

康平沙地治理过程中土壤微生物数量与土壤肥力的关系

安长伟¹, 施丽阳², 李辉³, 全桂静³, 罗清威⁴, 崔秋², 王慧²

1. 辽宁科技学院生物医药与化学工程学院, 辽宁本溪 117004

2. 沈阳环境科学研究院, 沈阳 110016

3. 沈阳化工大学环境与生物工程学院, 沈阳 110142

4. 东北大学材料与冶金学院, 沈阳 110819

摘要 通过对辽宁省康平县海州乡不同类型土壤的调查、土壤微生物数量的测定, 了解退化的生态系统进行植被恢复后土壤肥力的变化情况。采用稀释平板法测定典型土壤和典型植被根际土中微生物数量, 结果表明, 土壤微生物的数量基本变化趋势为: 固定沙丘>半固定沙丘>流动沙丘土; 各类型的微生物在不同类型的沙土中分布比例不相同, 微生物三大类群总数量排列依次为细菌>放线菌>真菌; 半固定沙丘不同地带不同环境中的微生物类群组成和各类群之间的比例各不相同; 不同植被在相同的生长地带土壤微生物的组成比例各不相同, 其中乔本植被微生物数量高于灌木丛和草本植被。因此, 在康平地区植被恢复过程中, 应以乔本植被为主, 并采用适当的封禁治理措施确保土壤肥力的提高。

关键词 土壤微生物; 固定沙丘; 植被; 土壤肥力

中图分类号 S157.9

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)07-0045-05

The Relationship Between Soil Microorganism and Soil Fertility in the Process of Transforming Kangping's Desertification

AN Changwei¹, SHI Liyang², LI Hui³, QUAN Guijing³, LUO Qingwei⁴, CUI Qiu², WANG Hui²

1. Biomedical and Chemical Engineering College, Liaoning Institute of Science and Technology, Benxi 117004, Liaoning Province, China

2. Shenyang Academy of Environmental Sciences, Shenyang 110016, China

3. College of Environmental & Biological Engineering, Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang 110142, China

4. School of Materials & Metallurgy, Northeastern University, Shenyang 110819, China

Abstract Soil samples were collected from Haizhou of Kangping County in Liaoning Province, in order to study different types of soil, determine the amount of soil microorganisms, find ways to change soil fertility by vegetation in the degenerated ecosystem. The changes of microbial numbers both in rhizosphere and non-rhizosphere soils were measured by the dilution method. The plant biomass is compared in various plants in the same growth conditions, and the quality response and the evolution of soil fertility in the process of improving sandy soils are analyzed, to provide a basis in finding the best sand-fixing plants. The results show that in the main changes the order in the soil microorganism quantity is as follows: that in the fixed sand dunes is the highest, and that in the moving sand dunes is the lowest, with that in the semi-fixed sand dunes between them. It is also indicated that various types of microorganisms have different proportions in different types of sand. The number of bacteria is the largest, followed by actinomycetes and the number of fungi is the smallest. In addition, in different environments and in different zones of the semi-fixed dunes, the ratios between the compositions of microbial taxa and various groups are not the same. The different plant growth zones with the same proportion of microbial composition show different features, especially, the amount of plant biomass in Joe plants is greater than that in shrubs and herbaceous plants. So during the vegetation in

收稿日期: 2010-01-05

基金项目: 沈阳化工学院博士科研启动基金(20063216)

作者简介: 安长伟, 硕士研究生, 研究方向为环境生物修复技术, 电子信箱: anchangwei830307@163.com

Kangping, more Joe plants should be used, with suitable measures such as ban of grazing, for the soil fertility.

Keywords soil microorganisms; fixed sand dune; vegetation; soil fertility

0 引言

科尔沁沙地(119°15′~123°45′E, 42°15′~45°47′N)地处东北平原与内蒙古高原过渡区域,属于半湿润和半干旱气候区^[1]。历史上的科尔沁沙地曾是湖泊众多、林草繁茂的森林-草原景观,是传统的宜牧地区,但从20世纪以来由于受干旱多风等气候和“三滥”等人为活动的影响,生态环境发生急剧变化,土地沙漠化现象十分突出^[2-3],通过沙地治理改善生态环境十分迫切。近几十年来,中国对科尔沁沙地进行了长期、大量的植被恢复式样示范和定位观测,在科尔沁沙地退化的原因、特征及恢复重建的可行途径等研究取得了一定成果^[4-6],主要集中在沙漠化过程及其逆转机理、沙地植被恢复的生物学机理、水分平衡与水循环和沙地生态系统对全球气候变化的响应等方面。

