

鼎湖山保护区垂直分布的不同 植被下土壤微生物特性*

周丽霞 蚁伟民 易志刚 丁明懋
(中国科学院华南植物研究所 广州 510650)

摘要: 对鼎湖山保护区垂直分布的7个植被类型土壤微生物特性的研究结果表明, 微生物总数由多至少依次为山地常绿阔叶林、南亚热带常绿阔叶林、高山灌丛、沟谷雨林、针阔叶混交林、马尾松林和河岸林。在组成方面, 三大菌类中细菌所占比率最高, 为总数的81.39%~93.67%, 其中以南亚热带常绿阔叶林和山地常绿阔叶林比率较高, 高山灌丛较低; 真菌与之刚好相反, 高山灌丛所占比率较高, 南亚热带常绿阔叶林和山地常绿阔叶林所占比率较低; 放线菌以山地常绿阔叶林所占比率最低, 河岸林最高。微生物数量和组成与植被特征、土壤质地等密切相关。

关键词: 鼎湖山; 土壤微生物; 垂直分布

Soil Microbial Characteristics of Several Vegetations at Different Elevation in Dinghushan Biosphere Reserve

ZHOU Li-Xia YI Wei-Min YI Zhi-Gang DING Ming-Mao

(South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Soil microbial characteristics of several vegetations at different elevation in Dinghushan Biosphere Reserve were investigated. The result showed that the amount of soil microbes from more to less were in order: Evergreen broad-leaved forest > Monsoon evergreen broad-leaved forest > Shrubby grassland > Ravine rain-forest > Coniferous and Broad-leaved mixed forest > Pine forest > River bank forest. The percentages for Bacteria (were 81.39%~93.67% of the microbial amount in the survived vegetations, it was higher compared with the percentages for Fungi and Actinomycetes, the percentages for Bacteria) in Monsoon evergreen broad-leaved forest and Evergreen broad-leaved forest were higher, in Shrubby forest was lower. However, the percentages for Fungi were contraried to the percentages for Bacteria. The percentage of Actinomycetes was higher in River bank forest and lower in Evergreen broad-leaved forest. The number and composition of soil microbes were related to the vegetation and the soil property.

Keywords: Dinghushan Biosphere Reserve; soil microbes; vertical distribution

鼎湖山自然保护区是迄今为止国内保存较为完整的国家级自然保护区之一, 它具有亚热带南亚热带常绿阔叶林及其他一些我国南亚热带所特有的森林植被, 对研究该地带森林生态系统有重大意义^[1]。该区主要植被类型下土壤微生物的数量组成虽有一些报道^[2], 但对不同海拔高度土壤微生物特性的系统研究进行不多。我们于2001年10月底雨季末旱

* 基金资助: 中国科学院知识创新工程项目 (KZCX 2-407); 国家自然科学基金项目 (30170192)。

季初选取鼎湖山自然保护区呈垂直分布的7个较典型植被类型,进行了土壤微生物特性调查,其结果可为进一步研究鼎湖山不同森林生态系统的结构和功能提供基础资料。

1 研究区概况

鼎湖山生物圈保护区位于广东省肇庆市东北郊,东经 $112^{\circ}30'39'' \sim 112^{\circ}33'41''$, 北纬 $23^{\circ}09'21'' \sim 23^{\circ}11'30''$, 南亚热带季风湿润气候, 年降雨量 1956 mm, 年相对湿度 81.5%^[3], 年均温 21°C ^[4]。区内多属山地丘陵地貌, 土壤主要由砂岩、砂页岩发育而成, 海拔由低至高依次分布有赤红壤、黄壤和山地灌丛草甸土^[5]。全区土地面积 $1\,155\text{hm}^2$, 森林覆盖率 78.7%, 有 16 个自然植被类型^[6]。本研究选取了其中垂直分布的 7 个类型。

2 研究方法

2.1 土样采集

于 2001 年 10 月下旬, 在 7 个林地(基本情况见表 1) 采集 0~15cm 深的土样, 每林地随机选取 10 个样点, 每样点取等量土样混合, 进行微生物特性分析测定。

表 1 鼎湖山不同海拔高度代表性植被基本情况

Table 1 The vegetation condition at different elevation in Dinghushan Biosphere Reserve

