

矿山复垦区土壤微生物及其生化特性研究

洪坚平¹, 谢英荷¹, 孔令节², 林大仪¹

(1. 山西农业大学资环系, 太谷 030801 2. 山西原平农业学校, 原平 034100)

摘要 通过对矿区煤矸石风化物上几种不同复垦措施的复垦区, 进行一系列土壤微生物及其生化特性的分析研究, 结果表明: 各类微生物菌群、数量以及生物活性强度、放线菌和真菌的优势种属、土壤养分等均以覆土种植区大于不覆土区, 豆科区大于禾本科区, 而覆土厚度(10~20cm 范围)对土壤养分、生理群微生物及其活性等影响较小。可见覆薄层土(10cm 左右)种植豆科植物是矿区复垦中一项快速有效的措施。

关键词 矿区复垦, 微生物特性, 豆科植物, 覆土

Soil bacteria and their biochemical characteristics on reclamation of coal mines

HONG Jian-Ping¹, XIE Ying-He¹, KONG Ling-Jie², LIN Da-Yi¹ (1. Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China 2. Shanxi Yuanping Agricultural School, Yuanping 034100, China)

Abstract A series of soil bacteria and their biochemical characteristics was studied on coal gangue hills by reclamation measurements. The results show that all bacteria population and biochemical activity, genus of actinomycetes and fungi, and soil nutrients on covered area with soil were better than those on coal gangue hills without soil cover. Above indexes on legume areas were better than those of grass family areas with the same soil cover. But a variety of thick soil layers from 10 to 20 cm did not show significant different in soil nutrients, physiological bacteria and their activities. Planting legume on thin soil covered-coal gangue hills is a fast and effective measurement for reclamation of coal mining region.

Key words coal reclamation, bacteria characteristics, legume, soil cover

文章编号: 1000-093X(2000)04-0000-00 中图分类号: S154.34 文献标识码: A

近年来, 山西随着能源基地的发展, 特别是煤矿资源的开采, 大量的矸石、尾矿渣、地表剥离的岩石等固体废弃物, 不仅压占了大量的土地而且污染了环境。采矿后的矿区土地不同程度塌陷裂缝, 生产力降低, 有的则完全丧失。山西境内类似这样的土地约有 13 万 km²。因此选择科学合理的复垦措施, 尽快恢复废弃土地的生产能力是急待解决的问题。本文以山西阳泉矿为试验区, 研究了几种不同复垦条件下土壤微生物以及生化特性的变化, 以便从生物学角度为选择快速经济的复垦途径提供科学依据与方法。

1 材料与方法

1.1 供试材料与试验条件

试验区设在山西阳泉三矿矸石山, 此矸石山已堆放 15~20a, 厚度 15~20m, 地表有 5~10cm 风化壳。试验前矸石风化物全氮 2.4g/kg, 全磷 0.5g/kg, 全钾 15g/kg, 速效氮 23mg/kg, 速效磷 1.7mg/kg, 速效钾 48.2mg/kg, 阳离子交换量 8.16cmol/100g 土, pH(H₂O) 8.5。

试验条件①矸石风化物表面无覆盖, ②矸石风化物表面覆盖 10cm 黄土, ③覆盖 20cm 黄土。每区种有禾本科、豆科两类牧草, 共组成了 6 个处理。豆科植物品种主要有沙打旺(*Astragalus adsurgens* Pall), 红豆草(*Onobrychis viciaefolia* scop), 多变小冠花(*Coronilla varia* L), 山野豌豆(*Vicia amoena* Fisch), 扁茎黄

基金项目: 山西省留学基金资助项目

收稿日期: 1999-06-01, 修订日期: 2000-02-15

作者简介: 洪坚平(1958~), 男, 山西太谷人, 副教授。主要从事低产退化农田改良及生物调控技术研究工作。

莠 (*Astragalus Complanatus* R. Br.)。禾本科有沙生冰草(*Agropyron desertoum* Schult) 无芒雀麦(*Bromus inermis* Leyss) 苇状羊茅(*Festuca avemdinacea* Schreb)等。

试验期间 ,每年对多年生牧草地上部分收割计产 ,并测试上述试区 0 ~ 20cm 的部分肥力状况、微生物性状等。本文测试数据是复垦种植 4a 后 1995 年 9 月的分析结果。

1.2 测定方法

细菌、放线菌、真菌和固氮菌分别用牛肉膏蛋白胨、高氏 1 号、马丁氏和改良阿须贝无氮培养基分离培养 ,稀释平板分离计数 ,氯化细菌和好气纤维分解菌分别用氯化细菌培养基和好气纤维菌培养基分离培养 ,用细胞数量稀释频度法计数 ,厌气纤维菌利用厌气纤维菌培养基在无氧的干燥器中分离培养 ,芽孢细菌的分离根据芽孢分离培养法进行 ,呼吸强度采用容量法——密闭静置培养测 CO₂ 法 ,氯化作用强度采用土壤培养测 NH₄-N 法 ,纤维分解强度采用埋布片测失重法^[1] ,放线菌种属鉴定按阮继生等主编的《放线菌研究及应用》一书进行^[2]。真菌据邵力平主编的《真菌分类学》进行^[3]。

