

44-52

# 龙胜里骆林区土壤微生物学特性研究\*

胡承彪 朱宏光 韦源连

(广西农业大学林学院)

S154.3

**摘要** 我们研究了龙胜县里骆林区不同海拔高度、不同森林类型和不同土层深度土壤微生物学特性,结果表明:1.不同海拔高度土壤微生物的数量及生化活性以低海拔土壤较高,2.不同森林类型土壤微生物及生化活性常绿阔叶林高于针阔混交林,针阔混交林高于针叶林,3.不同土层深度土壤微生物分布以0~20cm土层最多,20~40cm次之,40~80cm最少。各剖层土壤微生物数量随季节变更有明显季节变化。

**关键词** 土壤微生物 生化活性 森林类型, 林型

## 0 引言

龙胜县里骆林区位于桂北山区,地处北纬 $25^{\circ}50'$ ~ $25^{\circ}58'$ ,东经 $110^{\circ}02'$ ~ $110^{\circ}07'$ ,面积100余 $\text{km}^2$ ,是我区目前较大的县级自然保护区,也是龙胜县水源林基地和用材林生产基地。为了合理开发利用,本文试图通过对里骆林区不同海拔高度、不同森林类型和不同土层深度土壤微生物的分布、类群组成以及生物化学过程的动态研究,探讨土壤微生物参与物质转化特征与土壤肥力和森林生产力的关系,为林区森林经营和规划提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 取样

按林区不同海拔高度、不同森林类型和不同土层深度,用常规方法采取土样,带回实验室分析,供试土样的基本情况列于表1、2、3。

### 1.2 研究方法

1.2.1 土壤微生物区系分析:土壤微生物区系分析按《土壤微生物分析方法手册》进行<sup>[1]</sup>。活菌计数采用琼脂平板表面涂抹法。微生物优势种群鉴定按文献<sup>[2-8]</sup>方法进行。

1.2.2 土壤微生物活性测定:氨化作用——土壤培养法。硝化作用——溶液培养法。固氮作用——土壤培养法。纤维素分解作用——埋布片法。呼吸作用—— $\text{CO}_2$ 容量测定法<sup>[1,9]</sup>。

1.2.3 土壤酶活性分析:蛋白酶——以精胶为基质,用比色法测定酶解时释放的甘氨酸量。蔗糖酶——以蔗糖为基质,用滴定法测定酶解时释放的葡萄糖量。过氧化氢酶——以过氧化氢为基质,用滴定法求出相当于被分解的过氧化氢 $0.1\text{NKMnO}_4$ 量<sup>[1,9]</sup>。

1992年8月22日收稿

\*先后参加本项研究工作的还有苏利英、梁秀棠、戴如兰、梁宏温、韦立秀等同志,特此致谢。

表1 不同海拔高度样地基本情况

土壤 编号	地点	植 被	海拔		pH	有机质 (%)	全氮 (%)	水解氮 (mg/100g 干土)	速效磷 (mg/100g 干土)	速效钾 (mg/100g 干土)	采样深度 (cm)
			(m)	土类							
1	庚 单	杉木、荷木、 木茺子、乌毛蕨	330	红壤	5.40	3.14	0.15	18.78	3.41	5.00	0~20
2	毛平寨	杉木、荷木、 木茺子、乌毛蕨	565	红壤	5.30	3.58	0.16	15.23	2.62	4.94	0~20
3	望火楼	马尾松、杉木、 枫香、铁芒箕	800	黄壤	4.80	3.96	0.19	16.53	1.84	4.70	0~20
4	广 盘	马尾松、杉木、 枫香、铁芒箕	945	黄壤	5.10	3.81	0.21	14.34	2.23	2.25	0~20
5	白蜡山	马尾松、杉木、 枫香、白茅	1175	黄棕壤	5.00	3.71	0.18	13.28	1.23	6.39	0~20
6	三叉岭	金鳞杜鹃、蕨菜	1495	黄棕壤	5.80	2.64	0.17	15.32	3.33	3.72	0~20

