

试验研究

采煤塌陷区湖泥充填复垦土壤的营养元素研究

曹梦竺¹, 费波², 李向东²

(1.徐州生物工程职业技术学院, 江苏徐州, 221008;

2.中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州, 221116)

摘要: 试验比较了某矿区原地貌样地与塌陷样地以及湖泥充填复垦 5a、12a 样地土壤有机碳、全氮、全磷、全钾含量以及 pH 值的变化过程。测量的土壤深度为 60 cm, 每 20 cm 一层, 比较了 4 个样地 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土壤养分的变化。结果表明: 4 个样地土壤剖面各层从上到下 SOC、土壤全氮、全磷、全钾含量均呈递减趋势。0~20 cm, 湖泥充填复垦 12 年样地土壤剖面各层 SOC、土壤全氮、全磷、全钾含量均优于原地貌样地。20~40 cm、40~60 cm 湖泥充填复垦 12 年样地土壤剖面各层 SOC、土壤全 N、全 P、全 K 含量基本能够达到原地貌样地含量水平。湖泥充填复垦 5 年样地土壤剖面各层 SOC、土壤全氮、全磷、全钾含量均低于原地貌样地, 但相对矿区塌陷样地有很大改善。4 个样地的土壤表层 pH 值差异不明显且均在中性范围内, 适合植物和微生物的生长发育。

关键词: 煤矿区; 湖泥充填; 复垦; 土壤性质。

中图分类号: X53

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2018)06-0021-04

STUDY ON NUTRIENT ELEMENTS OF LAKE MUD FILLING RECLAMATION SOIL IN COAL MINING SUBSIDENCE AREA

CAOMeng-zhu¹, FEI Bo², LI Xiang-dong²

(1. Xuzhou vocational college of bioengineering, Xuzhou 221008, China;

2. School of Environmental Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: Changes in soil organic carbon (SOC), total N, total P, total K concentrations and pH value in the original topography venue were compared with subsided venue, lake mud filling reclamation 5 years and 12 years venue. The soil were sampled every 20cm from 0cm to 60 cm. Soil nutrient concentrations were compared among the four venues for 0~20 cm, 20~40 cm, and 40~60 cm soil. The results were as follows: In these four venues, SOC, total N, total P and total K concentrations decreased in the soil profile from the top to the bottom sampled layer. In the range of 0~20 cm, SOC, total N, total P, total K concentrations in the soil profile of the lake mud filling reclamation 12 years venue were higher than the original topography venue. In the range of 20~40 cm and 40~60 cm, SOC, total N, total P, total K concentrations in the soil profiles of the lake mud filling reclamation 12 years venue reached the original topography venue level. SOC, total N, total P and total K concentrations in soil profiles of the lake mud filling reclamation 5 years venue were lower than those in the original topography venue, but appeared a great improvement compared to the subsided venue. The soil pH values of the four venues were not obviously different. All of them were in the neutral range, which was suitable for the growth of plants and microorganisms.

Key words: Coal mining area; Lake mud filling; Reclamation; Characteristics of soil.

收稿日期: 2018-07-20

基金项目(2017SJB2001: 徐州市采煤塌陷湿地生态系统服务价值评价体系的构建)

第一作者简介: 曹梦竺(1979-), 女, 硕士, 副教授。

煤炭作为最主要的能源,约占一次性能源消费量的70%。我国是世界最大的煤炭生产国和消费国,2015年我国煤炭产量达36.8亿t,占世界煤炭产量的46.9%^[1]。煤炭开采造成大面积地面塌陷,目前因采煤而造成的地面塌陷总量超过420万hm²,并且每年仍以约5万hm²的速度增加^[2-4]。煤炭开采对土壤影响主要表现为压占土地,改变土地利用结构;土地沉陷使耕地不平,农田水利设施失效,导致农田荒芜;沉陷使潜水位相对上升,蒸发量增大,加速土壤盐渍化^[5-8];地表倾斜影响耕地正常灌溉,加剧土壤养分流失;地表下沉量较大时,地表塌陷积水,造成农作物绝产,农田生态系统遭到严重破坏。矿区塌陷地的复垦已成为我国土地复垦的重中之重^[9-11]。

