

# 长江三峡地区退化生态系统 土壤微生物的初步研究\*

王其兵 贺金生 陈伟烈  
(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

**摘要** 通过对长江三峡地区 4 种退化生态系统类型, 每一类型 5 个土壤样品中微生物的初步研究, 结果表明该地区土壤每克干土中真菌和细菌的数量分别为  $8.62 \times 10^4 \sim 1.31 \times 10^5$  cfu 及  $1.547 \times 10^7 \sim 6.957 \times 10^7$  cfu, 但不同退化生态系统类型下土壤微生物的数量有所不同, 其中单位重量土壤真菌数量 (cfu/g) 多少顺序为: 栓皮栎林 (*Quercus variabilis* forest) > 马尾松林 (*Pinus massoniana* forest) > 马尾松-栓皮栎混交林 (*Pinus massoniana-Quercus variabilis* forest) > 杉木林 (*Cunninghamia lanceolata* forest), 细菌数量顺序为: 马尾松-栓皮栎混交林 (*Pinus massoniana-Quercus variabilis* forest) > 栓皮栎林 (*Quercus variabilis* forest) > 马尾松林 (*Pinus massoniana* forest) > 杉木林 (*Cunninghamia lanceolata* forest)。真菌种类鉴定表明, 青霉菌 (*Penicillium* spp.), 镰刀菌 (*Fusarium* spp.), 木霉菌 (*Trichoderma* spp.) 和葡萄孢菌 (*Botrytis* spp.) 等是组成该地区土壤真菌的主要类群。

**关键词** 退化生态系统, 土壤微生物, 真菌, 细菌

**Preliminary studies on the soil microorganisms of degraded ecosystem in the Changjiang River Sanxia region/  
Wang Qibing, He Jinsheng, Chen Weilie // CHINESE BIODIVERSITY. — 1997, 5 (4): 241~245**

Five soil samples were collected from main types of degraded ecosystem in the Sanxia region of Changjiang River for determining the amount and identifying the species of soil microorganisms. The results show that the amount of the fungi and the bacteria are  $8.62 \times 10^4 \sim 1.31 \times 10^5$  cfu/g and  $1.547 \times 10^7 \sim 6.957 \times 10^7$  cfu/g (based on the dry soil) respectively. But the amount of the two kinds of soil microorganisms are different among the degraded ecosystems, the amount of fungi is in the order of *Quercus variabilis* forest > *Pinus massoniana* forest > *Pinus massoniana-Quercus variabilis* forest > *Cunninghamia lanceolata* forest and the amount of bacteria is in another order of *Pinus massoniana-Quercus variabilis* forest > *Quercus variabilis* forest > *Pinus massoniana* forest > *Cunninghamia lanceolata* forest. According to fungi species identifying, the main fungi populations are *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp. and *Botrytis* spp. etc. in soils of the studied areas.

**Key words** degraded ecosystem, soil microorganism, fungi, bacteria

**Author's address** Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

长江三峡地区是我国开发较早、工农业较发达的地区, 因此同许多开发早、经济发达地区一样, 由于对自然资源的不合理开发利用, 致使当地自然生态环境受到不同程度的破坏。具体表现在以栲属 (*Castanopsis*)、楠属 (*Phoebe*) 为主的常绿阔叶林地带性植被被一些次生的针叶

林如马尾松林(*Pinus massoniana* forest)、针阔混交林如马尾松-栓皮栎混交林(*Pinus massoniana-Quercus variabilis* forest)、落叶阔叶林如栓皮栎林(*Quercus variabilis* forest)及一些灌丛、灌草丛甚至裸地所替代<sup>[1]</sup>,生态系统发生退化,生产力下降。据统计,仅三峡库区就有约  $5 \times 10^4 \text{ km}^2$  的土壤发生不同程度的退化<sup>[2]</sup>,而且这种退化仍在继续,严重影响当地的工农业发展和自然资源的保护和持续利用。已有学者将上述原生植被破坏后所形成的一系列生产力低下的次生生态系统称为退化生态系统<sup>[3]</sup>。