表2 不同森林类型样地基本情况

森林 类型	地点	种 种	海拔		pH	有机质 (%)	全氮 (%)	水解氮 (mg/100g 干土)	速效磷 (mg/100g 干土)	速效钾 (mg/100g 干土)	采样深度 (cm)
			(m)	土类							
常绿 阔叶林	西江坪	米椎、罗浮栲、 红楠、铃木	1020	黄壤	5.88	6.86	0.32	23.51	3.39	6.70	0~20
针阔 混交林	白脂	杉木、马尾松、米椎、 罗浮栲。针阔比2:3	900	黄壤	5.70	3.98	0.20	22.34	2.69	9.19	0~20
针叶林	伍家	杉木人工林竹林	370	红壤	4.45	3.60	0.15	11.82	3.04	5.42	0~20

表3 常绿阔叶林不同土层养分情况

土层深度 (cm)	pH	有机质 (%)	全氮 (%)	水解氮 (mg/100g 干土)	速效磷 (mg/100g 干土)	速效钾 (mg/100g 干土)
0~20	5.88	3.97	0.22	61.6	0.39	15.70
20~40	5.18	1.48	0.11	28.5	0.14	2.43
40~80	4.80	0.77	0.05	15.4	0.09	1.85

## 2 结果与讨论

### 里骆林区土壤微生物区系及其动态变化

#### 2.1 不同海拔高度土壤微生物区系及其优势种群

里骆林区不同海拔高度土壤微生物数量变化见表4。从表4中可知, 各类微生物数量随海拔高度不同而变化, 其中细菌数量随海拔升高减少, 放线菌变化不大, 而真菌自下而上有增加的趋势。上述各类微生物数量变化, 显然与海拔高度、植被类型、水热条件和土壤有机质含量等综合生态因素相关。1号和2号土壤位于林区下部, 土层较厚, 水分含量较高, 有机质较多, 有利于细菌生长繁殖, 故细菌数量较高。5号和6号土壤中, 6号为阔叶林, 其枯枝落叶易被细菌分解利用, 故细菌数量较高。而5号样地为针阔混交林, 针叶树种占的比例较大, 由于针叶含有较多纤维素、木质素、树脂等保存性物质, 细菌很难分解利用, 故细菌显著减少, 相反真菌分解针叶比较活跃, 故5号土壤真菌数量明显增加。同时, 由于真菌比细菌较耐干旱, 故真菌数量随海拔升高有增加的趋势。

表4 不同海拔高度土壤微生物数量变化 (单位:  $10^6/g$  干土)

土壤编号	海拔(m)	细菌	放线菌	真菌	好气固氮菌	好气纤维素分解菌	微生物总数
1	330	47.60	0.03	0.37	0.32	0.24	48.56
2	565	41.05	0.04	0.39	0.23	0.26	41.97
3	800	25.38	0.04	0.35	0.11	0.27	26.15
4	945	20.06	0.03	0.50	0.11	0.22	20.92
5	1175	4.83	0.04	0.39	0.06	0.34	5.66
6	1495	14.18	0.03	0.19	0.22	0.15	14.77

不同海拔高度土壤微生物优势种群, 细菌优势属有芽孢杆菌属 (*Bacillus*)、黄杆菌属 (*Flavobacterium*)、短杆菌属 (*Brevibacterium*)、假单胞菌属 (*Pseudomonas*)、无色细菌属 (*Achromobacter*)、黄单胞菌属 (*Xanthomonas*), 其中芽孢杆菌属在各海拔土壤中都是突出优势属。放线菌和真菌优势种群比细菌少得多。放线菌优势属为链霉菌属 (*Streptomyces*), 优势类群有灰褐类群 (*S. griseofuscus*)、金色类群 (*S. aureus*)、兰色类群 (*S. cyaneus*)、吸水类群 (*S. hygrocopicus*)。真菌优势属有青霉属 (*Penicillium*)、木霉属 (*Trichoderma*)、曲霉属 (*Aspergillus*) 和丛梗孢属 (*Monilia*), 其中青霉属和木霉属为突出优势属。

