

采煤塌陷裂缝对土壤速效养分的影响

贺明辉¹, 高永¹, 陈曦¹, 张燕², 马迎宾³, 黄亚茹³

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 北京林业大学, 北京 100183;

3. 中国林业科学研究院 沙漠林业实验中心, 内蒙古 磴口 015200)

摘要:以神东矿区采煤塌陷裂缝为研究对象, 分析了阴坡以及阳坡塌陷裂缝对土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量的影响。结果表明: 裂缝对 3 种速效养分的影响均达到显著水平 ($P < 0.01$), 塌陷裂缝使原本由坡顶向坡底迁移的速效养分在裂缝处中断, 大量流失, 流失率范围为 42.17%~10.53%, 裂缝对阴坡的影响更大, 表层土比下层土受影响更大, 裂缝对碱解氮的影响程度大于速效磷大于速效钾。

关键词:塌陷裂缝; 坡面; 速效养分

中图分类号: S 153.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2014)09-0186-03

煤炭消费占我国总能源消费的 70% 以上, 采煤塌陷广泛分布、涉及面广、影响严重^[1]。神府-东胜煤矿位于晋陕蒙交界处, 是我国目前已探明的煤炭储量最为丰富的地区之一, 全国煤矿总储量三分之一的煤炭就在这个地区^[2]。当地煤炭的开采主要采用的是长臂式法开采和全部跨落顶板的管理方式, 这样的方法就会造成地表台阶状断裂和漏斗状塌陷, 形成地表塌陷^[3]。矿区位于黄土高原与毛乌素沙地两大生态系统结构之间, 是生态脆弱带, 降水量少、蒸发量强, 有强烈的风沙流活动, 植被覆盖度较低^[4]。大面积不均匀塌陷和裂缝在地表产生, 潜水沿着覆岩错落带和裂缝渗漏, 削弱了潜水和包气带的联系, 塌陷区内大量垂向裂隙的发育, 导致土壤水分的蒸发与渗漏增强, 加之该地区风沙流活动强烈, 更导致了土壤损失大量的水分以及养分, 对天然植被的生长以及生理功能有着一定程度上的影响, 威胁天然植被的生存, 更进一步恶化了本来就已经相当脆弱的环境^[5-7]。现通过对塌陷裂缝两侧土壤速效养分含量的分析, 研究采煤塌陷裂缝对土壤养分的影响机理, 以期对采煤塌陷区植被恢复和重建中的土壤防渗保肥等提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于陕西省神木县中鸡乡高家畔村, 为神东

公司活鸡兔矿采煤塌陷区, 属于神东矿区的一部分, 地处鄂尔多斯高原南部毛乌素沙地与黄土高原过渡带, 属中温带半干旱气候, 干旱少雨多风沙。年平均降水量约 400 mm, 暴雨、阵雨是降水主要降落方式。研究区有两大主要地貌类型是黄土丘陵和风沙丘陵, 矿区内植被覆盖度低, 稀少。栗钙土是矿区内的地带性土壤, 土壤贫瘠, 有机质含量均不高于 1%, 物理性粘粒少, 机械组成粗, 结构疏松, 易漏水漏肥, 在梁地顶部, 土层厚度大多不足 20 cm。

1.2 研究对象

矿区塌陷面积 8.16 km², 属于中大型塌陷。主要表现为房屋损坏, 道路变形, 岩层错落, 地表在部分地区下沉 0.8~2.0 m, 不同程度的塌陷裂缝大量出现在地表, 对土壤理化性质有一定程度上影响, 对土壤水分及养分的影响尤其明显, 不同程度的破坏了原有地表植被。

1.3 试验方法

2012 年 6 月在试验地阴坡、阳坡各选取 1 条塌陷裂缝, 在垂直塌陷裂缝方向上下两侧的 0、0.5、1.0、1.5、2.0 m

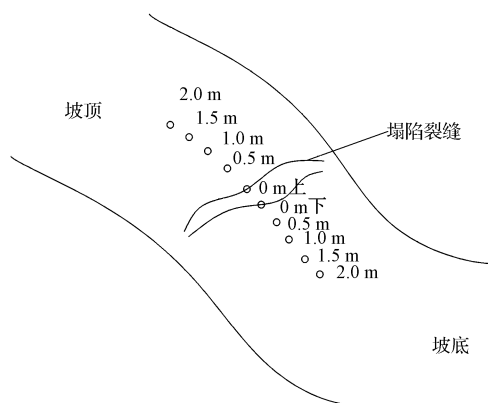


图 1 取土位置

Fig 1 Schematic diagram of earth borrowing

第一作者简介: 贺明辉(1988-), 男, 黑龙江绥化人, 硕士研究生, 现主要从事采煤塌陷植被恢复等研究工作。E-mail: spring0455@163.com.

