

地质环境与农业土壤质量关联性及其调控措施研究

李启昕

中煤地质集团有限公司, 北京 100000

摘 要： 地质环境对农业土壤质量有着深远影响，二者的关联性研究对农业可持续发展至关重要。本文深入剖析地质环境各要素，如成土母质、地形地貌、地质构造、水文地质条件等与农业土壤质量在物理、化学及生物学特性方面的关联，并基于此提出一系列具有针对性的调控措施，旨在为提升农业土壤质量、保障农产品安全与农业可持续发展提供科学依据与实践指导。

关 键 词： 地质环境；农业土壤质量；关联性；调控措施

Research on the Correlation between Geological Environment and Agricultural Soil Quality and Its Regulatory Measures

Li Qixin

China Coal Geology Group Corporation, Beijing 100000

Abstract： The geological environment has a profound impact on agricultural soil quality, and research on the correlation between the two is crucial for sustainable agricultural development. This article deeply analyzes the various elements of the geological environment, such as soil-forming parent material, topography, geological structure, hydrogeological conditions, and their relationship with agricultural soil quality in terms of physical, chemical, and biological characteristics. Based on this, a series of targeted regulatory measures are proposed, aiming to provide scientific basis and practical guidance for improving agricultural soil quality, ensuring agricultural product safety, and promoting sustainable agricultural development.

Keywords： geological environment; agricultural soil quality; correlation; regulatory measures

引言

土壤作为农业生产的基础，其质量优劣直接关乎农产品的产量与质量，进而影响到国家粮食安全与人类健康。地质环境是土壤形成与发育的重要基础，不同地质环境条件下发育的土壤在质地、养分含量、酸碱度等方面存在显著差异。深入研究地质环境与农业土壤质量的关联性，对于合理利用土地资源、提升土壤质量、实现农业可持续发展具有重要意义。

一、地质环境对农业土壤质量的影响

（一）成土母质与土壤质量

成土母质是土壤形成的物质基础，其矿物组成、化学成分和颗粒大小等特性深刻影响着土壤的物理和化学性质。土壤质量是指“特定类型土壤在自然或农业生态系统边界内保持动植物生产力，保持或改善大气和水的质量以及支持人类健康和居住的能力”^[1]。

不同类型的岩石风化物形成的土壤在质地和养分含量上有明显差异。花岗岩风化物多形成砂质土壤，通气性和透水性良好，但保水保肥能力较弱；而页岩风化物发育的土壤质地较为黏重，保水保肥能力较强，但通气性和透水性较差。石灰岩风化物形成的土壤富含钙、镁等元素，土壤呈碱性，有利于喜钙植物的生长。

母质中的矿物质经过风化和淋溶作用，逐渐释放出植物生长所需的养分，如氮、磷、钾、钙、镁、铁、锰等。母质中养分含量的高低和释放速率直接影响土壤的肥力水平。富钾长石含量较高的母质，在风化过程中能够释放较多的钾元素，为土壤提供丰富的钾源。

（二）地形地貌与土壤质量

地形地貌通过影响水热条件的再分配以及物质的迁移和沉积过程，对土壤质量产生重要影响。

地势起伏决定了土壤侵蚀的强度和方向。在陡坡地区，水流速度快，对土壤的冲刷力强，容易导致土壤侵蚀，使土壤表层的肥沃土层流失，土壤质地变粗，养分含量降低^[2]。而在缓坡和平原地区，水流速度较慢，土壤侵蚀相对较弱，有利于土壤的发育和养分的积累。

海拔的变化会引起气温、降水和光照等气候条件的改变，进

而影响土壤的形成和发育。一般来说，随着海拔升高，气温降低，降水增加，土壤的风化和淋溶作用增强，土壤的酸性可能增加，有机质分解速度减缓，土壤中有机质含量相对较高。

不同地貌类型，如山地、丘陵、平原、河谷等，其土壤质量也存在明显差异。山地土壤一般土层较薄，石砾含量高，肥力水平相对较低；平原地区土壤土层深厚，质地均匀，肥力较高；河谷地带由于河流的沉积作用，土壤质地较为肥沃，水分条件良好。