#### 2.2 不同森林类型、不同土层深度土壤微生物区系及其优势种群

不同森林类型土壤微生物数量变化见表5。三种不同类型森林土壤微生物数量常绿阔叶林高于针阔混交林, 针阔混交林高于针叶林, 其中细菌非常显著, 如0~20cm土层的常绿阔叶林比相应层次的针阔混交林高5.51倍, 比针叶林高11.13倍。表明常绿阔叶林土壤微生物活动旺盛, 物质转化较快, 土壤肥力较高。上述结果揭示了由于森林类型不同, 其枯枝落叶的组分不同, 因而微生物区系及数量不同, 导致物质转化过程及成土过程也就不同<sup>[10]</sup>。因此森林土壤微生物的

这一特性,可作为人工营造混交林中进行阔叶树种的选择以及针阔树种的组成提供科学依据。

表5 不同森林类型土壤微生物数量变化 (单位:  $10^6/\text{g}$  干土)

森林类型	土层 (cm)	细菌	放线菌	真菌	好气固氮菌	好气纤维素 分解菌	微生物 总数
常绿阔叶林	0 ~ 20	72.46	0.02	0.11	0.002	0.003	72.59
	20 ~ 40	57.72	0.004	0.09	0.001	0.001	57.81
针阔混交林	0 ~ 20	13.14	0.18	0.07	0.48	0.02	13.89
	20 ~ 40	4.46	0.04	0.02	0.31	0.01	4.84
针叶林 (杉木林)	0 ~ 20	6.51	0.04	0.12	0.003	0.007	6.68
	20 ~ 40	2.61	0.03	0.06	0	0.003	2.70

常绿阔叶林土壤微生物土层垂直分布见表6。表6表明,一年四季中以夏季(7月)微生物数量最高,冬季最低。而各个季节中均以0~20cm表层微生物数量最高,20~40cm次之,40~80cm最低。表明土壤微生物垂直分布与生境中的温度、水分、养分和空气等生态因素密切相关。0~20cm属于表土层,该层累积有较多有机物、养分,通气状况较好。因而这一层微生物活动旺盛,故数量最高。20~40cm相应降低,40~80cm最低,表明土层愈深、土壤理化性状愈差,养分愈低,空气愈少,生态环境愈不利于微生物活动。

表6 常绿阔叶林土壤微生物垂直分布及季节变化 (单位:  $10^6/\text{g}$  干土)

季节	层次 (cm)	细菌	放线菌	真菌	好气固氮菌	好气纤维素 分解菌	微生物总数
春 季 (4月)	0 ~ 20	15.91	0.38	0.66	0.53	0.16	17.54
	20 ~ 40	11.78	0.09	0.61	0.12	0.06	12.66
	40 ~ 80	5.89	0.04	0.56	0.18	0.01	6.68
夏 季 (7月)	0 ~ 20	72.46	0.21	1.18	0.26	0.04	74.15
	20 ~ 40	57.72	0.04	0.95	0.16	0.01	58.88
	40 ~ 80	40.89	0.04	0.81	0.08	0.04	41.86
秋 季 (10月)	0 ~ 20	27.20	0.81	0.75	0.48	0.15	29.39
	20 ~ 40	25.37	0.69	0.51	0.37	0.07	27.01
	40 ~ 80	6.26	0.57	0.62	0.33	0.06	7.84
冬 季 (11月)	0 ~ 20	4.64	0.04	0.14	0.04	0.11	4.97
	20 ~ 40	0.62	0.01	0.06	0.01	0.05	0.78
	40 ~ 80	0.38	0.12	0.11	0.01	0.04	0.16