近年来,国内外学者对复垦土壤化学性质变化开展了大量的研究,取得了丰富的成果。Schladweiler^[12]认为复垦地土层深度对土壤化学成分变化有重要影响,Shrestha^[13]指出复垦前的土地利用类型对有机碳和有机氮的恢复有重要影响。煤矿区采煤塌陷地复垦技术对土壤养分含量影响较大,复垦土壤有机质、全氮、全磷含量随着复垦年限增加呈现逐年增加趋势^[14-16]。目前,我国矿区土地复垦已经有比较成熟的经验和方法,比如湖泥充填5年法、疏排法、矸石充填法、粉煤灰充填法、湖泥充填复垦法等^[17-21]。某矿区毗邻微山湖、昭阳湖,湖泥资源丰富,有机质含量高、肥力好,运输成本低,为该矿区采用湖泥充填方法复垦采煤塌陷区提供了得天独厚的物质条件。因此,该矿区复垦主要采取的是湖泥充填复垦。

本研究以未受到采煤影响的未塌陷地区的土壤为对照,研究湖泥充填复垦不同恢复年限样地土壤营养元素的变化,为今后矿区土壤复垦工作提供一定的指导。

1 试验材料和方法

1.1 研究区概况

某煤矿位于江苏省徐州境内,东邻邵阳湖、微山湖,西望丰县,北壤山东省鱼台县,矿区总面积245 km²,拥有姚桥、龙东、孔庄、徐庄4个生产矿井,地理位置东经116°41'12"~117°01'59",北纬34°51'30"~35°02'20"。复垦区属于黄淮冲积平原,为第四系覆盖区,地势西高东低。属暖温带半湿润季风气候,四季分明,年平均气温13.8℃,年平均

降水量757.8毫米,年平均相对湿度72%,年日照时间2308小时,年平均无霜期260d。地表广泛分布着黄河泛滥的砂质粘土,饱和土体平均天然干密度为1.48 g/cm³。

1.2 样品的采集与处理

土壤样品的采集、采集点的分布尽量做到均匀和随机,保证采样的合理性。样品的采集方法为土壤剖面采集法,在选择好的剖面位置挖掘一个规格为1.0 m×1.0 m×0.6 m的土坑。然后,在土壤剖面0~60 cm深度范围内以20 cm为间隔,分3层从下至上分别进行土样采样,每层选8个样点,随机挑选4个样点的土样混合均匀作为第一组样品,剩下4个样点的土样混合均匀作为第二组样品。采集的土样,放在阴凉、干燥、通风、无特殊气味和灰尘污染的室内进行风干、碾碎土块,备用。研究区采样点概况及位置见表1和图1。

表1 采样点概况

采样点编号	深度/cm	地表植被	备注
X1	0~20		
X2	20~40	小麦、园地	原地貌
X3	40~60		
X4	0~20		
X5	20~40	小麦、园地	05年湖泥充填
X6	40~60		
X7	0~20		
X8	20~40	小麦、园地	12年湖泥充填
X9	40~60		
X10	0~20		
X11	20~40	芦苇、荒地	塌陷未治理
X12	40~60		



图1 采样点位置示意

1.3 测定方法与原理

土壤有机C的测定采用重铬酸钾氧化法;土壤全N的测定采用半微量凯氏法;土壤全P的测定采用钼锑抗比色法;土壤全K的测定采用NaOH熔融-火焰光度法;土壤pH值的测定采用电位法。

将数据输入EXCELL表中并采用单因素方差分析(SPSS22.0软件)研究不同复垦模式对土壤化学性质的影响,多重比较采用Post-hoc Duncan 检

验,显著水平设定为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 土壤有机 C 的变化及分析

如图 2 所示,各个样地 SOC 含量主要集中在土壤表层(0~20 cm),且 0~60 cm 范围内,各土层 SOC 含量从上到下呈递减趋势。土壤 0~20 cm,湖泥充填复垦 12 年样地的 SOC 含量显著高于原地貌样地、湖泥充填复垦 5 年样地以及塌陷未治理样地($P < 0.05$),由此说明湖泥充填复垦 12 年后土壤表层 SOC 含量显著增加,而湖泥充填复垦 5 年样地表层土壤有机 C 含量和对照差异并不显著($P > 0.05$)。

