

## 鼎湖山自然保护区不同林被土壤微生物的 生物量与生物营养物质的库贮量\*

邓邦权 吕禄成

(广东省土壤研究所, 广州 510650)

### 摘 要

在多年定位观测基础上,分析了不同林被土壤微生物生物量的差异和变化,结果表明,阔叶林、针叶林和非林垦耕地土壤平均生物-C水平分别为62.87, 42.93和29.89 ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )。

根据微生物组织中生物营养元素与C的比例,对不同林地土壤中生物营养元素的库贮量作出了定量计算。结果是C, 500—1000; N, 70—160; P, 60—120; K, 50—100和Ca, 7—15 ( $\text{kg}\cdot \text{ha}^{-1}$ )。

**关键词:** 森林土壤微生物; 微生物生物量; 土壤生物物质库贮量

本课题是鼎湖山自然保护区森林生态系统结构功能研究的一部分,为了满足研究中有关定量化分析的需要,首先对土壤微生物生物量的检测原理和方法作了研究试验<sup>[1, 2]</sup>;并对这里不同林被土壤微生物生物量作了检测比较<sup>[3]</sup>。本文根据连续多年所作的定期定位监测结果,分析比较不同林被土壤微生物生物量的差异和变化,估计了它们的年均水平;根据微生物体中营养元素与C的比例,分别计出不同土壤微生物库中各种生物营养元素的库贮量,为进一步定量分析估价不同土壤微生物在转化有关物质能量、起营养库作用的功能大小,提供有效依据。

### 一、试样及方法

试样分别采自保护区中预先设定的阔叶林、针叶林和非林的弃荒垦耕地三个观测样方。为了减少定期观测采样过程(不能重复原位)带来的误差,每年早春预先根据观测次数、总试样的需量,从样方中分散多点(5处以上)按0—15cm挖取,均匀混合后集

1990年4月18日收稿。

\*本工作是国家自然科学基金资助课题的一部分。参加课题工作的尚青李大文、王德琼、葛荣盛、杜绍元、杨风和潘超美同志。

中埋置于其中合适位置上挖就的深度相同 (15cm) 的小样方中, 填平压实后覆以相应的凋落物层, 以后再按春 (4 月)、夏 (7 月)、秋 (10 月)、冬 (1 月) 定期取出其中部分, 供土壤微生物生物量的检测。检测的方法是用我们在 Jenkinson 建议<sup>[5]</sup>的基础上加以修改的熏杀分解法<sup>[2]</sup>。

## 二、结果及讨论

### (一) 土壤微生物生物量测算法的修改和检验

Jenkinson 最初建议的熏杀分解法<sup>[5]</sup>, 是以氯仿熏杀过和不熏杀试样在 25°C 下培养 10 天释出 CO<sub>2</sub>-C 之差作为释出的生物 -C 量, 再除以由 <sup>14</sup>C 标记微生物试样同条件下培养检得的生物 -C 矿化释放百分率 (K<sub>c</sub> = 0.5) 来计算土壤总生物 -C 量的。但它直接用于强酸性土壤并不适宜, 而需改用另一个较 0.5 为小的 K<sub>c</sub> 值<sup>[8]</sup>。Anderson 等以种类较多的 <sup>14</sup>C 标记的细菌和真菌, 在 pH 值 4.5—7.5 四种酸度不同土壤中用 22°C 培养检出它们各自的平均 K<sub>c</sub> 值, 再根据它们在总生物量中的平均比例, 按权值不同合计得到的通用 K<sub>c</sub> 值为 0.411<sup>[6]</sup>。我们据其中 pH 为 4.5 的强酸性土样检得数据单独计得的

表 1 几个酸性土样的微生物生物量用不同条件作熏杀法测算结果的比较

Table 1 A comparison of several acid soil's microbial biomass measured by fumigation method with different condition