土壤微生物是生态系统中分解者亚系统的主要组成部分,进行退化生态系统微生物生态学方面的研究,可探寻退化生态系统分解者亚系统的动态规律,为退化生态系统的恢复和重建提供土壤微生物学方面的理论依据,因而具有一定的理论和实践意义。本文报道的是关于长江三峡地区 4 种退化生态系统类型土壤微生物初步研究的结果。

## 1 研究区域自然环境概况

长江三峡地区是指位于宜昌南津关至奉节的长江干流及两岸的广大地区,北抵大巴山,南达长江-清江分水岭,包括一系列的峡谷和宽谷。它处于我国东部的中亚热带北缘,属亚热带湿润气候区,年平均气温为  $16.5 \sim 19.0^\circ\text{C}$ ,无霜期 300~340 天,该区降水丰沛,年平均降水量在 1000~1200 mm。土壤以红壤、黄壤、黄棕壤、石灰土、水稻土、冲积土和粗骨土为主。地带性植被是以栲、楠属为主的常绿阔叶林,但由于人类活动的巨大影响而少见,现广泛分布的则是针叶林、针阔混交林、落叶阔叶林及灌丛和草丛等各种类型的退化生态系统。其中针叶林主要为马尾松林、柏木(*Cupressus funebris*)及其疏林。落叶阔叶林主要有短柄抱栎(*Quercus serrata* var. *brevipetiolata*)林和栓皮栎林等,针阔混交林常见的有马尾松-栓皮栎混交林、柏木-栓皮栎混交林,灌丛则主要为黄栌(*Cotinus coggygria*)、木(*Loropetalum chinense*)、荆条(*Vitex negundo*)、铁仔(*Myrsine africana*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)等类型,草丛以扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)和芒(*Miscanthus sinensis*)等类型为主<sup>[1,3,4]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 样品采集

采样地点选在中国科学院退化生态系统研究项目设在该地的 4 个长期监测固定样地内,即杉木林固定样地、马尾松固定样地、马尾松-栓皮栎混交林(以下简称混交林)固定样地、栓皮栎固定样地。样品用多点混合法取自 0~20 cm 土层,重复 5 次,装入经灭菌处理的塑料袋中然后低温保存。

### 2.2 土壤样品农化性状分析<sup>[5,6]</sup>

土壤含水量用烘干法、pH 值用酸度计法、全氮含量用半微量凯氏定氮法、全磷含量用钼锑抗法,速效氮用康维皿扩散法,全钾用火焰光度计法,有机质(全碳)用重铬酸钾氧化法。

### 2.3 土壤微生物的分离、计数与菌株鉴定

培养基:细菌用牛肉膏蛋白胨培养基,真菌用马铃薯-葡萄糖-琼胶培养基<sup>[7-11]</sup>。

分离与计数:采用稀释平板法,涂布接种于固体平板上<sup>[7,11]</sup>,重复 5 次,培养 3 天后统计细菌菌落数,7 天后统计真菌菌落数,并计算微生物数量。

菌株鉴定:根据《常见与常用真菌》及《真菌鉴定手册》<sup>[9,10]</sup>,进行真菌分离物鉴定。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 样地植被组成特征及土壤基本性状

采样地点的植被植物种类组成特征和土壤基本性状见表 1 和表 2。从表中的数据可见,所选 4 个样地的植物种类和土壤性状均存在差异,特别是土壤碳氮比,杉木林地土壤明显高于其余 4 种土壤。这是由于植物与土壤长期相互作用的结果。从而为微生物的生长提供了不同的生态环境条件,是土壤微生物区系产生分异的物质基础。