土壤 0~60 cm 范围内,SOC 含量的变化趋势相同,表现为湖泥充填复垦 12 年样地的 SOC 含量显著高于对照($P < 0.05$),湖泥充填复垦 5 年样地与对照差异不显著($P > 0.05$),而塌陷未治理样地的 SOC 含量显著低于对照($P < 0.05$)。



图 2 土壤有机 C 含量的变化/(g/kg)

2.2 土壤全 N 的变化及分析

如图 3,和 SOC 含量一样,各个样地土壤全 N 含量也主要集中在土壤表层(0~20 cm)。土壤 0~20 cm,湖泥充填复垦 12 年样地土壤全 N 含量与对照样地差异不显著($P > 0.05$),但湖泥充填复垦 5 年样地和塌陷未治理样地土壤全 N 含量均显著低于对照样地($P < 0.05$)。土壤 20~40 cm,全 N 含量表现湖泥充填复垦 12 年样地显著高于对照 ($P < 0.05$),但湖泥充填复垦 5 年样地与对照差异不显著($P > 0.05$)。土壤 40~60 cm,除了湖泥充填复垦 12 年样地土壤全 N 含量显著高于其它三个样地外($P < 0.05$),土壤之间全 N 含量均无显著性差异($P > 0.05$)。

0~60cm 范围内,湖泥充填复垦 12 年样地和湖泥充填复垦 5 年样地各土层全 N 含量基本能

够达到甚至超过原地貌样地全 N 含量水平。



图 3 土壤全 N 含量的变化/(g/kg)

2.3 土壤全 P 的变化及分析

如图 4 所示,四个样地 0~60 cm 范围内,各土层土壤全 P 含量均呈递减趋势。土壤 0~20cm,湖泥充填复垦 12 年样地土壤全 P 含量显著高于湖泥充填 5 年和塌陷未治理以及对照样地($P < 0.05$),湖泥充填复垦 5 年样地土壤全 P 含量和对照都无显著差异($P > 0.05$)。土壤 40~60cm,湖泥充填复垦 12 年和对照样地土壤全 P 含量无显著差异 ($P > 0.05$),但显著高于湖泥充填复垦 5 年和塌陷未治理样地($P < 0.05$)。

0~60cm 范围内,湖泥充填复垦 12 年样地土壤各层全 P 含量基本能够达到甚至超过原地貌样地全 P 含量。除了 0~10 cm,湖泥充填复垦 5 年样地其它土层全 P 含量都显著低于对照($P < 0.05$),而湖泥充填复垦土壤各层全 P 含量和对照差异不显著($P > 0.05$)。

2.4 土壤全 K 的变化及分析

如图 5,四个样地中土壤全 K 含量在表层最高。0~50 cm 范围内,随土壤深度的加深,各土层全 K 含量呈递减趋势,但变化幅度较小。土壤 0~20 cm,湖泥充填复垦 12 年样地土壤全 K 含量与



图 4 土壤全 P 含量的变化/(g/kg)

对对照地差异不显著($P>0.05$),但显著高于湖泥充填5年和塌陷未治理样地 ($P<0.05$)。土壤20~40cm,除了湖泥充填复垦12年样地土壤全K含量显著高于其它三个样地外($P<0.05$),土壤之间全K含量并无显著性差异($P>0.05$)。40~60cm,湖泥充填12年和湖泥充填复垦5年样地全K含量显著高于对照($P<0.05$),而塌陷未治理样地和对照无显著差异($P>0.05$)。

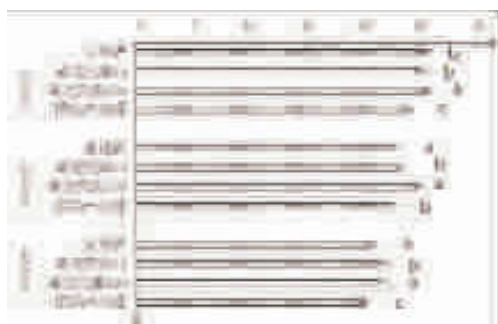


图5 土壤全K含量的变化/(g/kg)

