

鹤山丘陵综合试验站不同植被下土壤微生物学特性

陈泰雄* 丁明懋 蚁伟民 廖兰玉

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘 要

对比研究了鹤山县马山地区的村边次生自然林、马尾松-岗松-鹧鸪草群落的荒丘及新垦植的马占相思林和果园的土壤微生物数量及土壤酶活性。结果表明: 村边次生自然林具有较多数量的土壤微生物及高的土壤酶活性; 垦荒后种植的5年生马占相思林地次之; 半山腰处垦植的4年生果园中土壤微生物数量较多, 但土壤酶活性除脲酶活性较其他样地高外, 其他酶活性较低。荒丘的土壤微生物数量及土壤酶活性则处在低水平的衰退状态。

关键词: 土壤微生物; 土壤酶活性

一、前 言

广东省鹤山县地处南亚热带(东经 $112^{\circ}52'$ 、北纬 $22^{\circ}38'$), 气候温和, 雨量充沛, 丘陵山地原有植被为亚热带常绿季雨林。由于人为的干扰, 原有的森林受到严重破坏而变为荒坡或稀疏马尾松群落的荒丘, 地力衰退, 经济和社会效益低落。这类土地不仅分布于广东, 也遍及广西及福建南部。如何有效地开发利用这些土地, 以取得更好的生态、经济和社会效益, 需要多方面的研究。本研究只是探讨土壤微生物及土壤酶活性方面的问题, 为合理开发利用这类土地提供科学依据。

二、材料与方 法

1. 样地的选择及采样。 为较全面地了解鹤山丘陵荒地的土壤微生物情况, 选择三种不同土地作为对比研究样地。第一类是村边次生自然林, 在某种程度上代表本地区原有的林地; 第二类是原有植被破坏后而形成的稀疏马尾松-岗松-鹧鸪草群落的荒丘;

1990年4月16日收稿。

* 陈泰雄现在通信地址: 广州(510230) 滨江东路安远新街89号, 广东新世界食品有限公司。

第三类是近几年开垦的荒丘。三个类型的土壤均为赤红壤、粘质壤土, pH4.23—4.50。丘陵高度在海拔100m以下, 所有样地均在5km左右的范围内, 便于作比较研究, 全部分析用土壤取自0—15cm的表土层。各样地的基本情况简列于下:

I. 黎泾咀村边次生自然林。木荷(*Schima superba*)、樟树(*Cinnamomum camphora*)、青果榕(*Ficus chlorocarpa*)、红车(*Syzygium hancei*)、白车(*S. levinei*)、九节木(*Psychotria rubra*)、酒饼叶(*Desmos chinensis*)、紫玉盘(*Uvaria microcarpa*)—缩箸(*Oplismenus undulatifolius*)、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)。因受人畜干扰, 林木较一般自然林稍为稀疏, 林下地被物保持得不完整。选择了林木受干扰少、地被物较完整的地点进行了多点采样, 取其混合样分析。

II. 稀疏马尾松群落。马尾松(*Pinus massoniana*)—岗松(*Baeckea frutescens*)—鹧鸪草(*Eriachne pallescens*)。在鹤山林业科学研究所(下称林科所)范围内的东北角, 现为中国科学院鹤山丘陵综合试验站(下称鹤山站)的荒坡对照区。取多点的混合样分析。

III. 植被同II。在林科所南面, 现为鹤山站的林果苗生态系统。70年代在山脚20m左右的水平带上种有沙梨, 1984年春夏间砍梨树后种上荔枝, 山腰垦种麻栎等阔叶树种, 山顶垦种大叶相思。营林后不久即采样分析, 采样时尽量避开人为的干扰, 选植被及地被物保持较好的地点采样, 故所得结果仍作荒丘处理。在不同水平高度取多点混合样分析, 将不同水平高度分析结果的平均值作为该样地结果。

IV. 马占相思(*Acacia mangium*)林地。在林科所西面, 现为鹤山站的林果草鱼生态系统。原有植被为稀疏马尾松—岗松—鹧鸪草群落, 1983年7月在山顶垦种马占相思, 至1988年7月采土壤分析时, 树高10m以上, 已成林且已有地被物积累。取多点混合样分析。