辽宁省康平县海洲乡位于科尔沁沙地东南部边缘,属于荒漠化扩展区,此地依据沙地植被恢复的生物学机理进行了人工植被种植恢复工作。土壤中微生物的种类、数量及其变化在一定程度上反映了土壤有机碳的矿化速度及各种养分的存在状态,直接影响土壤养分的有效性和供给状态,因此通过对土壤中微生物数量的测定,可以了解土壤的肥力状况^[7]。反过来,土壤养分状况也会影响土壤微生物的变化,二者存在一定的联系。本研究着重测试该地区土壤中微生物数量的变化,并探讨土壤微生物数量与土壤肥力的关系。

1 材料与方法

1.1 实验区概况

康平县(42°31′~43°02′N, 122°45′~123°37′E),位于辽宁省北部,辽河流域河套中游之西。地理坐标为西南部为医巫闾山余脉,东部为辽河冲积平原,北部为科尔沁沙地,形成西高东低,南丘北沙,地形起伏,高低不平的特点。本区风力较强,沙物质丰富,人类活动频繁,土壤风蚀严重,在土壤风蚀及各种活动的作用下,塑造了该地区的风沙环境^[8]。

1.2 样品采集

2008年5月,以辽宁省康平县海洲乡为研究地,对固定沙丘和半固定沙丘的典型植被及流动沙丘进行土样采集。采样时采用梅花布点法,先铲去表层杂质,再用铁铲铲成深为20cm的“V”字形土坑将土坑,一面铲成垂直面,取0~20cm的整土壤层,约300g。剔除石块、植物残根等杂物,装袋带回实验室4℃保存。

1.3 培养基配方^[9]

1) 细菌培养基。牛肉膏蛋白胨培养基:牛肉膏 5g,蛋白胨 10g,NaCl 5g,蒸馏水 1000mL,琼脂 20g,pH 7.2~7.4,121℃灭菌 20min。

2) 真菌培养基。孟加拉红琼脂培养基:葡萄糖 10g,蛋白

胨 5g,KH₂PO₄ 1g,MgSO₄·7H₂O 0.5g,琼脂 20g,孟加拉红(1%) 3mL,蒸馏水 1000mL,pH 6.8,115℃灭菌 30min。

3) 放线菌培养基。改良高氏一号培养基:可溶性淀粉 20g,KNO₃ 3g,K₂HPO₄ 0.5g,MgSO₄·7H₂O 0.5g,FeSO₄ 0.1g,NaCl 0.5g,琼脂 20g,蒸馏水 1000mL。

1.4 土壤微生物测定方法

采用稀释平板法。称 5.0g 土样放入装有 45mL 无菌水的三角瓶中反复震荡 15min,使土样均匀分散,制成土壤悬液。

土样分散后,静置 15min,吸取 1mL 土壤悬液于 9mL 无菌水中,稀释成 10⁻²cfu/g 土壤稀释液,再用 10mL 无菌吸管从 10⁻²cfu/g 稀释液吸 1mL 于 9mL 无菌试管中,依次按 10 倍法稀释,稀释到 10⁻⁶cfu/g 稀释液。

根据各类微生物在土壤中的数量多少,选择适当的土壤悬液稀释浓度进行测定,其中细菌为 10⁻⁶cfu/g,真菌为 10⁻³cfu/g,放线菌为 10⁻⁵cfu/g。

吸取 1mL 土壤悬液于直径为 90mm 的无菌培养皿中,倒入已融化并冷却到 45℃的培养基,混匀凝固后,每种微生物做 10 个重复。细菌于 37℃恒温培养箱恒温培养 3d,真菌于 28℃恒温培养箱恒温培养 4d,放线菌于 28℃恒温培养箱恒温培养 7d。

