南极长城站地区土壤微生物 生态作用的初步探讨*

肖昌松 刘大力 周培瑾

(中国科学院微生物研究所, 北京 100080)

摘要 从南极长城站附近联合采样 13 个,并进行了土壤微生物的数量统计与种类鉴定。氨化细菌的菌量为 $10^4 \sim 10^6$ cells/g,共 7 个属:微球菌属(*Micrococcus*),葡萄球菌属(*Staphylococcus*),假单胞菌属(*Pseudomonas*),芽孢杆菌属(*Bacillus*),产碱菌属(*Alcaligenes*),黄杆菌属(*Flavobacterium*),节杆菌属(*Arthrobacter*);固氮细菌菌量为 $10^5 \sim 10^7$ cells/g,仅一个固氮菌属(*Azotobacter*);硝化细菌一般为 10^4 cells/g,分属两个属:硝化杆菌属(*Nitrobacter*),硝化球菌属(*Nitrococcus*);真菌为 10^3 cells/g,分属 5 个属:青霉菌属(*Penicillium*),金孢霉菌属(*Chrysosporium*),枝孢霉菌属(*Cladosporium*),曲霉菌属(*Aspergillus*),散囊菌属(*Eurotium*),反硝化菌为 $10^2 \sim 10^4$ cells/g,分属 3 个属:假单胞菌属(*Pseudomonas*),微球菌属(*Micrococcus*),芽孢杆菌属(*Bacillus*);放线菌分属 3 个属:链霉菌属(*Streptomyces*),小单孢菌属(*Micromonospora*),和诺卡氏菌属(*Nocardia*)。联采样品 12°C 培养的出现率主要类群是:假单胞菌属(42%),芽孢杆菌属(35%),微球菌属(31%),节杆菌属(27%),青霉菌属(58%),枝孢霉菌属(54%),硝化杆菌属(81%),固氮菌属(88%),反硝化细菌中主要是假单胞菌属(58%),芽孢杆菌属(38%)。文中还讨论了微生物菌量与土壤总碳、总氮的相关性及其在该地区氮循环中的生态学作用。

关键词 南极,长城站,微生物数量,生态作用

Preliminary approach on the soil microbial ecological effect in the Great Wall Station area, Antarctic / Xiao Changsong, Liu Dali, Zhou Peijin // CHINESE BIODIVERSITY. —1995,3(3):134~138

Soil microbes collected from Great Wall Station area in Antarctica were studied. Results showed that the total number of ammonification bacteria was $10^4 \sim 10^6$ cells/per gram of soil. Ammonification bacteria belong to 7 genera, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*. The total number of nitrogen-fixing bacteria was $10^5 \sim 10^7$ cells/g, which included only *Azotobacter*. The total number of nitrobacteria was 10^4 cells/g, and this nitrobacteria included *Nitrobacter* and *Nitrococcus*. The total number of fungi was 10^3 cells/g, such fungi belong to 5 genera, *Penicillium*, *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* and *Eurotium*. The total number of denitrifying bacteria was $10^2 \sim 10^4$ cells/g, This bacteria were *Pseudomonas*, *Bacillus* and *Micrococcus*. Actinomycete were also identified *Streptomyces*, *Micromonospora* and *Nocardia*. The appearing rate of psychrophilic microbes (growing below 12°C) are 42% for *Pseudomonas*, 35% for *Bacillus*, 31% for *Micrococcus*, 27% for *Arthrobacter*, 58% for *Penicillium*, 54% for *Cladosporium*, 81% for *Nitrobacter* and 88% for *Azotobacter*; denitrifying bacteria are 58% for *Pseudomonas* and 38% for *Bacillus*. The relationship between soil microbes and total C and N of soil samples, and the ecological effect of soil microbes participating nitrogen cycle in this area were also discussed.

