

贝壳堤地区微生物分布特征及其与植被分布的关系

赵艳云¹, 胡相明^{2,3}, 刘京涛¹

(1. 滨州学院 山东省黄河三角洲生态环境重点实验室, 山东 滨州 256603;

2. 滨州学院 城市与环境系, 山东 滨州 256603; 3. 中国矿业大学 安全工程学院 江苏 徐州 221008)

摘要: 对山东省无棣县贝壳堤地区芦苇、砂引草、二色补血草、大穗结缕草、碱蓬共 5 种典型植被群落中土壤微生物的分布特征进行了研究。结果表明, 所有植被群落中微生物含量随土层深度的增加呈逐渐下降的趋势, 细菌、放线菌、真菌含量的数量级为 10^4 , 10^4 和 10^2 。8 月微生物含量相比 6 月都有所增加, 但不同菌群增幅不同, 细菌、真菌和放线菌分别增加 0.45、6.16 和 3.67 倍。0—30 cm 土层, 不同植被群落的微生物含量由高到低的顺序为: 二色补血草 > 大穗结缕草 > 碱蓬 > 砂引草 > 芦苇。大穗结缕草群落中, 细菌所占的百分比比较大; 而芦苇和碱蓬群落放线菌和真菌所占的比例较大。通过对所有植被群落中出现的物种数和土壤的微生物含量进行研究发现, 细菌、真菌、放线菌的含量与植被群落的物种数均呈线性关系, 相关性达极显著水平 ($p < 0.001$)。

关键词: 植被群落; 微生物; 分布特征; 贝壳堤

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)02-0267-04

中图分类号: S154.3, Q656.3

Distribution Characteristics of Soil Microorganisms and Its Relationship with Vegetation in Shell Bars

ZHAO Yan-yun¹, HU Xiang-ming^{2,3}, LIU Jing-tao¹

(1. Shandong Province Key Laboratory of Eco-Environmental Science for Yellow River Delta, Binzhou

University, Binzhou, Shandong 256603, China; 2. Department of City and Environment, Binzhou University, Binzhou, Shandong

256603, China; 3. School of Safety Engineering, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

Abstract: The distribution patterns of soil microorganisms in five plant communities including *Phragmites australis*, *Boraginaceae*, *Limonium bicolor*, *Z. Macrostachys* and *Suaeda glauca* were studied at Wudi shell bars in Shandong Province. The results show that the orders of magnitude of bacteria, fungi and actinomycetes were 10^4 , 10^4 , and 10^2 , respectively, in all vegetation communities. The contents of bacteria, fungi and actinomycetes in August were approximately 0.45, 6.16, and 3.61 times higher than those in June, respectively. In the soil layer of 0—30 cm, the contents order of microorganisms in the vegetation communities followed a descending order as *Limonium bicolor* > *Z. Macrostachys* > *Suaeda glauca* > *Boraginaceae* > *Phragmites australis*. Bacteria dominated in *Z. Macrostachys* vegetation communities, while the majority of microorganisms were fungi and actinomycetes in plant communities of *Phragmites australis* and *Suaeda glauca*. The vegetation species and microorganisms were linearly correlated, with a highly significantly coefficient ($p < 0.001$).

Keywords: vegetation communities; microorganisms; distribution character; shell beach

土壤微生物是陆地生态系统中最活跃的成分, 它参与有机质的转化和菌根的形成, 在增进土壤肥力、促进物质循环和能量转换方面发挥着重要作用^[1]。土壤微生物数量组成不仅可以敏感地反映土壤环境质量的变化, 而且也是土壤生物活性的具体体现^[2]。已有的研究认为^[3], 土壤肥力的大小和季节性土壤

温湿度变化对微生物的数量、组成和分布有着深刻影响。而立地环境下植被群落的不同导致根系分布乃至根系分泌物的差异都会影响土壤中微生物的分布。目前, 国内外对农田、森林、草原的土壤微生物研究较多, 但滨海滩涂盐碱地土壤微生物的研究尚未受到重视, 迄今为止, 人们还不清楚这些地区的土壤微生物