2.5 土壤 pH 值的变化

见图6,结果表明:4种不同复垦模式下的样地,土壤表层0~20cm的平均pH值为:湖泥充填12a(7.38)>湖泥充填5a(7.34)>塌陷未治理(7.26)>原地貌样地(7.23)。各样地和原地貌样地土壤pH值差异均不显著($P>0.05$),而且各样地土壤pH值均接近于中性,适合植物以及微生物的生长发育。



图6 土壤 pH 的变化

3 结论

煤矿塌陷地湖泥充填样地土壤剖面各层SOC、全N、全P和全K含量较之于塌陷未治理样地都有很大的改善,且随着复垦年限的增加,土壤质量的改善极为显著。不同样地土壤表层pH值无显著变化,适合植物以及微生物的生长发育。总之,湖泥充填能在一定程度上改善土壤养分,所以从矿区塌陷地的环境效益以及经济效益来看,该复

垦方式对矿区塌陷地土壤的发展是极为有利的。湖泥充填复垦12a后土壤的SOC、全N、全P和速效K含量基本能够达到甚至优于原地貌样地的含量水平,为矿区土地复垦提供了一定的借鉴。

参考文献

- [1] B P. BP statistical review of world energy,2014 [R]. United Kingdom:BP,2015.
- [2] 高晓云,陈萍.浅议采煤塌陷区复垦技术研究[J].能源环境保护,2013,2,27(1).
- [3] 谢飞鸿,罗冠炜,刘京学,等.条带开采沉陷预测分析与工程应用[J].辽宁工程技术大学学报:自然科学版,2008(6): 825-828.
- [4] 曾晓露.大屯矿区复垦土壤环境承载力评价研究[D].徐州:中国矿业大学,2014(05).
- [5] 杨永均,张绍良,候湖平,等.煤炭开采的生态效应及其地域分布[J].中国土地科学,2015,1,29(1).
- [6] 罗明,白中科,刘喜韬,等.土地复垦潜力调查评价研究[M].北京:中国农业出版社,2013.
- [7] 李树志.我国采煤沉陷土地损毁及其复垦技术现状与展望.煤炭科学技术,2014,42(1).
- [8] 邓小芳.中国典型矿区生态修复研究综述[J].林业经济,2015,07.
- [9] 胡海峰,郝兵元,康立勋.工矿区土地复垦中破坏面积及破坏程度的预测[J].山西农业科学,2010,38(1):60-64.
- [10] 赵存维.煤矿塌陷地土地复垦规划与设计研究[J].山西建筑,2016,8,42(23).
- [11] 陈龙乾,邓喀中,徐黎华,等.矿区复垦土壤质量评价方法[J].中国矿业大学学报,1999,28(5):449-452.
- [12] Schladweiler, B K, Vance G F, Legg D E. Influence of variable topsoil replacement depths on soil chemical parameters within a coal mine in northeastern Wyoming, USA [J]. Arid Land Res. Manag. 2004.18: 347-358.
- [13] Shrestha R K, Lal R. Soil carbon and nitrogen in 28-year-old land uses in reclaimed coal mine soils of Ohio [J]. J. Environ. Qual. 2007, 36: 1775-1783.
- [14] 张乃明,武雪萍,谷晓彬,等.矿区复垦土壤养分变化趋势研究[J].土壤通报,2003,34(1):58-60.
- [15] 孙泰森,师学义,杨玉敏.五阳矿区采煤塌陷地复垦土壤的质量变化研究[J].水土保持学报,2003,17(4):86-89.
- [16] 于君宝,王金达,刘景双,等.矿山复垦土壤营养元素时空变化研究[J].土壤学报,2002,39(5):750-753.
- [17] 何强,吴侃,许冬,姚丹丹.南四湖流域采煤沉陷区引黄复垦需沙量估算与分析[J].中国矿业,2015(2):67-71
- [18] 时洪超.湖泥充填采煤沉陷区复垦技术在大屯公司的应用[J].中国高新技术企业,2010(3):69-70
- [19] 卞正富.国内外煤矿区土地复垦研究综述[J].中国土地科学,2000(1):6-11
- [20] 李树志.我国采煤沉陷土地损毁及其复垦技术现状与展望[J].煤炭科学技术,2014,42(1):93-97
- [21] 肖武,胡振琪,李太启,等.采区地表动态沉陷模拟与复垦耕地率分析[J].煤炭科学技术,2013(8):126-128