

煤矸石复垦工程中绿肥牧草对 矸石风化层生态环境影响

王志亚 林大仪 赵景逵 王 镔 贾 萍

(山西农业大学土化系, 030801)

PRELIMINARY STUDY ON THE INFLUENCE OF GREEN MANURE FORAGE ON ECOLOGICAL ENVIRONMENT OF GANGUE WEATHERING CRUST IN RECLAMATION ENGINEERING OF GANGUE HILLS

Wang Zhiya Lin Dayi Zhao Jingkui Wang Bin and Jia Ping

(Department of Soil and Agricultural Chemistry, Shanxi Agricultural University, 030801)

关键词 绿肥牧草, 复垦, 矸石山风化层, 生态环境, 理化性状

绿肥牧草从改变复垦层生态环境的速度与作用看来, 与其它作物相比, 确实可称为土壤改良之先锋植物^[1]。七年的复垦试验表明, 只要采取适当措施, 绿肥牧草无论在有无覆盖的矸石山风化层上均可正常生长。它对于矸石山的利用改造有着重要的作用, 可改善矸石山的生态环境, 产生良好的社会效益和一定的经济效益^[2]。现将研究结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 材料

试验区选在山西阳泉煤矿 8[#]、9[#]矸石山上, 该矿已停止排矸 15—20 年之久, 自然基本结束, 但雨后仍有烟气冒出, 微燃仍在进行。矸石山表面均有一层未烧过的外壳, 其上有 5—10cm 厚的风化层, 其矸石属石炭二迭纪地层, 由黑色砂质页岩、砂岩及少量炭质泥岩、硫铁矿及煤块组成, 其化学、矿物组成见表 1。

供试牧草: 沙打旺 (*Astragalus adsurgens* Pall.)、山野豌豆 (*Vicia amoena* Fisch)、鹰咀紫云英 (*Astragalus cicer* L.)、无芒雀麦 (*Bromus inermis* Leyss.)、小冠花 (*Coronilla varial.*)、沙生冰草 (*Agropyron desertoum* (Fisch.) Schult)、尖叶铁扫帚 (*Lespedeza hadysaroides* (Pall.) Kitag.)、红豆草 (*Onobrychis*

表 1 阳泉煤矿各矿煤矸石的化学组成和矿物成分(1983)

化学成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	SO ₂	MnO
(g/kg)	482.8	231.0	37.2	3.4	9.6	3.4	0.266
	TiO	P ₂ O ₅	V ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	GaO	
	8.8	0.84	0.22	16.2	5.1	0.026	
矿物成分	石英	伊利石	高岭石	方解石	炭		
(g/kg)	30—100	<50—150	500—800	<10—50	100—350		

注: 矸石的烧失量为 195.3g/kg

viciaefolia Scop.)、苇状羊茅 (*Festuca avcmidinacea* Schreb.)。分混播(9个品种),条播(14个品种),牧草播量为 225kg/ha。

1.2 试验方法

方法 1: 在矸石表面覆盖物料为黄土^[3]和粉煤灰,覆盖厚度分别为 0, 10, 20cm,各处理重复四次,小区面积为 6.6×5(m²),并在小区中施硝酸铵 375kg/ha,过磷酸钙 112.5kg/ha,碳酸钾 15kg/ha。

方法 2: 采用十字坡法覆土,从十字的四个顶点到中心覆土厚度由 0cm 逐渐过渡到 30cm 厚黄土。

2 结果与讨论

2.1 绿肥牧草对矸石风化物物理性状的影响

2.1.1 对风化层粒度和厚度的影响 据国外的资料和国内的调查,无论在我国南方还是北方,黑色矸石山经一段时间堆置后,均会出现 5—10cm 厚的风化层,但在自然堆置状况下,这一风化层厚度不会再加厚,其细颗粒含量虽逐年有所提高,但增加并不显著。如阳泉煤矿各老矸石山小于 0.25mm 的颗粒仅在 10—15%。在复垦种植条件下,尤其是

表 2 复垦种植后阳泉 9[#]矸石山风化层粒度变化(粒径 mm)