1.5 微生物量的计算

培养一定时间后,计数培养皿上生长的菌落,以菌落形成单位(cfu/g)表示。

菌数(cfu/g)=菌落平均数×稀释倍数

细菌、放线菌和真菌数量相加即为土壤微生物总数。

2 结果与分析

2.1 不同类型沙丘土壤微生物的变化趋势

康平地区的沙丘按植被盖度可分为固定沙丘(植被盖度>40%)、半固定沙丘(植被盖度在 30%~40%)、流动沙丘(植被盖度<20%)。分别对来自固定沙丘、半固定沙丘及流动沙丘的土样进行微生物数量的测定(表 1)。

结果表明,细菌、真菌和放线菌的数量变化趋势基本相同,固定沙丘中最多,半固定沙丘次之,流动沙丘中最少,半固定沙丘和流动沙丘的土壤微生物数量相差不大,证明植被能起到固沙作用,增加土壤养分的含量,促进土壤肥力的增长。在沙丘固定过程中,植被常年生长,枯枝落叶等有机物质落入土壤中刺激了微生物生长,沙丘上的沙土接收更多的有机物质,有利于微生物生长。植物生长时间越长,沙土中积累的有机物质越多,土壤微生物增殖也越多,以至固定沙丘的土壤微生物的数量最多^[10],固定沙丘土壤肥力恢复的较好。在流动沙丘上,沙土随风流动频繁,造成沙土中有机质含量低、水

土壤是土壤肥力提高的一个生物指标^[14]。耕地土细菌数量多于耕地边缘土,而真菌数量却少于耕地边缘土,证明耕作对土壤肥力产生一定程度的破坏,使得土壤肥力下降。耕作活动可以使土壤有机质分解,无机养分被吸收,造成土壤生态系统的改变,随之土壤微生物的活动受到影响,直接影响了土壤微生物的数量。在采集土样时正好是春季,地温逐渐升高,土壤微生物活动旺盛,但杨树根际土中微生物的数量却少于耕地土和耕地边缘土,反映土壤类型、地理位置和植被对土壤微生物也有一定的影响。

3.4 不同类型植被土壤微生物的变化趋势

根际微生物在数量有着较大差别,不同植物的根际土壤微生物都以细菌为主,放线菌次之,真菌最少。由于植物种类不同,根际土壤中的微生物组成、数量和生化活性有差异^[15],因而产生的根分泌物各不相同,对不同种类微生物的影响也不相同,因此不同植被微生物的数量和组成比例也各不相同;土壤性质不同,土壤中有有机质也不相同,有机质含量高,其根际土中微生物的含量也多。在春季采集土样时,气温回升,为微生物活动提供了一定的条件,各种植被都处于生长期,对其根际土壤微生物区系产生不同的影响,对细菌影响尤其明显。总体比较可发现,乔木植被微生物数量要高于灌木丛和草本植被。杨树根际土中微生物总量与榆树根际土、杨树-树榆树混合根际土相比,要高于二者,这与植物的种类有很大关系,杨树为乔木植被,根系发达,使其周围的土壤通气状况好,有机质含量较高,土壤中微生物的数量较多。另外,微生物的生长发育、繁殖也会产生特殊的生态环境,与同是草本植被的菊科相比,虽然微生物总量多于菊科植被,但细菌和真菌的数量都要少于菊科植被,采样时,鸢尾正处于开花季节,发育较其他植被旺盛,植株由营养生长为主转为生殖生长为主,植株对养分需求增多,从周围土壤中吸取较多养分而造成根际养分相对亏缺,使细菌真菌的数量减少。

4 结论

通过对康平地区不同类型的沙土微生物数量的测定,发现土壤微生物的数量基本变化趋势为:固定沙丘>半固定沙丘>流动沙丘土;各类型的微生物在不同类型的沙土中分布比例也各不相同,微生物三大类群总数量排列依次为细菌>放线菌>真菌,反映出细菌在土壤生物过程和土壤肥力形成中占据重要地位;在半固定沙丘上,由于自然环境条件十分复杂,且处在不断变化的状态,因此造成了不同地带不同环境中的微生物类群组成和各类群之间的比例不相同。总体比较可发现,乔木植被微生物数量要高于灌木丛和草本植被。不同植被在相同的生长地带土壤微生物的组成比例也各不相同。因此,在荒漠化恢复的过程中,应以乔木植被种植为主并进行封禁治理,确保土壤肥力的提高。

参考文献 (References)

[1] 蒋德明, 曹成有, 李雪华, 等. 科尔沁沙地植被恢复及其对土壤的改良

效应[J]. 生态环境, 2008, 17(3): 1135-1139.

