

# 采石场不同堆垫物的理化性质及其对香根草生长的影响

方长久<sup>1</sup> 张国发<sup>2</sup>

(1 南京市园林局幕燕风景区管理处 南京 210037; 2 南京农业大学农学院 南京 210095)

## PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF MULCHING OF DESERTED QUARRIES AND THEIR EFFECTS ON GROWTH OF *VETIVERIA ZIZANIODES*

FANG Chang-jiu<sup>1</sup> ZHANG Guo-fa<sup>2</sup>

(1 *Muyan Scenic Region Administration, Nanjing Municipal Bureau of Park and Landscape, Nanjing 210037*;

2 *College of Agronomy, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095*)

**摘 要** 本文研究了南京幕府山上碳质页岩、白云石矿渣、下蜀黄土和湖泥等不同堆垫物的基本理化性质及其对香根草生长的影响。发现香根草有较强的适应性,在不同的堆垫物上均能生长,是荒山植被快速恢复的优良植物。

**关键词** 香根草篱; 采石场; 植被恢复

**中图分类号** S73

幕府山紧沿南京长江南岸,绵延 5 km,现存最高峰海拔 199.3 m,对阻挡来自北方的寒流和沙尘起到一定的作用,是南京市主城区的一道天然屏障。然而,从上个世纪 50~60 年代以来,有 10 多家采矿企业在此开采矿石,给幕府山造成了 200 万 m<sup>2</sup> 的荒山秃岭,成了南京市绿化重灾区。自 1998 年冬天始,幕府山植被恢复绿化工程正式启动,种植了女贞、雪松、石楠、栎树、杨树、桂花、火棘、黄馨等绿化树种。但因该地岩性复杂,生态条件恶劣,不少地方仍是不毛之地或是种植的树木生长不良。

香根草 (*Vetiveria zizanioides*),原产泰国、印度,禾本科(*Graminae*) 岩兰草属植物,多年丛生,一般不开花或花而不实,靠分株繁育,不会蔓延形成草害。香根草喜温、喜湿、喜光,对土壤的适应范围广。茎叶坚挺且生长迅速,能够很快形成绿篱,有效阻挡土壤表层泥沙的移动并减少地表径流,防治水土流失<sup>[1]</sup>。根系深长绵密,最长可达 5 m,根系力学特性优良,平均抗张强度高达 75 MPa<sup>[2]</sup>,相当于同直径软钢的 1/6。可在大大降低成本的同时有效稳定斜坡。香根草的根还可提取芳香油,茎叶可作饲料、编织、田间覆盖物等。

我国从上个世纪 80 年代末引进香根草技术,并被广泛应用于农业、水土保持和工程上。但把香根草用于矿山植被恢复和护坡,目前尚未见到有关研

究报道。本研究目的是了解不同采石场堆垫物的理化性质及其对香根草生长的影响及香根草对采石场地植被恢复的作用。

### 1 试验材料与方法

#### 1.1 供试土壤

供试土壤为幕府山的采石尾渣和堆垫物,主要包括:碳质页岩粗骨性堆垫物、白云石矿渣、下蜀黄土和湖泥堆垫物。

#### 1.2 田间试验

于 2002 年 5 月 26 日采用等高栽植技术,每垂直距离 1.5 m 种植一行,穴距 10~12 cm,每穴 3~5 个分蘖,移栽后浇 1 次水。至 29 日(当日下午降雨)栽植完毕,进行第 1 次野外调查。种植面积计 4000 m<sup>2</sup>。7 月 14 日施肥(直接撒施地表)1 次,尿素肥量 200 kg/hm<sup>2</sup>,折合成纯 N 93.4 kg/hm<sup>2</sup>。8 月 23 日进行留茬 40 cm 的刈割。

**1.2.1 不同类型堆垫物对香根草长势的影响** 选取碳质页岩、下蜀黄土、白云石矿渣和湖泥 4 种不同类型堆垫物,每种堆垫物设 3 个小区(面积 200 m<sup>2</sup>),每个小区随机抽取 3 株香根草,每 15 天测量 1 次高度,并定期观测其分蘖及根系生长情况。

**1.2.2 香根草篱对微域生态环境的影响** 采用随机抽样方法研究香根草对植被覆盖率的影响。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 不同堆垫物的理化性质

从表 1 可以看出：4 种堆垫物中，碳质页岩的石砾和粗砂的含量分别为 495.0 g/kg 和 720.0 g/kg，而细砂、粉砂和粘粒的含量最低，其中粘粒含量仅 34 g/kg，约为下蜀黄土的 1/10。这使它的持水保水性差。下蜀黄土不含石砾，粘粒含量最高达近 350 g/kg。白云石矿渣的石砾含量近 1/4，细砂和粉砂的含量较高。湖泥的细沙含量最高近 800.0 g/kg。因碳质页岩堆垫物的结构不好，持水性差，为了提高它

