排污许可管理,推行污染物排放总量和浓度双重控制,倒逼企业加大清洁生产投入、规范排污行为,对超标排污行为依法严惩。同时,广泛开展环保宣传教育,提升全社会土壤保护意识,引导公众减少有害垃圾随意丢弃,从社会源头降低污染输入风险^[7]。

4.2 减少土壤污染物排放

在管控源头的基础上,应从各环节系统减排污染物。制定区域污染物减排清单,对严格落实排污许可制度的企业给予政策倾斜和绿色金融支持。规范危险化学品运输,防止因泄漏或抛洒造成土壤污染。推进废旧物资回收体系建设,尤其加强废旧电池、废弃电器等含金属废物的分类回收,通过补贴等方式鼓励企业资源化利用,降低危险废物混入生活垃圾的风险。同时,通过产业政策调控,限制高能耗、高污染产品,鼓励研发低污染、可降解的绿色替代品,从产品端减少土壤污染物的全生命周期排放^[8]。

4.3 推进土壤污染修复技术研发与应用

针对已受污染的土壤,应依靠科技进步提升修复能力。政府应将土壤修复人才培养纳入重点工程,加大资金投入,培育覆盖土壤化学、微生物学、环境工程等多学科交叉的专业技术团队。积极引导和资助新型修复技术研发,重点突破重金属和持久性有机污染物的高效、低成本修复技术,大力支持微生物分解与转化、植物—微生物联合修复等技术,推动科研成果从实验室走向工程化应用。同时,搭建科研成果转化平台,鼓励地方政府、企业与科研机构合作,为受污染地块提供多元化、定制化的治理路径,为土壤污染治理提供科技支撑。

5 结语

综上所述,土壤环境质量污染涵盖无机物、有机物、生物、放射性及物理性等多种类型,具有隐蔽性强、累积性显著、治理长期性等特点,已对人体健康、农业生产、生态安全及社会经济可持续发展构成严重威胁。其成因复杂,主要包括工业“三废”排放、农业投入品过量使用、生活垃圾与固废处置不当、交通运输遗撒、大气沉降、矿产开采与冶炼及污水灌溉等。改善土壤环境质量,应坚持源头管控、过程减排与末端修复相结合,从完善标准法规、强化执法监管、促进绿色生产、加强废物回收、加快修复技术研发等方面系统施策,逐步消减存量、严控增量,为构建可持续的土壤生态系统奠定基础。

【参考文献】

- [1]环境保护部,国土资源部.全国土壤污染状况调查公报[R].北京:环境保护部,2014.
- [2]刘忆.关于土壤环境保护与治理策略的研究[J].资源节约与环保,2023(2):28-31.
- [3]金宝书.土壤环境保护与治理策略探索[J].资源节约与环保,2020(8):41.
- [4]戴熬雪.土壤环境保护与治理策略的研究[J].环境与发展,2020(2):36-37.
- [5]卜会玲.土壤环境保护与污染治理策略研究[J].水上安全,2023(15):97-99.
- [6]王清云.土壤环境保护与污染治理策略[J].中国资源综合利用,2025(8):180-182.
- [7]周际海,黄荣霞,樊后保.微生物修复土壤重金属污染的研究进展[J].环境科学与技术,2022,45(4):100-108.
- [8]尚小琴,刘洪涛,吴启堂.生物修复技术在土壤污染治理中的应用研究进展[J].环境工程,2023,41(3):23-29.

作者简介:

杨政(1990—),男,汉族,四川省三台县人,硕士,工程师,主要从事环境监测工作。