

紅松天然林不同林型下土壤微生物学 特性的研究*

張憲武 許光輝 周煦卿 鄭洪元 周崇蓮

(中国科学院林业土壤研究所)

林木的生长发育与环境条件,其中包括土壤条件,有着紧密的相互联系。发育在天然林下或人工林下的土壤的性质,不仅反映了森林对土壤发生、发展和肥力形成过程的影响,而且也反映了土壤对森林羣落结构的组成和演变,以及林木生产力的影响^[1]。

在天然林下,林木雕落物是恢复森林土壤肥力的主要物质来源。不同森林羣落结构下,由于林分的组成不同,雕落物的成分也不一样。雕落物的种类以及它们的转化方向和速度,决定着土壤肥力的状况,因而也影响着森林的生产力。森林雕落物的转化,主要是在微生物的活动下进行的。雕落物的成分与土壤中微生物区系以及它们的活动之间有一定的相关。这种相互联系的动态变化,决定着森林土壤中物质转化和积累过程的状况^[1-7]。

本文讨论了我国东北小兴安岭林区紅松天然林三种主要林型:榛子椴树紅松林、灌木枫桦紅松林和杜鹃柞树紅松林(以下用简称)下,森林土壤微生物学特性研究的初步结果。我们企图通过对紅松天然林不同林型下,土壤中微生物分布与活动以及土壤生物化学过程动态的研究,探讨在不同紅松林羣落结构下,土壤中物质转化的特征及其与土壤肥力和紅松生产力的相互关系。

实 驗 部 分

(一) 标准地的特征

选定的紅松天然林三个主要林型的羣落结构、土壤条件、林分特征和秋季雕落物组成的调查资料概述如下:

标准地 I 椴树紅松林

分布在低山中部,位于南坡,坡度 18°,海拔 360 米。土壤属于发育在花岗岩坡积-残积物上的中厚腐殖质层典型暗棕色森林土。紅松林龄 170 年左右,平均直径 39.2 厘米,平均高度 25.2 米。郁闭度为 0.8。紅松在林木组成中占 64%,云-冷杉占 12%,椴树等阔叶树种占 24%。林下植被:灌木主要有毛榛子、黄花忍冬、刺五加、山梅花等,以毛榛子最多。草本和蕨类植物有四花苔草、黑水蕨、毛缘苔草、深山蹄盖蕨和附地菜等,以四花苔草最多。秋季雕落物每平方米 268.8 克,其中紅松针叶占 78.14%,云杉针叶占 2.83%,阔叶占 17.42%,花果及其他占 1.81%。

* 参加工作的还有:黄雅丽、芦耀波、张德生、张淑贤、邢玉龙。

本文引用的有关紅松天然林三个主要林型的羣落结构、土壤性质、林分特征、秋季雕落物及紅松生长状况等调查资料,由本所徐振邦同志和郭孝仪同志提供,特此致谢。

标准地 II 枫桦红松林

位于山坡中上部, 北坡, 坡度 $8-10^\circ$, 海拔 340 米。土壤属于发育在花岗岩残积-坡积物上的厚腐殖质层暗棕色森林土。红松林龄约 168 年, 平均直径 44.0 厘米, 平均高度 23.6 米。郁闭度为 0.7。红松在林木组成中占 41%, 云-冷杉占 39%, 枫桦等阔叶树种占 20%。林下植被: 灌木主要有毛榛子、黄花忍冬、刺五加、山梅花、溲疏和茶藨等。草本和蕨类植物有深山蹄盖蕨、毛缘苔草、黑水蕨、银莲花、金腰子等, 以深山蹄盖蕨最多。秋季雕落物每平方米 250.5 克, 其中红松针叶占 66.81%, 云杉针叶占 13.34%, 阔叶占 16.73%, 花果及其他占 3.12%。

