

# 不同林木凋落物分解对土壤性质的影响

徐秋芳 钱新标 桂祖云  
(浙江林学院林学系, 临安 311300) (浙江省安吉县林业局)

**摘要** 杉木、马尾松和樟树 3种林木凋落物室内混土培养的结果表明: 杉木、马尾松凋落物分解造成土壤 pH值下降; 杉木凋落物的分解还使土壤水解氮和有效磷缺乏, 而樟树和马尾松处理则能提供比对照更多的有效养分。3类凋落物分解均能显著增加过氧化氢酶、脲酶、纤维素酶和多酚氧化酶的活性, 其中樟树处理的过氧化氢酶和脲酶活性最强。杉木凋落物并未使土壤多酚氧化酶活性高于其他处理, 但它能很好激活纤维素酶的活性。

**关键词** 杉木; 马尾松; 樟树; 枯落物; 森林土; 土壤化学分析; 酶  
**中图分类号** S714.2

林木凋落物是影响土壤化学、生物化学性质的一个重要因素。以往的研究表明, 不同林木凋落物下土壤的养分组成、腐殖质性质, 土壤的酸碱状况以及土壤微生物的活动行为都具有明显的不同<sup>[1-3]</sup>。但迄今为止, 有关不同林木凋落物对土壤性质特别是对土壤酶活性动态研究方面的报道较缺乏。本文在实验室条件下研究杉木 (*Cunninghamia lanceolata*), 马尾松 (*Pinus massoniana*) 和樟树 (*Sassafras tzumu*) 3种林木凋落物混土堆腐过程中土壤性质的动态变化, 以揭示这 3种林木凋落物分解对土壤性质影响的差异。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试土样准备

供试土壤采自浙江省临安市牧家桥。该土壤属花岗岩发育的红壤。土样经风干后过 2mm 筛并充分混匀备用。土样的基本化学性质见表 1

### 1.2 凋落物的准备

在浙江省临安市夏禹桥镇南方混交林协作组的杉木、樟树纯林试验地中收集杉木凋落物和樟树凋落物。这 2块试验地情况见参考文献 [4]。马尾松凋落物在临安市郊宝塔山收集, 该处马尾松林属天然林分, 林龄 12a 左右。凋落物收集方法如下: 在每种林地中随机建立 1m×

收稿日期: 1997-05-02

第 1 作者简介: 徐秋芳, 女, 1963年生, 讲师

1m小样方 4块, 收集小样方中所有凋落物, 然后充分混匀所有样品, 再从中取出 500g左右

表 1 供试土壤基本化学性质

Table 1 Basic properties of the experimental soil

pH值	有机质 /g° kg <sup>-1</sup>	全氮 /g° kg <sup>-1</sup>	C/N	水解氮 /mg° kg <sup>-1</sup>	有效磷 /mg° kg <sup>-1</sup>	速效钾 /mg° kg <sup>-1</sup>
5. 12	22. 11	1. 09	11. 76	90. 35	5. 20	73. 33

说明: 土壤全部按国家标准森林土壤分析方法进行测定<sup>[5]</sup>

凋落物作为供试样品。3种凋落物洗净后在 70℃恒温箱中烘干, 并粉碎过 60目筛备用。3种凋落物的元素组成见表 2

表 2 3种凋落物元素组成

Table 2 Elemental component of 3 kinds of litter

树 种	C/g° kg <sup>-1</sup>	N/g° kg <sup>-1</sup>	C/N	P/g° kg <sup>-1</sup>	N/P	K <sub>2</sub> O/g° kg <sup>-1</sup>	CaO/g° kg <sup>-1</sup>	MgO/g° kg <sup>-1</sup>
杉 木	363. 3	9. 05	40. 14	0. 29	31. 21	1. 19	12. 10	1. 21
马尾松	348. 7	15. 34	22. 73	0. 87	17. 63	1. 29	8. 2	1. 13
檫 树	274. 1	12. 84	21. 35	0. 98	13. 10	1. 53	14. 23	1. 34