V. 柑桔果园。与IV同一丘陵, 1985年春在丘陵中部开垦种柑桔, 至采样时虽然未成果林, 但施肥松土等人为的干扰甚频繁, 作垦荒后的情况处理。在果树之间的空地取多点混合样分析。

VI. 鱼塘泥。在V样地之下方, 1985年冬在丘陵谷地筑起的鱼塘。1988年7月在淹水的条件下多点捞起湿塘泥混合, 风干后分析。

2. 采样及分析时间 于1984年和1988年选择在这一地带内土壤微生物较活跃的月份(7, 8月)^[12, 13]分别采样分析。

3. 分析方法

(1) 土壤微生物的计数采用稀释平板法^[11], 分析结果以百万/g干土表示。

(2) 土壤酶的分析参照《土壤动态生物化学研究法》^[7]进行。蛋白酶活性测定用偶氮酪素比色法, 其结果以水解偶氮酪素mg/(g干土·24h)表示; 脲酶用奈氏比色法, 结果以mg NH₃-N/(g干土·24h)表示; 转化酶和接触酶用滴定法, 其结果分别以mg葡萄糖/(g干土·24h)和ml 0.1NKMnO₄/(g鲜土·h)表示。固氮酶活性用乙炔还原法测定, 结果以nmol乙烯/(20g鲜土·24h)表示。

三、结果与分析

(1) 细菌、真菌和放线菌的测数结果如表1。村边次生自然林下的土壤微生物总数最

1) 1N \triangleq (1mol/L) \times 离子价数。

表1 鹤山丘陵草坡不同植被下主要微生物类群的数量及组成

Table 1 Number and composition of major microbial groups under different vegetations (unit: million/g dry soil)

采样及分析日期 sampling date	样地编号 plot	植被类型 vegetation type	微生物总数 microbial amount	细菌 bacteria		真菌 fungi		放线菌 actinomyces	
				数量 number	占总数% amount	数量 number	占总数% amount	数量 number	占总数% amount
July 1988	I	村边次生自然林 secondary forest 榕树(<i>Ficus variegata</i>) 樟树(<i>Cinnamomum camphora</i>) 九节木(<i>Psychotria rubra</i>)	7.72	5.76	74.6	0.53	6.90	1.43	18.5
July 1988	II	马尾松-岗松-鹧鸪草群落 <i>Pinus massoniana-Babe- kea frutescens-Eriachne pallescens</i>	1.12	0.36	32.1	0.32	28.6	0.44	39.3
Aug. 1984	III	同样地编号 II same as in plot II	1.49*	0.77	51.7	0.24	16.1	0.48	32.2
July 1988	IV	马占相思林 <i>Acacia mangium</i> forest	3.08	2.46	79.9	0.21	6.80	0.41	13.3
July 1988	V	果园(柑桔、柠檬) orange orchard	6.48	4.55	70.2	0.49	7.60	1.44	22.2
July 1988	VI	鱼塘泥 fish pond	1.46	0.98	67.1	0.38	26.0	0.10	6.80

* 该丘陵三个不同垂直高度样品的平均值。

mean value of samples from three sites at different elevation on the same hill.

高, 为 7.72 百万/g 干土。三大菌类的数量依次是细菌>放线菌>真菌。这一结果与电白村边次生自然林的研究结果很相似, 电白村边次生自然林的土壤微生物总数是 7.65 百万/g 干土, 三大菌类的组成也是细菌>放线菌>真菌^[1,2]。这些结果的一致证明了自然植被的保存也同时保留了较好的土壤微生物区系。森林遭到破坏后, 土壤微生物的数量及组成也随之变化, 本研究中作为森林破坏后形成的马尾松-岗松-鹧鸪草群落的二个荒地的土壤微生物数量只有 1.12—1.49 百万/g 干土, 显著少于村边次生自然林, 其组成也变为真菌和放线菌所占比率上升。III号荒丘细菌所占比率较高, 是由于山脚种过沙梨而引起的。

开垦后的荒坡丘陵土壤微生物的数量明显增加, 各主要菌类的组成也有所变化。马占相思林和果园的土壤微生物总数分别是 3.08 和 6.48 百万/g 干土, 其组成也朝着细菌>放线菌>真菌的趋势转化。这显然是由于植被的变化改善了环境条件, 林木的分泌物及凋落物又为微生物提供了养分, 形成了适宜微生物生活的生态环境。马占相思林虽然只有 5 年林龄, 其土壤微生物的情况已得到了改善。果园内施肥、除草和松土也促进了土壤微生物的增长。在红壤区由于荒地的开垦、施肥耕作以及土壤熟化程度的提高, 土壤微生物的数量也随之增加^[14, 15]。

不同的植被有不同的土壤微生物效应^[3, 10, 12], 即使是在类似的植被下, 覆盖度不同, 微生物的数量也有差异^[11]。本研究中作为荒丘的马尾松-岗松-鹧鸪草群落的土壤微生物总数就显著低于邻近鼎湖山地区相同植被下的数量, 前者为1.12—1.49百万/g干土, 而后者为5.51百万/g干土^[12]。这是因为鼎湖山的马尾松-岗松-鹧鸪草群落中, 林木密度较大, 灌草层也较高的缘故。