的持水性，取 200 m<sup>2</sup> 在栽植香根草时，在栽植穴内填加下蜀黄土做客土，每穴填加 1 kg 左右，比较添加与不添加下蜀黄土对香根草长势的影响。

表 2 显示了几种不同堆垫物的化学性质。从表 2 中可以看出：几种堆垫物的 pH 跨度较大，从 4.72 ~ 8.65。碳质页岩的有机质、全 N、速效 P 和水解 N 含量在几种堆垫物中最高，这与碳质页岩本身的矿物学特性有关。但因为其物理性结构不好，石砾含量过高，这些成分都不一定能被香根草根充分吸收利用。白云石矿渣中的 CaCO<sub>3</sub> 含量高达 321.6 g/kg。这些因素都会对植物生长产生一定影响。

表 1 不同堆垫物的机械组成\*

堆垫物类型	石砾 >2mm	各级颗粒含量 (g/kg)				质地
		2 ~ 0.2mm 粗砂	0.2 ~ 0.02mm 细砂	0.02 ~ 0.002mm 粉砂	< 0.002mm 粘粒	
碳质页岩	495.0	720.0	176.0	61.0	34.0	砂土及壤质砂土
白云石矿渣	236.0	172.0	339.0	325.0	166.0	粘壤土
下蜀黄土	0	6.0	312.0	334.0	349.0	壤质粘土
湖泥	27.0	17.0	784.0	109.0	90.0	砂质壤土

\* 分析方法为吸管法。

表 2 不同堆垫物的化学性质\*

堆垫物类型	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	速效 K (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	水解性 N (mg/kg)	pH 值 水提 (1:2.5)	CaCO <sub>3</sub> (g/kg)	ECE (cmol/kg)
碳质页岩	59.6	1.47	30.6	113.1	150.8	4.72	0	8.40
白云石矿渣	18.3	0.78	87.7	7.0	30.9	7.87	321.6	4.97
下蜀黄土	5.5	0.46	84.0	17.7	31.2	7.26	5.2	11.77
湖泥	6.3	0.30	57.6	13.9	23.1	8.65	55.7	3.38

\* 分析方法：有机质：参照 GB7857-87；全 N：GB7848-87；速效 K：GB7856-87；速效 P：GB7853-87；水解性 N：GB7849-87；pH 值：GB7859-87；CaCO<sub>3</sub>：GB7870-87；CEC：GB7863-87。

### 2.2 不同堆垫物上香根草的生长情况

香根草栽植后成活率达 95 % 以上。经过短暂的缓苗期后即进入快速生长阶段。从图 1 可以看出：湖泥上种植香根草生长最好，其单位时间生长量相对于其它 3 种堆垫物一直最大，16 天生长量最高可达 50cm 以上，日均生长量高达 3.1cm。前一个月的生长期中，白云石矿渣上种植香根草生长量最小，可能是因为土壤其透气性不好且质地较硬，不利于根系的萌发和生长。但在 7 月中旬高温少雨和 8 月份后降雨较少的气候条件下，其生长量远远大于碳质页岩和下蜀黄土上的香根草长势(图 1)，这主要是因为其土壤持水性能好于上述 2 种堆垫物(表 3)。

7 月份气温开始升高，在 11 ~ 17 日连续 1 周近 40 °C 高温；8 月上旬又出现了 4 ~ 5 天高温天气，这两个时间段香根草生长量明显下降，其 16 天生长量最低(下蜀黄土)只有 5.6 cm，相当于该堆垫物上香根草旺盛生长时生长量的 1/6 左右，并且种在碳质页岩和下蜀黄土上的香根草出现叶梢枯萎的现

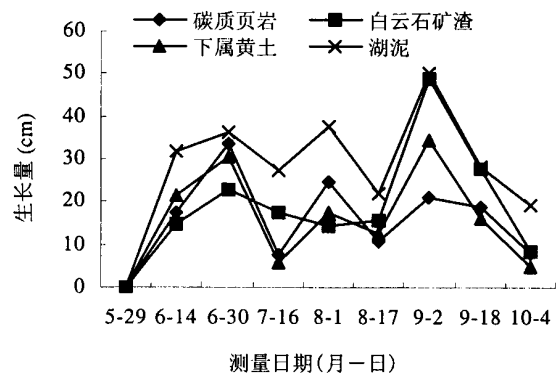


图 1 不同堆垫物上香根草生长量

象。之后，随着降雨和气温降低，香根草生长速度有所加快。这主要因为这两段时间内气温偏高、蒸发量大而降雨量少(图 2)，使土壤含水量低，根系吸收不到足够的水分；另一方面高温使叶片蒸腾量过大，根系吸收的水分因蒸腾而不能充分被植物利用。