责任作者: 高永(1962-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事荒漠化防治等研究工作。

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项资助项目(201104002-5)。

收稿日期: 2014-01-14

处分别取 0~10 cm 层的土样和 10~40 cm 层的混合土样,取土位置见图 1。同时在与裂缝等高的无裂缝处取土作对照。采集的土样带回实验室风干后过 20 目尼龙筛用于养分测定。

1.4 项目测定

土壤碱解氮含量的测定采用碱解扩散法^[8];土壤速效磷含量的测定采用钼锑抗比色法^[8];土壤速效钾含量的测定采用中性醋酸铵浸提火焰光度法^[8]。

1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 2007、SAS 9.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 塌陷裂缝对两侧土壤碱解氮含量的影响

由图 2 可以看出,无论在阳坡还是在阴坡,从裂缝的上侧 2.0 m 处开始到裂缝的 0.5 m 处,碱解氮含量呈上升的趋势,在裂缝 0 m 上时,碱解氮含量迅速降低,均达到显著水平($P<0.01$),0~10、10~40 cm 层碱解氮含量分别为:阳坡 10.78、8.61 mg/kg,阴坡 12.57、7.85 mg/kg;裂缝 0 m 下 0~10、10~40 cm 层碱解氮含量分别为:阴坡 12.29、9.45 mg/kg,阳坡 14.73、8.45 mg/kg。从裂缝下侧到距离裂缝 2.0 m 时,碱解氮含量逐渐增大。

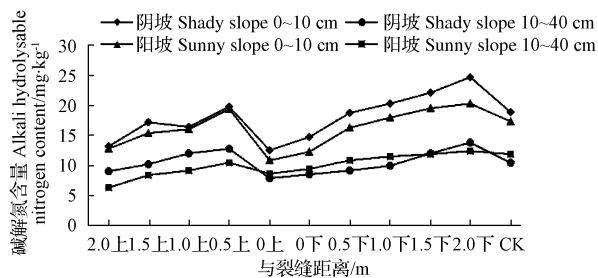


图 2 土壤碱解氮含量的变化

Fig. 2 Changes of soil alkali hydrolysable N

2.2 塌陷裂缝对两侧土壤速效磷含量的影响

由图 3 可知,土壤速效磷含量在裂缝 0 m 上时最低,0~10、10~40 cm 层速效磷含量分别为:阴坡 13.31、8.51 mg/kg,分别小于对照的 23.25、10.61 mg/kg,阳坡 4.22、3.23 mg/kg,分别小于对照的 6.37、4.56 mg/kg,与对照相比速效磷含量下降达到显著($P<0.01$)。从 0 m 下开始速效磷含量逐渐增大,在 2.0 m 下时达到最大,分别为 24.47、13.95 mg/kg,阳坡 8.69、6.60 mg/kg。

2.3 塌陷裂缝对两侧土壤速效钾含量的影响

由图 4 可知,土壤速效钾的分布规律与碱解氮、速效磷的分布规律相同,在 0 m 下时速效钾含量迅速降低。0~10、10~40 cm 层速效钾含量分别为阴坡 140.62、100.54 mg/kg,分别小于对照的 178.92、113.76 mg/kg,阳坡 82.64、77.41 mg/kg,分别小于对照的 118.75、90.52 mg/kg,在裂缝 0 m 下速效钾流失显著($P<0.01$)。在 2 m 下时达到最大,分别为阴坡 170.48、

