

矿山复垦土壤营养元素时空变化研究*

于君宝 王金达 刘景双 张学林

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

TEMPORAL-SPATIAL VARIATION IN NUTRIENT ELEMENT CONTENT IN OVERLAYING SOIL OF RECLAIMED COAL MINE AREA

Yu Jun-bao Wang Jin-da Liu Jing-shuang Zhang Xue-lin

(Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

关键词 覆土, 营养元素, 时空变化, 矿山复垦

中图分类号 X752

抚顺煤矿地处中纬地带, 属典型的中温带东亚大陆性季风气候, 近十年来年平均气温为 4~7℃; 年均降雨量为 800 mm 以上; 区域地层自下而上为远古代花岗片麻岩层, 中生代白垩系紫色页岩及砂页岩层, 新生代第三纪含煤层, 最上部为新生代第四纪冲积层; 地带性土壤为棕壤, 隐域性土壤为耕型草甸土, 土质疏松细腻, 透气性好, 保水、保肥能力强; 植被类型为以阔叶林为主的针阔叶混交林。

抚顺煤矿位于抚顺市浑河南岸冲积平原, 是具有近百年历史的我国著名煤矿。整个煤田位于东西长约 15 km, 南北宽约 3 km 的狭长地带。由于不断扩大地下煤炭开采, 引起矿区内地表塌陷、积水, 自然生态受到破坏, 使矿区人口增加与土地减少的矛盾日趋尖锐^[1]。

近年来, 我国一些学者在矿山废弃地利用方面已经开展了一系列的研究和探讨, 尤其是植被恢复技术方面^[2,3]。国内外研究表明, 矿山复垦的主要任务之一是要使矿山塌陷区覆土具有适种性, 从而达到恢复植被的目的, 而覆土的营养状况、重金属污染及酸性污染是影响复垦区植被适种性的主要因素^[4-6]。本文以抚顺矿区老虎台井田煤矿北部的矸石回填复垦试验区为例, 来说明覆土营养元素的时空变化。

1 试验场地与研究方法

抚顺矿务局建于 1932 年, 煤田储量为 80494.3 万 t, 平均厚度 50 m。经过 60 多年的集中式开采, 使

* 中国科学院资源与生态环境研究重点项目(编号 KZ952-J1-213)资助

收稿日期: 2000-10-04; 收到修改稿日期: 2001-09-25

此范围由东向西形成三个塌陷盆地,至 1995 年,塌陷范围达 22.5 km²。其中,老虎台井田矿区沉降深度为 25~28 m,积水深度 5~6 m,积水量达 120 万 m³。老虎台井田煤矿北部的矸石回填复垦试验区建于 1991 年,所用回填方式为覆土充填法,即矸石回填后,在其上部覆盖一层 0.6~0.8 m 的覆土,覆土后标高为 81.3 m,高出开采前地面标高(80.5 m) 0.8 m。该区在 1991 年 6 月~1993 年 10 月由东煤公司及抚顺矿务局实施工程复垦项目并进行了先锋物种的筛选,1996 年 6 月~1999 年 9 月,中国科学院长春地理研究所在该区建立了东北危急矿区生态重建项目的试验点。

采用网格布点法在 10 hm² 范围内的 3 个覆土类型实验小区(河淤土覆土实验小区、黄土状土覆土实验小区、混合土覆土实验小区)内各布设了 9 个采样点,分别在 1993 年(覆土 2 年)、1995 年(覆土 4 年)、1997 年(覆土 6 年)、1999 年(覆土 8 年)在同一样点取得了不同土壤深度(表层、30 cm、60 cm)的土壤样品,对每个样品的全量 N、P、K 和有效 N、P、K 进行分析测试。测试工作委托中国科学院长春地理研究所开放实验室及沈阳农业大学土壤农化系完成。各土壤样品按不同方法提取后,N 含量采用凯氏法测定;P 和 K 采用原子吸收法测定。

