

Analysis of Soil Quality Evaluation in the Loess Plateau

Yan Xu^{1,2,3,4}, Chendi Shi^{1,2,3,4}

¹Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources of China, Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co. Ltd., Xi'an Shaanxi

³Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi
Email: 1213349323@qq.com

Received: Mar. 30th, 2020; accepted: Apr. 19th, 2020; published: Apr. 26th, 2020

Abstract

Numerous trenches developed in the hilly and gully area of the Loess Plateau contain abundant water and soil resources. However, due to the problems such as long-term disrepair of silt dams and inadequate irrigation and drainage facilities, the use of trenches is difficult and inefficient. After the implementation of conversion of cropland to forest project and gully control and land reclamation, the problem of soil erosion in the Loess Plateau has been significantly improved, and the quality of newly added cultivated land and its productivity has also improved. In this paper, through literature research, the relevant indicators and methods for soil quality evaluation and the current status of soil quality research after gully construction are summarized, and this provides a theoretical basis for the maintenance and improvement of soil quality after gully construction.

Keywords

Soil Quality, Evaluation Indicators and Methods, The Loess Plateau

黄土高原地区土壤质量评价研究浅析

徐 艳^{1,2,3,4}, 师晨迪^{1,2,3,4}

¹自然资源部退化及未利用土地整治工程重点试验室, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

³陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 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: 1213349323@qq.com

收稿日期: 2020年3月30日; 录用日期: 2020年4月19日; 发布日期: 2020年4月26日

摘要

黄土高原丘陵沟壑区发育的众多沟道蕴藏着丰富的水土资源,但因已有淤地坝年久失修、灌排设施不配套等突出问题,沟道土地利用的难度大、效率低。在退耕还林和治沟造地工程实施后,黄土高原地区水土流失问题明显改善,新增耕地质量和土地产能也有所提升。本文通过查阅大量文献,对土壤质量评价相关指标、方法及黄土高原地区土壤质量研究现状进行综述,为研究区土壤质量的保持与改善提供理论依据。

关键词

土壤质量, 评价指标与方法, 黄土高原

Copyright © 2020 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

地处陕北黄土高原的延安市,是黄土高原丘陵沟壑的典型区域。前期调研发现,延安市有500 m以上沟道4.4万条,1 km以上沟道2.09万条,众多沟道蕴藏着丰富的水土资源[1]。长期以来,当地已累计建成各类淤地坝1.2万座,淤成坝地30万亩,但因年久失修,普遍存在坝地水毁严重、灌排设施不配套、沟道与沟坡生态环境防护措施不到位等突出问题,沟道土地利用的难度大、效率低[2]。新近研究表明,治沟造地对于保障沟道安全、提高沟道基础设施水平、提升沟道农业生产能力起到了积极作用[3]。延安市治沟造地土地整治重大工程,作为适时补充耕地、盘活存量土地、优化城乡用地、提升土地产能的重要手段,顺应了大规模退耕还林工程后耕地保护重点由坡面转向沟道,水土流失减少后沟道整治由淤地转为造地的新形势[4]。近年来,随着该项目实施,已整治沟道土地约50.6万亩(1亩=1/15 hm²) [5]。治沟造地工程实施后新增耕地土壤质量的提升与保持非常关键。本文通过查阅大量文献对土壤质量评价相关指标、方法及研究现状进行综述,为工程实施后土壤质量的保持与改善提供理论依据。

2. 土壤质量评价指标

土壤质量是土壤在一定生态系统内提供生命必需养分和生产生物物质的能力,其对动、植物及人类的生命活动有着密切影响,对于农业的可持续性影响最为直接[6] [7]。土壤质量的好坏取决于土地利用方式、生态系统类型、地理位置、土壤类型等多种因素,土壤质量评价应由土壤质量指标来确定,按照传统的土壤性质可将其分成三类:物理指标、化学指标和生物指标[8],如表1所示。物理指标主要指土壤质地、含水率、厚度、孔隙性和结构性及耕性等性质,直接或间接影响土壤养分的吸收利用、水分与肥力的保持及土壤环境质量的改变[9]。化学指标主要包括有机质、氮、磷、钾含量与有效性、pH值、阳离子交换量、电导率等,能够反映土壤养分和肥力的变化,为保护和提高土壤肥力提供依据[10]。此外,土