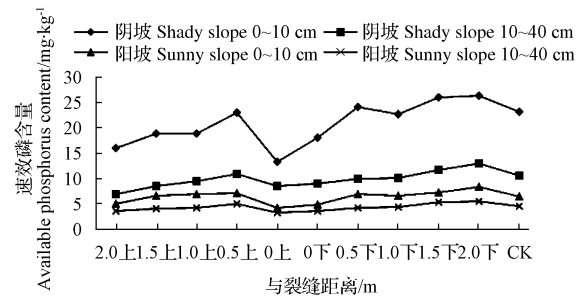


图 3 土壤速效磷含量的变化

Fig. 3 Changes of soil available potassium

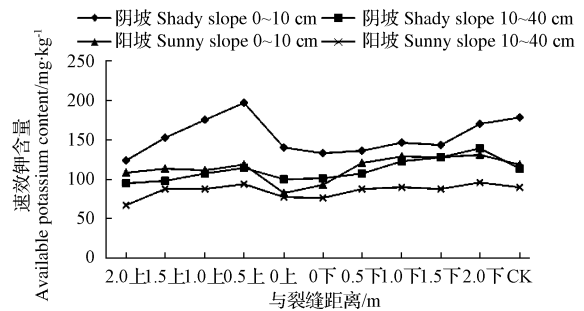


图 4 土壤速效钾含量的变化

Fig. 4 Changes of soil available potassium contents

139.64 mg/kg,阳坡 130.98、96.61 mg/kg。

2.4 塌陷裂缝处土壤养分流失率分析

由表 1 可知,塌陷裂缝的上下两侧的流失率相差很大;3 种养分的流失程度不同,碱解氮与速效磷的流失程度都比较大,碱解氮流失率范围在 18.45%~38.86%,速效磷的流失率在 16.20%~42.17%,而速效钾的流失程度较低 10.53%~30.23%,阳坡流失率大于阴坡流失率;0~10 cm 层比 10~40 cm 层养分流失更为明显,0~10 cm 层为 10.81%~42.17%,10~40 cm 层为 10.53%~27.73%;在坡面裂缝处,裂缝上壁(裂缝 0 m 上)的流失程度要比裂缝下壁(裂缝 0 m 下)流失程度大,裂缝上壁流失率范围为 11.06%~42.17%,裂缝下壁流失率范围为 10.53%~26.29%。

表 1 3 种速效养分阳坡、阴坡裂缝处养分流失率

Table 1 Loss rate of the three kinds of available nutrients in the sunny and shady cracks %

坡向 Aspect	养分 Nutrient	0~10 cm		10~40 cm	
		裂缝 0 m 上 Crack over 0 m	裂缝 0 m 下 Crack below 0 m	裂缝 0 m 上 Crack over 0 m	裂缝 0 m 下 Crack below 0 m
阳坡	碱解氮	38.86	26.29	27.73	21.08
	速效磷	34.06	25.11	26.21	23.25
	速效钾	30.23	22.04	14.28	15.61
阴坡	碱解氮	33.80	22.22	24.27	18.45
	速效磷	42.17	21.30	19.81	16.20
	速效钾	21.30	10.81	11.06	10.53

2.5 空间变异性分析

由表 2 可知,3 种速效养分空间变异系数都表现

为 0~10 cm 层大于 10~40 cm,不同速效养分的空间变异程度大小依次为碱解氮>速效磷>速效钾,阴坡变异系数大于阳坡变异系数。

表 2 3 种速效养分的空间变异系数

Table 2 Spatial variation coefficient of the three kinds of available nutrients %

土壤层次 Layer	碱解氮含量 Alkali hydrysable nitrogen content		速效磷含量 Available phosphorus content		速效钾含量 Available potassium content	
	阴坡		阳坡		阴坡	
0~10 cm	20.66	19.46	20.05	18.88	13.92	13.26
10~40 cm	18.09	17.87	17.03	16.61	12.40	9.97

3 讨论与结论

地表变形增大土壤侵蚀,改变了表土的理化性质,造成土壤养分流失、肥力下降^[9]。大量研究结果表明,采煤塌陷造成土壤养分不同程度的下降^[10-11];该研究表明由于塌陷裂缝的存在改变了原有地形,在塌陷裂缝处土壤风蚀加大,水分蒸发加快。由表 1 可以看出,塌陷裂缝处的养分与对照处的养分相比有大量的流失,流失率最大可达 38.86%,最小的也有 10.53%。由于塌陷裂缝的存在,裂缝的断面将无植物覆盖的土壤直接暴露在空气之中,导致土壤水分蒸发与土壤风蚀的加大,并且裂缝的存在增大了土壤水分在裂缝处的入渗^[12],水分的迁移导致养分的流失迁移,加快了土壤养分的流失。