土 样 soil sample	pH	测定和计算条件 conditions for measured and calculated		(B)-(A) (mg·100g <sup>-1</sup> )	$\frac{(B)-(A)}{(A)} \times 100$
		(A) 22°C K <sub>c</sub> =0.363	(B) 30°C K <sub>c</sub> =0.411		
1	4.4	36.11	37.41	+1.30	+3.6
2	4.5	27.84	27.81	-0.03	-0.1
3	4.1	43.62	47.48	+3.86	+8.9
4	4.2	22.21	22.19	-0.02	-0.1

K<sub>c</sub> 值只是 0.363。因 K<sub>c</sub> 值随培养温度升高而增大, 估计以 30°C 培养, 强酸性土壤 0.363 的 K<sub>c</sub> 值会相应增至近 0.411, 这一估计已为进一步的试验检测计算结果 (表 1) 所证明, 从而确定以 30°C 培养, 用 K<sub>c</sub> = 0.41, 作为这里酸性较强土壤中微生物生物量的测算依据。

### (二) 不同林被土壤微生物生物量的差异和变化

几种不同林被土壤微生物生物量连续多年检测的结果列于表 2, 从中可以看出, 几种土壤微生物生物 -C 含量 (mg·100g<sup>-1</sup>) 以阔叶林地最高 (39.63—73.40), 平均 62.78; 针叶林次之 (26.47—50.69), 平均 42.93; 非林垦耕地最小 (19.82—33.78), 平均 29.98。它还表明, 每年温热湿润的春夏间土壤微生物的生物量最大, 而高温干旱的秋季生物量最小。除因季节不同而有升降变化外, 观测期间尚有缓慢增长的趋势。

表 2 不同林地土壤微生物生物量的差异和变化 (1985—1988 年)

Table 2 Differences of microbial biomass in various forest soils (1985—1988)

单位: 生物-C (mg·100g<sup>-1</sup>)  
Unit: bio-C (mg·100g<sup>-1</sup>)

季度 season	阔叶林土壤 broad-leaf forest soil					针叶林土壤 coniferous forest soil					非林垦耕地土壤 non-forest reclaimed land soil				
	1985	1986	1987	1988	平均 AV.	1985	1986	1987	1988	平均 AV.	1985	1986	1987	1988	平均 AV.
春 spring	65.34	53.03	70.80	73.40	65.64 ±9.10	44.54	39.69	42.96	30.69	44.47 ±4.61	28.37	27.61	30.85	33.42	30.06 ±2.67
夏 summer	58.51	55.56	73.11	59.68	61.72 ±7.79	42.17	32.75	49.73	53.77	44.61 ±9.25	31.24	29.59	33.78	27.02	30.41 ±2.48
秋 autumn	39.63	66.12	59.66	/	55.14 ±13.81	26.47	34.10	46.68	/	35.75 ±10.21	19.82	36.15	31.76	/	29.24 ±8.45
冬 winter	65.15	71.88	67.08	/	68.23 ±3.40	48.73	48.32	40.35	/	45.80 ±4.72	31.93	28.85	29.37	/	30.05 ±1.65
平均 AV.	57.16 ±12.1	61.65 ±8.87	67.66 ±5.88	66.54 ±9.70	/	40.48 ±9.72	38.72 ±7.07	44.93 ±4.12	52.37 ±1.99	/	27.84 ±5.56	30.55 ±3.82	31.44 ±1.84	30.22 ±4.53	/
总平均 total AV.	62.78±9.32					42.93±7.71					29.98±3.88				

注: 平均值以平均数±标准差表示。

Note: The average value is expressed in mean ± standard error.