标准地 III 柞树红松林

分布于南坡上部, 坡度 28° , 海拔 420 米。土壤属于发育在花岗岩残积物上的薄腐殖质层暗棕色森林土。红松林龄约 240 年, 平均直径 36.0 厘米, 平均高度 22.6 米。郁闭度为 0.8。红松在林木组成中占 92%, 云-冷杉占 5.6%, 柞树等阔叶树种占 2.4%。林下植被: 灌木主要有毛榛子、杜鹃、胡枝子、怀槐和悬钩子等, 量都较少。草本植物主要有四花苔草、单花鳶尾、宽叶蒿和草莓等。秋季雕落物每平方米 227.0 克, 其中红松针叶占 96.20%, 阔叶占 2.06%, 花果及其他占 1.74%。

(二) 试验方法

在上述三个林型的标准地上, 于一年内采集了三次试样(6月8日, 8月2日, 9月16日), 每次分别采取不同林型下的死地被物和土壤。死地被物在各林型下, 从不同深度采样。椴树红松林为 2—5 厘米, 枫桦红松林为 2—6 厘米, 柞树红松林为 2—4 厘米。土壤试样在死地被物层下至 20 厘米间采取平均样品。三点采样。试样混合后装入塑料袋中, 带回实验室进行微生物区系、生物化学活性和碳、氮组分的分析。

微生物数量的分析用表面涂抹平板法。各类菌计数培养基: 细菌用肉汁蛋白胨琼脂; 真菌用马丁氏孟加拉红琼脂; 放线菌用高泽一号无机氮琼脂; 芽孢杆菌用肉汁蛋白胨加麦芽汁琼脂; 固氮微生物用阿须贝氏无氮琼脂; 分解纤维素真菌和放线菌用赫钦逊氏滤纸平板。

根据常用的鉴定方法手册对几类优势微生物种属的组成进行了初步的鉴别。

土壤生物化学特性的分析包括下列各种土壤酶活性的测定: 转化酶活性以蔗糖为基质, 用碘量法测定释放的还原糖量; 蛋白酶活性以精胶为基质, 用茚三酮比色法测定释放的氨基氮量; 脲酶活性以尿素为基质, 用奈氏比色法测定释放的氨态氮量; 接触酶活性以 H_2O_2 为基质, 用高锰酸钾滴定法测定所消耗的 H_2O_2 量; 多酚氧化酶活性以联苯三酚为基质, 用比色法测定没食子紫素量。

土壤碳、氮的分析为测定以 0.1 M 焦磷酸钠 (pH 7.0) 抽出物中的全氮、全碳和氨态氮。全氮用克氏法测定; 全碳用重铬酸钾比色法测定; 氨态氮用柯威氏扩散法测定。

试验结果

(一) 微生物的数量和组成

试验结果表明, 三种红松天然林林型下, 死地被物和土壤中的微生物数量有着明显的差异(表 1)。总的情况是椴树红松林最大, 枫桦红松林次之, 柞树红松林最小。死地被物

中微生物总的数量, 各类微生物量都比相应的土壤要高得多。

表 1 不同林型下死地被物和土壤中各类微生物
(一年平均数 单位: 10 毫克碳*)

林 型	层 次	微生物 总 数 10 ⁶	细 菌 10 ⁶	放线菌 10 ⁵	真 菌 10 ⁵	固 氮 微 生 物 10 ⁶	分解纤维 素放线菌 10 ⁸	分解纤维 素 真 菌 10 ⁸
椴 树 红 松 林	死地被物	44.0	41.4	24.5	1.9	44.7	16.9	1.1
	土 壤	12.5	11.8	6.5	0.2	5.7	9.6	0.9
枫 桦 红 松 林	死地被物	38.8	37.4	13.3	0.7	33.6	11.4	1.5
	土 壤	4.5	4.3	1.8	0.2	2.6	4.3	0.5
柞 树 红 松 林	死地被物	19.6	14.4	48.1	3.7	24.3	3.9	2.1
	土 壤	4.0	3.4	5.1	0.5	2.1	2.7	0.4

* 为用 0.1 M 焦磷酸钠 (pH 7.0) 提取出的腐殖质碳量。

从表 1 资料可看出, 三种林型下各类微生物组成也不同。枫桦红松林死地被物和土壤中细菌所占比例最高, 分别为 96.4% 和 95.6%; 椴树红松林次之, 分别为 94.1% 和 94.4%; 柞树红松林较低, 分别为 73.5% 和 85.0%。而放线菌和真菌所占比例则以柞树红松林最高; 椴树红松林次之; 枫桦红松林最低。