（三）地质构造与土壤质量

地质构造运动对土壤质量的影响主要体现在岩石的变形、断裂以及岩浆活动等方面，这些过程会改变岩石的性质和分布，进而影响土壤的形成和发育。

褶皱构造使岩石发生弯曲变形，导致不同岩性的岩石在空间上的分布发生变化^[3]。在褶皱的背斜部位，岩石往往较为破碎，风化作用强烈，土壤发育较快，但由于地形起伏较大，土壤侵蚀也较为严重；而在向斜部位，岩石相对较为完整，土壤发育相对较慢，但土层相对较厚，保水保肥能力较强。

断裂构造会使岩石破碎，形成断层带。断层带附近岩石的透水性增强，地下水活动频繁，可能导致土壤中某些元素的淋失或富集。断层带附近的土壤可能会因为地下水的作用而富含某些矿物质，从而影响土壤的化学性质和肥力水平。

岩浆活动会形成岩浆岩，岩浆岩在风化过程中会为土壤提供独特的矿物质和化学成分。玄武岩风化形成的土壤富含铁、镁等元素，土壤肥力较高；而花岗岩岩浆活动形成的土壤则以砂质为主，肥力相对较低。

（四）水文地质条件与土壤质量

水文地质条件包括地下水的埋藏深度、水位变化、水质以及地表水与地下水的相互关系等，这些因素对土壤的水分状况、养分运移和土壤的理化性质产生重要影响^[4]。

地下水埋藏深度直接影响土壤的水分含量和通气性。当地下水埋藏较浅时，土壤含水量高，通气性差，容易导致土壤缺氧，影响植物根系的呼吸和生长；而地下水埋藏过深，土壤水分不足，会影响植物的正常生长。适宜的地下水埋藏深度有利于土壤保持良好的水分和通气条件，促进植物生长。

地下水的水位变化会影响土壤中盐分的运移和分布。在干旱和半干旱地区，地下水位上升时，土壤中的盐分随水分上升到地表，水分蒸发后，盐分在地表积累，导致土壤盐碱化；地下水位下降时，土壤中的盐分随水分下渗，土壤盐碱化程度减轻。

水质对土壤质量的影响主要体现在水中所含的矿物质和化学物质上。如果地下水中含有过多的重金属离子、氟化物等有害物质，会污染土壤，导致土壤质量下降，影响植物生长和农产品安全。

地表水与地下水的相互关系也会影响土壤质量。在一些地区，地表水与地下水相互补给，当地表水水质良好时，能够为土壤提供充足的水分和养分，促进土壤的发育^[5]；而当地表水受到污染时，会通过与地下水的相互作用，将污染物带入土壤，对土壤质量造成危害。

二、地质环境与农业土壤质量的关联性分析

（一）地质环境对土壤物理性质的影响

土壤物理性质是土壤质量的重要组成部分，包括土壤质地、土壤结构、土壤孔隙度、土壤容重等。地质环境通过多种途径对土壤物理性质产生影响。

成土母质的颗粒大小和矿物组成决定了土壤的初始质地。母质中砂粒含量高，则土壤质地偏砂，通气性和透水性好，但保水保肥能力差；母质中黏粒含量高，则土壤质地偏黏，保水保肥能力强，但通气性和透水性差。地形地貌通过影响土壤侵蚀和沉积过程，改变土壤质地^[6]。在侵蚀严重的地区，土壤表层的细颗粒物质被冲走，土壤质地变粗；而在沉积地区，土壤中细颗粒物质增多，土壤质地变细。

土壤结构是指土壤颗粒的排列方式和团聚状况。地质环境中的生物活动、水分状况和化学作用等因素影响土壤结构的形成。在植被覆盖良好的地区，植物根系和微生物活动能够促进土壤团聚体的形成，改善土壤结构；而在干旱地区，由于水分不足，土壤颗粒容易分散，土壤结构较差。