说明: 凋落物元素采用国家标准森林土壤分析方法测定<sup>[5]</sup>

### 1. 3 培养试验设计

准备 150mL烧杯 40只, 每只烧杯中放入供试土样 120. 0g, 设置 4个处理: 处理 1为对照, 土样中不加任何凋落物; 处理 2为杉木, 土样中混 6. 0g杉木凋落物; 处理 3和处理 4依次为马尾松和檫树, 同样在土壤中各混入 6. 0g凋落物。每个处理准备 10个重复。把每个烧杯中土壤的含水量调到饱和含水量的 80%, 再把所有烧杯放入 28℃的培养箱中培养。在培养过程中每隔 2~ 3d称一次烧杯质量, 根据失重补充水分。在培养的第 7天, 第 14天, 第 21天, 第 35天, 第 49天, 第 63天, 第 84天, 第 105天, 第 126天, 第 140天分别取出 1个重复, 分析土壤的化学性质和酶活性。土壤基本化学性质测定采用森林土壤分析国家标准方法<sup>[5]</sup>; 土壤酶分析采用关松荫等方法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2. 1 凋落物分解对土壤化学性质的影响

从 140d的动态分析来看, 3类凋落物分解对土壤 pH都有一定的影响。表 3显示杉木、马尾松凋落物分解过程的一段时间内造成了土壤 pH值下降。杉木处理下降最剧的第 49天, pH值只有 4. 50, 比对照低 0. 58; 马尾松处理只在第 35天 pH值降到最低谷, 此时比对照低 0. 63。杉木、马尾松凋落物中盐基成分少, 在分解及微生物大量繁衍过程中会造成土壤盐基饱和度下降, 从而带来 pH值的降低。檫树则反之, 在分解的第 35天 pH值达到了 5. 70, 高出对照 0. 60。但培养的杉木、马尾松凋落物最终未使土壤酸化; 檫树处理还使土壤 pH值上升。出现这结果是由于本试验为室内混土试验, 是在无渗漏的烧杯中培养, 因而分解过程中盐基离子未遭淋溶损失。从培养过程中 pH值峰、谷出现的迟早不难发现, 由于马尾松、檫树凋落物 C/N 较低, 故在培养的第 21~ 49天就大量分解了; 而杉木凋落物 C/N 较高, 分解滞后, 到了第 49~ 63天才进入明显分解期。

表 3 培养过程中土壤 PH 值的变化

Table 3 The pH values of soil varies during the period of incubation

处 理	第 7天	第 14天	第 21天	第 35天	第 49天	第 63天	第 84天	第 105天	第 126天	第 140天
对 照	5.14	5.13	5.13	5.10	5.08	5.00	5.02	5.10	5.00	5.10
杉 木	5.01	4.83	4.80	4.68	4.50	4.51	4.79	4.80	4.95	5.00
马尾松	5.02	4.63	4.58	4.47	4.73	4.73	4.98	4.83	4.84	4.90
檫 树	5.13	5.39	5.67	5.70	5.65	5.55	5.43	5.43	5.41	5.39

从表 4 水解氮变化来看, 在整个培养过程中对照处理土壤水解氮稍有增高, 说明随着培养进行供试土壤中有有机态氮平稳矿化, 无机态氮和简单有机态氮缓慢增加。杉木处理则造成土壤水解氮明显下降, 特别是在开始强烈分解的第 49~ 63 天, 水解氮降至  $28.23\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 并以后一直维持在  $35.00\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  左右的低水平上。出现这种现象显然是杉木凋落物 C/N 较高 (40.14), 而微生物对有机物料 C/N 要求在 20~ 25 为好, 因而微生物就和土壤争夺氮素, 造成了土壤有效氮的明显降低。而马尾松和檫树 2 类凋落物由于 C/N 较低, 因而虽然在强烈分解的一开始, 水解氮有降低的趋势, 但随着分解的成熟, 土壤水解氮就增加, 并到试验结束一直维持较高的水平。上述与 Masakazu Aoyama 等<sup>[9]</sup>有类似的结果。与土壤水解氮变化趋势所不同的是在培养过程中土壤速效钾对照和 3 类凋落物处理均呈现出上升趋势 (表 5)。说明钾是一个较早较易从植物组织中脱离的元素。再从表 6 的土壤有效磷变化来看。分解的一开始除对照外 3 个凋落物处理都表现出有效磷缺乏, 但马尾松和檫树 2 个处理在第 21~ 35 天后马上上升, 并以后一直维持在高水平。特别是檫树在培养第 140 天后达到了  $11.55\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。杉木处理则在整个培养过程中一直维持在较低水平。3 个处理土壤的有效磷变化次序与土壤有效氮有类似的趋势。出现这种变化次序, 和水解氮一样, 也是由凋落物分解难易和微生物竞争吸收不同所造成的。