鱼塘在马占相思林和果园下方, 是林果鱼生态系统的组成部分, 研究塘泥的土壤微生物情况, 对了解塘泥在系统内的营养循环中的作用有重要意义。结果表明, 其土壤微生物数量为1.46百万/g干土, 与荒丘相近似。但组成变化较大, 放线菌显著减少, 而细菌增多。细菌对氮素敏感^[14], 因此塘泥中细菌增多。若这是在某些方面由于氮素的积累而引起的, 那么林果鱼生态系统的研究, 试图以塘泥为肥料供给林果的设想, 在本研究中得到了证实。

(2) 土壤酶活性的测定结果列于表2。已有的研究表明, 土壤微生物数量和土壤酶之间有一定相关性, 土壤微生物数量多的土壤酶活性也较高^[5, 9]。从表1, 2可见, 除

表2 鹤山丘陵草坡不同植被下的土壤酶活性*

Table 2. Activities of soil enzymes under different vegetations

样地编号 plot	植被类型 vegetations type	蛋白酶 proteinase	脲酶 urease	转化酶 invertase	接触酶 catalase	固氮酶 nitrogenase
I	村边次生自然林 secondary forest same as in the table 1	1.85	0.74	9.60	10.2	20.0
II	马尾松-岗松-鹧鸪草群落 <i>Pinus massoniana-Babchea</i> <i>frutescens-Eriachne</i> <i>pallescens</i>	0.90	0.66		14.2	20.0
IV	马占相思林 <i>Acacia mangium</i> forest	1.00	0.72	6.40	15.2	0
V	果园(柑桔、柠檬) orange orchard	0.70	0.74	3.60	8.20	30.0
VI	鱼塘泥 fish pond	0.43	0.10	1.00	7.40	20.0

* 1. 采样及分析日期: 1988年7月 (date of sampling: July 1988)。

2. 酶活性单位: 蛋白酶——水解偶氮酪素mg/(g干土·24h);

脲酶——mg NH₃-N/(g干土·24h);

转化酶——mg葡萄糖/(g干土·24h);

接触酶——ml 0.1NKMnO₄/(g鲜土·h);

固氮酶——nmol乙炔/(20g鲜土·24h)

unit of enzyme activity:

proteinase——azocasein mg·g⁻¹dry soil 24h⁻¹;

urease——mg NH₃-N·g⁻¹dry soil 24h⁻¹;

invertase——mg glucose·g⁻¹dry soil 24h⁻¹;

catalase——ml 0.1N-KMnO₄·g⁻¹fresh soil h⁻¹;

nitrogenase——nmol C₂H₄·20g⁻¹ fresh soil 24h⁻¹.

果园及塘泥外，其余各土壤样品微生物数量多的，蛋白酶和脲酶的活性也较高。但转化酶和接触酶活性与微生物数量之间未呈现规律性的相互关系。这是由于不同土壤的微生物群体组成及其活性不同，因此微生物数量与各种土壤酶活性的关系不可能是相同的^[4]。

土壤酶活性与土壤中累积的腐殖质碳、氮含量呈正相关^[6]，红壤中土壤酶活性随着土壤熟化程度和肥力的提高而提高^[5]。表2结果显示总体土壤酶活性的高低依次是村边次生自然林>马占相思林>马尾松-岗松-鹧鸪草群落>果园>鱼塘。这反映了村边次生自然林具有较高的肥力；其次是开垦种植马占相思的土地，其肥力也已得到恢复和提高。果园脲酶活性高于其他样地，是由于施用尿素而引起的，但其他酶活性较低，主要是每年数次的松土、除草，把地面草被及地被物层都集中到了果树基部，而分析的土壤则取自果树之间的空地。已有研究表明，植被及其残落物对土壤酶活性影响甚大^[2, 10, 16]。塘泥的土壤酶活性最低，长期淹水的环境条件是影响酶活性低落的主要因子。

从表2可见，各样地的固氮酶活性较低。此外，1988年对II和IV样地的土壤固氮活性进行了每月一次的测定(表3)，其结果表明，不仅固氮酶活性很低且在多数月份多个样点上测不到固氮酶活性。所以总的趋势是，在加有葡萄糖为诱导基质的条件下，所得的固氮酶活性也是很低的，甚至多数情况下测不到其活性，土壤的固氮强度极其微弱。在酸性红壤中，一般情况下难于发现自生固氮菌，即使往土壤中接种了自生固氮菌也难于存活^[14]。

表3 1988年各月份鹤山荒丘及马占相思林地不同土层固氮酶活性测定

Table 3. N_2ase in plot II and IV measured monthly in 1988
(mol $C_2H_4 \cdot 20g^{-1}$ fresh soil 24h⁻¹)