壤中的生物调节着土壤动植物残体和进入土壤中的有机物质及其他有害化合物的分解、生物化学循环和土壤结构的形成等过程[11]。研究土壤生物质量指标是进行土壤质量研究不可或缺的一部分。常见生物指标包括脲酶、蔗糖酶、磷酸酶、蛋白酶和过氧化氢酶等酶活性指标及微生物数量、种类等。

Table 1. Commonly used soil quality evaluation indicators

表 1. 常用土壤质量评价指标

土壤物理指标	土壤化学指标	土壤生物指标	其他指标
质地	有机质	腐殖质	坡度
容重	pH	脲酶	地下水位
含水量	全氮	蔗糖酶	地形
粘粒含量	全磷	磷酸酶	
孔隙度	全钾	过氧化氢酶	
耕层土壤温度	碱解氮	蛋白酶	
土壤耕性	速效磷	微生物种类	
土体构型	速效钾	微生物数量	
	阳离子交换量	生物量碳	
	碳氮比		
	电导率		
	含盐量		

各类指标不同数值的组合诠释了土壤的质量状况。在土壤质量评价中需要根据不同的土壤类型、评价目的等来对这些指标进行取舍。由于土壤肥力质量是土壤质量的核心，在黄土高原地区的土壤质量评价研究中，大多采用土壤肥力质量指标进行研究[8]。

土壤质量评价指标的权重确定方法包括主观法、客观法和主客观综合法三种，主观法包括层次分析法、专家打分法、模糊分析法和最小平方法等；客观法包括主成分分析法、均方差法、多目标规划法、最大熵法和简单关联函数法等[12]。文献计量分析表明，应用频率主观法>客观法>主客观综合法；且主观法中的层次分析法与客观法中的主成分分析法应用最为普遍[13]。

3. 土壤质量评价方法

评价土壤质量及其随时间变化的趋势是农业土地可持续管理中一个很重要的思想。虽然人们已对土壤质量研究的重要性有了深刻认识，但到目前为止还没有一致的、可被从事土壤质量研究的科学家们普遍认可的评价和解释土壤质量的方法[14]。目前，国际上较为常用的土壤质量方法有多变量指标克里格法，土壤质量动力学法，土壤质量综合评分法，土壤相对质量法等。几种方法中土壤相对质量评价法更为方便、合理，它评价的是土壤的相对质量，而且可根据不同地区的不同土壤建立理想土壤，选择代表性的土壤质量评价指标做出量化的评价结果。近年来在地理信息系统支持下，国内不少学者将灰色关联度法、模糊数学、多元统计分析、层次分析模型、地统计学方法、系统评价模型、Fuzzy 聚类分析等方法应用到土壤质量综合评价中[15]。实际应用中大多学者通常将两种或三种方法结合起来进行综合评价。林芬芳[16]结合多变量指标克里格法、多元统计分析法及地统计学方法等方法，基于岩性类型、土壤类型和不同土地利用方式对富阳市土壤质量进行了定量系统评价。

4. 黄土高原地区土壤质量评价研究现状

在黄土高原农田土壤质量研究方面,李彬彬(2017) [17]分析了不同农业类型区典型县农田土壤理化特征、有机碳与理化性质的关系、最小数据集尺度效应、区域尺度土壤质量特征,进而提出了黄土高原区域尺度的农田土壤质量评价标准;张嘉宁(2015) [8]选取了黄土高原6个典型小流域进行采样分析与调查,研究了土壤质量评价指标;通过相关性分析、敏感度分析、主成分分析和判别分析等筛选出评价指标,继而构建了适宜研究区的土壤质量综合评价模型,并对6个流域内不同土地利用方式下的土壤质量进行了综合评价。李强(2012) [18]等对黄土高原坡耕地沟蚀影响下土壤质量的研究表明沟蚀可造成土壤pH的增加以及土壤的硬化,并筛选出黄土高原坡耕地沟蚀土壤质量的表征指标。薛菱(2011)等[19]以纸坊沟流域梯田土壤为研究对象,分析了坡改梯农田土壤质量的演变过程。胡雅(2016) [20]等研究了南泥湾镇阳湾沟沟道区土壤养分在整治前后的分布特征,并进行了养分分级,结果表明土地整治过程对耕作层内有机质和有效磷含量影响较大。董起广(2019)等[21]以羊圈沟治沟造地工程为例,分析了沟道农田土壤养分的分布特征,结果表明沟道农田土壤经生土填充及人为耕作后,有机质含量随深度增加呈先减小后增大趋势,而全氮、有效磷、速效钾随土层深度增加逐渐降低。刘哲(2019)等[22]研究表明治沟造地工程既优化了整治项目区的田块规模、平整度,又改善了土体剖面结构及土壤质量,提高了土地利用率和耕地质量等级。