处 理		石块			粗砾		细砾	粗砂	中砂	细砂
		>10	10—7	7—5	5—3	3—2	2—1	1—0.5	0.5—0.25	<0.25
新出坑矸石 ¹⁾		粒径百分数 (%)								
复垦前	堆置 1—2 年后的表层矸石	16.3	22.5	20.0	13.4	2.1	0	5.8	2.9	3.5
	矸石风化层	18.5	9.8	13.9	14.2	2.8	12.2	11.0	7.5	10.0
复垦七年后	无覆盖矸石小区	10.7	7.3	8.0	12.7	12.4	4.8	21.3		22.8
	覆黄土 20 厘米小区	13.0	6.0	12.0	16.0	17.0	5.0	16.0		15.0
	覆黄土 10 厘米小区	29.5	5.0	7.0	11.0	13.0	5.0	16.0		13.5
	覆粉煤灰 20 厘米小区	26.0	10.0	7.5	17.0	9.0	4.5	13.5		12.3
	覆粉煤灰 10 厘米小区	12.7	5.5	7.8	15.0	18.0	7.0	18.3		15.0

1) 新出坑矸石粒径计算采用三个方向粒径长度平均数。即

$$(9.2+50.5+25.1) \div 3 = 28.3\text{mm}$$

混播情况下, 风化物在禾本科牧草稠密网状根系及豆科牧草根系的共同作用下, 矸石块被分割成碎屑, 并一颗颗被紧紧包围在网状根系中。在根系及微生物分泌的各种酸性物质作用下, 进行化学及生物化学变化。经七年复垦, 在无覆盖的试验小区里, 风化层厚度增加到 15cm 左右, 小于 0.25mm 的颗粒增加到了 22.8% (见表 2)。风化层下还出现了 5—10cm 半风化层。但在有覆盖物的小区里, 因矸石风化物被埋在下层, 而牧草根系又主要分布在疏松覆盖层内, 尤其是覆土较厚时 (大于 15cm), 根系很少向下伸展, 形成上下阶层, 其风化作用不如无覆盖区强烈。单品种条播的影响也不如混播深刻。

2.1.2 对风化层水分及物理性质的影响 随矸石风化层粒度与厚度的变化, 其它理化性质也相应发生变化, 风化层中大孔隙减少, 小孔隙及毛管孔隙有所增加, 矸石风化物形成的“土体”变得较前疏松柔软, 根系密布, 仅仅七年时间, 容重由 1.72 ± 0.19 , 降到 $1.40 - 1.27 \text{g/cm}^3$ 。田间持水量增加了 2—3%, 饱和含水量增加了 5%。据矸石表层含水量与颗粒大小间关系分析表明, 小于 2mm 颗粒含量与含水量呈正相关 ($r=0.4495$, $a=21.0104$, $b=0.9280$)。矸石风化物的上述变化为矸石山进一步利用提供了有利条件。

2.2 绿肥牧草对矸石风化物生物活性的影响

经分析表明, 新出坑的矸石表面微生物含量很少甚至接近于零, 随堆置年代的增加, 在风化作用影响下, 碎屑增加的同时, 微生物数量及生物活性也会随之增加, 但其增加的速度与强度远不如绿肥牧草的复垦区。由表 3 可见。在未复垦并未翻动过的矸石地表, 其呼吸强度仅为复垦区 (无覆盖) 的 $1/6 - 1/8$ 。在种牧草的情况下, 无论地表覆盖与否, 其微生物及生物群数量和生物活性均有明显增加, 尤其在种植豆科牧草的情况下, 固氮菌与氨化细菌数量大大增加, 这与豆科牧草根瘤菌密切相关。微生物数量及生物活性的提高表明其风化与成土速度加快, 熟化度增高, 是土壤生态变好的标志。

表 3 阳泉 9^号矸石山试验区微生物群数量及作用强度 (1992. 5)

处 理		微生物数量 $\times 10^4 / \text{g}$			生物群数量 $\times 10^3 / \text{g}$			氨化强度	纤维分解	呼吸强度
		细菌	放线菌	真菌	氨化细菌	圆褐固氮菌	好气纤维分解菌	(NH_3 强度 $\text{mg} / 100\text{g}$ 土)	(%)	(CO_2 $\text{mg} / 100\text{g}$ 土 · 24 小时)
覆土 10cm	豆科	511.7	41.7	7	1677	1419	3.36	26.04	37.0	85.59
	禾本科	13535.5	21.5	9	575	306	3.15	26.74	40.3	80.08
覆土 20cm	豆科	2269.2	35.9	42	620	1281	0.321	25.62	44.9	77.19
	禾本科	2535.0	24.2	10	351	1488	15.4	23.8	55.8	69.08
无覆盖矸石小区	豆科	372	40.6	5.1	520	94.8	0.315	20.16	35.5	51.44
	禾本科	195	3.9	4.2	336	421	1.72	15.12	37.0	40.57
非复垦矸石	翻过	87	4.5	5.1	—	—	—	—	—	29.21
石风化物	未翻过	—	—	—	—	—	—	—	—	6.77
新出坑矸石		0.15	0.10	0	—	—	—	—	—	—

