

岩面和原始土壤微生物区系的研究*

汪 静 琴

摘 要

本文研究了原始成土过程中岩石表面和原始土壤的微生物区系。原始成土过程,是和微生物分布、活动紧密相联系的。岩面,主要是染有岩漆、生长地衣的岩面,以及原始土壤中,通常定居着大量的微生物。异养微生物中,细菌占优势,主要是产生黄色、橙色和玫瑰色色素的无孢子杆菌和球菌,霉菌和放线菌较少。微嗜氮菌和硝化菌广泛分布在供试样品中,而自生固氮菌和纤维分解菌只出现在南方石灰岩地区生长地衣的岩面及原始土壤中。微生物通过产酸,溶解岩体中的矿物,利用这些矿物作为养料。

在裸露的岩石表面,定居着许多微生物、地衣和苔藓。这些岩生生物同物理、化学因素一起,改变着岩石的结构和组织,从而开始了原始土壤形成过程。它所形成的土壤,叫做原始土壤。

关于岩生生物在原始成土过程中的作用,过去的报导甚少^[1]。自1963年以来,朱显谟研究员曾先后根据太白山等山区原始土壤研究结果,将原始成土过程分为四个时期,并对岩生生物的演替及岩生生物与原始成土过程之间的相互关系作了报导^[2,3]。本文是这项工作的另一部分,主要论述原始成土过程中岩面和原始土壤微生物区系的研究结果。

材 料 和 方 法

近几年,曾分别从天山冰川、峨眉山、太白山、长白山、贺兰山、黄山、新疆戈壁、冀北山区、江苏平原和南方石灰岩丘陵地区等地采集了各种类型的岩块和原始土壤供研究用。

所采集的岩块包括染有岩漆的岩块和生长着地衣的岩块。分析前,用无菌小刀刮取岩面一定面积,随后将刮取物加入到装有无菌水的瓶中,供分析用。微生物数量以每平方厘米刮取物质中的多少表示。

原始土壤样品,直接加入装有无菌水的瓶中,供分析用。微生物数量以每克干土中的多少表示。

各类微生物数量分析,按常规方法进行^[4]。从最高稀释平板上,挑取异养优势细菌和霉菌,并按贝吉手册^[5]和土壤真菌手册^[6]分别鉴定。

* 本工作曾得到朱显谟研究员的关心和指导,谨致谢忱。

结 果 和 讨 论

一、自养型微生物在岩石表面的分布

岩漆时期是原始成土过程的始发阶段^[8]。这一时期的着生生物主要是自养生物。岩石表面化能自养型细菌的分析表明(表1), 在许多的岩石表面, 都能查着硫化细菌、

表1 岩石表面的无机化能自养型细菌

样 本	数 量	出现自养型细菌的样本数			采 集 地 区
		硝化细菌	硫化细菌	铁 细 菌	
石 英 岩	2	0	0	0	太 白 山
千 枚 岩	2	0	2	1	
玄 武 岩	1	0	0	0	新 疆 戈 壁
玄武岩岩漆	6	3	4	2	
砂 岩	4	1	1	1	贺 兰 山
砂岩岩漆	4	2	3	1	
凝 灰 岩	2	0	0	0	黄 山
凝灰岩岩漆	2	1	2	1	
玄 武 岩	4	1	2	0	长 白 山
玄武岩岩漆	6	3	4	2	
板 岩	2	0	0	0	天 山 冰 川
板岩岩漆	5	2	2	1	
花 岗 岩	1	0	0	0	江 苏
砂岩岩漆	2	1	2	1	
中性侵入岩岩漆	4	2	4	2	峨 眉 山
石 英 岩	4	0	1	0	印 度*
总 计	51	16	27	12	

*自国外采集

硝化细菌和铁细菌,只是数量很少。它们在岩漆上的分布比在没有岩漆的岩面要广泛,在岩漆上出现的机率约为50—80%。

化能自养型细菌的特点,是能分别氧化各自适合的还原态无机物质,从而获得同化二氧化碳为有机物质所需要的能量,因而能在缺乏有机物质的岩面生活。它们在氧化过程中形成的酸,对岩石会发生溶解作用和化学反应,从而破坏岩面结构。硝化细菌氧化来自空气和雨水中的氨成为硝酸,后者与灰岩作用形成水溶性硝酸钙。水溶性硝酸钙从岩石上淋失后,留下由疏松的硅质颗粒组成的粉末物质残渣^[7]。