Author's address Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080

Key words Antarctica, Great Wall Station, Number of microbes, Ecological effect

收稿日期:1994-09-27;接受日期:1994-12-17

* 国家“八五”南极重点地区陆地生态系统研究项目。国家自然科学基金资助项目。

南极以其独特的自然条件和丰富的资源吸引着各国微生物学家。鉴于南极陆地生态的独特性及其在生态学研究中的意义,几乎所有国家的南极考察机构都曾以不同方式对南极微生物生态进行研究,普遍认为微生物在南极地区陆地生态系统中的物质循环过程中起着重要的作用^[1-3]。我国对南极微生物的生态学研究尚属首次,本研究以南极陆地土壤微生物为研究对象,用生态学的观点和方法探讨了土壤微生物在南极陆地氮循环过程中的作用。

1 材料与方法

1.1 样品采集。1992 年 12 月~1993 年 3 月(南极夏季),在中国南极长城站周围地区以 25×25cm 的面积选择土壤成熟较好,地衣、苔藓相对较多的地点,挖取若干克土壤置于-20℃下保存。

1.2 菌的分离与菌量统计。培养基: PYG 培养基,马丁培养基,反硝化培养基,硝酸盐还原培养基以及无氮培养基^[4]。分离和计数: 氨化细菌,真菌,放线菌,固氮细菌的分离采用稀释法,涂布接种固体平板上,置 12℃下培养 7 天后计菌落数,硝化细菌,反硝化细菌采用 MPN (Most-probable Number) 法进行^[4],12℃下培养,根据试管生长情况计算最大可能数量。

1.3 菌株的鉴定。根据《一般细菌常用鉴定方法》^[5],《伯杰氏系统细菌学手册》^[6],《常见与常用真菌》^[7],以及《放线菌的分类和鉴定》^[8],进行菌株鉴定。

1.4 土壤样品的化学分析。根据《土壤理化分析》^[9]进行,所有样品分析结果由中国科学院南京土壤研究所地理研究室提供。

2 结 果

图 1 南极长城站地区联采样品中微生物的数量

Fig. 1 The number of microbes in samples collected from the Great Wall Station area in Antarctica.

2.1 土壤微生物的菌量

在中国南极长城站附近采集 13 个样品,进而分成 26 个样品进行了微生物的数量统计,其结果如图 1 所示,氨化细菌的菌量一般为 $10^4 \sim 10^6$ cells/g,固氮细菌为 $10^5 \sim 10^7$ cells/g,反硝化细菌为 $10^2 \sim 10^4$ cells/g,硝化细菌约为 10^4 cells/g,真菌约为 10^3 cells/g。

2.2 菌株的鉴定及出现率

表 1 南极长城站地区联采样品中土壤微生物所在的属名和出现率

Table 1 The appearing rate and genera of soil microbes in samples collected from the Great Wall Station area in Antarctica.

菌的属名 Genera of microbes		样 品 编 号 Sample number													出现率 % Appearing rate
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		A B	A B	B	A B C	A B	A B	A	A B	A B C	A B C	B	A B	A B	
氨化细菌 Ammonification bacteria	微球菌属 <i>Micrococcus</i>	+	+		+		+	+					+	++	31
	葡萄球菌属 <i>Staphylococcus</i>			+				++			+			+	19
	假单胞菌属 <i>Pseudomonas</i>	++		+		+	++		+			+	+	+	42
	芽孢杆菌属 <i>Bacillus</i>			+	+		+		++	+		+	+	+	35
	产碱菌属 <i>Alcaligenes</i>		+				+		+		+				15
	黄杆菌属 <i>Flavobacterium</i>	+								+			++		15
	节杆菌属 <i>Arthrobacter</i>		+		+					+	++	+		+	27
真菌 Fungi	青霉菌属 <i>Penicillium</i>	+	+	+	+	+		+		+	++	+	++	+	58
	金孢霉菌属 <i>Chrysosporium</i>			+											4
	枝孢霉菌属 <i>Cladosporium</i>	+	+	++		+	++		++	++	+		+	+	54
	曲霉菌属 <i>Aspergillus</i>				+				+		+		++		19
	散囊菌属 <i>Eurotium</i>	++	+		+										15
	链霉菌属 <i>Streptomyces</i>					+					+		+		12
放线菌 Actinomycete	小单孢菌属 <i>Micromonospora</i>					+									4
	诺卡氏菌属 <i>Nocardia</i>												+		4
	微球菌属 <i>Micrococcus</i>				+								++		12
反硝化细菌 Denitrifying bacteria	假单胞菌属 <i>Pseudomonas</i>	+++			++	+			+++		+++		++	+	58
	芽孢杆菌属 <i>Bacillus</i>	+	++			++				+	++++				38
	硝化杆菌属 <i>Nitrobacter</i>	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	81
硝化细菌 Nitrobacteria	硝化球菌属 <i>Nitrococcus</i>						++	++		+			+	+	27