收稿日期: 2011-04-07

修回日期: 2011-06-24

资助项目: 国家“十一五”林业科技支撑计划项目“盐碱地改良沿海防护林体系研究与示范”(2009BADB2B05); 滨州市 2009 年科学技术发展计划资助项目(滨科技字(2009)24 号); 滨州学院高层次人才科研启动项目(2006Y06); 滨州学院青年人才创新工程(BZXYLG200711); 国家自然科学基金项目(31100468)

作者简介: 赵艳云(1981—), 女(汉族), 山东省诸城市人, 硕士, 讲师, 研究方向为脆弱敏感区恢复生态学。E-mail: yanyun0602@126.com。

数量、种群结构、优势菌系以及植被群落与土壤微生物活动之间的关系。

山东省无棣、沾化县沿海分布着近千年来成陆过程中形成的世界上规模最大、保存最完整的贝壳堤,该贝壳堤及其周围的潮间湿地孕育了大量的野生珍贵动植物资源,生物多样性丰富,是鸟类迁徙的中转站和越冬、栖息、繁殖地^[4-5]。近年来,由于人为的干扰使得贝壳堤生态环境遭到严重破坏,其周围潮间湿地的动植物资源面临极大的威胁。本研究以无棣贝壳堤地区 5 种典型植被群落为研究对象,探讨其土壤微生物的时空分布特征,以期为该区域植被恢复工作和生物修复技术的研发提供基础资料。

1 研究区概况

研究区域位于无棣贝壳堤与湿地国家自然保护区,该贝壳堤岛位于山东省无棣县北部,渤海西南岸,西至漳卫新河,东至套尔河,北至浅海-3 m 等深线,南至张山子—李山子—下泊头—杨庄子一线。地理位置为 37°54'30"—38°19'10"N, 117°45'08"—118°05'37"E。境内北部分布两列古贝壳堤,第 1 列在埕口镇以北,位于张家山子—李家山子—下泊头—杨庄子一线,长近 40 km,埋深 0.5~1.0 m,贝壳层厚 3~5 m,形成于全新世中期,距今约 5 000 a;第二列位于埕口镇东北,位于大口河—旺子堡—赵砂子一线,长近 22 km,由 40 余个贝壳岛组成,岛宽 100~500 m,贝壳层厚 3~5 m,属裸露开敞型,形成于全新世晚期,距今 2 000~1 500 a。两堤均与河北省的贝壳堤相连。

2 材料与方法

2.1 样品采集

分别于 2008 年 6 和 10 月在贝壳堤岛地区选择芦苇 (*Phragmites australis*),砂引草 (*Boraginaceae*),二色补血草 (*Limonium bicolor*),大穗结缕草 (*Z. Macrostachys*),碱蓬 (*Suaeda glauca*) 共 5 种典型植被群落,随机设置 1 m×1 m 小样方 5 个,记录样方内出现的物种数,并挖取贝沙土样,取样深度分别为 0—10 cm,10—20 cm,20—30 cm,30—40 cm,40—50 cm,重复 3 次,混合均匀后,采用四分法取 500 g 土样带回实验室,过 2 mm 筛放入冰箱中 4 ℃ 冷藏保存备用。

2.2 微生物数量测定

微生物各类群数量的测定方法采用的稀释平板法,细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基,真菌采用马丁孟加拉红培养基培养基,放线菌采用改良的高氏一号培

培养基。每种类群选用 3 个稀释度(细菌采用 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} 共 3 个稀释度,真菌采用 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} 共 3 个稀释度,放线菌采用 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} 共 3 个稀释度)。接种后,待培养基凝固后倒置于恒温培养箱内 28~30 ℃ 培养,分别于培养的第 2、7 和 12 d 对细菌、真菌和放线菌进行计数,每个稀释度重复 3 次。

2.3 微生物计数

微生物的数量选择平均菌落数在 30~300 之间的稀释度,乘以稀释倍数报告之,得到每 1 g 干土所含的微生物数量 = 微生物数量 × 稀释度 / 土重。

3 结果与分析

3.1 贝壳堤地区微生物空间分布特征

微生物数量是衡量微生物生长的重要指标。表 1 给出了贝壳堤地区土壤中细菌、真菌和放线菌含量状况。由表 1 可以看出,贝壳堤土壤微生物种类数量差异显著,细菌是优势类群,数量远大于放线菌和真菌。真菌含量最少,数量在 5 个土层深度上占 3 大类群微生物总数的 0.3%~0.7%,这与真菌嗜酸,而细菌和放线菌在中性或碱性土壤中分布的数量较多有关^[6],贝壳滩脊靠近海岸,土壤呈弱碱或强碱性,所以真菌的数量分布较少。同时,细菌、放线菌和真菌的数量级分别为 10^4 , 10^4 和 10^2 ,与其它沙地相比,微生物数量偏少^[7],但与天津滨海盐碱地土壤内的微生物数量级相似^[8]。此外,3 大类群的微生物含量均呈现随土层深度而含量递减的趋势,差异都达显著水平 ($p < 0.05$)。