表 1 样地植被植物物种组成特征

Table 1 The characters of plant species in sample lands

样地 Sample land	乔木层 Arbore layer	灌木层 Shrub layer	草本层 Herb layer
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> forest	杉木 高 3~6 m 胸径 5~12 cm 郁闭度 30%	盐肤木 ( <i>Rhus chinense</i> ) 美丽胡枝子 ( <i>Lespedeza formosa</i> ) 山合欢 ( <i>Albizia kalkora</i> ) 覆盖度 30%	芒 ( <i>Miscanths sinensis</i> ) 苔草 ( <i>Carex</i> sp.) 荩草 ( <i>Arthraxon hispidus</i> ) 覆盖度 60%
马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest	马尾松 高 3~5 m 胸径 3~9 cm 郁闭度 30%	短柄枹 ( <i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i> ) 栓皮栎 ( <i>Quercus variabilis</i> ) 铁仔 ( <i>Myrsine africana</i> ) 盐肤木 ( <i>Rhus chinense</i> ) 覆盖度 30%	芒 ( <i>Miscanths sinensis</i> ) 白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i> ) 紫菀 ( <i>Aster</i> sp.) 海金沙 ( <i>Lygodium japonium</i> ) 盖度 30%
栓皮栎林 <i>Quercus variabilis</i> forest	栓皮栎 高 2~5 m 郁闭度 35%	黄栌 ( <i>Continus coccinifera</i> ) 铁仔 ( <i>Myrsine africana</i> ) 金樱子 ( <i>Rosa laevigata</i> ) 木 ( <i>Loropetalum chinense</i> ) 雀梅藤 ( <i>Sageretia thea</i> ) 覆盖度 55%	荩草 ( <i>Arthraxon hispidus</i> ) 白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i> ) 苔草 ( <i>Carex</i> sp.) 盖度 20%
混交林 Mixed forest	马尾松 栓皮栎 总郁闭度 35%	短柄枹 ( <i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i> ) 栓皮栎 ( <i>Quercus variabilis</i> ) 铁仔 ( <i>Myrsine africana</i> ) 美丽胡枝子 ( <i>Lespedeza formosa</i> ) 小果蔷薇 ( <i>Rosa lymosa</i> ) 覆盖度 50%	芒 ( <i>Miscanths sinensis</i> ) 鸡矢藤 ( <i>Paederia scandens</i> ) 荩草 ( <i>Arthraxon hispidus</i> ) 盖度 2%

表 2 样地土壤 pH 值及水分和养分含量 (%)

Table 2 The pH value, soil water and nutrients content in the sample soil

样地 Sample land	pH 值 pH value	水分 Water cont.	全磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	全钾(K <sub>2</sub> O) Total K <sub>2</sub> O	全碳(C) Total C	全氮(N) Total N	C/N
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> forest	5.86	25.49	0.118	2.851	1.241	0.119	10.4
马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest	5.75	17.13	0.069	2.281	0.543	0.080	6.68
栓皮栎林 <i>Quercus variabilis</i> forest	6.70	16.56	0.092	2.010	0.615	0.086	7.37
混交林 Mixed forest	7.70	24.79	0.073	2.266	0.632	0.081	7.80

#### 3.2 土壤微生物的数量

各种林地土壤微生物数量的测定结果表明(表 3、4),所调查区域的土壤中有真菌  $8.62 \times 10^4$  cfu/g, 细菌有  $1.547 \sim 6.957 \times 10^5$  cfu/g(以土壤干重计)。不同生境下的土壤微生物

物数量不同,真菌数量以栓皮栎林地土壤最高,其余依次为:马尾松林、马尾松-栓皮栎混交林、杉木林;而细菌的数量多少顺序是:马尾松-栓皮栎混交林>栓皮栎林>马尾松林>杉木林。通过新复极差显著性检验(Duncan's test)可以发现杉木林地土壤真菌数量同栓皮栎林地土壤真菌数量的差异达到5%的显著性水平,细菌数量则是杉木林地土壤和马尾松-栓皮栎林地土壤达到了5%的显著性水平,余者皆未达到统计学意义上的显著性差异。

从测定结果还可发现,虽然杉木林地土壤的养分含量和水分条件较之其余3种类型优越,但无论是真菌还是细菌数量却最低,笔者分析可能与土壤C/N有关:因为任一微生物种类的生长发育需要适宜的土壤碳氮比例,该比例偏高或偏低都将抑制微生物的生长。土壤测定结果表明该土壤碳氮比明显高于其他3种土壤,高的碳氮比导致土壤微生物氮素营养贫乏,从而抑制了微生物的生长发育<sup>[12]</sup>,但有待于进一步研究。

表3 土壤中真菌数量(cfu/g, DW)及其新复极差检验

Table 3 The amount of soil fungi (individual per gram dry soil) and Duncan's test