(续表 1) 固氮细菌 Nitrogen fixing bacteria	固氮菌属 <i>Azotobacter</i>	+++++++ +++ ++++++ ++++++++	88
---	----------------------------	--------------------------------------	----

* A: 凋落物 Withered and fallen matter, B: 土壤层 Upper layer of soil (about 10 cm), C: 土壤深层 Deep layer of soil (about 20 cm)

南极长城站地区联采样品通过菌量统计, 菌落, 形态观察, 反复纯化后进行了鉴定(表 1)。氨化细菌分属于 7 个属: 微球菌属, 葡萄球菌属, 假单胞菌属, 芽孢杆菌属, 产碱菌属, 黄杆菌属和节杆菌属, 它们在该地区出现的机率, 其高低顺序为假单胞菌属(42%), 芽孢杆菌属(35%), 微球菌属(31%), 节杆菌属(27%), 葡萄球菌属(19%)及产碱菌属和黄杆菌属分别为 15%, 这些氨化细菌同国外报道^[1,2]以弧菌属, 产碱菌属, 假单胞菌属, 芽孢菌属为主有些差别, 但优势菌属基本一致; 真菌为 5 个属: 青霉菌属, 金孢霉菌属, 枝孢霉菌属, 曲霉菌属和散囊菌属, 其出现率分别为 58%, 4%, 54%, 19%, 15%, 优势菌属与有关报道也有相似之处^[10]。放线菌分属 3 个属: 链霉菌属, 小单胞菌属和诺卡氏菌属, 它们在该地区出现率不高, 菌量很低, 无法统计, 但与有关报道^[1]在南极存在这几个属有相同之处。反硝化细菌为 3 个属: 微球菌属, 假单胞菌属和芽孢菌属, 它们的出现率分别为 12%, 58%和 38%。硝化细菌为 2 个属: 硝化杆菌属和硝化球菌属, 硝化杆菌属占绝对优势, 出现率为 81%, 固氮细菌仅一个固氮菌属, 出现率为 88%, 这些也与有关资料^[1,2]相一致。

2.3 样品中化学分析

表 2 南极长城站地区联采样品化学分析结果

Table 2 Results of chemical analysis of samples collected in the Great Wall Station area of Antarctica.

样品编号 Sample number	有机质 TOC (%)	总 N Total nitrogen (%)	碱性 N Alkali nitrogen mg/100g	NO ₃ ⁻ mg/100g	NO ₂ ⁻ mg/100g	pH
1	1.40	0.070	8.50	1.460	trace	6.51
2	4.97	0.223	21.23	0.338	0.0121	6.84
3	2.96	0.150	17.96	0.234	0.0180	7.16
4	8.36	0.439	29.81	1.962	0.0218	6.84
5	1.32	0.061	7.920	0.230	0.0089	7.22
6	3.86	0.167	14.48	0.366	0.0078	6.42
7	1.40	0.070	8.50	1.460	trace	6.51
8	20.58	1.020	69.68	1.245	0.0089	5.25
9	4.81	0.259	24.28	0.406	0.0060	5.33
10	5.62	0.290	26.10	2.559	trace	5.20
11	1.22	0.069	8.5	2.559	trace	5.24
12	2.41	0.112	10.71	0.335	0.0158	6.76
13	3.74	0.158	16.37	0.485	0.0071	6.56

* 中国科学院南京土壤研究所提供
Data supplied by Institute of soil science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing.

