

采煤塌陷地土壤氮、磷季节性变化规律研究

武倩倩^{1,2}, 任加国²

(1. 中国海洋大学 环境科学与工程学院, 山东 青岛 266100

2. 山东科技大学 山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室, 山东 青岛 266590)

摘要:以兖州煤矿塌陷地为研究对象,通过分层采集不同水文期的土壤样品,研究塌陷地积水区和非积水区氮、磷变化规律。结果表明,在季节性积水区一个水文年内,土壤中氮元素发生流失现象,全氮流失率达 10.03%,碱解氮流失率达 30.15%;全磷、速效磷发生沉积聚集现象,其中速效磷的积聚更明显。在非积水区,由于塌陷加剧土壤养分的表聚作用,促使全氮和碱解氮的流失减少。而全磷发生流失,流失率为 15.24%。在垂向上,丰水期各指标含量减少的梯度>平水期的梯度>枯水期的梯度,在 0~40 cm 深度,碱解氮流失率最高为 50.6%,速效磷流失率最高为 38.11%,在 40~60 cm 变化幅度较小,在 60 cm 深度之下,各指标逐渐成汇聚状态。判定 60 cm 深度为土壤养分的塌陷影响深度。

关键词:采煤塌陷;土壤养分;季节性变化;氮元素流失

中图分类号:S153.6

文献标志码:A

文章编号:1672-3767(2014)05-0010-05

Seasonal Changes of Soil Nitrogen and Phosphorus in Coal Mining Subsidence Area

Wu Qianqian, Ren Jiaguo

(1. College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao, Shandong 266100, China;

2. Key Laboratory of Depositional Mineralization & Sedimentary Minerals of Shandong Province, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

Abstract: Taking coal mining subsidence area in Yanzhou city as an example, and collecting different period soil samples, the soils of waterlogged and non-water area are tested to research the changes of nitrogen and phosphorus. Results show that: in the seasonal waterlogged area, there is big loss of soil nitrogen in a hydrological year, and the loss rate of total nitrogen is up to 10.03%, available nitrogen is up to 30.15%. Moreover, total phosphorus and rapid available phosphorus deposited, and the latter is more serious. In the non-water area, accumulation of nutrient exacerbates for collapse in the soil surface, the loss rate of total and available nitrogen decreases. But there is a certain degree of loss of total phosphorus, and the loss rate is 15.24%. In the vertical direction, the change of soil nutrient is biggest in wet season, and is smallest in dry season in a hydrological year. The loss of available nitrogen is up to 50.6%, and rapidly available phosphorus is 38.11% in the depth of 0~40 cm. In the depth of 40~60 cm, the change of soil is small. Then there is a trend of convergence under the depth of 60 cm, so it is estimated the effective depth.

Key words: coal mining subsidence; soil nutrient; seasonal change; nitrogen loss

收稿日期:2013-04-23

基金项目:国家自然科学基金项目(41202165, 41102149);山东省博士后创新项目(201103196);山东省自然科学基金项目(ZR2010DQ001)

作者简介:武倩倩(1980—),女,山东日照人,讲师,博士,主要从事土壤与地下水污染方面的研究。

E-mail:wqq912@126.com

任加国(1976—),男,山东泰安人,副教授,博士,主要从事土壤与地下水污染控制等方面的研究,本文通信作者。

E-mail:renjg188@163.com

煤炭是我国主要的能源,占一次性能源消费的74%。在采煤带动经济发展的同时,也产生了一系列的塌陷问题。济宁兖州是全国八大煤炭基地之一。截止2011年,兖州市采煤塌陷面积达到26.7 km²,现在每年仍然以1.3 km²的速度增加^[1]。平均塌陷深度近4 m,其中有很多的农田耕地也发生了塌陷,形成了塌陷裂缝或塌陷坑,甚至有的农田形成了常年性积水区,导致农田废弃。