样地 Sample land	平均值( $\times 10^4$ ) Average( $\times 10^4$ )	范围( $\times 10^4$ ) Range( $\times 10^4$ )	平均标准误差 SEmean	新复极差检验 Duncan's test
栓皮栎林 <i>Quercus variabilis</i> forest	13.1	9.836~15.30	1.15	A
马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest	12.6	8.696~16.30	1.58	AB
混交林 Mixed forest	11.3	8.696~16.30	1.36	AB
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> forest	8.62	5.525~10.93	0.935	B

表4 土壤中细菌数量(cfu/g, DW)及其新复极差检验

Table 4 The amount of soil bacteria (individual per gram dry soil) and Duncan's test

样地 Sample land	平均值( $\times 10^4$ ) Average( $\times 10^4$ )	范围( $\times 10^4$ ) Range( $\times 10^4$ )	平均标准误差 SE mean	新复极差检验 Duncan's test
混交林 Mixed forest	6.957	3.261~10.870	1.700	A
栓皮栎林 <i>Quercus variabilis</i> forest	5.683	4.372~8.743	0.874	AB
马尾松林 <i>Pinus massoniana</i> forest	5.217	2.174~7.609	1.110	AB
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> forest	1.547	1.105~2.210	0.271	B

### 3.3 不同林地土壤真菌的组成

本试验还进一步鉴定了土壤真菌的种类组成,其结果如下:

杉木林地土壤真菌以青霉菌(*Penicillium* spp.)和镰刀菌(*Fusarium* spp.)为主,另外还有葡萄孢菌(*Botrytis* spp.)和头孢霉菌(*Cephalosporium* spp.);马尾松林地土壤中以木霉菌(*Trichoderma* spp.)和青霉菌(*Penicillium* spp.)为主,也有镰刀菌等菌的分布,还有2株未能确定;马尾松-栓皮栎混交林地土壤中以青霉菌和木霉菌为主,也有1株有待进一步鉴定;栓皮栎林地土壤的真菌主要是青霉菌、镰刀菌、木霉菌和葡萄孢菌,1株待定。

可见,该地区各类生境土壤中的主要真菌区系差异不大。

## 4 结语

4.1 所研究区域土壤真菌和细菌数量每克干土分别为:8.62~13.1 $\times 10^4$  cfu/g、1.547~6.57 $\times 10^5$  cfu/g,杉木林地土壤中2种微生物的数量明显低于其余3种林地土壤,而其余3种土壤彼此间无显著差异。

4.2 影响该地区土壤微生物数量的主要因素有待于进一步探讨,其中土壤碳氮比值得重视。

4.3 所研究土壤样品中的真菌以青霉菌、木霉菌、镰刀菌、葡萄孢菌等为主。All rights reserved. http

## 参 考 文 献

- 1 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京:科学出版社,1980
- 2 席承藩,徐琪,马毅杰等. 长江流域土壤与生态环境建设. 北京:科学出版社,1994:93~108
- 3 贺金生,陈伟烈. 我国亚热带地区的退化生态系统:类型、分布、结构特征及恢复途径. 见陈灵芝主编:中国退化生态系统研究(第四章),北京:中国科学技术出版社,1995
- 4 陈伟烈,张喜群,梁松筠等. 三峡库区的植物与复合农业生态系统. 北京:科学出版社,1994
- 5 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海:上海科技出版社,1978
- 6 Westerman R L(ed.). Soil testing and plant analysis (3 ed.). *Soil science society of America*, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 1990
- 7 刘大力,肖昌松,周培瑾. 南极长城站微生物区系调查. 生物多样性,1994,2(2): 76~81
- 8 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
- 9 魏景超. 真菌鉴定手册. 上海:上海科技出版社,1979
- 10 中国科学院微生物研究所. 常见与常用真菌. 北京:科学出版社,1973
- 11 Buchaman R E. Bergeys manual of determinative bacteriology (8th ed). Baltimore: Williams and Wilkins Co., 1974
- 12 华中农业大学,南京农业大学主编. 微生物学(修订第四版). 北京:农业出版社,1994