可见香根草的生长与当地的水热条件密切相关，当气温达到一定高度时，土壤的水分成为香根

表 3 不同堆垫物含水量

堆垫物类型	土层深度 (cm)	含水量 (g/kg)		香根草长势
		7月17日	8月5日	
碳质页岩	20	18.0	21.0	有枯梢
	40	61.0	65.0	
白云石矿渣	20	78.0	61.0	未见枯梢
	40	94.0	75.0	
下蜀黄土	20	23.0	40.0	有枯梢
	40	59.0	71.0	
湖泥	20	105.0	93.0	未见枯梢
	40	120.0	104.0	

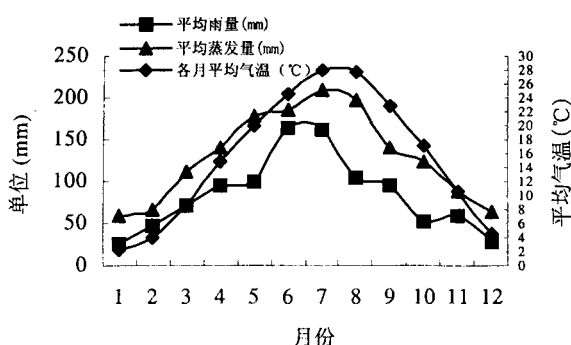


图 2 各月平均气温、雨量、蒸发量

草生长的主要限制因子, 没有灌溉的条件下其生长速度取决于降雨量和蒸发量。对这两段时间的土壤含水量进行测量, 亦证实了这一观点 (表 3)。因为湖泥堆垫物较厚, 细沙含量最高 (784.0 g/kg), 其物理性结构和保水性能相对好于另 3 种堆垫物, 香根草生长茁壮, 没有枯梢现象发生。虽然白云石矿渣的粘粒含量仅为下蜀黄土的 1/2 左右, 但是由于其结构致密, 保水性仍好于下蜀黄土, 也没有发生枯梢现象, 这同时阐明, 枯梢是由于因高温导致植物缺水造成的。

地形、地貌对香根草的生长也有一定影响。对于某一山坡而言, 往往坡上部分因侵蚀原因物质下移, 并在坡下堆积。因而坡面下部堆垫物, 尤其是细土部分较为深厚, 水分、养分相对富集。从本试验来看, 坡面下部香根草长势较好, 但其生长量之间不存在显著差异。

总的说来, 香根草的长势远好于其它植物。7月中旬和8月上旬两个高温时段, 气温近 40℃, 幕府山地表温度近 50℃, 白云石矿渣和湖泥上的香根草能正常生长, 仅栽植在碳质页岩和下蜀黄土上的香根草出现 20 cm 左右枯梢, 而同条件下黄馨和石楠几乎全部出现枝叶枯黄的现象, 有的整株枯焦, 可见香根草抗逆性是比较强的。

### 2.3 香根草篱对微域生态环境的影响

不少研究指出, 香根草能有效改善其生长的微域生态环境, 从而促进附近其它植物的生长<sup>[3]</sup>。本试验同样也证明了这一点。在碳质页岩上种与不种香根草的地方各随机抽取 4 个 2 m × 2 m 样方, 调查植被覆盖率表明, 种植香根草的地方平均植被覆盖率为 92%, 而对照仅为 45%。而且, 前者植物种类较多, 后者仅仅为单一的蒿草。究其原因, 主要是因为香根草篱长成后, 改善了坡地的微气候: 一方面香根草篱有效截流地表径流, 使降雨有较长时间渗入地下, 使土壤含水量增加, 同时香根草篱拦截因侵蚀而下移的细土物质, 改善了土壤的机械组成, 进而更好的保持水分和养分。另一方面, 香根草成篱后, 可以阻拦阳光直射地表, 降低地表温度, 从而有利于其它植物的生长。

## 3 结 论

(1) 本试验研究的 4 种堆垫物之间的理化性质差异很大, 香根草生长差异也很明显。以湖泥堆垫物上生长的香根草最好。与当地野生杂草相比, 在几种堆垫物上生长的香根草都生长迅速, 尤其是根系生长旺盛, 在种植 2 个月内即可有效固定表层堆垫物; 在 3 个月内即可形成致密绿篱, 达到绿化效果。本试验表明: 香根草对立地环境的要求不高, 具有较强的适应性, 是采石场以及其它不毛之地如尾矿的斜坡固定和快速绿化的先锋植物, 有着广阔的应用前景。

(2) 由于香根草适应性强, 生长快, 能有效改善种植地的微域生态环境, 从而促进其它植物的生长, 加速了采石场和其它矿山的植被恢复。

(3) 尽管本研究显示了香根草在采石场植被快速恢复上的作用, 但应该指出香根草的最佳种植季节为每年的 3 月份, 以便达到最高的成活率, 并在当年雨季到来时生长成篱, 从而能更加有效的拦截地表径流和泥沙、稳固表土和快速恢复植被, 达到治理和绿化的目的。