对三种林型下死地被物和土壤中微生物种属组成的初步鉴定, 可以看出其优势种属的组合基本相似, 但在种属间的相对优势上有一定的差异(表 2)。

表 2 不同林型下优势微生物的种属组成

林 型	层 次	芽 孢 杆 菌	放 线 菌	真 菌	分解纤维素真菌
椴 树 红 松 林	死地被物	<i>B. megatherium</i> <i>B. subtilis</i> <i>B. cereus</i> <i>B. mycoides</i>	<i>A. griseolus</i> <i>A. lavendulae</i>	<i>Penicillium</i> <i>Trichoderma</i> <i>Hormodendrum</i> <i>Mortierella</i>	<i>Trichoderma</i> <i>Humicola</i>
	土 壤	<i>B. megatherium</i> <i>B. cereus</i> <i>B. subtilis</i>	<i>A. lavendulae</i> <i>A. olivochromogenes</i> <i>A. cylindrosporus</i> <i>A. griseus</i>	<i>Penicillium</i> <i>Mortierella</i> <i>Trichoderma</i>	<i>Humicola</i> <i>Trichoderma</i> <i>Chaetomium</i> <i>Fusarium</i>
枫 桦 红 松 林	死地被物	<i>B. megatherium</i> <i>B. cereus</i> <i>B. subtilis</i>	<i>A. flavotricini</i> <i>A. griseolus</i> <i>A. flaveolus</i> var. <i>rectus</i>	<i>Penicillium</i> <i>Fusarium</i> <i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i> <i>Fusarium</i> <i>Chaetomium</i> <i>Humicola</i>
	土 壤	<i>B. megatherium</i> <i>B. cereus</i> <i>B. sphaericus</i>	<i>A. antibioticus</i> <i>A. olivochromogenes</i> <i>A. flaveolus</i> var. <i>rectus</i> <i>A. griseus</i>	<i>Trichoderma</i> <i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i> <i>Penicillium</i> <i>Fusarium</i> <i>Chaetomium</i>
柞 树 红 松 林	死地被物	<i>B. megatherium</i> <i>B. sphaericus</i> <i>B. cereus</i> <i>B. polymyxa</i>	<i>A. griseovariabilis</i> <i>A. olivochromogenes</i> <i>A. globisporus</i> var. <i>flavofuscus</i>	<i>Penicillium</i> <i>Alternaria</i> <i>Aspergillus</i> <i>Trichoderma</i> <i>Hormodendrum</i>	<i>Humicola</i> <i>Chaetomium</i> <i>Penicillium</i> <i>Mucor</i> <i>Trichoderma</i>
	土 壤	<i>B. megatherium</i> <i>B. sphaericus</i>	<i>A. olivochromogenes</i> <i>A. lavendulae</i> <i>A. chromogenes</i>	<i>Penicillium</i> <i>Sepedonium</i> <i>Mucor</i> <i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i> <i>Fusarium</i>

(二) 生物化学活性

我們试图以脲酶、蛋白酶、轉化酶、接触酶和多酚氧化酶的活性来说明三种林型下,死地被物和土壤中的生物化学过程的动态,并设想以水解酶类(脲酶、蛋白酶、轉化酶)的总活性来表示物质分解过程的强度,以氧化酶类(多酚氧化酶和接触酶)的总活性来表示物质再合成过程的强度。

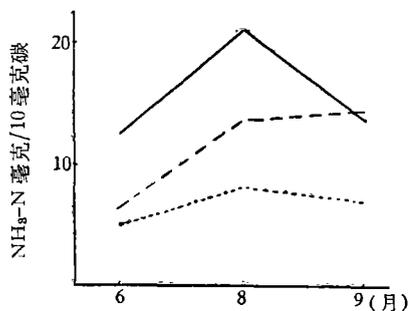
分析结果表明,三种林型下死地被物和土壤中生物化学活性也有很大的差异(表3)。在同一林型下,死地被物中酶的活性比相应的土壤要高;在三种林型下,土壤中酶的活性的强度以椴树红松林最高,枫桦红松林次之,柞树红松林最低。