表 4 培养过程中土壤水解氮的变化

Table 4 The hydrolyzable nitrogen of soil varies during the period of incubation

处 理	第 7天	第 14天	第 21天	第 35天	第 49天	第 63天	第 84天	第 105天	第 126天	第 140天
对 照	91.50	93.47	96.66	95.43	95.50	96.50	99.50	97.35	96.50	98.70
杉 木	91.53	86.75	86.70	66.77	45.35	28.23	35.47	36.70	35.90	37.99
马尾松	89.51	86.33	70.54	60.37	69.79	80.88	115.60	137.90	150.90	173.40
檫 树	87.95	83.40	63.45	70.69	89.75	103.90	165.40	161.80	170.50	187.57

说明: 水解氮的单位为  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

表 5 培养过程中土壤速效钾的变化

Table 5 The rapidly available potassium of soil varies during the period of incubation

处 理	第 7天	第 14天	第 21天	第 35天	第 49天	第 63天	第 84天	第 105天	第 126天	第 140天
对 照	73.58	75.67	80.95	80.33	78.64	90.53	103.40	90.03	92.10	90.11
杉 木	75.64	76.77	86.33	90.50	97.33	87.64	98.76	105.74	115.97	107.70
马尾松	74.74	75.33	80.79	83.47	105.35	97.89	104.40	109.70	113.50	120.60
檫 树	79.30	77.40	89.50	89.60	95.90	113.70	123.70	129.70	119.70	128.60

说明: 土壤速效钾的单位为  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

表 6 培养过程中土壤有效磷的变化

Table 6 The available phosphate of soil varies during the period of incubation

处 理	第 7天	第 14天	第 21天	第 35天	第 49天	第 63天	第 84天	第 105天	第 126天	第 140天
对 照	5.30	5.80	6.73	5.73	6.84	6.65	6.73	6.05	7.33	7.30
杉 木	5.00	4.93	3.50	2.10	1.50	1.30	1.45	2.03	1.54	2.35
马尾松	5.11	4.85	4.75	4.94	4.95	5.63	5.95	8.35	7.94	8.35
檫 树	4.92	4.73	6.45	7.45	7.95	8.67	8.95	10.35	11.40	11.50

说明: 土壤有效磷的单位为  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

## 2.2 凋落物分解对土壤酶活性的影响

从表 7 来看, 随着培养时间的延长, 各处理过氧化氢酶、脲酶、纤维素酶和多酚氧化酶活性都增加, 并且增加趋势都较明显。从各处理间的差异来看, 过氧化氢酶和脲酶的活性是檫树高于马尾松, 马尾松又高于杉木。过氧化氢酶和脲酶是 2 种表征土壤生化性强弱的理想酶类。由此看来, 檫树作为阔叶树种其凋落物分解可以改善土壤的生物学性质, 从而维持良好的地力。然后, 虽然杉木凋落物分解过程中上述 2 类酶活性不高, 但随着分解的进行, 它们都明显超过了对照处理, 特别是到试验的后期差异性非常明显。这说明杉木凋落物还是可以维持并且改良地力的, 只不过这种作用要比檫树和马尾松来得慢些。这里也启示我们, 杉木林地土壤肥力退化问题是否应该归结于凋落物以外的因素。

表 7 培养过程中土壤酶活性变化

Table 7 The enzymic activity variation during the period of incubation

酶类	处 理	第 7天	第 14天	第 21天	第 35天	第 49天	第 63天	第 84天	第 105天	第 126天	第 140天
过氧化氢酶	对 照	0.14	0.18	0.23	0.24	0.26	0.31	0.42	0.48	0.50	0.51
	杉 木	0.15	0.17	0.27	0.29	0.28	0.37	0.47	0.73	0.74	0.86
	马尾松	0.19	0.23	0.38	0.67	0.68	0.79	0.83	0.87	0.85	0.91
	檫 树	0.24	0.29	0.47	0.86	0.89	0.95	1.03	0.94	0.95	1.05
脲 酶	对 照	0.08	0.11	0.13	0.12	0.14	0.23	0.27	0.24	0.23	0.27
	杉 木	0.12	0.15	0.14	0.16	0.23	0.74	0.31	0.33	0.37	0.39
	马尾松	0.13	0.14	0.35	0.37	0.43	0.47	0.41	0.47	0.48	0.46
	檫 树	0.17	0.19	0.25	0.27	0.39	0.59	0.57	0.48	0.57	0.59
纤维素酶	对 照	0.37	0.38	0.38	0.41	0.40	0.43	0.47	0.51	0.58	0.53
	杉 木	0.45	0.53	0.54	0.57	0.63	0.89	1.31	1.45	1.41	1.46
	马尾松	0.38	0.51	0.50	0.53	0.57	0.61	0.63	0.63	0.74	0.83
	檫 树	0.39	0.63	0.67	0.58	0.59	0.63	0.75	0.67	0.94	0.97
多酚氧化酶	对 照	0.33	0.37	0.34	0.41	0.43	0.43	0.47	0.48	0.51	0.50
	杉 木	0.34	0.41	0.41	0.47	0.53	0.51	0.57	0.59	0.63	0.59
	马尾松	0.35	0.47	0.48	0.59	0.63	0.59	0.53	0.58	0.64	0.65
	檫 树	0.37	0.53	0.58	0.59	0.68	0.64	0.59	0.63	0.67	0.69