## 参考文献

- Xu Liyu. Vetiver Technology Development and Dissemination in China - From Agriculture to Engineering. Proceedings: The Second International Vetiver Conference, ORDPA, Bangkok, 2002, 230 ~ 242
- Diti Hengchaovanich(熊国炎, 苗碧芸译). 香根草在稳定斜坡与控制侵蚀上的作用. 泰国皇家发展项目委员会, 曼谷, 1998

(下转第 111 页)

括树木、水果等)及畜产品,它是人类生存和生活的重要基础。因此,土壤圈是地球表面很重要的一个自然圈层。我根据赵其国院士的意见,在“地理科学系统”的全球变化图式中,增加了一个土壤圈。

土壤的物质循环和交换规律,如 C、N、P、S 等循环和交换规律,是土壤发生、发育的集中反映,因此,弄清土壤圈中土壤物质循环的规律,对认识土壤发生、发展过程以及土壤退化过程均极为重要。

土壤圈中土壤物质循环的研究,如 C 的释放和储存,对全球环境也产生重要影响,并受到国际土壤学界的普遍关注。因此,土壤圈物质循环的研究,已成为国际地球科学研究的一个新热点。赵其国院士有鉴于此,于 1987 年在中国科学院南京土壤研究所创建了“土壤圈物质循环开放实验室”,16 年来由于不断做出高水平的研究成果,最近,已被国家列为国家重点开放实验室。由赵其国院士 1987 年主编的“Pedosphere”英文刊物,已于 2003 年被列入国际 SCI 收录刊物。此外,赵其国院士在担任土壤所所长期间,于 1985 年在江西鹰潭设立了中国科学院红壤生态试验站。该站对我国红壤的发生及生态过程进行了深入的研究,已不断取得红壤研究的新成果。

赵其国院士等在我国红壤长期研究的理论与实践基础上,确定以中国红壤为研究对象进行了长期深入的工作,针对土壤物质循环开展了全面与系统研究,最后编写出版《红壤物质循环及其调控》一

书,这是赵其国院士及其研究者,对红壤物质循环长期定位观测、试验和实验研究的结晶。全书 60 余万字,共十章。

本书首先论述自然界红壤形成的水热条件、植被条件和母质条件与大气圈、水圈、生物圈和岩石圈间的物质循环。然后对红壤的两个最重要要素 - 肥力与水分,详细介绍其养分和水分循环。

目前,红壤物质循环在很大程度上已受人类作用的影响而发生改变。故本书后来以较大篇幅介绍不同利用方式下红壤物质循环的特点,论述红壤退化与物质循环的关系,阐明红壤退化的机制,并提出治理和调控方案。

最后一章(第十章)是全书的总结,对红壤物质循环及其调控规律,红壤物质循环在利用中的调控途径等进行了全面的总结与归纳。

本书数据丰富、研究内容有所创新,并附有大量图表,有很高的科学和应用价值,是最近我国土壤学界的一本创新巨著,对国际土壤学和全球变化研究均有重要贡献。

由于两书内容对其他国家亦有参考价值,故两书最后均有详细英文摘要,可供对外交流。

以上介绍仅略举两书的主要贡献,挂一漏万,在所不免,但由此已可看出两书的巨大科学意义和重要应用价值。

\*\*\*\*\*

(上接第 106 页)

- |  |  |
|--|--|
| 4 何同康. 土壤(土地)资源评价的主要方法及其特点比较. 土壤学进展, 1983, (6): 1 ~ 12                       | 7 阚文杰, 吴启堂. 一个定量综合评价土壤肥力的方法初探. 土壤通报, 1994, 25(6): 245 ~ 247        |
| 5 张先婉主编. 土壤肥力研究进展. 北京: 中国科学技术出版社, 1991                                       | 8 蔡崇法, 丁树文, 史志华等. GIS 支持下乡镇域土壤肥力评价与分析, 土壤与环境, 2000, 9(2): 99 ~ 102 |
| 6 谢承陶, 林治安, 李志杰. 禹城睢土壤肥力综合数值评价分区的研究. 见: 张先婉主编, 土壤肥力研究进展. 北京: 中国科学技术出版社, 1991 | 9 张华, 张甘霖. 土壤质量指标和评价方法. 土壤, 2001, 33 ( 6 ): 326 ~ 330              |

\*\*\*\*\*

(上接第 109 页)

- |  |  |
|--|--|
| 3 Xu Liyu. Vetiver Research and Development: A Decade Experience from China, Proceedings: The Second International Vetiver Conference, ORDPA, Bangkok, 2002, 311 ~ 322 |  |
|--|--|