微生物季节变化见图 1。图 1 显示春夏秋冬四个季节中各层微生物的数量随季节更替有明显季节变化。

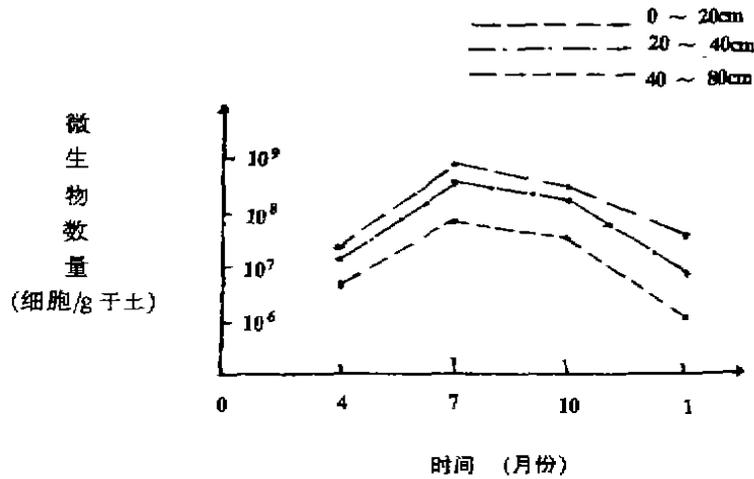


图 1 常绿阔叶林土壤微生物季节变化

微生物季节变化进一步表明土壤微生物与生态环境的相关性。春季 (4 月) 气温较低, 不利于微生物生长繁殖, 故春季数量不高。夏季 (7 月) 温度上升到 20℃ 以上, 由于温度较高, 水份适宜, 通气较好, 可给养份较多, 有利于各类微生物生长繁殖, 故夏季数量最高。秋季 (10 月) 气温下降, 雨量减少, 生长繁殖受到不利的影响, 故其数量降低。冬季 (1 月) 气温最低, 雨量进一步减少, 低温干旱, 生命活动受到抑制, 故微生物数量最低。

不同森林类型、不同土层深度土壤微生物优势种群: 常绿阔叶林多于针阔混交林, 针阔混交林多于针叶林, 0 ~ 20cm 土层多于 20 ~ 40cm 土层, 20 ~ 40cm 土层多于 40 ~ 80cm 土层。

2.2.1 常绿阔叶林: 细菌优势属有芽孢杆菌属、假单胞菌属、单平胞菌属、黄杆菌属、短杆菌属和微球菌属 (*Micrococcus*)。放线菌主要为链霉菌属, 优势类群有吸水类群、青色类群 (*S. glaucus*)、灰褐类群和粉红孢类群 (*S. roseosporus*)。真菌优势属有青霉属、木霉属、曲霉属和腐质霉属 (*Humicola*)。

2.2.2 针阔混交林: 细菌优势属有芽孢杆菌属、纤维单胞菌属 (*Cellulomonas*)、无色细菌属、黄杆菌属、假单胞菌属和微球菌属。放线菌链霉菌属优势类群有吸水类群、烬灰类群 (*S. cinerogriseus*)、灰褐类群、兰色类群、粉红孢类群。真菌优势属有青霉属、木霉属、轮枝霉属 (*Vertillium*)、茎点霉属 (*Phoma*) 和曲霉属。

2.2.3 针叶林: 细菌优势属有芽孢杆菌属、纤维单胞菌属、短杆菌属、黄杆菌属和黄单胞菌属。放线菌主要为链霉菌属的黄色类群 (*S. flavus*)、吸水类群和烬灰类群。真菌优势属有青霉属、木霉属、曲霉属、腐质霉属和轮枝霉属。

2.2.4 0 ~ 20cm 土层: 细菌优势属有芽孢杆菌属、假单胞菌属、黄单胞菌属、短杆菌属和微球菌属。放线菌优势属为链霉菌属, 优势类群有吸水类群、青色类群、灰褐类群、烬灰类群。真菌

优势属有青霉属、木霉属、曲霉属、地霉属 (*Geotrichum*)、枝孢属 (*Cladosporium*) 和腐质霉属。

2.2.5 20 ~ 40cm 土层: 细菌优势属有芽孢杆菌属、黄杆菌属、短杆菌属和微球菌属。放线菌链霉菌属优势类群有吸水类群、金色类群、灰褐类群、烬灰类群和灰红紫类群 (*S. griseorubroviolaceus*)。真菌优势属有青霉属、木霉属、曲霉属、地霉属、枝孢属和交链孢属 (*Alternaria*)。

2.2.6 40 ~ 80cm 土层: 细菌优势属有芽孢杆菌属、假单胞菌属、短杆菌属和微球菌属。放线菌链霉菌属优势类群有吸水类群、金色类群、烬灰类群和粉红孢类群。真菌优势属有青霉属、木霉属、曲霉属和腐质霉属。