说明: 酶活性单位: 过氧化氢酶为  $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 脲酶为  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 纤维素酶为  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 多酚氧化酶为  $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$

再从纤维素酶活性来看, 培养的全过程中杉木处理明显高于檫树和马尾松处理, 而檫树和马尾松处理之间无实质性差异。纤维素酶是一种特殊酶类, 它的活性主要决定于输入土壤有机物料的性质<sup>[7]</sup>, 特别决定于物料的碳氮比状况。杉木凋落物的高碳氮比刺激了纤维素酶的活性, 使它维持在较高水平。从表 7 中还可以看到, 在整个培养过程中杉木处理的多酚氧化

酶活性并未高于檫树和马尾松处理, 而却是稍低于它们。从以往的研究来看<sup>[8]</sup>, 杉木林地土壤多酚氧化酶活性较高, 并且认为由此将导致土壤积累过多的毒害物质, 从而成为杉木林地土壤退化的一个重要原因。诚然, 本试验属室内混土培养试验, 不同于野外林地土壤的实际状况, 因而, 研究结果自然是有一定差别的。但是, 从本文的研究不难发现, 杉木林地是否有毒害物质积累值得进一步研究

## 参 考 文 献

- 1 胡承彪, 韦源连, 梁宏温, 等. 2种森林凋落物分解及其土壤效应的研究. 广西农业大学学报, 1992, 11 (4): 47~ 52
- 2 梁宏温. 田林老山中山 2类森林凋落物研究. 生态学杂志, 1994, 13 (1): 21~ 26
- 3 刘长怀, 罗汝英. 宁镇丘陵区森林土壤腐殖质的化学特征. 南京林业大学学报, 1990, 14 (1): 1~ 6
- 4 姜培坤, 蒋秋怡, 徐秋芳, 等. 杉木檫树根际土壤有机化合物研究. 浙江林学院学报, 1994, 11 (3): 235~ 240
- 5 中华人民共和国国家标准局. 森林土壤分析方法: 第 3分册. 森林土壤养分分析. 北京: 中国标准出版社, 1987
- 6 关松荫. 土壤酶及其研究法. 北京: 农业出版社, 1986. 274~ 330
- 7 周礼恺. 土壤酶学. 北京: 科学出版社, 1987. 257~ 260
- 8 张其水, 俞新妥. 杉木连栽林地混交林土壤酶的分布特征的研究. 福建林学院学报, 1989, 9 (3): 256~ 262
- 9 Masakazu A, Tomohiro N. Microbial biomass nitrogen and mineralization-immobilization processes of nitrogen in soil incubated with various organic materials. Soil Sci Plant Nutr, 1993 39 (1): 23~ 32

Xu Qiufang (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Qian Xinbiao, and Gui Zuyun.  
**Effects of Litter Decomposition of Different Stands on Soil Properties.** *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1998, 15 (1): 27~ 31

**Abstract** This experiment was done by culturing the mixture of soil with litter of *Cunninghamia lanceolata*, *Pinus massioiana* and *Sassafras tzumu* in incubator respectively. The results showed that the pH values of soil decreased due to the litter of *S. tzumu* and *P. massoniana*. Deficiency of hydrolyzable nitrogen and available phosphate occurred under the treatment of *C. lanceolata*. On the contrary, the litter of *S. tzumu* and *P. massoniana* provided more available nutrients for soil than control. Three kinds of litter could greatly activate hydrogen peroxidase, urease, cellulase and polyphenol oxidase. The hydrogen peroxidase and urease were activated most by *S. tzumu* litter. The of *C. lanceolata* did not activate polyphenol oxidase compared with the other treatment, however, it acted well on cellulase.

**Key words** *Cunninghamia lanceolata*; *Pinus massoniana*; *Sassafras tzumu*; litter; forest soils; soil chemical analysis; enzymes