5. 结论与展望

良好的土壤环境质量对整个生物圈的可持续发展意义重大。近年来,为更好解决黄土高原地区水土流失问题,当地政府大力推进退耕还林和治沟造地工程,农田土壤质量,生态环境得到明显改善。今后工作中还应加强以下方面研究:一是构建一套适宜于黄土高原地区的土壤质量标准及系统评价方法,更加侧重于将土壤微生物、土壤动物及人为活动等因素对土壤质量的影响结合起来;二是要全面分析土壤质量与影响因子之间的关系,将定性评价与定量评价深入结合起来,以更好的维持和提升该区域的土壤质量。

参考文献

- [1] 陈怡平, 张义. 黄土高原丘陵沟壑区乡村可持续振兴模式[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(6): 708-716.
- [2] 刘彦随, 李裕瑞. 黄土丘陵沟壑区沟道土地整治工程原理与设计技术[J]. 农业工程学报, 2017, 33(10): 1-8.
- [3] 金钊. 走进新时代的黄土高原生态恢复与生态治理[J]. 地球环境学报, 2019, 10(3): 316-322.
- [4] 刘彦随. 陕西省延安市治沟造地土地整治重大工程项目可行性研究报告[R]. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 2013.
- [5] 董起广, 陈田庆, 高红贝, 等. 黄土丘陵沟壑区治沟造地中的问题及技术措施[J]. 甘肃科技, 2017, 33(22): 137-140.
- [6] 刘世梁, 傅伯杰, 刘国华, 等. 我国土壤质量及其评价研究的进展[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 137-142.
- [7] 许明祥. 黄土丘陵区生态恢复过程中土壤质量演变及调控[D]: [博士学位论文]. 杨凌: 中科院水土保持研究所, 2003.
- [8] 张嘉宁. 黄土高原典型土地利用类型的土壤质量评价研究[D]: [博士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [9] 贺秀斌. 林地开垦土壤质量的结构指标响应[J]. 水土保持学报, 2002(56): 110-112.
- [10] 吴发启, 刘海斌, 周正立, 等. 黄土高原农果复合系统 N、P、K 营养元素的循环特征[J]. 水土保持学报, 2006, 20(6): 79-83.
- [11] 岳庆玲, 常庆瑞, 刘京, 等. 黄土高原不同土地利用方式对土壤养分与酶活性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(12): 103-108.
- [12] 岳西杰, 葛玺祖, 王旭东. 土壤质量评价方法的应用与进展[J]. 中国农业科技导报, 2010, 12(6): 56-61.

- [13] 林卡, 李德成, 张甘霖. 土壤质量评价中文文献分析[J]. 土壤通报, 2017, 48(3): 736-743.
- [14] Karlen, D.L., Ditzler, C.A. and Andrews, S.S. (2003) Soil Quality: Why and How. *Geoderma*, **114**, 145-156.
[https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00039-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00039-9)
- [15] 王效举, 龚子同. 红壤丘陵小区域水平上不同时段土壤质量变化的评价和分析[J]. 地理科学, 1997, 17(2): 141-148.
- [16] 林芬芳. 不同尺度土壤质量空间变异机理、评价及其应用研究[D]: [博士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- [17] 李彬彬. 黄土高原区域尺度农田土壤质量评价[D]: [硕士学位论文]. 杨凌: 中科院水土保持研究所, 2017.
- [18] 李强, 许明祥, 赵允格, 等. 黄土高原坡耕地沟蚀土壤质量评价[J]. 自然资源学报, 2012, 27(6): 1001-1012.
- [19] 薛蕙, 刘国彬, 张超, 等. 黄土高原丘陵区坡改梯后的土壤质量效应[J]. 农业工程学报, 2011, 27(4): 310-316.
- [20] 胡雅, 韩霁昌, 高红贝, 等. 沟道区土地整治前后土壤养分特性研究[J]. 天津农业科学, 2016, 22(9): 20-24.
- [21] 董起广, 王欢元, 罗林涛. 黄土高原治沟造地农田土壤养分分布特征[J]. 土地开发工程研究, 2019, 4(8): 60-63.
- [22] 刘哲, 高笑, 王欢元. 延安治沟造地工程对土体质量和土体结构的影响[J]. 土地开发工程研究, 2019, 4(2): 35-38.