2.3 绿肥牧草对矸石风化物化学性状的影响

2.3.1 对养分状况的影响 绿肥牧草的强大根系与枯枝落叶为矸石风化层提供了大

量有机质(因风化物含煤,无法将有机质单独测出)。经测定播后第三年在无覆盖矸石小区里红豆草单株根重可达 301.8g(因系矸石未能将全部根系挖出)。每年收获的牧草从试验地里带走了大量养分(小区仅在头两年施过肥)。故各小区养分累积量除速效磷、速效钾及代换量的测定值较高外,全磷、全氮有所降低,而且植株发黄(表.4)。这表明牧草为矸石风化物带来的养分满足不了牧草高产的要求,为保证牧草品质与连年高产还必须施肥。

表 4 复垦前后黄土覆盖与矸石风化物养分变化

处 理		速效氮	速效磷	速效钾	全氮	全磷	全钾	有机质	代换量
		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(cmol(+)/kg)
未复垦	黄土母质	59	3.6	85.2	0.28	0.5	18	3.96	12.15
	矸石风化物	14	2.7	48.2	2.40	0.5	15	—	8.16
复垦	覆黄土小区	47	7.7	83.0	0.42	0.4	15	4.18	15.09
	矸石小区	129	4.0	93.0	1.81	0.4	14	—	10.75

2.3.2 对矸石风化物 pH 值及电导率的影响 pH 值低是矸石山复垦的障碍因子之一,试验表明燃过的矸石 pH 值为 3.8(变异系数 10%),而且含盐量高($1.04 \pm 0.74\%$),难风化。在无覆盖的情况下无法复垦。但自燃完的矸石山表层必有一未烧层,不含硫铁矿的新矸石 pH 值为 7 左右。自燃使地表出现斑状硫升华结晶,使局部变酸,故矸石山表层 pH 值差异较大(3.0—9.0)。一般生长植物处 pH 值 6.2(变异系数 24%),不生长植物处 pH 为 4.8(变异系数 26%)。室内分析发现,pH 值和电导率与矸石粒径大小密切相关(图 1)。由试验结果分析而知,随着复垦年代的增长细颗粒不断增加,电导率随之增加,矿物质养分也增加,而 pH 值随之降低。从 70 年代复垦的实践,全复垦区内无论地表有无覆盖,酸害面积并未增加,相反凡复垦的小区均因立地条件不断变好,自然植被(马塘、狗尾、狐尾等)大量侵入,覆盖度达 100%,植株枝叶稠密几乎看不见地皮。

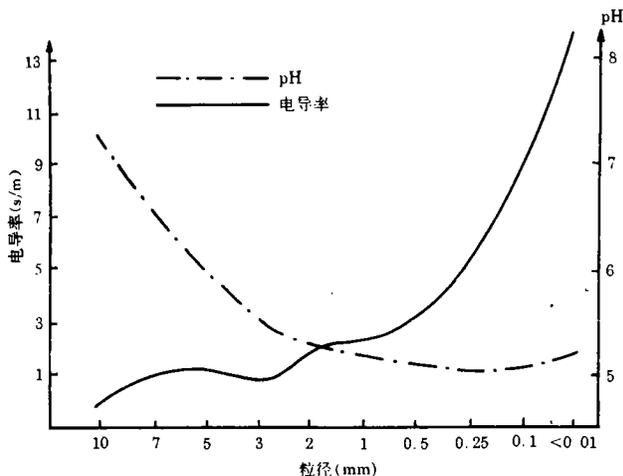


图 1 不同粒径风化物特征

3 小结

绿肥牧草完全可作为改变矸石山生态环境的先锋植物。无论其地表有无覆盖,只要措施得当均可正常生长。在种植绿肥牧草的情况下矸石风化层风化速度加快,其理化性状及生物活性均会发生深刻变化。这种变化在无覆盖区及牧草混播时更为明显,因混播牧草其地上与地下为多层生长,立体效应好,对矸石影响比单品种条播的作用大。试验实践表明,“薄层覆土(小于3厘米)”可解决高温烧苗、根系不下扎及复垦费用过高的问题。

参 考 文 献

1. 林大仪等,1993: 加违阳泉露天矿复垦地成土速度的研究初报。土壤通报,第24卷5期,200—201页。
2. 赵景逵等,1993: 山西煤矸石山复垦工程的研究。中国土地科学,第7卷4期,39—42页。