不同林被土壤间微生物生物量水平的差异，与它们各自的林冠植被的密度和相应凋落残谢有机能源物质的丰缺密切相关；它们不同季节的升降变化，则是本区气候条件所决定的物候期在微生物生长活动上的反映；较长期间内生物量都有不同程度的逐步增长，则是防止人为干扰的自然状态下，植被及其凋谢物得以保存，降雨得到涵蓄，从而利于生态系统中各种生物类群生长发育的必然结果。

尽管不同林被土壤微生物生物量都因季节不同有所升降和逐年缓慢上升的趋势。但表 1 显示出它们生物量水平的差异是明显的。几年观测结果统计得出的平均值，足以代表它们近几年内相对稳定的生物量水平。这些生物量水平，不仅为微生物库中生物营养和能源物质的库贮量，也为微生物消长更迭过程中归还土壤的物质元素等的定量分析计算提供了有效依据。

### (三) 土壤微生物组织中生物营养元素的比例

虽然，土壤微生物组织中生物营养元素的含量，许多工作者都曾作过检测，但 Anderson 等所研究报道的结果<sup>[7]</sup>，无论检测土壤试样和微生物种类之多或合理化的计算方法，都使之更具代表性和可信性。他不仅对各种不同类型土壤中的细菌(包括放线菌)和真菌的多种营养元素的含量作出分析，计算它们间的比例关系，而且还检出各个试样中细菌和真菌在总生物量中各占的比例，再按各自的权值重新计算出更为合理的元素比例。表 3 是他专门研究土壤微生物库中生物营养元素比例计得的结果。它计得一般土壤

表 3 土壤微生物组织中生物营养元素含量的比例\*

Table 3 The proportion of bio-nutrient elements content in the soil microbial tissue

微生物种类 kind of microbes	在总生物量中的比例 ratio in total biomass (%)		不同元素对营养库的相对贡献 relative contribution of different elements to the nutrient reservoir				
	范围 range	平均值 mean	C	N	P	K	Ca
细菌 bacteria	10—40	25	0.25	0.045	0.015	0.008	0.004
真菌 fungi	60—90	75	0.75	0.105	0.101	0.090	0.010
合计 sum	/	100	1.00	0.150	0.116	0.098	0.014

\* 引自 Anderson<sup>[7]</sup>。

Quoted from Anderson<sup>[7]</sup>。

微生物营养库中 N、P、K、Ca 与 C 元素的比例分别为 0.15, 0.116, 0.098 和 0.014。

在这一研究中 Anderson 测得近 30 种土壤生物量中细菌占 10—40%，平均 25%；真菌占 60—90%，平均 75%。我们同样的方法检得这里几种土壤中细菌占 30—36%，平均 32%，真菌占 64—70%，平均为 68%<sup>[4]</sup>。均在其检出范围之内，平均值也近似。因而可以应用其计得的元素比例来计算本区土壤微生物库中各营养元素的库贮量。

### (四) 不同土壤微生物库中营养元素的库贮量

根据前述不同林被土壤微生物生物量水平和上述土壤微生物组织中 N、P、K、Ca 与 C 元素的比例计得本区几种土壤微生物库中各种营养元素的库贮量列于表 4，从中可

表4 不同土壤微生物库中生物营养元素的库贮量

Table 4 The reserves of bio-nutritive elements in the microbial reservoir of different forest soils

营养元素 nutritive elements	阔叶林土壤 broad-leaf forest soil		针叶林土壤 coniferous forest soil		非林垦耕地土壤 non-forest reclaimed land soil	
	mg·100g <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup>	mg·100g <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup>	mg·100g <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup>
C	62.78	1082.96	42.93	740.54	29.98	517.16
N	9.42	162.50	6.44	111.09	4.50	77.63
P	7.28	125.58	4.98	85.91	3.40	60.03
K	6.15	106.09	4.21	72.62	2.94	50.72
Ca	0.88	15.18	0.60	10.35	0.42	7.25

注: 设每公顷 0—15cm 土层重为 1725 吨。

Note: Assume the soil weight of 0—15 cm layer in one hectare to be 1725t.