我们用小刀刮取岩漆制片,并用显微镜直接检查,可以很容易查明,在玻片上,除有微生物细胞外,还有许多光能自养型微生物——藻类。曾测定太白山花岗岩黑色岩漆中的氨态氮,为8—12ppm。这些观察也可用以说明自养型微生物(包括藻类)在岩面上的广泛分布及其对岩石的作用。

我们在南方地区调查时,曾见到陆生藻类中的念珠藻(*Nostoc commune*)的广泛分布。这种藻具有独特的耐旱特性,并在其重新吸水后,又能很快恢复呼吸作用、光合作用和固氮作用^[8]。正是这种生理性状使得它总是最先生长在光秃秃的石灰岩表面和干湿不定的地表,成为光合固碳、固氮的生命先锋和土壤肥力的开拓者。

藻类和化能自养型细菌在各种岩面上繁衍发育,生生死死,积累了有机物质。尽管这些有机物质质量少,但也能作为异养微生物在岩面上生长发育提供营养物质。

二、异养型微生物在岩石表面的分布

从表2可以看出,不论何种岩石,定居在岩漆中的异养型微生物数量,总是较没有岩漆的岩面上要多。微生物中,以细菌最多,1 cm²岩面刮取物中达数十万、甚至数百万个;霉菌很少。在少数样品中,有放线菌和酵母菌出现(表2)。

还观察到,岩面上的微生物分布也随岩块特性、岩漆多少而有变化。凡属成分单一、均质、致密、透水性不良和物理风化不明显的岩体,如石英岩、白云石,在它们的岩面上,形成的岩漆不明显,微生物也稀少。

从表2还可以看出,随着地衣在岩面上的出现和蔓延,厚层的地衣有助于把降水和岩面的凝结水保蓄起来,形成了一个较适于微生物滋生繁衍的小生态环境。因而在生长地衣的岩面上,微生物数量远较没有地衣生长的岩漆上多得多。

研究说明,岩漆及后来生长有地衣的岩面上的优势异养细菌,主要是产生黄色、橙色和玫瑰色色素的无芽孢杆菌和球菌。按细菌学特征,这些细菌应归类为短杆菌属(*Brevibacterium*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)、黄单胞菌属(*Xanthomonas*)和微球菌属(*Micrococcus*);优势的霉菌是曲霉(*Aspergillus*)、青霉(*Penicillium*)、木霉(*Trichoderma*)、毛霉(*Mucor*)、头孢霉(*Cephalosporium*)和交链孢霉(*Alternaria*)等属。

孢子杆菌属(*Bacillus*)则常出现在新鲜岩面上。

各类微生物生理群的数量分析,见表3。在岩漆和生长地衣的岩石表面,微嗜氮菌广泛分布,而自生固氮菌和纤维分解菌只在南方石灰岩并长有地衣的岩面上出现。在一些样品中,在分离自生固氮菌的无氮培养基上,还常见到硅酸盐细菌。它们具有固氮作

表2 岩石表面异养微生物的数量和类群组成 (千/cm²)

地 区	样 本	细 菌	放 线 菌	霉 菌	酵 母 菌
新疆戈壁	玄武岩	3.2	0	0.1	0
	玄武岩	3.3	0	0	0
	玄武岩岩漆	105.0	0	0.1	0
贺 兰 山	砂 岩	1.9	0	0	0.2
	砂岩岩漆	5,184.0	0	1.2	0
黄 山	凝灰岩	1.5	0	0	0
	凝灰岩岩漆	15.0	0	0	0.5
长 白 山	玄武岩	9.0	0	0	0
	玄武岩岩漆	218.0	0.1	2.4	0
	地衣下的玄武岩	2,976.0	3	45.0	0
天山冰川	板 岩	1.2	0	0	0
	板岩岩漆	390.0	0	0.1	0
	地衣下的板岩	552.0	0.1	0.1	0.9
太 白 山	石英岩	0	0	0	0
	千枚岩	8.8	0	0	0
冀北山区	花岗片麻岩	0	0	0	0
	地衣下的花岗片麻岩	4.2	1	0.1	0
江 苏	花岗岩	0.9	0	0	0
	白云石	2.0	0.2	0	0
	砂岩岩漆	42.0	0	0	2.8
	砂岩岩漆	330.0	0	0.6	0
	地衣下的砂岩	1,474.0	0	0.6	0