表3 不同林型下死地被物和土壤中酶的活性
(一年平均数 单位: 10 毫克碳*)

林 型	层 次	水 解 酶 类			氧 化 酶 类	
		脲 酶 NH ₃ -N (毫克)	蛋 白 酶 NH ₃ -N (毫克)	转 化 酶 还 原 糖 (毫克)	接 触 酶 0.1 N KMnO ₄ (毫升)	多 酚 氧 化 酶 没 食 子 紫 素 (毫克)
椴 树 红松林	死地被物	15.70	3.43	144.8	54.9	2.37
	土 壤	3.81	0.88	58.7	43.3	0.67
枫 桦 红松林	死地被物	11.60	2.80	126.6	47.6	1.68
	土 壤	1.82	0.50	49.9	33.2	0.66
柞 树 红松林	死地被物	6.62	1.88	124.2	42.8	0.71
	土 壤	2.33	0.57	66.1	33.9	0.34

* 为用0.1 M 焦磷酸钠 (pH7.0) 提取出的腐殖质碳量。

从三种林型下土壤酶活性的季节性变化可以看出,在死地被物中(图1—5),除了轉化酶以外,其他四种酶在8月达最高,以后保持平衡或稍有下降。但在不同林型間,相应酶的活性有明显的差异。从各种酶的年平均活性来看(见表3),水解酶类活性是椴树红松林大于枫桦红松林和柞树红松林,后两个林型間的差异不大;氧化酶类的活性是椴树红松林和枫桦红松林显著大于柞树红松林。



图例: — 椴树红松林 --- 枫桦红松林
····· 柞树红松林 (以下各图同)