Jiang Deming, Cao Chengyou, Li Xuehua, et al. *Ecology and Environment*, 2008, 17(3): 1135-1139.

[2] 刘新民, 赵哈林, 赵爱芬. 科尔沁沙地风沙环境与植被[M]. 北京: 科学出版社, 1996.

Liu Xinmin, Zhao Halin, Zhao Aifen. Wind-sandy environment and vegetation in the Horqin sandy land [M]. Beijing: Science Press, 1996.

[3] 曹成有, 蒋德明, 朱丽辉, 等. 山竹岩黄蓍固沙群落对土壤养分及生物活性的改良效应[J]. 应用生态学报, 2007, 18(8):1739-1744.

Cao Chengyou, Jiang Deming, Zhu Lihui, et al. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(8): 1739-1744.

[4] 郭轶瑞, 赵哈林, 赵学勇, 等. 科尔沁沙质草地物种多样性与生产力的关系[J]. 干旱区研究, 2007, 24(2): 198-204.

Guo Yirui, Zhao Halin, Zhao Xueyong, et al. *Arid Zone Research*, 2007, 24(2): 198-204.

[5] 赵哈林, 赵学勇, 张铜会, 等. 北方农牧交错区沙漠化的生物过程研究[J]. 中国沙漠, 2002, 22(4): 309-316.

Zhao Halin, Zhao Xueyong, Zhang Tonghui, et al. *Journal of Desert Research*, 2002, 22(4): 309-316.

[6] 苏永中, 赵哈林, 张铜会, 等. 农田沙漠化演变中土壤质量的生物学特性变化[J]. 干旱区研究, 2002, 19(4): 64-68.

Su Yongzhong, Zhao Halin, Zhang Tonghui, et al. *Arid Zone Research*, 2002, 19(4): 64-68.

[7] 王海英, 宫渊波, 龚伟. 不同林分土壤微生物、酶活性与土壤肥力的关系研究综述[J]. 四川林勘设计, 2005(3): 9-13.

Wang Haiying, Gong Yuanbo, Gong Wei. *Sichuan Forestry Exploration and Design*, 2005(3): 9-13.

[8] 于险峰, 张祚. 辽宁省沙化土壤的发展与防治对策 [J]. 中国水土保持, 2004, 8(5): 17-21.

Yu Xianfeng, Zhang Zuo. *Chinese Soil and Water Conservation*, 2004, 8(5): 17-21.

[9] 徐亚同, 史家梁, 张明. 污染控制微生物工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.

Xu Yatong, Shi Jialiang, Zhang Ming. Microbial pollution control project [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2001.

[10] 陈祝春. 沙丘结皮层形成过程的土壤微生物和土壤酶活性 [J]. 环境科学, 1991, 12(1): 19-23.

Chen Zhuchun. *Chinese Journal of Environmental Science*, 1991, 12(1): 19-23.

[11] 赫晓慧, 常庆瑞, 温仲明, 等. 农牧交错带不同人工植被下荒漠化土壤肥力的变化[J]. 中国沙漠, 2006, 26(6): 915-919.

Hao Xiaohui, Chang Qingrui, Wen Zhongming, et al. *Journal of Desert Research*, 2006, 26(6): 915-919.

[12] 曹志平. 土壤生态学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.

Cao Zhiping. Soil ecology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.

[13] 李仲强, 谭周进, 夏海鳌. 耕作制度对土壤微生物区系的影响 [J]. 湖南农业科学, 2001(2): 24-25.

Li Zhongqiang, Tan Zhoujin, Xia Haiao. *Hunan Agricultural Science*, 2001(2): 24-25.

[14] 邵玉琴, 赵吉, 杨颀. 恢复草地和退化草地土壤微生物类群数量的分布特征[J]. 中国沙漠, 2004, 24(2): 223-226.

Shao Yuqin, Zhao Ji, Yang Jie. *Journal of Desert Research*, 2004, 24(2): 223-226.

[15] 陈祝春, 李定淑. 固沙植物根际微生物对于沙土发育和流沙固定的影响[J]. 生态学杂志, 1978, 8(2): 6-12.

Chen Zhuchun, Li Dingshu. *Journal of Ecology*, 1978, 8(2): 6-12.

(责任编辑 吴晓丽)