

土壤微形态研究在土地工程中的重要意义

曹婷婷^{1,2,3,4*}, 张海欧^{1,2,3,4}

¹陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

²陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: *956874403@qq.com

收稿日期: 2021年2月16日; 录用日期: 2021年3月16日; 发布日期: 2021年3月23日

摘要

土壤微形态学是土壤学领域新兴的一个分支,旨在从微观层面研究土壤的形成物和形成结构。对土壤微形态学的研究可用于土壤的成因、演化分析,土地整治技术研发,地质灾害成因分析,土壤质量退化机理,“人为土”成土过程和材料变化等多方面的研究。随着仪器设备的逐渐发展,扫描电镜、光学显微镜、扫描CT等仪器被广泛用于土壤微形态学的研究。本文从土壤微形态学技术发展现状进行了详细分析,并对发展前景可能存在的问题进行了剖析,研究结果有助于土壤微形态学的进一步探索。

关键词

土壤微形态, 扫描电镜, 微观结构, 土地整治

Significance of Soil Micromorphology Research in Land Engineering

Tingting Cao^{1,2,3,4*}, Haiou Zhang^{1,2,3,4}

¹Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: *956874403@qq.com

Received: Feb. 16th, 2021; accepted: Mar. 16th, 2021; published: Mar. 23rd, 2021

*通讯作者。

Abstract

Soil micromorphology is a new branch in the field of soil science, which aims to study the formation and structure of soil from the micro level. The study of soil micromorphology can be used for soil formation and evolution analysis, land remediation technology research and development, geological hazard analysis, soil quality degradation mechanism, "man-made soil" soil formation process and material changes, etc. With the gradual development of equipment, scanning electron microscopes, optical microscopes, scanning CT and other instruments have been widely used in the study of soil micromorphology. This paper analyzes the development status of soil micromorphology technology in detail, and analyzes the possible problems in the development prospects. The research results are helpful for further exploration of soil micromorphology.

Keywords

Soil Micromorphology, Scanning Electron Microscope, Microstructure, Land Remediation

Copyright © 2021 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. 绪论

随着经济发展, 土地资源的开发强度和广度愈发明显, 人地矛盾日益凸显, 对难利用地, 退化用地进行整治, 使其满足资源化开发利用的现实需求, 增加耕地面积, 提高粮食生产量, 确保粮食产出是当下土地工程亟需解决的科学问题。以陕西省为例, 陕西地势南北高, 中部低, 其北部是陕北高原, 中部是关中平原, 南部是秦巴山区。根据地貌分类, 可将陕西省分为风沙过渡区、黄土高原区、关中平原区、秦岭山地区、汉江盆地区和大巴山地区六个地貌类型区域。在不同地貌环境下, 土壤性状必然不同, 土壤亟需解决的问题也不尽相同, 但对于当地退化土地和难利用土地的整治目标又是一致的, 即将这些难利用地和未利用地经过科学的土地工程整治手段, 使其变为可利用的高标准高产量农田。

针对不同地貌类型的未利用地, 其整治技术必然不同, 以陕西省为例, 陕西关中地区土壤质量优良, 对于该区域的未利用地整治大多需采用立地还田, 生土熟化, 集中连片等治理技术[1] [2] [3]。对于陕南地区的未利用地整治则需要保土导水, 降黏松土等技术。对于陕北风沙地区, 则是需要重点关注的区域, 因为陕北风沙地土地面积广阔, 是陕西省耕地资源开发最具潜力的地区之一, 但是由于当地风沙侵蚀、水土流失等生态问题的影响, 土地贫瘠, 粮食产量不高[4]。沙地漏水漏肥严重, 植被难以附着生长。但在榆林当地广泛分布的砒砂岩无水坚硬如石, 遇水松软如泥, 容易受到水、风的侵蚀而流失[5]。两者均是当地生态环境问题的重要源头, 有研究充分利用了二者的土壤性质的特点, 使二者以最优比例混合, 即弥补了沙地土壤结构不良的缺陷, 又对当地的砒砂岩胶体物质进行了充分的利用。复配所成的土壤具备作物生长所需的优良结构, 利用土体有机重构技术对其他方面再加以改良, 取得了一项可用于大规模转化的土地整治新技术[6]。