土壤孔隙度和土壤容重反映了土壤的通气性、透水性和保水性。地质环境中的成土母质、地形地貌和土壤质地等因素影响土壤孔隙度和土壤容重。砂质土壤孔隙度大，容重小，通气性和透水性好；黏质土壤孔隙度小，容重大，保水保肥能力强，但通气性和透水性差。

（二）地质环境对土壤化学性质的影响

土壤化学性质包括土壤酸碱度、土壤养分含量、土壤阳离子交换量等，这些性质直接影响土壤的肥力水平和植物的生长发育。地质环境对土壤化学性质的影响主要体现在以下几个方面。

成土母质的化学成分是土壤酸碱度的重要决定因素。如前所述，石灰岩风化物形成的土壤呈碱性，而花岗岩风化物形成的土壤呈酸性。地形地貌通过影响水热条件和物质迁移，间接影响土壤酸碱度^[7]。在湿润地区，降水多，土壤中的碱性物质容易被淋失，土壤多呈酸性；而在干旱地区，蒸发强烈，土壤中的碱性物质相对积累，土壤多呈碱性。

地质环境为土壤提供了丰富的养分来源。成土母质中的矿物质经过风化作用，逐渐释放出植物生长所需的养分。地形地貌和水文地质条件影响养分的迁移和转化。在地势低洼地区，养分容易积累；而在地势较高地区，养分容易流失。地下水的运动也会影响土壤中养分的分布，将深层土壤中的养分带到表层，或使表层土壤中的养分淋失。

土壤阳离子交换量是衡量土壤保肥能力的重要指标。地质环境中的土壤质地、有机质含量和黏土矿物类型等因素影响土壤阳离子交换量。一般来说，黏质土壤和有机质含量高的土壤阳离子交换量较大，保肥能力较强。

（三）地质环境对土壤生物学性质的影响

土壤生物学性质包括土壤微生物数量和种类、土壤酶活性等，这些性质对土壤的物质转化和养分循环起着关键作用。地质环境通过影响土壤的物理和化学性质，间接影响土壤生物学性

质^[8]。

土壤的物理和化学性质为土壤微生物提供了生存环境。适宜的土壤温度、水分、通气性和酸碱度有利于土壤微生物的生长和繁殖。在温暖湿润、通气良好、酸碱度适宜的土壤中，土壤微生物数量多、种类丰富；而在恶劣的土壤环境中，土壤微生物的生长和繁殖受到抑制。

土壤微生物参与土壤中有机质的分解、养分转化和土壤结构的形成等过程。地质环境中的植被类型和有机质含量影响土壤微生物的群落结构和功能。在植被丰富、有机质含量高的土壤中，土壤微生物能够获得充足的碳源和能源，其数量和活性较高，有利于土壤养分的循环和转化^[9]。

土壤酶是土壤中具有催化作用的蛋白质，参与土壤中各种生物化学反应。地质环境中的土壤理化性质和微生物活动影响土壤酶活性。土壤温度、水分、酸碱度和养分含量等因素会影响土壤酶的活性。在适宜的土壤环境中，土壤酶活性较高，能够促进土壤中物质的转化和养分的释放。

三、基于地质环境的农业土壤质量调控措施

（一）土壤改良措施

根据成土母质和土壤质地的特点，采取相应的土壤改良措施。对于砂质土壤，可通过增施有机肥、黏土掺砂等方法，改善土壤的保水保肥能力；对于黏质土壤，可采用深耕、掺砂、种植绿肥等措施，提高土壤的通气性和透水性。

针对土壤酸碱度问题，采取相应的改良措施。对于酸性土壤，可施用石灰等碱性物质，提高土壤 pH 值，中和土壤酸性，减少铝、锰等重金属离子的毒害；对于碱性土壤，可施用石膏、硫酸亚铁等酸性物质，降低土壤 pH 值，改善土壤理化性质^[10]。

（二）合理利用地形地貌

在农业生产中，应充分考虑地形地貌因素，合理规划农田布局。在陡坡地区，应采取水土保持措施，如修筑梯田、植树造林等，减少土壤侵蚀；在缓坡和平原地区，可进行规模化、集约化农业生产，提高土地利用效率。