由于塌陷的影响,土壤养分会发生一定的迁移流失^[2]。土壤养分的丰缺是衡量土壤质量好坏的指标。其中,氮、磷是土壤养分的基本指标,尤其是易被作物吸收的速效磷和碱解氮的含量直接反映土壤质量状况^[3]。由于土体结构的破坏,使土壤的物理、化学、生物性状都发生了很大的变化,土壤质量明显降低^[4-5]。白红军等^[6]研究了湿地土壤养分分布特征。目前,对土壤质量变化大多集中在一个时间点上,而对土壤质量的动态变化研究较少^[7-9]。另外有关采煤塌陷区土壤养分特征的研究也较少。

因此,本次研究一个水文年内垂向空间上土壤氮、磷的时空变化规律,探讨采煤塌陷对积水区和非积水区的土壤养分的影响,为土地复垦和生态环境恢复提供科学依据。

1 样品采集

一个水文年内,分别在2012年平水期(3月)、丰水期(7月)和枯水期(11月)采集塌陷区内季节性积水区域和非积水区域的土壤样品,采集区域为非耕种农田。在不同水文期分层取样,取样深度为0~20 cm,20~40 cm,40~60 cm三层。将采集的土壤样品放置于避光处自然风干,去除植物残留部位、石块等杂质。过2 mm筛,测量土壤碱解氮、速效磷含量,过0.149 mm筛,测量土壤全氮、全磷含量。

全氮、全磷是指土壤中所含的植物可利用和不可利用的氮、磷,和土壤肥力的相关性较小。速效氮、速效磷是指可以被植物直接迅速利用,或经过简单转化而直接利用的氮、磷,同土壤肥力的相关性较大。碱解氮是通过碱解方式测定出的氮含量,全氮>速效氮≥碱解氮。

2 土壤样品测试

1)测试方法

测试土壤样品的指标:全磷,全氮,碱解氮,速效磷。

全磷的测定:H₂SO₄-HClO₇联合消煮,钼锑抗比色法测定。

速效磷的测定:0.5mol/L NaHCO₃浸提,钼锑抗比色法测定。

全氮的测定:半微量开式法或肥力仪法。

碱解氮的测定:碱解扩散法。

2)测试结果

土壤氮、磷含量测试结果见表1(7月份有积水,未能取样)为积水区和非积水区全氮、全磷、速效氮和速效磷的含量;表2为非积水区全氮、全磷、速效氮和速效磷的含量。

表1 不同水文期土壤氮、磷含量表

Tab.1 Nitrogen and phosphorus content in different hydrological periods

mg/kg

月份	积水区				非积水区			
	全氮	碱解氮	全磷	速效磷	全氮	碱解氮	全磷	速效磷
3	957.3	12.6	768.4	32.5	1010.3	18.7	510.6	22.7
7	积水	积水	积水	积水	1145.9	14.5	580.4	48.9
11	861.2	8.8	859.6	50.2	923.6	17.2	432.8	29.3
流失率/%	10.03	30.15	—	—	8.58	8.02	15.24	—

3 结果分析

1)不同水文期土壤氮、磷含量变化规律

图1为不同水文期季节性积水区土壤氮、磷含量。可以看出,全氮、碱解氮含量枯水期月份低于平水期,

土壤中氮元素发生流失,全氮流失率达到 10.03%,碱解氮流失率达 30.15%。全磷、速效磷指标含量枯水期高于平水期,发生沉积聚集现象,速效磷的积聚更明显,说明干湿交替使氮易发生流失,磷易发生沉积。

表 2 不同水文期土壤垂向剖面中氮磷含量表

Tab. 2 Vertical nitrogen and phosphorus content in different hydrological periods

mg/kg

月份	采样深度/cm	全氮	碱解氮	全磷	速效磷
3	0~20	969.30	12.60	768.40	32.50
	20~40	732.40	9.50	695.20	23.70
	40~60	421.50	7.20	498.50	15.30
	0~40 cm 流失率/%	24.44	25.00	9.53	27.08
7	0~20	1 123.10	25.30	950.40	48.80
	20~40	920.30	12.50	720.30	30.20
	40~60	540.50	6.80	510.20	19.20
	0~40 cm 流失率/%	18.57	50.60	24.21	38.11
11	0~20	861.20	8.80	836.30	28.20
	20~40	793.10	7.20	807.20	22.80
	40~60	382.30	5.50	579.80	9.74
	0~40 cm 流失率/%	7.91	18.18	3.53	19.14