可以看出, 土壤微生物库中营养元素的贮量, 均随其植被林冠密度及凋落残谢量和相应的微生物生物量的增大而增大, 各种元素库贮量变化幅度分别为 C: 500—1 000; N: 80—160; P: 60—120; K: 50—100 和 Ca: 7—15 (kg·ha<sup>-1</sup>)。其中生物-C 贮能按每克 10 千卡计, 则几种土壤生物能贮量在 0.5—1.0 10<sup>7</sup>kcal·ha<sup>-1</sup>之间。

这些结果充分说明, 土壤植被林冠越茂密, 补给的残谢有机物越多, 微生物的生物量也就越大, 生物营养物质能源的库容、贮存量也随之增大, 因此, 保持和增大植被的覆盖度或增加有机物质的施入, 也就成为提高土壤微生物生物量, 相应增大土壤生物营养物质库容和贮量的有效措施。

## 结 束 语

和其他生物群体一样, 土壤微生物在其生命活动过程中, 新生个体不断成长, 衰老个体不断消亡。衰亡后的残体中, 来自植物残谢物的营养物质, 也不断地被分解, 无机化归还土壤, 又重新为植物根系吸收, 合成新的有机机体, 构成生态系统中营养元素的生物循环。对循环中有关的定量分析, 目前国内尚未见有报道。

本文已对不同土壤生物营养元素库贮量作出了定量估计, 只要查明相应土壤微生物生长衰亡速度、消长更新周期, 就可以对不同土壤通过微生物每年归还的营养物质的数量作出定量计算。这方面的分析计算, 将另文报道。

## 参 考 文 献

- [1] 邓邦权、吕禄成, 1986: 鼎湖山自然保护区不同林型下土壤微生物生物化学过程强度的研究。热带亚热带森林生态系统研究, 第4集, 53页。
- [2] 邓邦权、王德琼, 1988: 华南酸性土壤中微生物生物量的熏杀分解法检定。广东土壤通讯, 第1期, 27页。
- [3] 邓邦权等, 1987: 鼎湖山自然保护区不同林型下土壤的微生物生物量。人与生物圈论文集, 1987: 52页。
- [4] 潘超美等, 1986: 土壤微生物生物量中真菌与细菌比率的抑制呼吸法试验检测。全国青年土壤科学工作者第一届学术讨论会, 论文摘要集, 第63页。
- [5] D.S.Jenkinson *et al.*, 1976: The effects of biocidal treatments on metabolism in soil V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8: 209—213.
- [6] J.P.E.Anderson and K.H.Domsch 1978: Mineralization of bacteria and fungi in soil chloroform-fumigated soil. *Soil Biol. Biochem.* 10: 207—213.

- [ 7 ] J.P.E. Anderson *et al.*, 1980: Quantities of plant nutrient in the microbial biomass of selected soils. *Soil Sci.* 130: 211—216.
- [ 8 ] D.S. Jenkinson and J.N. Ladd, 1981: Microbial biomass in soil measurement and turnover. In "Soil Biochemistry vol. 5." Ed. by E.A. Paul and J.N. Ladd. New York. 415—471.

## THE MICROBIAL BIOMASS LEVEL AND RESERVES OF BIO-NUTRITIVE MATERIAL IN DIFFERENT FOREST SOILS OF BIOSPHERE RESERVE OF DINGHU SHAN

Deng Bangquan and Lü Lucheng

(*Institute of Soil Science of Guangdong Province, Guangzhou 510650*)

### Abstract

The change and difference of microbial biomass in various forest soils was analysed on the basis of observation on fixed positions through many years. The statistic results showed that the mean levels of microbial biomass-C in the broad-leaf forest, coniferous forest and non-forest reclaimed land soil were 62.78, 42.93, and 29.98  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectively.

According to the ratio of each bio-nutritive elements to C in microbial tissue, the reserves of bio-nutritive elements in different forest soils were calculated. They were C 500—1000; N 75—160; P 60—120; K 50—100 and Ca 7—15  $\text{kg}\cdot \text{ha}^{-1}$ , respectively.

**Key words:** Forest soil microbes; Soil microbial biomass; Reserves of soil bio-nutritive material

---

\*This work is a part of the titles funded by National Scientific Fund.