2 结果分析

2.1 不同处理区土壤养分和微生物区系变化

不同处理区土壤养分和三大微生物类群数量分布测定结果列于表 1。由表 1 可知 ,各复垦区经过 4a 不同种植措施后 ,土壤养分和微生物数量分布状况均有较大改善 ,土壤有机质除未覆土区外 (因矸石风化物里含有 25% 左右煤屑 ,很难与有机质分开测定 ,故矸石区未测) ,其余各处理区均比复垦前提高了 2 ~ 3 倍 ,速效氮、磷、钾也均有较大幅度的提高。三大微生物类群中细菌增加幅度最大 ,均提高了 2 ~ 3 个数量级 ,放线菌提高了 1 ~ 2 个数量级 ,真菌提高了 3 ~ 12 倍。而且土壤有机质、氮磷钾养分和细菌、放线菌、真菌、芽孢杆菌数量的增加幅度均为豆科植物区高于禾本科植物区 ,覆土区高于不覆土区。说明通过覆土种植后 ,较好地改善了煤矸石的水气热等物汇状况^[4] ,为植物生长创造了有利条件 ,也促进了各类微生物的发育 ,从而加速了土壤中各种有机物质、矿物质的转化过程 ,提高了养分含量 ,改善了煤矸石的肥力状况。同时由表 1 可见 ,由于豆科植物有较强的固氮作用 ,植株生长旺盛 ,产量达到了禾本科的 2 倍 ,植物残落物和根系分泌物多 ,为微生物可提供丰富的活动基质 ,所以促进了微生物的增殖。

表 1 不同处理区土壤养分和微生物区系分析结果

Table 1 Soil nutrient and microflora in different treatment

处理 Treatment	产量 Yield (kg/hm ²)	有机质 O. M (g/kg)	碱解氮 Available N(mg/kg)	速效磷 Available P(mg/kg)	速效钾 Available K(mg/kg)	细菌 Bacteria	放线菌 Actinomycefes	真菌 Fungi	芽孢杆菌 Bacillus
						(× 10 ⁵ 个/g)			
矸禾 ^①	2805	—	42	3.3	61	37.8	0.89	0.48	6.4
矸豆 ^②	4095	—	54	3.9	70.3	82.1	3.10	0.592	20.5
土 10 禾 ^③	7290	7.5	61	4.6	89.6	196	2.33	0.71	43
土 10 豆 ^④	15732	10.48	80	5.5	114.5	234	4.25	1.13	79
土 20 禾 ^⑤	8160	8.47	64	5.0	95	319	2.84	2.01	76
土 20 豆 ^⑥	17760	11.32	86	5.9	120.4	491	4.31	5.13	176
矸石(未种植) ^⑦	—	—	23	1.7	48.2	0.82	0.16	0.208	—
黄土(未种植) ^⑧	—	3.1	38	3.6	73	6.71	0.0715	0.40	—

①Waste rock + grass ②Waste rock + legume ③10cm soil + grass ④10cm soil + legume ⑤20cm soil + grass ⑥20cm soil + legume ⑦Waste rock ⑧Yellow soil

由表 1 还可看到 ,覆土厚度对三大微生物数量的影响较明显 ,覆土 20cm 区 > 覆土 10cm 区 > 不覆土区 ,但对植物产量、土壤有机质等养分的影响 ,覆土 20cm 和覆土 10cm 之间差异较小。这主要与植物根系的生长状况有关。试验中发现 ,覆土 20cm 区植物根系全部集中在上覆黄土层中 ,在干旱高温季节不能充分利用矸石风化物中水分 ,抑制了植物根系和地上部分的生长 ,这也影响了有机质和矿物质的积累与转化过程 ,而覆土较薄区情况则相反 ,根系深扎于煤矸石中 ,生长良好 ,年产量水平也较高 ,促进了有机质的累积^[5]。

2.2 不同处理区放线菌、真菌优势类群组成

不同复垦种植措施对放线菌、真菌的优势类群也有明显影响。分析结果列于表 2。由表 2 可知,真菌、放线菌的优势种属均以覆土 20cm 禾本科和豆科区最丰富,覆土 10cm 区居中,矸石禾本科区最简单。而各区又以豆科植物强于禾本科。放线菌在各区均以 *Nocardia* 和 *Streptomyces* 占优势,但二者的出现率均以覆土 20cm > 10cm > 矸石区,并且在覆土区还有较多的 *Mycobacterium* 和 *Micromonospora* 等种属出现。真菌在各复垦区均以 *Mucor*、*Penicillium* 和 *Trichoderma* 等为主,而且覆土区出现率明显高于不覆土区,豆科区多于禾本科区。并且覆土区还有一定数量的 *Aspergillus*、*Rhizopus* 和 *fusarium* 等种属的出现。总体看覆土种植豆科区腐解性微生物区系的优势种属有所增加,利于加速复垦区各种物质的转化分解。