该土地整治技术的研发就是基于对土壤微形态研究的充分运用, 即研发了土地整治工程新技术, 并且还从微观角度揭示了该土地整治技术的科学机理, 弥补了土地整治新技术的基础理论, 为土地整治后效应的良性发展奠定了坚实的科学基础。研究结果对于提升土地整治技术的社会效益。生态效益、经济

效益也具有重要的战略意义。

2. 土壤微形态学技术发展现状

土壤微形态学是一个新兴的土壤学分支,旨在从微观层面研究土壤的形成物和形成结构,主要是利用高倍率仪器设备对土壤原本的微观形貌进行观察,目前应用广泛的设备主要有扫描电镜、光学显微镜、扫描CT等仪器[7]。主要针对土壤骨骼颗粒、细粒物质、土壤垒结结构和土壤形成物的形态及各类颗粒的组分配置、结构和空间分布进行观测,并对土壤微观形态的发生和形成机制进行研究。该研究手段目前已广泛应用于土地整治技术、地质灾害成因分析、土壤质量退化机理、“人为土”成土过程和材料变化等方面研究。

在对土壤微形态要素分析范畴内,对土壤微形态的骨骼颗粒大小划分上,大于2微米颗粒为骨骼颗粒,骨骼颗粒的重要成分是矿物,主要包括了母岩或者土壤形成过程中形成的生物岩累岩石颗粒,骨骼颗粒性质较为稳定,是土壤中不易移动和变化的组分,成份在短时间内的植物种植培育影响下是较难发生改变的。

土壤细粒物质主要由土壤黏粒成分和腐殖质组成。土壤的细粒物质几乎完全由粘土矿物构成,这些黏土矿物聚集形成土壤基质。土壤垒结结构是指骨骼颗粒各细粒物质在土壤中的相关分布形式以及骨骼颗粒大小分布和细粒物质的存在状态,表现在形状、大小这类组织化形式上。土壤的形成物类型有多种,大致有土壤性质相关形成物、耗减形成物、结晶性形成物、非晶质和隐晶质形成物、垒结形成物、排泄形成物等。前四种形成物类型与土壤母岩及其发育过程相关,在短期的植物生长作用下根系对其的影响效果不明显[8]。

由此可知土壤微结构对土壤质量起关键决定性作用,不同的土壤结构会直接影响土壤中水分储蓄量、气体容纳量以及营养物存储。不同的土壤微观结构特征也会直接影响根系穿插能力,进而影响植株与地下土壤接触面,对土壤中营养物质的利用效率也不尽相同。因此对于土壤微结构的研究,有助于更深入的理解土壤形成过程及其变化,对拟定土地利用、管理和改良措施提供重要依据。对于土壤微观结构的研究方法很多,根据表征土壤微形态特征的指标性质不同,大致可以分为直接法和间接法,因使用设备不同,研究方法不同,故用来表征土壤微观结构信息也不尽相同。其中最常见的扫描电镜是观察土壤微观形态的设备之一,在不同放大倍数下,可以获得不同尺度下土壤微形态,更直观地观测土体结构的形貌信息。

对于良好的土体构型,胶结物质是成壤的关键,也是形成土壤团聚体的关键物质。这种团聚作用力是指土壤颗粒之间通过内聚力相互粘结,该作用力的形成可以使土壤颗粒之间的作用力增强,使土壤有足够抵抗外力的能力,其中最长的颗粒间作用力主要有范德华力、库仑力、表面张力等作用力。因为胶体作用力在成壤过程中的关键作用,因此胶体的组分,分布形式对于土壤演替发育十分关键。在土壤内部多种微妙作用力的共同下,土壤不断发育完善,逐步趋于稳定。国内对于土壤胶结物质及微观结构的研究成果也逐渐丰富,随着研究手段的不断进步,从微观尺度上,借助扫描电镜、光学及电子显微镜等技术手段研究土壤垒结状态,分析胶结物质的作用方式,并通过同步辐射方法半定量分析有机碳官能团的组成[9]。此外,以土壤结构体为研究对象应用计算机断层扫描、核磁共振以及相应的图像处理技术研究土壤团聚体、胶结物质同土壤结构和功能间关系等,但是,由于土壤类型和成土环境的复杂性,团聚体形成过程及机理尚无普适性理论。