陈龙乾等^[13]对平原地区的采煤塌陷进行研究,采煤塌陷对表层 0~20 cm 层的化学性质影响最大,其次为 20~40、40~60 cm 土层,土壤的不同化学特性的空间变异程度由大到小依次为土壤盐分、土壤全氮、土壤有机质、土壤速效磷、土壤速效钾、土壤酸碱性。与该研究得到的结论相似,说明塌陷裂缝对表层土的影响程度较大,对土壤碱解氮的影响最大,速效钾最小。同时还得到了阴坡比阳坡受塌陷裂缝的影响程度更大。

张丽娟等^[14]研究表明,塌陷区土壤酶活性和土壤养分含量规律均呈现为上坡<下坡<塌陷中心。坡底的土壤养分含量比正常土地的养分含量高,这是由于上坡

与中坡的养分被侵蚀在坡底富集的原因^[13];刘伟坡等^[15]研究表明,采煤塌陷对土壤养分的空间分布产生影响,养分在塌陷坑中心富集。该研究结果表明,土壤速效养分由坡顶向下迁移,由于裂缝的存在使得养分在裂缝处流失、中断,速效养分含量迅速降低,从裂缝 0 m 下开始养分继续向坡底迁移,速效养分含量逐渐增大。

参考文献

- [1] 杨逾,刘文生,缪协兴,等.我国采煤沉陷及其控制研究现状与展望[J].中国矿业,2007,16(7):43-46.
- [2] 李锐,唐克丽.神府—东胜矿区一、二期工程环境效应考察[J].水土保持研究,1994(4):5-17,53.
- [3] 刘明远,刘通.煤炭绿色开采、生态保护与制度创新—以鄂尔多斯盆地北部区煤炭开采为例[J].煤炭经济研究,2011(8):20-24,30.
- [4] 王健,高永,魏江生,等.采煤塌陷对风沙区土壤理化性质影响的研究[J].水土保持学报,2006(5):52-55.
- [5] 高国雄.毛乌素沙地能源开发对植被与环境的影响[J].水土保持通报,2005,25(2):106-109.
- [6] 侯新伟,张发旺,韩占涛,等.神府东胜矿区生态环境脆弱性成因分析[J].干旱区资源与环境,2006,20(3):54-57.
- [7] 刘梅,王美英.神府能源基地水资源利用分析[J].水土保持通报,2005,25(6):87-106.
- [8] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000:146-271.
- [9] 张锦瑞,陈娟浓,岳志新,等.采煤塌陷引起的地质环境问题及其治理[J].中国水土保持,2007(4):37-39.
- [10] 聂小军,胡斌,赵同谦.焦作韩王矿塌陷区土壤质量变化规律[J].干旱环境监测,2006,20(2):87-92.
- [11] 笄建原,张绍良,王辉,等.高潜水位矿区耕地质量演变规律研究:以徐州矿区为例[J].中国矿业大学学报,2005,34(3):383-389.
- [12] Novak V, Šimáunek J, van Genuchten M T. Infiltration of water into soil with cracks[J]. Journal of Irrigation and Drainage, Engineering, 2000, 126(1):41-47.
- [13] 陈龙乾,邓喀中,许善宽,等.开采沉陷对耕地土壤化学特性影响的空间变化规律[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999(3):81-86.
- [14] 张丽娟,王海邻,胡斌,等.煤矿塌陷区土壤酶活性与养分分布及相关研究—以焦作韩王庄矿塌陷区为例[J].环境科学与管理,2007(1):126-129.
- [15] 刘伟坡,么红超.采煤塌陷区土壤养分随空间的变异规律研究[J].科技传播,2010(23):29.

Effect of Cracks of Coal Mining Subsidence on Soil Available Nutrients

HE Ming-hui¹, GAO Yong¹, CHEN Xi¹, ZHANG Yan², MA Ying-bin³, HUANG Ya-ru³

(1. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018; 2. Beijing Forestry University, Beijing 100183; 3. Experimental Center of Desert Forestry, CAF, Dengkou, Inner Mongolia 015200)

Abstract: Taking cracks of Coal Mining Subsidence as object, the effect of the shady slope and sunny slope collapsed cracks on alkaline hydrolysis N, available phosphorus and available potassium in Shendong mining area were studied. The results showed that the three available nutrients had reached a significant level ($P < 0.01$). When the available nutrients were originally moved from its poding to its base, collapsed cracks interrupt them and lead to a huge loss, the attrition rate in the range of 42.17%~10.53%. What's more, this blocking action was greater in shady slope and in topsoil. This crack impact on alkaline hydrolysis N was larger than available phosphorus and potassium.

Key words: collapsed cracks; slope; available nutrients