表 1 贝壳堤地区微生物分布状况 10^4 cfu/g

土层深度/cm	细菌	真菌	放线菌	合计
0—10	12.77	0.078	2.11	14.95
10—20	11.91	0.058	1.54	13.50
20—30	8.85	0.048	1.60	10.50
30—40	5.78	0.028	1.36	7.16
40—50	3.87	0.038	0.98	4.88

3.2 贝壳堤地区微生物时间分布特征

土壤微生物的数量与其生长环境的温度、水分和土壤生境息息相关。不同月份,贝壳堤地区的温湿度不同。图 1—3 给出的是贝壳堤地区在 6 和 8 月份的微生物含量,由图中可以看出,除细菌在 20—30 cm 土层的含量相差不大外,细菌在 0—20 cm,30—50 cm 土层,真菌和放线菌在 0—50 cm 土层,8 月份均比 6 月份的含量有所增加。这与 8 月正处于夏季,贝壳堤地区降水充沛,温度较高,有利于土壤微生物的

生长繁殖有关,同时也说明 8 月份微生物在土壤物质循环和提高土壤肥力等方面发挥了重要作用。通过对 6 和 8 月份的土壤微生物进行统计发现 0—30 cm

土层的细菌、真菌和放线菌含量在 8 月份分别比 6 月份增加了 0.45、1.16 和 3.67 倍。

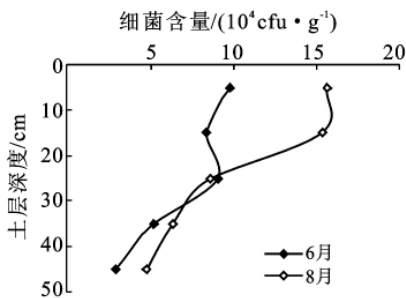


图 1 细菌数量的季节变化

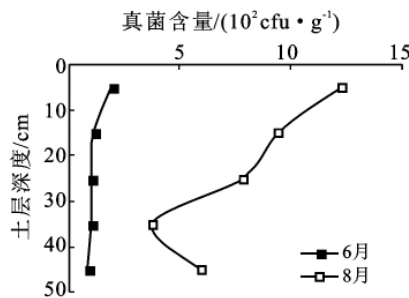


图 2 真菌数量的季节变化

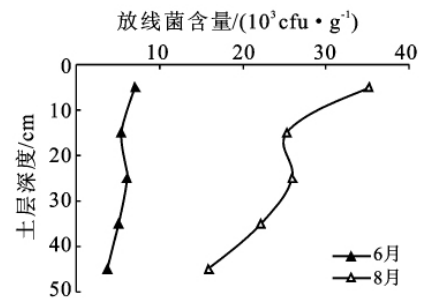


图 3 放线菌的季节变化

3.3 不同植被群落下土壤微生物状况

由表 1 可以看出,不同植被类型 3 大类微生物总量大小次序依次为:二色补血草 > 大穗结缕草 > 碱蓬 > 砂引草 > 芦苇。究其原因,可能与不同植被类型在贝壳堤岛上的分布位置、植物根系的分布状况以及土壤养分含量和土壤的酸碱度有关。

3.3.1 不同植被群落下土壤细菌的数量特征 从不同群落细菌的数量来分析(表 2) 0—30 cm 土层中细菌的含量在不同植被类型中具有明显差异,含量大小次序为:二色补血草 > 大穗结缕草 > 碱蓬 > 砂引草 > 芦苇。二色补血草群落与芦苇群落和砂引草群落差异达显著水平($p < 0.05$),但与大穗结缕草和碱蓬群落差异不显著。