### 3 里骆林区土壤生化活性变化

#### 3.1 土壤微生物活性变化

土壤微生物参与土壤中各种物质的转化过程, 其生化过程的强弱可直接反映土壤中有效养分的现状及其肥力水平。土壤呼吸作用主要是土壤微生物的生命活动引起, 因此土壤呼吸作用的强弱、可反映土壤中有机质的分解速度和强度, 以及土壤氧化代谢能力。里骆林区不同土壤微生物活性变化见表7。从表7可知, 不同海拔土壤微生物活性以330m和565m土壤较强、800m和945m次之, 1175m最弱。不同森林类型土壤微生物活性以常绿阔叶林土壤最高, 针阔混交林次之, 针叶林最低。上述结果表明: 海拔330m、565m、常绿阔叶林和针阔混交林土壤各类微生物都较活跃, 物质转化速度较快, 氧化代谢能力较强, 土壤肥力较高。

表7 不同立地土壤微生物活性变化

立地类型		氨化作用 ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ) (mg/g 干土)	硝化作用 ( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ) (mg/g 干土)	固氮作用 (N mg/g 干土)	纤维素分解作用 (%)	呼吸作用 ( $\text{CO}_2$ mg/g 干土)
海 拔 (m)	330	0.0301	0.220	0.0055	5.29	0.554
	565	0.0131	0.215	0.0090	4.57	0.475
	800	0.0171	0.320	0.0040	3.58	0.466
	945	0.0247	0.145	0.0045	4.85	0.454
	1175	0.0098	0.040	0.0035	3.05	0.138
	1495	0.0121	0.190	0.0090	3.38	0.452
常 绿 阔叶林	0~20 (cm)	0.0177	0.2594	0.0054	2.44	1.13
	20~40 (cm)	0.0017	0.0219	0.0018	0.81	0.16
针 阔 混交林	0~20 (cm)	0.0100	0.1543	0.0049	2.15	0.65
	20~40 (cm)	0.0047	0.0079	0.0028	1.07	0.17
针叶林	0~20 (cm)	0.0073	0.1878	0.0042	1.56	0.23
	20~40 (cm)	0.0027	0.0150	0.0019	1.01	0.14

### 3.2 里骆林区土壤酶活性变化

酶是生物催化剂, 土壤中各种物质的分解转化均借助于土壤微生物所产生的酶的催化作用。因此, 土壤酶活性的强弱、可以反映土壤中物质转化状况和土壤肥力水平。里骆林区不同立地土壤酶活性变化见表 8。不同海拔 3 种土壤酶活性以 330m 和 565m 土壤较高, 不同森林类型以常绿阔叶林最高, 针阔混交林次之。上述结果表明: 海拔 330m、565m、常绿阔叶林和针阔混交林土壤微生物活动旺盛、物质转化速度快, 其中特别是常绿阔叶林和针阔混交林土壤微生物活动更为强烈, 显然, 常绿阔叶林和针阔混交林土壤具有较高肥力和森林生产力。

表 8 不同立地土壤酶活性变化

立地类型		蛋白酶 (甘氨酸 mg/g) (干土/48 小时)	蔗糖酶 (0.1NNa <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) (mL/g 干土/24 小时)	过氧化氢酶 (0.1NKMnO <sub>4</sub> ) (mL/g 干土/小时)
海 拔 (m)	330	151.90	0.346	1.59
	565	151.20	0.306	1.57
	800	151.85	0.301	1.56
	945	144.75	0.302	1.45
	1175	135.05	0.124	1.34
	1495	110.15	0.156	2.10
常 绿 阔叶林	0~20 (cm)	348.08	2.156	1.799
	20~40 (cm)	207.96	0.472	1.059
针 阔 混交林	0~20 (cm)	281.48	0.992	1.708
	20~40 (cm)	201.09	0.249	1.141
针叶林	0~20 (cm)	231.50	0.864	1.367
	20~40 (cm)	177.54	0.198	0.653