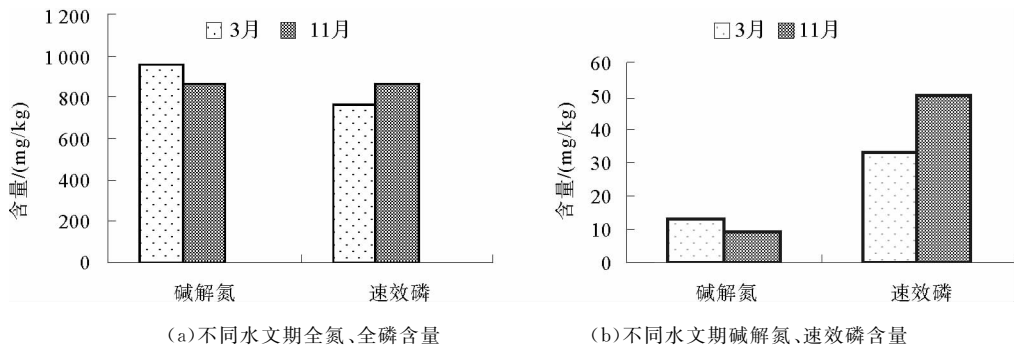


图 1 不同水文期季节性积水区土壤中氮、磷含量柱状图

Fig. 1 Nitrogen and phosphorus content of different hydrological period in seasonal water area

图 2 为非积水区土壤变化规律,丰水期土壤中总氮、总磷和有效磷的含量均高于平水期和枯水期,碱解氮在丰水期含量最低。分析认为,在丰水期,雨水较多,使得土壤养分溶出,导致养分表聚作用加强,枯水期表聚作用相对减弱。比较平水期和枯水期,全氮的流失率为 8.58%,碱解氮的流失率为 8.02%,相对于积水区,塌陷造成的积水加剧了全氮和碱解氮的流失。全磷和速效磷在丰水期含量达到最高,发生表聚作用。

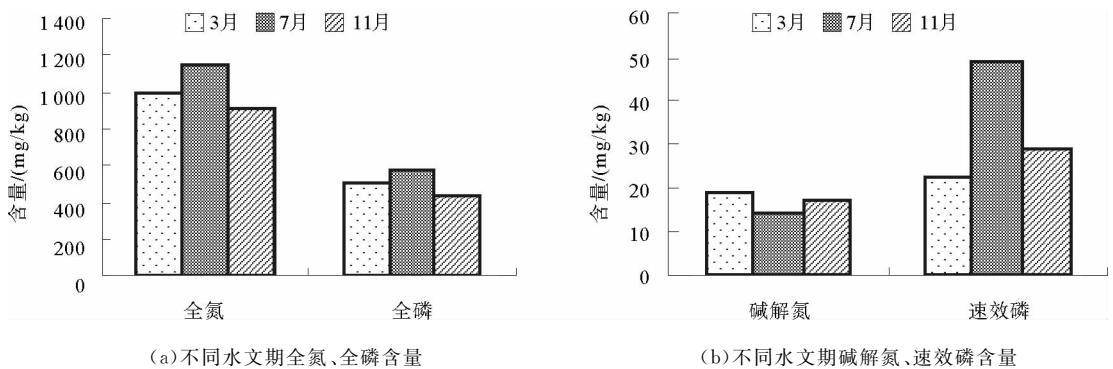


图 2 不同水文期非积水区土壤养分氮磷含量表

Fig. 2 Nitrogen and phosphorus content of different hydrological period in non-water area