拉曼光谱是散射光谱的一种,近年来土壤学领域也采用该技术手段用于土地工程整治技术研究。样品检测时,激光照射样品,由样品分子转动与激光相互作用产生散射激光,主要包括瑞利散射、托克斯散射、反斯托克斯散射。拉曼光谱仪器主要可探测的是反斯托克斯散射[10]。不同的物质均有各自独特的

拉曼光谱线, 光谱中的特征峰位置、半峰全宽、峰强度等信息可以用于土壤结构、状态以及特殊性质的分析。拉曼光谱应用领域广泛, 在材料、生物、环保、地质等领域发挥重要作用。采用拉曼光谱分析土壤样品, 可在微观层面实现对土壤结构、性质的更深入、细致的研究。

3. 结论

随着基础研究的重要性日渐加强, 土壤微形态学的研究从微观角度出发, 对完善土壤学基本理论, 辅助土地整治技术领域的科技研发发挥了至关重要的作用。对于该方面的研究也逐渐成为本学科领域的重要分支。土壤微观结构的研究可从微观尺度上对土壤情况进行直观的呈现, 结果可用于对于土壤的成因、演化分析, 还可根据科研工作目的, 适用于土地整治技术、地质灾害成因分析、土壤质量退化机理、“人为土”成土过程和材料变化等多方面的研究。因土壤微观结构观测的仪器和制样条件要求, 对于土体微形态的观察往往只需少许样品即可观测, 因此对于取样的代表性是否充足还需进一步探讨, 此外根据少量样品的点扫结果对整体土壤概况进行全面的描述需要大量的观察工作进行对比, 进而得到一个科学、客观的结果。由于土壤的微形态特性需要观察者根据已经观察的结果, 结合专业知识, 根据图像结果进行比对, 得到土壤微形态的具体结果, 因此观察者对专业知识的掌控, 和对图像的识别技术也对土壤微形态的定性结论至关重要。

基金项目

陕西省土地工程建设集团有限责任公司内部项目“基于探地雷达的土整治工程质量无损检测技术与应用研究”DJNY2020-16。

参考文献

- [1] 曹明杰, 郝喆, 杨景帅, 向婷婷, 倪俊康, 许颖, 凯比. 不同改良措施对排土场土壤微形态的影响[J]. 有色金属工程, 2020, 10(5): 96-102.
- [2] 张保华, 陶宝先, 曹建荣, 刘子亭. 黄河下游冲积平原潮土土壤孔隙微形态特征[J]. 干旱区地理, 2020, 43(3): 687-693.
- [3] 杨建军, 王艺皓, Wang Jian, Hu Yongfeng. 微尺度重金属土壤化学研究进展与展望[J]. 土壤学报, 2020, 57(3): 530-539.
- [4] 查理思, 吴克宁, 梁思源, 庄大昌. 基于遗址土壤分析的古人类活动研究进展[J]. 土壤通报, 2019, 50(4): 958-964.
- [5] 张保华, 陶宝先, 刘子亭, 曹建荣. 黄河下游冲积平原不同质地潮土的微形态特征[J]. 山东农业科学, 2019, 51(7): 67-71.
- [6] 李珍珍, 王数, 张宏飞, 毛率垒, 任娜欧. 黏土对沙地土壤改良效果的微形态研究——以内蒙古科尔沁沙地为例[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(11): 115-123.
- [7] 叶茜琼. 微生物修复对石油烃的去除特性及土壤微生态环境变化研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2018.
- [8] 胡慧. 秦岭南北黄土 - 古土壤微形态比较研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 陕西师范大学, 2018.
- [9] 胡慧, 庞奖励, 黄春长, 查小春, 周亚利, 毛沛妮. 秦岭南北黄土 - 古土壤微形态特征比较[J]. 土壤通报, 2018, 49(2): 275-282.
- [10] 刘颖, 王数, 张凤荣, 吕贻忠, 李珍珍, 毛率垒, 任娜欧. 不同改良措施下砂质土壤肥力的微形态评价——以内蒙古科尔沁沙地为例[J]. 土壤, 2017, 49(5): 1023-1031.