林地号 No.	海拔 Elevation (m)	坡向及坡度 Slope and exposure	植被类型 Types of vegetations	主要植物种类 Plant species	覆盖度 Coverage (%)	土壤类型 Type of (soil)
1	30~50	河溪两侧 each bank of river	河岸林 River bank forest	水翁、蒲桃 <i>Cleistocalyx operculatus</i> 、 <i>Syzygium jambos</i>	0.7~0.8	沙土 sandy soil
2	70~80	东南 southeast $26^{\circ} \sim 35^{\circ}$	马尾松林 Pine forest	马尾松-桃金娘-芒萁 <i>Pinus massoniana</i> <i>Phodomyrtus</i> <i>tomentosa-Dicranopteris</i> <i>linearis</i> var.	0.7~0.8	赤红壤 lateritic red earth
3	120~150	东南 southeast $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$	沟谷雨林 Ravine rain-forest	凸脉榕、鱼尾葵 <i>Ficus nervosa</i> 、 <i>Caryota ochlandra</i>	0.7~0.9	赤红壤 lateritic red earth
4	200~240		针阔叶混交林 Coniferous and broad leaved mixed forest	马尾松、荷木、锥栗 <i>Pinus massoniana</i> 、 <i>Schima superba</i> 、 <i>Castanopsis chinensis</i>	0.8~0.9	赤红壤 lateritic red earth
5	270~300	东北 northeast $26^{\circ} \sim 30^{\circ}$	南亚热带常绿阔叶林 Monsoon evergreen broad leaved forest	锥栗、荷木、黄果厚壳桂 <i>Castanopsis chinensis</i> 、 <i>Schima superba</i> 、 <i>Cycptocaryu chinensis</i>	0.8~0.9	赤红壤 lateritic red earth
6	580~650	东南 southeast $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$	山地常绿阔叶林 Evergreen broad leaved forest	少叶黄杞-密花树 <i>Engelhardtia fenzelii</i> - <i>Rapanea neriiifolia</i>	0.8~0.9	黄壤 yellow earth
7	920~1000	东南 southeast $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$	高山灌丛 Shrubby grassland	圆齿荷-鼎湖杜鹃-五节芒 <i>Schima crenata</i> - <i>Rhododendron tinghuense</i> - <i>Miscanthus floridulus</i>	0.8~0.9	草甸土 shrubby meadow soil

2.2 研究方法

土壤微生物区系分析采用平板分析法。细菌用牛肉膏蛋白胨培养基, 真菌用孟加拉红马丁氏培养基, 放线菌用高氏一号培养基^[7,8]。每一处理设 3 个重复, 接种后平板置于 28℃ 恒温箱内培养, 细菌 24~28h、真菌 4~6 天、放线菌 7~10 天检查分析结果。

真菌鉴定采用同上培养基培养, 培养 2~5 天镜检鉴定^[9-11]。

3 结果与分析

3.1 不同植被类型土壤微生物数量与区系组成

7 个植被类型中土壤微生物数量与种类组成有明显差异 (表 2)。微生物总数以山地常绿阔叶林最多, 为 2.806×10^6 /克干土, 其他由多至少依次为南亚热带常绿阔叶林、高山灌丛、沟谷雨林、针阔叶混交林、马尾松林, 河岸林最低, 为 1.142×10^6 /克干土。

表 2 不同植被类型土壤微生物区系组成 (百万个菌落/克干土)

Table 2 Amount and composition of soil microbes under different vegetations (10^6 /g dry soil)

样地号 No.	植被类型 Types of vegetations	微生物 总数 Microbial amount	细菌 Bacteria		真菌 Fungi		放线菌 Actinomycetes	
			数量 Amount	百分比 % Percentage	数量 Amount	百分比 % Percentage	数量 Amount	百分比 % Percentage
1	河岸林	1.142	0.982	86.00	0.0796	7.00	0.0796	7.00
2	马尾松林	1.168	1.034	88.53	0.0973	8.30	0.0369	3.17
3	沟谷雨林	1.538	1.334	86.74	0.113	7.35	0.0909	5.92
4	针阔叶混交林	1.365	1.157	84.76	0.122	8.94	0.0862	6.30
5	南亚热带常绿阔叶林	2.085	1.953	93.67	0.066	3.17	0.066	3.17
6	山地常绿阔叶林	2.806	2.583	92.09	0.195	6.95	0.0273	0.96
7	高山灌丛	1.655	1.347	81.39	0.269	16.25	0.0393	2.36

本试验中各种植被下的微生物总数均低于蚁伟民等的研究结果, 同是南亚热带常绿阔叶林, 前者总数为 2.085×10^6 /克干土, 而后者为 4.02×10^6 /克干土 (1 月, 4 月, 7 月, 11 月分析的平均值)^[2]。土壤中微生物生长周期较短, 生长活动受外界环境影响较大, 随采样分析季节不同^[12,13]或因生态环境条件发生变化^[14,15], 均会影响到微生物数量与区系组成的变化。