2) 不同水文期土壤垂向氮、磷含量变化规律

图3中丰水期土壤中各个指标含量最大,平水期各个指标含量大于枯水期。由平水期到枯水期,碱解氮和速效磷的下降幅度最大,在0~40 cm深度,碱解氮和速效磷在丰水期流失率最高分别为50.6%,22.8%;在枯水期各指标流失率最低。分析认为,7月份是农作物生长的旺季,施肥量比较大,并且雨水较多,促使土壤中的养分聚集在土壤表层。

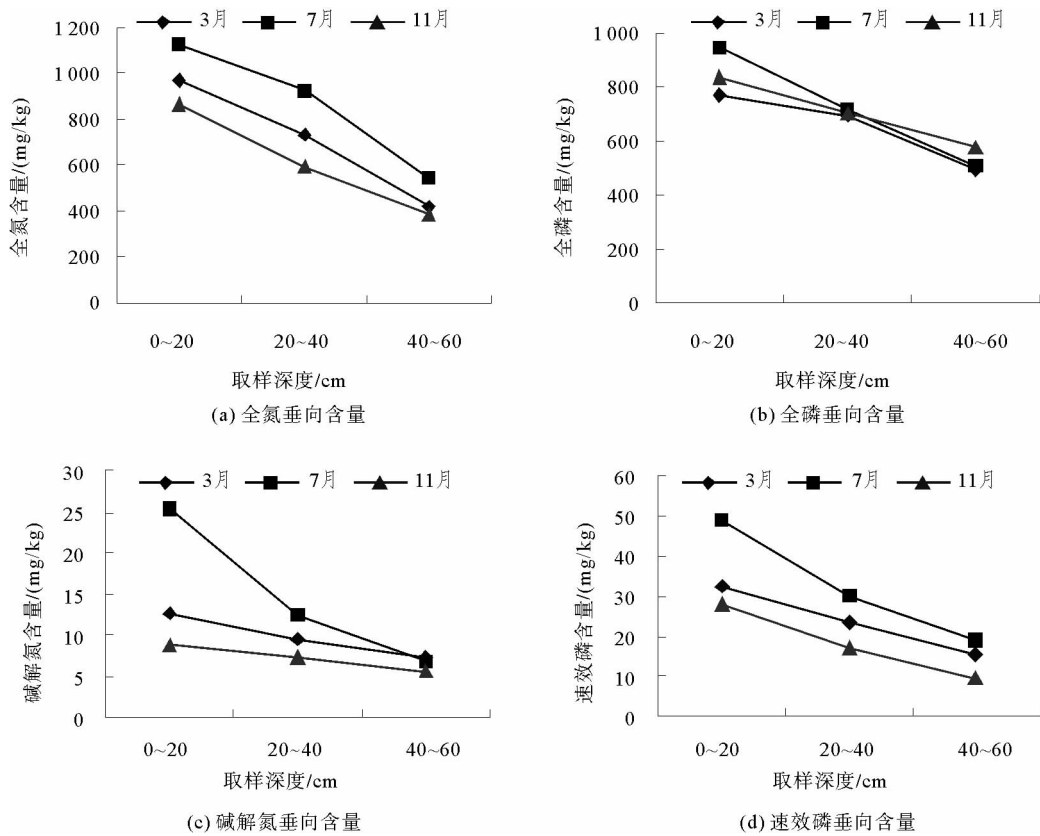


图3 不同的水文期塌陷地土壤氮磷垂向变化规律

Fig. 3 The changes of nitrogen and phosphorus in vertical direction in different hydrological period

另外,每个指标均随着深度的增加,含量减少,并且丰水期指标含量减少的梯度大于平水期和枯水期,枯水期减少梯度最小。分析认为,在枯水期,农作物生长较为缓慢,温度较低,降水较少等原因,氮、磷含量较稳定,迁移流失率相对较少。此外,在0~40 cm深度,各个指标变化幅度最大;在40~60 cm变化幅度较小;在60 cm深度以下成汇聚状态,则判定此深度为塌陷对土壤氮、磷养分的影响深度。

4 结论

通过对兖州兴隆庄煤矿塌陷不同水文期以及垂向空间上的土壤进行分析,得出以下结论:

1) 在季节性积水区,在一个水文年内,土壤中氮元素发生流失现象,全氮流失率达到10.03%,碱解氮流失率达30.15%;全磷、速效磷发生沉积聚集,速效磷的积聚作用更明显;非积水区各个指标与积水区有同样的变化趋势,但各指标的变化幅度较小。

2) 在垂向空间上,土壤养分随着深度的增加,含量递减。丰水期各个指标含量减少的梯度最大,枯水期减少梯度最小。0~40 cm深度,碱解氮和速效磷在丰水期流失率最高分别为50.6%,22.8%;枯水期各指标流失率最低。40~60 cm各个指标变化幅度较小,60 cm深度以下成汇聚状态,判定此深度为塌陷对土壤氮、磷养分的影响深度。

由此可见,采煤塌陷不仅使很多的土地形成积水区域,而且对土壤中氮、磷养分产生很大影响,改变土壤氮磷养分在垂向空间上的分布。

参考文献:

- [1] 王天祥, 张文学, 宋朝辉, 等. 兖州市采煤塌陷地生态治理模式探讨[J]. 山东国土资源, 2011, 27(9): 29-35.
Wang Tianxiang, Zhang Wenxue, Song Chaohui, et al. Discussing of ecological treatment mode of coal mining subsidence area in Yanzhou[J]. Shandong Land and Resources, 2011, 27(9): 29-35.
- [2] 匡文龙, 邓义方. 采煤塌陷地区土地生态环境的影响与防治研究[J]. 中国安全科学学报, 2007, 17(1): 116-120.
Kuang Wenlong, Deng Yifang. Probe into the soil environmental impact of coal mining collapsed area and its prevention and cure measures[J]. China Safety Science Journal, 2007, 17(1): 116-120.
- [3] 俞海防, 高良敏, 李玉, 等. 淮南潘三采煤塌陷区土壤养分分布特征[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(12): 143-145.
Yu Haifang, Gao Liangmin, Li Yu, et al. Spatial distribution characteristics of soil nutrients in Pansan coal mining collapse areas in Huainan[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2012, 40(12): 143-145.
- [4] 李新举, 胡振其, 李晶, 等. 采煤塌陷地复垦土壤质量研究进展[J]. 农业工程学报, 2007, 23(6): 276-280.
Li Xinju, Hu Zhenqi, Li Jing, et al. Research progress of reclaimed soil quality in mining subsidence area[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(6): 276-280.
- [5] 刘雪冉, 李新举, 李海龙, 等. 邹城市采煤塌陷区复垦土壤质量变化研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14206-14209.
Liu Xueran, Li Xinju, Li Hailong, et al. Study on quality change of reclaimed soil in coal mining subsidence area in Zoucheng city[J]. Journal of Anhui agriculture science, 2008, 36(32): 14206-14209.
- [6] 白军红, 王庆改, 黄来斌, 等. 内陆碱化湿地土壤有机质和全磷的时空分布特征[J]. 海洋湖沼通报, 2010(4): 35-40.
Bai Junhong, Wang Qinggai, Huang Laibin, et al. Spatial and temporal distributions of soil organic matter and total phosphorus in inland wetlands alkalization[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2010(4): 35-40.
- [7] 孙泰森, 师学义, 杨义敏, 等. 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): 35-37.
Sun Taisen, Shi Xueyi, Yang Yimin, et al. Research on quality change of reclaimed soil in coal mining subsidence area in Wuyang[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(4): 35-37.
- [8] 张乃明, 武雪萍, 杨义敏, 等. 矿区复垦土壤质量变化研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(1): 58-60.
Zhang Naiming, Wu Xueping, Yang Yimin, et al. Study on quality change of reclaimed soil in coal mining subsidence area[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2003, 34(1): 58-60.
- [9] 卞正富. 矿区开采塌陷农用土地质量空间变化研究[J]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(2): 213-218.
Bian Zhengfu. Study on spatial variation of agricultural land quality in mining subsidence area[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2004, 33(2): 213-218.

(责任编辑:高丽华)