为了能够较为直观地在图中反映出各种元素含量的变化趋势,数据采用平均值标准化法处理,即利用各元素实测数据与其平均值的比值加以制图分析。

2 结果与讨论

2.1 营养元素含量的时间变化

试验区在覆土前,测得了矸石及覆土中养分含量的本底值(表 1)。覆土完毕后(1991 年 7 月),即进行了作物种植实验,品种主要有红萝卜、胡萝卜、青萝卜、玉根头、白菜、秋菠菜、雪里红和大葱等。

表 1 不同类型覆土及矸石中养分本底值

项目	全量(g kg ⁻¹)			速效(mg kg ⁻¹)			pH	有机质(g kg ⁻¹)	
	N	P	K	N	P	K			
覆土	河淤土	0.59	0.46	15.94	56.11	12.96	62.91	6.45	5.0
	黄土状土	0.52	0.58	16.18	61.95	14.91	50.52	6.11	12.0
	混合土	0.79	0.62	18.41	44.35	3.53	46.33	6.21	9.1
矸石	绿色页岩	4.18	1.16	30.56	32.11	1.31	14.44	3.68	—
	废弃页岩	1.97	1.24	29.91	10.22	1.40	10.48	3.42	—
	油母页岩	4.03	0.62	29.56	26.27	1.11	12.30	3.98	—
中等肥力土壤	0.05~0.08			10~20			50~70		0.7~1

1991~1999 年期间,按不同覆土类型分别在 1993 年、1995 年、1997 年、1999 年的 9 月在该试验区内进行了采样分析,营养元素含量随覆土年龄的变化如图 1~3 所示。

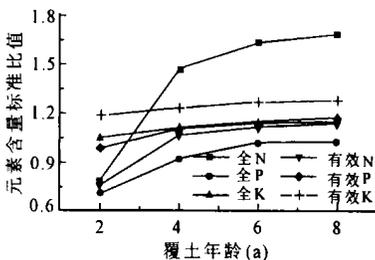


图 1 河淤土(覆土)营养元素含量随覆土年龄的变化

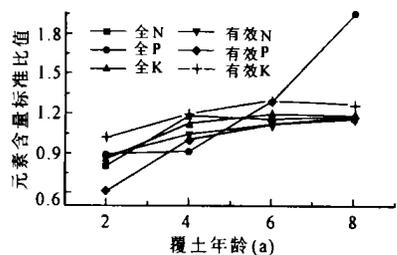


图 2 黄土状土(覆土)营养元素含量随覆土年龄的变化

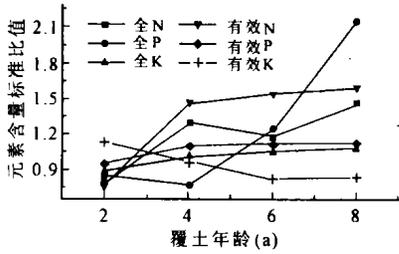


图3 混合土(覆土) 营养元素含量随覆土年龄的变化

由图 1~ 3 可以看出,随着覆土年龄的增长,3 种覆土中的营养元素含量不断增多,特别是有效 N、P、K 含量的升高,说明覆土熟化程度加深,肥力上升。覆土 4 年以内有效 N、P、K 增高幅度较大,1995 年以后则增长幅度缓慢,说明覆土初期土壤熟化速度较快。至 1993 年,各类型覆土中的全 N 和有效 K 均超过中等肥力土壤的养分要求^[7]。至 1999 年,土壤中各营养元素含量比原始覆土高出约 2~ 4 倍。从 pH 值和有机质含量总体变化来看(表 1,表 3),同原始覆土本底值相比,

有机质含量高约 2~ 4 倍; pH 值变化很小,且趋于中性,说明覆土正向着有利于作物生长方面发展。pH 值无下降趋势,说明试验地覆土耕作层不存在酸性污染问题。其原因是覆土下部为矸石层,透水性极强,覆土造田区主要以淋溶为主。