土壤微生物数量及生物量均与土壤中碳氮含量有密切关系, 碳氮含量高的土壤中有较多的微生物数量或较高的生物量^[2,13,16]。本试验中山地常绿阔叶林和南亚热带常绿阔叶林下土壤微生物数量最多, 显示出这两种植被类型下土壤碳氮含量较高、肥力好。河岸林下土壤微生物数量最少, 意味着土壤中碳氮含量少、肥力差。因为河岸林下为砂质土, 水肥的保持能力差, 加上经常受到河水涨落的冲洗, 所以养分流失严重。

从微生物组成上来看, 细菌、真菌、放线菌三大菌类以细菌所占比率最高, 为总数的 81.39%~93.67%, 真菌和放线菌所占比率较少, 分别为总数的 3.17%~16.25% 与 0.96%~7.00%, 如图 1 所示。区系组成以细菌为主, 细菌的数量与微生物总数基本一致, 这与许光辉等的试验结果相类似^[17]。

7 个植被类型中, 山地常绿阔叶林和南亚热带常绿阔叶林下, 细菌的微生物总数中所

占的比率最高，达到了 92.07% 与 93.67%，表明这些植被下土壤质地及水肥条件比其他植被下的土壤好；高山灌丛细菌所占比率相对较低（81.39%），反映了该植被下的土壤及水肥条件较差。这缘于细菌对水肥的反映较敏感^[18]，所以在土质好、有效态氮等养分多的土壤中细菌所占比率也相应地高^[2,13,15,17,19]。

真菌占微生物总数比率最高的是高山灌丛，反映了在该植被下的土壤物质转化过程中，除了细菌以外，真菌也起了较重要的作用^[20]，而真菌的分解作用比细菌慢^[17]。

放线菌占微生物总数的比率较高的为河岸林、针阔叶混交林和沟谷雨林，反映了在这几种植被下的土壤中，难分解的有机物质比其他植被下多^[17]。

3.2 不同植被类型土壤真菌的种类与分布

真菌是参与土壤有机质分解过程的主要成员之一，是土壤微生物的重要类群，本研究分离并初步确定了 6 个属的真菌，它们在 7 个植被类型中的分布见表 3。

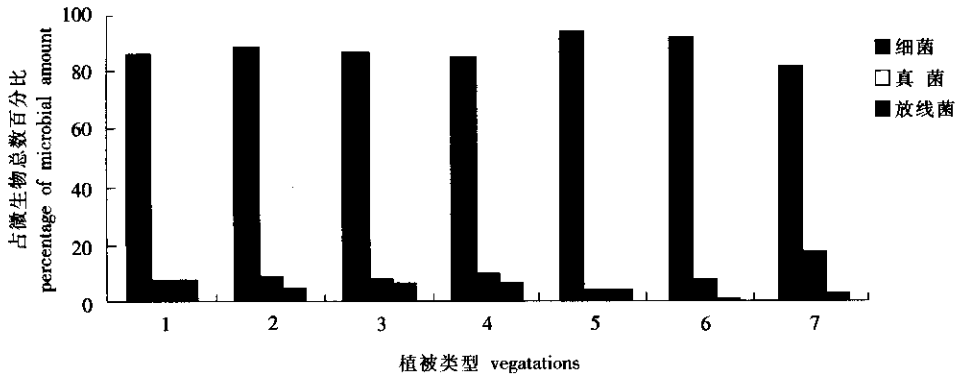


图 1 不同植被类型土壤中主要微生物类群的比率

Fig. 1 Percentage of several soil microbial groups under different vegetations

表 3 不同植被类型土壤真菌的分布

Table 3 The distribution of mainly soil Fungi under different vegetations

样地号 No.	植被类型 Types of vegetations	青霉属 Penicillium	木霉属 Trichoderma	弯孢霉属 Curvularia	串珠霉属 Monilia	头孢霉属 Cephalosporium	拟青霉属 Paecilomyces
1	河岸林	+		+	+	+	+
2	马尾松林	+	+		+	+	+
3	沟谷雨林	+			+	+	+
4	针阔叶混交林	+	+		+		+
5	低山常绿阔叶林	+			+	+	
6	山地常绿阔叶林	+			+	+	
7	高山灌丛	+	+		+	+	+

注：+ 表示有分布 + = this genus could be found in the relevant soil

青霉属、串珠霉属在鼎湖山各植被中分布较普遍，被调查的几个样地中均有分布；头孢霉属与拟青霉属分布也较多；木霉属分布于马尾松林、针阔叶混交林与高山灌丛中；弯孢霉属则只在河岸林中有分布。真菌类群以河岸林、马尾松林和高山灌丛相对较多。弯孢