## 4 里骆林区不同森林类型枯枝落叶分解强度

林木的枯枝落叶是森林土壤有机质的主要来源, 是形成森林土壤腐殖质的基础, 因此研究森林枯枝落叶的种类及其分解速度对提高森林土壤肥力和森林生产力有重要意义。里骆林区不同森林类型枯枝落叶的分解强度见表 9。表 9 表明三种不同森林类型枯枝落叶的分解强度以常绿阔叶林最强, 针阔混交林次之, 针叶林最低, 表明常绿阔叶林和针阔混交林的枯枝落叶分解速度快。显然, 常绿阔叶林和针阔混交林的枯枝落叶有利于土壤肥力提高。

## 5 结论

5.1 里骆林区不同海拔土壤微生物数量, 特别是细菌数量, 以低海拔 330m 和 565m 土壤较多, 生化活性也以 330m 和 565m 土壤较强, 表明 330m 和 565m 的海拔高度由于地势低、坡积物和枯枝落叶较多, 土壤含水量和有机质含量较高, 土层疏松深厚, 有利于微生物活动, 具有较高肥力和森林生产力。

表9 不同森林类型枯枝落叶分解强度 (单位: g 干物/0.5m<sup>2</sup>)

林型 L/F 重复	常绿阔叶林			针阔混交林			针叶林		
	L	F	L/F	L	F	L/F	L	F	L/F
1	114.7	136.4		155.6	326.6		163.0	151.2	
2	101.8	183.6		126.6	173.2		131.0	61.6	
3	81.4	176.4		127.0	148.2		85.6	110.4	
合计	297.9	496.4		409.2	648.0		379.6	323.2	
平均	99.3	165.5	0.60	136.4	216.0	0.63	126.5	107.7	1.17

注: L-未分解的枯枝落叶, F-半分解的枯枝落叶  
L/F 比值小表示分解强度大, 比值大表示分解强度小。

5.2 里骆林区不同森林类型土壤各类微生物的数量和土壤生化强度, 常绿阔叶林高于针阔混交林, 针阔混交林高于针叶林。三种森林枯枝落叶分解强度以常绿阔叶林最强, 针阔混交林次之, 针叶林最低, 表明常绿阔叶林和针阔混交林土壤微生物活动旺盛, 有机物分解转化快, 具有较高肥力。上述结果也揭示了针阔混交林比单一针叶林——杉木人工林土壤具有较好的微生物学性状, 它为营造混交林提供了科学依据。

## 6 参考文献

- 1 许光辉等. 土壤微生物分析方法手册. 农业出版社, 1986, 49 ~ 136, 220 ~ 287
- 2 布坎南等. 伯杰细菌鉴定手册(第八版). 科学出版社, 1984, 729 ~ 758
- 3 中国科学院微生物研究所细菌分类组. 一般细菌常用鉴定方法. 科学出版社, 1978, 141 ~ 156
- 4 王大祁. 细菌分类基础. 科学出版社, 1977, 63 ~ 110
- 5 阮继生. 放线菌分类基础. 科学出版社, 1977, 1 ~ 109
- 6 魏景超. 真菌鉴定手册. 上海科学技术出版社, 1977, 1 ~ 649
- 7 巴尼特 H L 等. 半知菌属图解. 科学出版社, 1977, 1 ~ 211
- 8 唐姆茨 K H 等. 农业土壤真菌. 科学出版社, 1979, 1 ~ 315
- 9 郑洪元等. 土壤动态生物化学研究法. 科学出版社, 1982, 125 ~ 244
- 10 东北林学院. 土壤学(下册). 中国林业出版社, 1981, 1 ~ 71

## A Study on the Properties of Soil Microbiology in the Lilou Forest Region of Longshen County

*Hu Chengbiao Zhu Hongguang Wei Yuanlian*

(Forestry College of Guangxi Agriculture University)

**Abstract** We studied on the properties of soil microorganism in the different altitude, forest types and soil depth in Lilou forest region of Longshen county. The results indicate: Both the number of soil microorganism and biochemical activities at the low elevation are higher than at the high elevation, and the evergreen broad-leaved forest are higher than the broad-leaved and coniferous mixed forest, the coniferous plantation are the lowest. The distribution of soil microorganism is most abundances in 0 ~ 20cm in depth, the 20 ~ 40cm is less, the 40 ~ 80cm is the least. The number of soil microorganism in different soil layer changes remarkably with season change.

**Key words** soil microorganisms; biochemical activities; forest types