根据不同地貌类型的土壤特点，选择适宜的农作物种植。在山地和丘陵地区，可发展林果业、畜牧业等；在平原地区，可种植粮食作物、经济作物等；在河谷地带，可发展灌溉农业和渔业等。

（三）优化水文地质条件

合理调控地下水位，通过灌溉、排水等措施，保持适宜的土壤水分含量。在干旱地区，可通过合理灌溉，补充土壤水分，满足植物生长需求；在低洼易涝地区，应加强排水设施建设，降低地下水位，防止土壤积水和盐碱化。

加强对地下水和地表水的水质监测，防止水污染对土壤质量的影响。对于受污染的水体，应采取治理措施，如污水处理、生态修复等，确保灌溉水源的水质安全。

（四）加强土壤生态保护

保护和改善土壤生态环境，增加土壤有机质含量，提高土壤微生物活性。通过种植绿肥、秸秆还田、合理施用有机肥等措施，增加土壤有机质投入，改善土壤结构，促进土壤微生物的生长和繁殖。

减少农业面源污染，合理使用农药、化肥，推广绿色农业生产技术。采用生物防治、物理防治等病虫害防治方法，减少农药的使用量；根据土壤养分状况和农作物需肥规律，精准施肥，提高肥料利用率，减少化肥对土壤和环境的污染。

四、结束语

地质环境与农业土壤质量之间存在着密切的关联性。成土母质、地形地貌、地质构造和水文地质条件等地质环境要素通过影响土壤的物理、化学和生物学性质，对农业土壤质量产生重要影响。深入研究这种关联性，对于科学合理地调控农业土壤质量具有重要意义。通过采取土壤改良、合理利用地形地貌、优化水文地质条件和加强土壤生态保护等调控措施，可以有效提升农业土壤质量，保障农产品安全，促进农业可持续发展。未来，应进一步加强地质环境与农业土壤质量关联性的研究，不断完善土壤质量调控技术和方法，为农业的高质量发展提供坚实的支撑。

参考文献

- [1] 罗梦娇, 艾宁, 曹四平, 等. 土壤质量评价的研究进展 [J]. 河北林果研究, 2017, 32(Z1): 238-243. DOI: 10.13320/j.cnki.hjfor.2017.0043.
- [2] 杨洪钧, 吴克宁, 冯喆, 等. 大空间尺度土壤质量评价研究进展与启示 [J]. 土壤学报, 2020, 57(03): 565-578.
- [3] 单钰洁. 黄土高原不同土地利用类型土壤质量评价及障碍因子分析 [D]. 西北师范大学, 2023. DOI: 10.27410/d.cnki.gxbfu.2023.000271.
- [4] 罗友进, 王子芳, 高明. 复合污染下土壤质量评价的生物学指标研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2007, (19): 5812-5814+5831. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2007.19.081.
- [5] 任明慧. 贵州典型茶产区土壤质量评价 [D]. 贵州大学, 2022. DOI: 10.27047/d.cnki.ggudu.2022.001872.
- [6] 宋芊. 土地质量评价指标体系研究进展与展望 [J]. 现代农业研究, 2022, 28(03): 42-44. DOI: 10.19704/j.cnki.xdnyyj.2022.03.020.
- [7] 曲文杰, 杨新国. 干旱半干旱区绿洲土壤质量变化与土壤健康评价研究进展 [J]. 北方园艺, 2014, (10): 180-184.
- [8] 范晓晖, 翁琳琳, 雷丽丽, 等. 我国葡萄园土壤质量评价的研究进展 [J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2019, (03): 61-65. DOI: 10.13414/j.cnki.zwpp.2019.03.013.
- [9] 武春林, 王瑞廷, 丁坤, 等. 中国土壤质量地球化学调查与评价的研究现状和进展 [J]. 西北地质, 2018, 51(03): 240-252. DOI: 10.19751/j.cnki.61-1149/p.2018.03.027.
- [10] 江慧, 张琴. 土壤质量指标与评价研究进展 [J]. 四川林业科技, 2016, 37(06): 22-26+37. DOI: 10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.06.005.