图1 不同林型下死地被物层脲酶活性的季节性变化

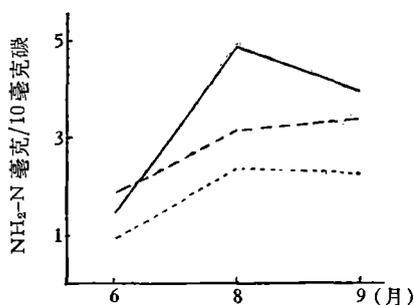


图2 不同林型下死地被物层蛋白酶活性的季节性变化

三种林型下土壤酶活性的季节性变化(图6—10),看来和死地被物中酶活性的变化不同。但总的来说,椴树红松林下土壤中水解酶类的活性,在8月以前較氧化酶类活性高,

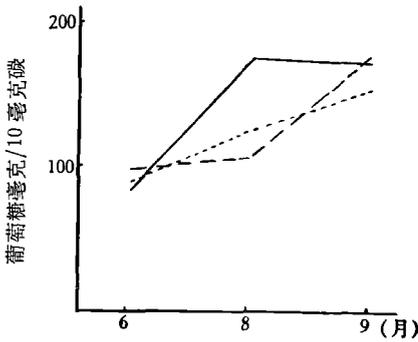


图 3 不同林型下死地被物层转化酶活性的季节性变化

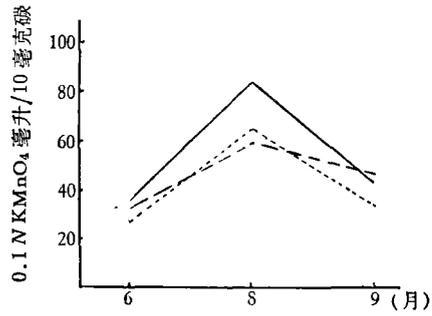


图 4 不同林型下死地被物层接触酶活性的季节性变化

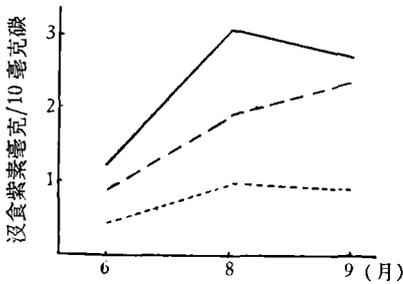


图 5 不同林型下死地被物层多酚氧化酶活性的季节性变化

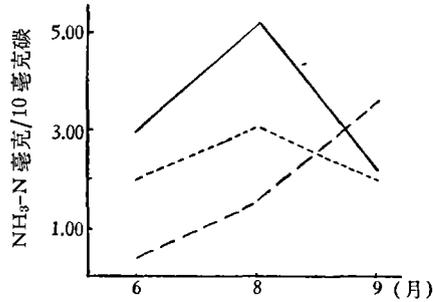


图 6 不同林型下土壤中脲酶活性的季节性变化

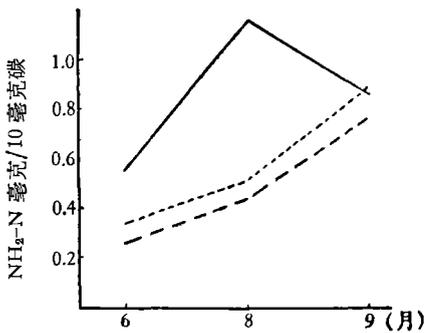


图 7 不同林型下土壤中蛋白酶活性的季节性变化

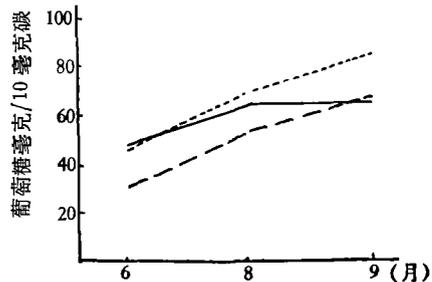


图 8 不同林型下土壤中转化酶活性的季节性变化

8 月以后,水解酶类和氧化酶类的活性均很强。枫桦红松林土壤水解酶类,开始时活性较低,以后继续加强,氧化酶类活性较高。柞树红松林土壤水解酶活性开始时较高,而氧化酶类活性较低。从三种林型下土壤中各类酶的年平均活性来看(表 3),水解酶类活性是椴树红松林比枫桦红松林和柞树红松林强;氧化酶类活性从多酚氧化酶的活性来看,椴树红松林和枫桦红松林比柞树红松林强。