由表 2 可知, 联采样品中有机质含量相当高, 13 个样品的平均值为 4.82%, 不同样品中因植被盖度, 优势类型不同, 土壤有机质的差异也很大, 最高可达 20.58%, 而最低只有 1.22%。在同一样品内土壤的总氮量与土壤有机质含量之间存在着相关性, 相关系数达 0.998 的极显著水平。同样土壤中碱解氮的含量与有机质含量之间的相关系数也达 0.990。表明总氮及碱解氮绝大多数为有机态氮, 无机硝态氮 NO₃⁻ 与 NO₂⁻ 之间相关性不显著, 样品 8, 9, 10, 11, 显酸性, 其它样品中土壤显弱酸性到中性 pH 5.22~7.22, 平均 pH 值为 6.3。

3 讨 论

于南极长城站地区采集 13 个土壤样品,从微生物角度分成 26 个样品进行了土壤微生物的分析,由图 1 可见,该地区土壤微生物种类广且数量也不低,各类菌量虽有不同,但同一类群在不同样品中其菌量差别也不大。不同土壤深度的菌量也无明显差异。显然,这与样品采集点土壤成熟较好,正值南极夏季,湿度大和温度适宜有关。在所有样品中其优势菌类(表 1)如氨化细菌中假单胞菌属(42%),芽孢杆菌属(35%);真菌中青霉菌属(58%),枝孢霉菌属(54%);反硝化细菌中硝化杆菌属(81%),固氮菌属(88%),与有关报道^[1,2,10]非常相似。以上菌类是该地区土壤微生物的代表菌群。然而在所有样品中却未能分离到亚硝化细菌,其主要原因可能与样品中 NO_2^- 含量极低有关(表 2),也可能由于我们的分离、培养技术还不够完善。

纵观样品中有机质含量较高,加之同一土壤样品中总碳与总氮量有一定的相关关系,造成微生物生长的良好环境,这从图 1 和表 2 中可以看出,虽然多数样品中微生物数量与总氮和总碳量相关,但不明显,甚至有完全不相关的现象。样品 8 中总碳达 20.58%,可菌量与其它样品中菌量相比较,却没有明显倍数关系,也许是由于样品中包括着许多有机质成份,如藻类、地衣等死亡细胞的原故。

微生物参与自然界的氮循环过程是众所周知的事实^[3]。陆地生态环境中,由于大多数氮化物可溶,可挥发和易分解,相当一部分氮是以氨或硝酸盐形式存在于土壤中,也可通过固氮细菌的固定而形成有机氮或无机氮进入土壤,然后经历着有机氮的矿化和无机氮的同化以及硝化与反硝化作用而进行氮循环。我们分离到的土壤微生物类群,既有氨化细菌和固氮细菌,还有硝化细菌和反硝化细菌,同时还有一些真菌和放线菌,虽然未能分离出亚硝化细菌,但放线菌和假单胞菌等也可促进硝化作用^[1]。这些微生物参与南极地区土壤的无机氮与有机氮的互相转化复杂过程,对南极长城站地区土壤的成熟过程起着一定的催化作用,但是,要真正阐明它们的作用程度,需要借助分子生物学技术,通过实验室模拟生态试验等^[3]。做更深入的工作去研究和探讨。

致谢: 中国科学院南京土壤研究所地理研究室史学正先生,陈杰先生提供土壤样品化学分析结果,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 Vincent W F, Microbial ecosystems of Antarctica. Cambridge: Cambridge University Press, 1988
- 2 Russell N J, Physiology and molecular biology of psychrophilic micro-organism. In: R A Herbert, R J Sharp (eds.), *Molecular Biology and Biotechnology of Extremophiles*, Suffolk: St Edmundsbury Press, 1992, 203~224
- 3 Levin M A, R J Seidler, M Rogul (eds.), *Microbial ecology: principles, methods, and applications*. New York: McGraw-Hill, Inc. 1992
- 4 许光辉,郑洪元,土壤微生物分析方法手册. 北京:农业出版社,1986
- 5 中国科学院微生物研究所细菌分类组编著,一般细菌常用鉴定方法. 北京:科学出版,1978
- 6 Krieg N R (ed.), *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Baltimore: Williams and Wilkins Co. 1984, 1
- 7 中国科学院微生物研究所《常见与常用真菌》编写组编著,常见与常用真菌. 北京:科学出版社,1973
- 8 阎逊初编著,放线菌的分类和鉴定. 北京:科学出版社,1993
- 9 中国科学院南京土壤研究所编著,土壤理化分析. 上海:上海科技出版社,1978
- 10 孔华忠等,南极乔治王岛的丝状真菌. 真菌学报,1991,10:(1):57~60