用,能使岩面富聚氮素。

表3

微生物生理群在岩面上的分布

样 品	土 粒 法 (%)		千/cm ²
	自生固氮菌	纤维分解菌	微嗜氮菌
长白山玄武岩岩漆	0	0	1
长白山地衣下的玄武岩	0	0	10
天山冰川板岩	0	0	0
天山冰川地衣下的板岩	0	0	1
冀北山区花岗片麻岩岩漆	0	0	1
冀北山区地衣下的花岗片麻岩	0	0	10
桂林石灰岩岩漆	0	0	10
桂林地衣下的石灰岩	50	60	100
贵阳地衣下的石灰岩	50	60	100

三、微生物在原始土壤中的分布

原始成土过程的第二和第三个时期,通常是地衣和苔藓植物的着生和发展时期^[8]。地衣具有极顽强的生命力,能在干燥贫瘠的岩面上生存,是首先在岩面上生长的低等植物。继地衣之后是苔藓,苔藓沿着有地衣的地方着生、扩展,最后像地毯一样将整个岩面覆盖。微生物与地衣、苔藓一起继续参加了这一成土过程,从而在岩面上逐步形成薄土层,即原始土壤。

从表4可以看出,在原始土壤中,生活着丰富的微生物区系。除有大量细菌外,霉菌和放线菌的数量也较多,微嗜氮菌和硝化细菌在供试样品中普遍出现,并以南方地区样品中出现最多。根据资料,微嗜氮菌具有微弱的固氮作用^[9],它们在上述岩面和这里的原始土壤中分布如此广泛,对这里的氮素平衡可能起着重要作用。自生固氮菌和纤维分解菌只出现南方地区样本中,在其它地区没有见到。

这里的优势细菌,除上述优势细菌属外,还见到棒状杆菌属(*Corynebacterium*)、无色细菌属(*Achromobacter*)和节细菌属(*Arthrobacter*)等等。

四、微生物利用岩体矿物作为矿质营养

岩生微生物生长和发育,除碳、氮外,也要求一系列矿质元素。为了查明微生物

表4 原始土壤中的微生物数量和类群组成

地 区	样 品	千/1克干土				个/1克干土	土 粒 法 (%)	
		细 菌	放线菌	霉 菌	微嗜氮菌	硝化细菌	自 生 固氮菌	纤 维 分解菌
天山冰川	板岩, 地衣原植体	600	0	1.0	1	2	0	0
冀北山区	花岗岩片麻岩, 细土	1,140	2	0	100	2	0	0
峨眉山	中性侵入岩, 细土	5,400	400	1.0	500	16	0	0
贵 阳	石灰岩, 细土	16,000	650	0.5	980	75	50	40
贵 阳	石灰岩, 地衣原植体	29,000	480	1.3	1,120	110	50	80
桂 林	石灰岩, 细土	14,000	200	5.2	5,740	75	40	50
桂 林	石灰岩, 地衣原植体	100,000	—	7.0	6,700	140	70	80

原生矿物的利用, 我们把稍许风化的花岗岩岩块, 预先用蒸馏水充分冲洗, 以除去可能的易利用态矿质养分; 然后在无菌条件下, 用镊子挑取石英、长石、云母和角闪石各100粒, 接种在注有水琼脂的培养皿中(每皿放100粒), 在28℃培养10天后, 计算周围生长微生物的颗粒。结果表明, 石英颗粒周围完全不长菌, 而60—80%的云母、长石和角闪石的颗粒周围都微弱地生长着各种细菌。这说明, 除石英外, 岩面微生物可以利用部分岩体矿物作为矿质营养。一些资料说明, 微生物产生有机酸是分解岩体矿物、积累矿质养料的手段^[10]。