(三) 有机氮、碳组分的变化

三种林型下死地被物和土壤中各类酶活性的差异,明显地反映了各林型下所进行的

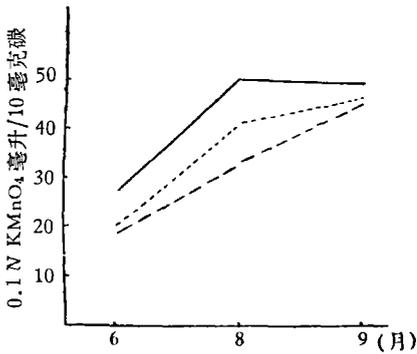


图 9 不同林型下土壤中接触酶活性的季节性变化

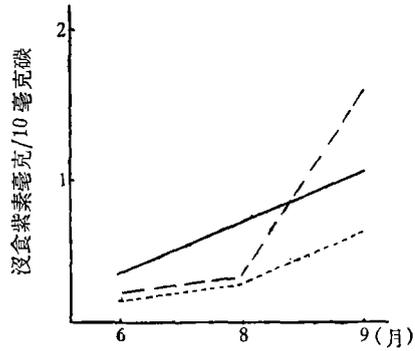


图 10 不同林型下土壤中多酚酶活性的季节性变化

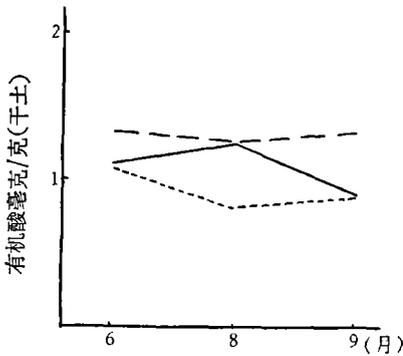


图 11 不同林型下土壤中焦磷酸钠抽出的有机氮含量的季节性变化

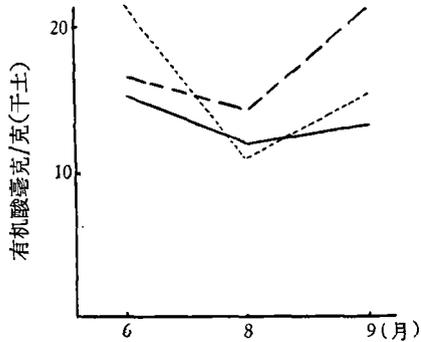


图 12 不同林型下土壤中焦磷酸钠抽出的有机碳含量的季节性变化

生物化学过程不同。为了进一步了解不同林型下有机物质转化过程的状况，我們試以分析用 0.1M 焦磷酸钠 (pH7.0) 分别由死地被物和土壤抽出物中的全碳、全氮、氨基氮、氨态氮和还原糖含量等来说明在不同林型下死地被物和土壤中氮、碳含量的季节性变化和土壤生化活性的相关性。

结果表明，三种林型下土壤中有机氮和有机碳的变化是不同的(图 11, 12)。在分析的三个季节中，枫桦红松林土壤有机氮含量变化不大；椴树红松林土壤中有机氮 8 月稍有增加，以后又下降接近 6 月的水平；柞树红松林土壤中有机氮有下降的趋势。三种林型下土壤中有机碳含量的季节性变化，其趋势基本相似，8 月以前逐渐减少，以后又逐渐回增，但在程度上三个林型间有一定的差异。椴树红松林土壤有机碳增加较少，枫桦红松林增加较显著，而柞树红松林与 6 月相比则有减少的趋势。在三种林型下死地被物中有机氮和有机碳的变化可以看出，除椴树红松林有机碳在 9 月稍有增加外，基本上是下降的趋势(图 13, 14)。

討 論

在不同森林植被下，由于林木的组成不同，对土壤中微生物区系和土壤生化活性有很大的影响。已经证明，闊叶林下微生物要比針叶林下丰富；闊叶林下細菌占优势，而針叶

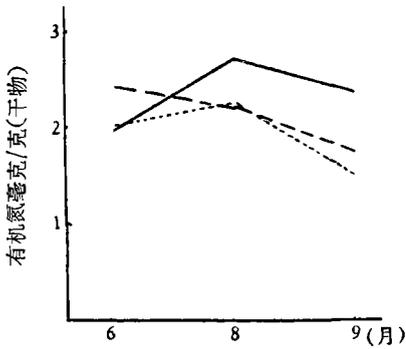


图 13 不同林型下死地被物中焦磷酸钠抽出的有机氮含量的季节性变化

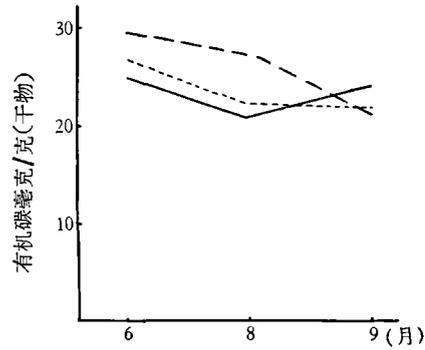


图 14 不同林型下死地被物中焦磷酸钠抽出的有机碳含量的季节性变化

林下真菌較多^[2,6,7]; 針叶林下土壤酶活性要比闊叶林下低^[3,9,10]。

对紅松天然林三种不同林型下死地被物和土壤中微生物数量、組成和生物化学活性的分析結果(見表 1, 表 3)可以看出, 三种林型下微生物学特性有着明显的差异。这种差异看来与不同林型的林分特征、雕落物的成分有一定的相关性。标准地的調查資料表明, 椴树紅松林和枫樺紅松林的林木組成中, 闊叶树占的比例都大于柞树紅松林, 而秋季雕落物中, 闊叶所占百分率也比柞树紅松林高。柞树紅松林由于林木組成中紅松占绝对优势, 在雕落物中針叶所占比例很大。