样地 plot	土层 depth of soil(cm)	1* Jan.	2 Feb.	3 Mar.	4 Apr.	5 May	6 Jun.	7 Jul.	8 Aug.	9 Sep.	10 Oct.	11 Nov.	12 Dec.
IV	0—15		0	0	40.2	0	33.2	0	7.90	0	0	0	微弱 faint
	15—30		0	0	15.1	0	0	0	1.30	21.4	22.6	微弱 faint	21.9
	30—50		0	0	14.6	0	0	0	0	0	0	0	43.8
II	0—15		0	0	12.7	0	0	20.0	0	0	3.10	0	0
	15—30		0	0	9.50	0	0	0	0	0	0	0	0
	30—50		0	0	微弱 faint	0	0	0	0	0	6.20	0	0

* 1月份未采样 (sample lacking in January).

II、IV同表1 (same as in Table 1).

小 结

土壤微生物数量、土壤酶活性与土壤的熟化程度和肥力水平有密切的关系^[5, 8, 15]。本研究结果得出：村边次生自然林具有较多的土壤微生物数量及高的土壤酶活性，显示出这类林地肥力水平较高；马尾松-岗松-鹧鸪草丘陵的土壤微生物数量和酶活性较低，反映了荒丘肥力水平的低落和衰退；合理开垦利用荒丘之后，土壤微生物数量及酶活性

均得到了恢复并提高,也即意味着土地肥力的恢复和提高。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院林业土壤研究所微生物室,1960:土壤微生物分析方法手册。科学出版社。
- [2] 许光辉、郑洪元等,1982:森林枯枝落叶分解过程的微生物学特性。生态学报,2(1):11—18页。
- [3] 许光辉、郑洪元等,1984: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,4(3):207—221页。
- [4] 关松荫等,1986:土壤酶及其研究法。农业出版社,128—131页。
- [5] 陈本楚、钱泽澍,1986:红壤微生物学特性(二)浙江省低丘红壤的酶和呼吸活性。土壤学报,14(2):221—224页。
- [6] 郑洪元、张德生,1980:不同生态条件下森林土壤的酶活性。森林生态系统研究,161—165页。
- [7] 郑洪元、张德生,1982:土壤动态生物化学研究法。科学出版社。
- [8] 周礼恺、张志明、曹承绵,1983:土壤酶活性的总体在评价土壤肥力水平中的作用。土壤学报,20(4):413—418页。
- [9] 张宪武、郑洪元等,1962:丰产大豆土壤的生物化学活性。土壤学报,10(1):1—11页。
- [10] 张宪武、许光辉等,1965:红松天然林不同林型下土壤微生物学特性的研究。土壤学报,13(1):8—17页。
- [11] 郝文英、曹正邦,1983:红壤中的微生物。中国红壤,李庆逵主编,科学出版社,128—134页。
- [12] 蚁伟民、丁明懋等,1984: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,第2集,59—68页。
- [13] 胡承彪、朱宏光、韦立秀,1987:广西龙胜县里骆林区土壤微生物区系生态分布及生化活性的研究。生态学杂志,6(5):11—16页。
- [14] 曹正邦、樊庆笙,1957: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,5(3):206—214页。
- [15] 钱泽澍、何福恒等,1964:红壤微生物学特性(一)浙江省衢县低丘红壤的微生物学分析。土壤学报,12(4):390—400页。
- [16] Sunil K. Panchoy and Elroy L. Rice, 1973: Soil Enzymes in Relation to Old Field Succession: Amylase, Cellulase, Invertase, Dehydrogenase, and Urease. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 37: 47—50.

CHARACTERISTICS OF SOIL MICROBIOLOGY UNDER DIFFERENT VEGETATIONS IN HESHAN DOWNLAND INTERDISCIPLINARY EXPERIMENTAL STATION

Chen Taixion, Ding Mingmao, Yi Weimin and Liao Lanyu
(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract

The microbial number and enzyme activities of soil in secondary monsoon forest, desert hills covered with community of *Pinus massoniana*-*Baeckea frutescens*-*Eriachne pallescens*, reclaimed land with *Acacia mangium* forest and orange orchard in Mashan area were investigated. The results showed that the amount of soil microbes and the activities of soil enzymes were the highest in secondary monsoon forest, and also had a higher record in the forest of *Acacia mangium* for 5 years after clearing *Pinus massoniana*. There were more soil microbes in the orange orchard for 4 years old, but less activities of soil enzymes, except the urease. Both the amount of soil microbes and the soil enzyme activities in desert hill were in lower level and in declining status.

Key words: Soil microbes; Soil enzyme activity