我们还曾以下列试验验证了微生物对岩体矿物的利用: 在容量为150毫升的锥形瓶中,

表5 岩漆微生物对岩体矿物的利用

试验处理	培养基变化特征
加花岗岩粉末	强度浑浊, 有厚层菌丝体, 菌丝附在瓶壁上
加石英岩粉末	轻微浑浊
未加岩石粉末	轻微浑浊
对 照	没有变化, 透明

中, 注入50毫升培养基(培养基成分: KH_2PO_4 0.2克, NH_4NO_3 0.5克, 葡萄糖 20.0克, 蒸馏水1,000毫升)。试验分三组: 1. 每瓶加入0.5克花岗岩粉末; 2. 每瓶加入0.5克石英岩粉末; 3. 不加入任何岩石粉末。每组重复三瓶。消毒后, 接种岩漆刮取物, 并以不接种的瓶子作为对照, 放于28℃下培养20天。结果表明, 在用花岗岩作为矿质营养的瓶中, 微生物发育较好, 培养液强度混浊, 产生厚层菌丝体; 加石英岩粉末、或不加岩石粉末的瓶中, 微生物发育微

弱, 培养液轻微混浊(表5)。

自然界中的土壤形成过程, 是两个对立过程的统一, 即原生矿物的分解和次生矿物及有机矿物化合物的合成。还应指出, 我们在查明原生矿物分解的同时, 也借助电镜看了岩漆和原始土壤中含有蒙脱、高岭土、伊利石和蛭石等次生粘土矿物的成分。

参 考 文 献

- [1] Д.Г. 威林斯基:《土壤学》, 高等教育出版社出版, 1957年中译本, 第78—89页。
- [2] 朱显谟: 陕西太白山岩生植物和原始成土过程, 《土壤学报》, 第11卷1963年第1期, 第1—9页。
- [3] 朱显谟: 论原始土壤形成过程, 《中国科学》(B辑), 1983年第10期, 第919—925页。
- [4] 中国科学院林业土壤研究所微生物室主编:《土壤微生物分析方法手册》, 科学出版社, 1960年出版。
- [5] Buchanan R. E. & N. E. Gibbons: "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology" 8th ed., The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1974.
- [6] Gilman J. C., "A Manual of Soil Fungi" 2th ed. Iowa, State College Press.
- [7] Eleonora H. Huech-vander Plas: "The Micro-Biological Deterioration of Porous Building Materials", "Int. Biodeter Bull.", 1968, 4(1): pp11—28.
- [8] 陈廷伟等: 我国地耳的分类鉴定和光合固氮作用的研究, 《中国农业科学》, 1984年第3期, 第56—63页。
- [9] Мишустин Е. Н.: "Олигонитрофильные Микроорганизмы Почвы" Диссерт, 1954.2.
- [10] Webley D. M. et al, "The Microbiology of Rocks and Weathered Stones", "Journal of Soil Science" 1963, 14 (1), pp102—111.

A STUDY ON MICROFLORA OF ROCK SURFACE AND PRIMART SOIL

Wang Jingqin

Abstract

A study has been made of the microflora of rock surface and primary soil in the process of primary soil formation. The process of primary soil formation is associated closely with distribution and activity of diverse microflora. On rock surface, mainly stained with litholacquer, grown with lichens, and primary soil, there are usually a great many microbes colonizing. Among heterotrophic microbes, bacteria predominate are mainly nonbacillary bacteria and coccus producing yellow, orange and rosy pigment. Moulds and actinomycetes are fewer. Oligonitrophilic bacteria and nitrifying bacteria are widespread in the tested samples, while azotobacteria and cellulose-decomposing bacteria are found only on rock surface grown with lichens and in primary soil in south limestone areas. The microbes can utilize some mineral in rock body as nutrients with the aid of produced acids.