表 2 不同植物群落 0—30 cm 土层微生物含量状况

植被群落	细菌/ ($10^4 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$)	真菌/ ($10^2 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$)	放线菌/ ($10^3 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$)
芦苇	6.55 ± 4.41^a	5.46 ± 4.62^{ab}	14.63 ± 12.67^{ab}
砂引草	7.73 ± 6.65^{ac}	1.09 ± 0.53^a	8.50 ± 6.85^a
二色补血草	19.42 ± 14.76^b	12.88 ± 10.58^b	34.82 ± 25.26^b
大穗结缕草	17.96 ± 5.10^{bc}	5.29 ± 5.10^{ab}	17.43 ± 16.53^{ab}
碱蓬	10.70 ± 8.07^{abc}	8.15 ± 8.69^{ab}	23.62 ± 25.45^{ab}

注:表中不同小写字母表示在 $p < 0.01$ 水平关系显著。

3.3.2 不同植被群落下土壤真菌的数量特征 从土壤真菌数量特征进行分析(表 2),不同植被群落中,二色补血草群落的真菌含量最多,分别是芦苇、砂引草、大穗结缕草、碱蓬群落的 2.36, 11.82, 2.43 和 1.58 倍。在 0—10 cm, 10—20 cm, 20—30 cm 土层上分别是其它植被群落的 1.08 ~ 13.81 倍, 1.73 ~ 12.98 倍, 2.02 ~ 36.22 倍。

3.3.3 不同植被群落下土壤放线菌的数量特征 从放线菌数量特征来看(表 2),砂引草群落 0—30 cm 土层的放线菌含量最低,是二色补血草群落放线菌含

量的 24.41%, 两者的差异达显著水平 ($p < 0.05$)。而从 0—10 cm, 10—20 cm, 20—30 cm 各土层看,砂引草群落放线菌含量分别占其它群落含量的 21% ~ 95%, 30% ~ 95%, 19% ~ 87%。

3.3.4 不同植被群落的微生物组成比例 不同植被群落中,细菌所占的比例最大,约占微生物总数的 81.2% ~ 90.9%。放线菌次之,约占微生物总数的 8.8% ~ 18.1%,真菌的比例最少,仅占微生物总数的 0.1% ~ 0.7%。对于细菌所占微生物总数的百分比来说,大小顺序依次为:大穗结缕草 > 砂引草 > 二色补血草 > 碱蓬 > 芦苇,对于放线菌所占微生物总量的百分比来说,大小顺序依次为:芦苇 > 碱蓬 > 二色补血草 > 砂引草 > 大穗结缕草;但对于真菌所占的百分比来说,顺序则为:芦苇 > 碱蓬 > 二色补血草 > 大穗结缕草 > 砂引草。由此可以看出,大穗结缕草群落中细菌所占的百分比比较大,这可能与大穗结缕草群落中土壤含水量较高,而细菌喜欢湿润的环境有关。芦苇和碱蓬群落相比其它群落中放线菌和真菌所占的比例大,这可能与群落中枯落物的物质组成和理化性状有关。

3.4 植被群落物种数与土壤微生物的关系

利用不同群落调查样方中的物种数与 0—30 cm 土层的微生物含量进行拟合发现,群落中土壤的微生物含量与物种数关系密切,细菌、真菌、放线菌的含量与植被群落的物种数之间均呈线性直线关系,相关性达极显著水平 ($p < 0.001$),说明物种数越多,土壤微生物含量越高。

4 结论

土壤微生物是维持土壤质量的重要部分,对土壤中动植物残体和有机质的分解、生物化学循环和土壤结构的形成过程起着重要的作用。目前,有关微生物

数量动态的研究报道较多,不同土地利用方式、植被类型,土壤微生物类群、细菌、真菌和放线菌数量差异显著。总的来说,细菌繁殖简单而且迅速,在不同立地条件下,细菌以优势菌群存在且占主导地位,贝壳堤地区的土壤中细菌类群分布最多,这与其它学者的研究结果一致^[7-10]。同时,根系是微生物分布的活跃区域,贝壳堤地区的土壤基质以粒径较粗的贝壳沙和粉沙为主,地下水位低,海水倒灌容易导致随土层加深土壤盐碱程度迅速增加,不利于植物根系往土层深层生长,所以该地区土层中的微生物类群均呈现随土层加深而逐渐递减的趋势。根据以往研究^[7-9],沙地的细菌、真菌和放线菌的数量级在 10^6 , 10^5 和 10^6 , 贝壳堤地区的细菌、放线菌和真菌的数量级分别为 10^4 , 10^4 和 10^2 , 含量较少,但与天津市滨海盐碱地土壤内的微生物数量级相似^[8],通过对贝壳堤微生物的数量 (Y) 与土壤盐害程度 (pH 值, X) 进行研究,其关系式符合:

$$Y = -266.82 \ln X + 570.67 \quad (R^2 = 0.624, p < 0.05)$$

此外,8月贝壳堤地区处于夏季,土壤环境干旱,所以放线菌和真菌两类耐旱的微生物类群增加幅度较大,而细菌较喜欢湿润的环境,尽管夏季降水能够提供较多的地表水,但由于贝壳沙持水能力较小,空气干燥,贝壳沙中存在透水较快而持续干旱的现象,因此8月细菌含量相比于6月增加幅度不大。

众多研究表明^[10],不同植被类型通过改变凋落物数量和组成影响土壤理化性质,进而改变微生物群落的组成和活性,影响土壤微生物的生长和繁殖。本研究发现,不同植被类型中,0-30 cm 土层中,二色补血草的微生物含量最多,芦苇群落最少,这与调查区域芦苇群落凋落物数量较少且多分布于滩脊上,贝壳沙中含水量较少,导致细菌含量少有关。在3大类微生物类群中,砂引草群落中的真菌和放线菌含量最低,与二色补血草差异均达显著水平 ($p < 0.05$); 大穗结缕草群落中,细菌所占的百分比比较大;而芦苇和碱蓬群落相比其它群落中放线菌和真菌所占的比例大,

究其原因,可能与植被群落在贝壳堤岛的位置,物种组成、凋落物数量、理化性质以及土壤生境条件有一定的关系,这有待于进一步深入研究。此外,本研究通过对所有植被群落中出现的物种数和土壤的微生物含量进行研究,发现细菌、真菌、放线菌的含量与植被群落的物种数之间均呈线性直线关系,相关性达极显著水平 ($p < 0.001$),说明物种数越多,土壤微生物含量越高。

[参 考 文 献]

- [1] Zelles L. Fatty acid patterns of phospholipids and lipopolysaccharides in the characterization of microbial communities in soil: A review [J]. *Biol. Fertil. Soils*, 1999, 29(2): 111-129.
- [2] 龙健,黄昌勇,腾应,等. 我国南方红壤矿山复垦土壤的微生物特征研究 [J]. *水土保持学报*, 2002, 16(2): 127-132.
- [3] 徐阳春,沈其荣,冉炜. 长期免耕与施用有机肥对土壤微生物生物量碳、氮、磷的影响 [J]. *土壤学报*, 2002, 39(1): 89-96.
- [4] 潘怀剑,田家怡,谷奉天. 黄河三角洲贝壳沙海岛与植物多样性保护 [J]. *海洋环境科学*, 2001, 20(3): 54-59.
- [5] 赵艳云,田家怡,孙景宽,等. 滨州北部贝壳沙堤生物多样性现状及影响因素的研究 [J]. *水土保持研究*, 2010, 17(2): 136-140.
- [6] 林飞龙,何鹏,吴炳孙. 海南省西部地区橡胶园土壤生物学特征与土壤类型关系初探 [J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(19): 9084-9086.
- [7] 王素娟,苏和,高丽. 库布齐沙地土壤微生物数量初步研究 [J]. *中国草地学报*, 2008, 30(6): 89-93.
- [8] 孙佳杰,尹建道,解玉红,等. 天津滨海盐碱土壤微生物生态特性研究 [J]. *南京林业大学学报: 自然科学版*, 2010, 34(3): 57-61.
- [9] 吴永胜,哈斯,李双权,等. 毛乌素沙地南缘沙丘生物结皮中微生物分布特征 [J]. *生态学杂志*, 2010, 29(8): 1624-1628.
- [10] 刘爽,王传宽. 五种温带森林土壤微生物生物量碳氮的时空格局 [J]. *生态学报*, 2010, 30(12): 3135-3143.