2.2 覆土中营养元素含量的空间变化

在矿山复垦覆土中,由于土壤耕作层不断的施(培)肥,加之植物根部对养分的吸收、植物残体土壤在表层的分解释放及土壤表层微生物的强烈活动,各类覆土表层中的营养元素含量明显高于下层(表 2)。

表 2 不同类型覆土营养元素含量垂直变化

覆土类型	采样深度(m)	全量(g kg^{-1})			速效(mg kg^{-1})		
		N	P	K	N	P	K
河淤土	表层	3.19	0.98	23.76	133.64	19.84	137.93
	30	1.14	0.87	19.47	100.23	15.4	80.9
	60	0.99	0.65	18.68	67.2	14.47	72.7
黄土状土	表层	2.21	2.31	27.95	125.47	19.89	128.32
	30	0.79	1.21	16.68	112.34	15.4	87.63
	60	0.43	0.78	14.39	68.35	14.47	85.44
混合土	表层	2.08	2.99	22.37	210.54	17.06	92.28
	30	1.67	0.87	18.27	115.68	16.51	50.69
	60	0.80	0.65	15.46	89.9	15.95	23.77

根据 1999 年 0~ 30 cm 样品实测统计结果平均值来分析 3 种覆土类型养分含量差异(表 3),覆土经过 8 年耕种熟化,3 种覆土的全量 N 含量均超过中等肥力土壤养分标准,有效 P 含量和 pH 值差异不明显,混合土有效 K 含量比河淤土、黄土状土约低 35~ 37 mg kg^{-1} ,有机质含量低 0.44~ 1.10 mg kg^{-1} ,但仍超过中等肥力土壤养分要求。

表 3 不同类型覆土 0~ 30cm 养分均值

项目	全量(g kg^{-1})			速效(mg kg^{-1})			pH	有机质(g kg^{-1})
	N	P	K	N	P	K		
河淤土	2.17	0.93	21.62	116.94	17.62	109.42	6.98	29.4
黄土状土	1.50	1.76	22.32	118.91	17.65	107.97	7.02	22.8
混合土	1.88	1.93	20.32	163.11	16.79	71.49	6.87	18.4

不同覆土养分差异的主要原因是由这 3 种类型覆土的物理性状与化学性质存在差异,如黄土状土质地较为粘重,透水性差;河淤土颗粒较细,粒径小于 0.001 mm 的占 15.53%,0.01~0.001 mm 的占 45.25%,通透性更差;混合土土壤颗粒粒径多在 0.25~0.01 mm 之间,约占 66.68%,通透性相对较强,故各元素淋溶迁移较快。

3 结 论

覆土的营养元素含量随着覆土年龄的增长而升高;施(培)肥、植物吸收、表层微生物活动强烈是覆土中营养元素含量上高下低的决定性因素;试验地覆土耕作层不存在酸性污染;虽然各覆土中养分状况存在差异,但均能满足作物生长需求。

参 考 文 献

1. 刘景双,王金达,张学林等. 煤矿塌陷地复垦还田生态重建研究. 地理科学, 2000, 20(2): 189~192
2. 赵景逵. 矿区土地复垦技术与管理. 北京: 农业出版社, 1993
3. 张春霞. 范各庄矿南塌陷区的复垦实践. 土地复垦技术, 1992, 34: 2731
4. 涂从, 郑春荣, 陈怀满. 铜矿尾矿库土壤-植被体系的现状研究. 土壤学报, 2000, 37(2): 284~287
5. Hossner L R. ed. Reclamation on of Surface mined Land. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1988
6. 卞正富, 张国良. 矿山复垦利用实验. 中国环境科学. 1999, 19(1): 81~84
7. 国家土地管理局. 中华人民共和国行业标准 TD“土地复垦技术标准”(试行). 1995