霉属和串珠霉属在以前的调查分析中未发现^[2]。

4 小结和讨论

4.1 鼎湖山自然保护区土壤微生物的生态分布, 与海拔高度的关系不十分密切, 而与植被类型、土壤质地状况有较密切的关系。

4.2 在7个植被类型中, 土壤微生物总数以山地常绿阔叶林最多, 其它由多至少依次为南亚热带常绿阔叶林、高山灌丛、沟谷雨林、针阔叶混交林、马尾松林和河岸林; 细菌数量与微生物总数基本一致, 所占比率以南亚热带常绿阔叶林最高, 山地常绿阔叶林次之, 高山灌丛最低; 真菌则恰好与之相反; 放线菌以河岸林所占比率较高, 山地常绿阔叶林最低。这些结果反映了南亚热带常绿阔叶林和山地常绿阔叶林的土质及水肥条件较好, 而河岸林土质较差。

4.3 土壤微生物数量多及细菌占微生物总数的比率高, 反映了土壤肥力好及其较高的生产潜力。位于海拔200m左右的南亚热带常绿阔叶林及海拔600m左右的山地常绿阔叶林均具有较多的微生物数量和较高的细菌比率, 显示出在这一垂直地带内可以孕育较好的森林植被和土壤肥力, 换言之这一垂直地带具有较大的生产潜力, 值得进一步深入研究, 以达到合理开发利用及保护自然资源的目的。

参 考 文 献

- [1] 王铸豪, 何道泉, 宋绍敦等. 鼎湖山自然保护区的植被. 热带亚热带森林生态系统研究, 1982, (1): 77~141
- [2] 蚁伟民, 丁明懋, 廖兰玉等. 鼎湖山自然保护区及电白人工林土壤微生物特性的研究. 热带亚热带森林生态系统研究, 1984, (2): 59~68
- [3] Kong G.H., Liang C, Et al. Dinghushan Biosphere Reserve Ecological Research History and Perspective. Beijing: Science press, 1993
- [4] 黄展帆, 范征广. 鼎湖山的气候. 热带亚热带森林生态系统研究, 1982, (1): 11~16
- [5] 何金海, 陈兆其, 梁永天. 鼎湖山自然保护区之土壤. 热带亚热带森林生态系统研究, 1982, (1): 25~37
- [6] 周厚诚, 李明佳, 周远瑞等. 鼎湖山自然保护区植被图及说明书. 热带亚热带森林生态系统研究, 1986, (4): 43~52
- [7] 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
- [8] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法. 北京: 科学出版社, 1985, p.40~179
- [9] 魏景超. 真菌鉴定手册. 上海: 上海科学技术出版社, 1979
- [10] K.H.Domsch and W.Gams. Fungi in agricultural soils. London: Longman press, 1972
- [11] [美] H.L. 巴尼特, B.B. 亨特. 半知菌属图解. 北京: 科学出版社, 1977
- [12] 顾峰雪, 文启凯, 潘伯荣等. 塔克拉玛干沙漠腹地人工植被下土壤微生物的初步研究. 生物多样性, 2000, 8 (3): 297~303
- [13] 陈泰雄, 丁明懋, 蚁伟民等. 鹤山丘陵综合试验站不同植被下土壤微生物学特性. 热带亚热带森林生态系统研究, 1990, (7): 34~40
- [14] 娄隆厚等编. 微生物在土壤养分转化中的作用. 北京: 科学出版社, 1962
- [15] 许光辉, 郑洪元, 张德生等. 长白山北坡自然保护区森林土壤微生物生态分布及其生化特性的研究. 生态学报, 1984, 4 (3): 207~223

- [16] Ding Ming-mao, Yi Wei-min, Liao Lan-yu, R.Martens and H.Insam.Effect of afforestation on microbial biomass and activity in soil of tropical China.*Soil Biology and Biochemistry*, 1992, 24 (9): 865~872
- [17] 许光辉, 郑洪元, 张德生等. 长白山自然保护区森林土壤微生物的垂直分布. *森林生态系统研究*, 1980, (1): 153~160
- [18] 曹正邦, 樊庆笙. 施用肥料对于红壤中微生物区系影响的初步分析. *土壤学报*, 1957, (5): 206~214
- [19] [美] 亚历山大·M (广西农学院农业土壤微生物教研组译). *土壤微生物学导论*. 北京: 科学技术出版社, 1983
- [20] 焦如珍, 杨承栋, 屠星南等. 杉木人工林不同发育阶段林下植被、土壤微生物、酶活性及养分的变化. *林业科学研究*, 1997, 10 (4): 373~379