表 2 不同处理区放线菌、真菌优势类群组成

Table 2 Preponderance population of actinomyces and fungi in different treatments							
菌类	属	矸禾	矸豆	土 10 禾	土 10 豆	土 20 禾	土 20 豆
Bacteria class	Genus	Waste rock + grass	Waste rock + legume	10cm soil + grass	10cm soil + legume	20cm soil + grass	20cm soil + legume
放线菌	<i>Nocardia</i>	+	+	+	+	+	+
	<i>Streptomyces</i>	+	+	+	+	+	+
	<i>Mycobacterium</i>			+	+	+	+
	<i>Micromonospora</i>				+	+	+
真菌	<i>Mucor</i>	+	+	+	+	+	+
	<i>Penicillium</i>	+	+	+	+	+	+
	<i>Trichoderma</i>		+	+	+	+	+
	<i>Aspergillus</i>			+	+	+	+
	<i>Rhizopus</i>			+	+	+	+
	<i>Fusarium</i>			+	+	+	+

2.3 不同处理区生理群微生物及生化作用强度

不同处理区生理群微生物和生化作用强度测定结果列于表 3,由表 3 可以看出,在各种复垦措施下,生理群微生物主要以氨化细菌为主,其次是固氮菌和好气纤维分解菌,厌氧纤维分解菌最少。并且氨化细菌、好气纤维分解菌和固氮菌豆科区明显高于禾本科区,覆土区高于不覆土区,不覆土的豆科区与覆土的禾本科区基本相近或略高,这一趋势固氮菌更为明显。说明种植豆科牧草有明显提高氨化细菌、纤维分解菌和固氮菌的功效,主要由于豆科区植物生长旺盛,易分解的有机物质积累较多,能源充足,促进了纤维分解菌和固氮微生物的发育,培肥了土壤,提高了土壤可矿化有机氮的含量,从而也促进了氨化细菌的生命活动。从表 3 还可看出氨化菌、固氮菌的数量及其活性强度在覆土 10cm 区和覆土 20cm 区差异较小,说明覆土厚薄(10~20cm 范围)对其影响是不明显的,究其原因除上述 1.1 中所提到的与植物根系生长有关外,还需作进一步的研究探讨。

- 3 小结
- 3.1 在煤矸石风化物上经过各种不同的复垦种植措施后,其肥力特性、微生物类群、数量及其活性强度均可大幅度提高,并均为覆土区高于不覆土区,豆科植物区高于禾本科植物区,因此覆土种植豆科植物,可以大大改善煤矸石的微生态环境,加速煤矸石的熟化速度,并使矸石山在较短时间内获得一定的经济和生态效益,乃为煤矸石复垦中较为快速有效的复垦途径。
- 3.2 覆土厚度(10~20cm 范围)对复垦区微生物数量的影响较明显,随覆土厚度的增加而增加,而对有机质等土壤养分、生理群微生物数量及活性等的影响较小,覆土 10cm 和 20cm 之间相差不大。因此煤矸石复垦中,从经济效益考虑,并非覆土越厚效果越好,应结合当地实际,选取适宜的覆土厚度(10cm 左右),以薄层覆

盖即可,这样可促使根系深扎于矸石层中,充分利用煤矸石中水分、养分,加速煤矸石的熟化度,尽快提高矿区复垦的速度与效果。

表 3 不同处理区微生物生理群及生化作用强度

Table 3 Physiological group and biochemical capacity of Microorganism in different treatments							
处理 Treatment	氨化细菌 Ammoni fiers	好气纤维 分解菌 Aerobic- Cellulose- decom posing- bacterium	厌氧纤维 分解菌 Anaerobic- cellulose- decomposing- bacterium	固氮菌 Nitrogen- fixing- bacteria	氨化强度 Ammonification (NH ₄ ⁺ -N) (mg/g)	纤维分解 强度 Cellulose- decomposing- (%)	呼吸强度 Respi- ration (CO ₂ mg/g·h)
(10 ² 个/g)							
矸禾*	3160	0.3122	0.0757	0.0442	0.1432	28.4	0.0172
矸豆	42100	1.7330	0.4310	0.0926	0.2106	33.9	0.0226
土 10 禾	43600	2.4300	0.5730	0.0689	0.2487	42.7	0.0281
土 10 豆	64300	4.6600	0.6130	0.1376	0.2764	36.8	0.0384
土 20 禾	45200	7.8400	0.5140	0.0637	0.2495	47.3	0.0296
土 20 豆	62400	12.3500	0.5860	0.1134	0.2657	52.7	0.0351

* As same as table 1

参考文献

[1] 中科院南京土壤所编.土壤微生物研究法,北京:科学出版社,1985.54~47,90~136.
[2] 阮继生,等.放线菌研究及应用,北京:科学出版社,1990.19~64.
[3] 邵力平,等.真菌分类学,北京:中国林业出版社,1984.57~58,307~321.
[4] 洪坚平,等.绿肥牧草对矸石山生态环境的改善.农村生态环境,1996,12(4):55~57.
[5] 谢英荷,等.山西矿区退化土地复垦途径的试验研究.自然资源学报,1997,12(3):289~291.