从三种林型下死地被物中两类土壤酶年平均活性来看(見表 3), 水解酶类活性是椴树紅松林大于枫樺紅松林和柞树紅松林, 而氧化酶类活性是椴树紅松林和枫樺紅松林显著大于柞树紅松林。这可能是由于椴树紅松林和枫樺紅松林的死地被物含有闊叶的成分比柞树紅松林的純針叶分解过程更強烈地进行。死地被物层剖面特征, 看来与酶活性分析的結果有一定相关; 同时以 0.1 M 焦磷酸鈉 (pH 7.0) 由椴树紅松林、枫樺紅松林死地被物抽出物中的总氮量, 比由柞树紅松林抽出的要高的事实, 也同样証明了这个問題(表 4)。

表 4 不同林型下死地被物层特征与酶活性的关系

林 型	酶 的 活 性		死 地 被 物 层 特 征	0.1 M 焦磷酸鈉抽出液中全氮量(毫克/克干土重)	氨态氮占全氮(%)
	水解酶类	氧化酶类			
椴 树 紅 松 林	强	强	半分解和分解的有机物, 能見部分的松針碎段, 大多呈棕褐色, 树皮鱗片小枝等均可见其形状, 但已腐化, 疏松有弹性, 有较多白色菌絲体	2.55	17.1
枫 樺 紅 松 林	强	强	半分解和分解程度較深的有机质层, 上面針叶和树皮之类尚能見其形状, 但已腐化, 并夹有残余未死的有机体。松软有弹性, 有白色菌絲体	2.58	16.2
柞 树 紅 松 林	中	中	弱分解, 分解程度較深的針叶已成碎段, 紧实而缺乏弹性, 上层棕黄色, 下层具黃褐色, 有白色菌絲体	2.15	11.1

从三种林型下土壤中各类酶的年平均活性来看(见表3), 水解酶类活性是椴树红松林比枫桦红松林和柞树红松林强, 枫桦红松林和柞树红松林差异不大; 但氧化酶类的活性, 则以柞树红松林较低。不同林型下土壤中水解酶类和氧化酶类活性的差异表明了: 椴树红松林下土壤中所进行的物质转化过程是分解作用与合成作用都比较强烈, 枫桦红松林下土壤中则合成过程大于分解过程, 柞树红松林则分解和合成过程都较弱。酶活性的这种变化, 与不同林型下土壤剖面的特征相关; 同时也和 0.1 M 焦磷酸钠 (pH 7.0) 从三种土壤抽出物中氮含量的变化相关(表5)。

表5 不同林型下土壤酶活性与土壤剖面特征的关系

林型	酶的活性		土壤	土层厚度 (厘米)	腐殖质层厚度 (厘米)	0.1 M 焦磷酸钠抽出液中全氮量 (毫克/克干土重)	红松生产力 (地位级)
	水解酶类	氧化酶类					
椴树红松林	强	强	中厚腐殖质层暗棕色森林土	50—60	10—16	1.18	II
枫桦红松林	中	强	厚腐殖质层暗棕色森林土	40—65	15—20	1.47	III
柞树红松林	中	中	薄腐殖质层暗棕色森林土	25—30	5—10	1.08	IV—V

从表5试验结果可以看出, 在所研究的三种林型下死地被物和土壤中微生物区系和土壤生物化学活性所表现的差异, 与死地被物和土壤的理化特性以及红松生长状况之间具有一定的相关性。这些资料说明, 椴树红松林和枫桦红松林物质转化过程进行得较为强烈, 腐殖质积累过程也较强, 具有较高的生产力。枫桦红松林土壤腐殖质的积累过程相当强, 因而比椴树红松林具有更高的潜在肥力。而在柞树红松林下, 生物化学过程, 特别是腐殖质积累过程较弱, 因而土壤较贫瘠, 红松生产力也较低。

森林雕落物是林木生长过程中, 归还其由土壤吸收的营养元素的保证, 是维持和提高土壤肥力, 供给林木生长所需元素的重要来源。林分的组成与红松的生产力有密切的关系。针阔混交林和接近纯针叶林的林型相比较, 可以看出, 由于林分的不同影响雕落物的成分, 而雕落物的特性直接影响死地被物和土壤中微生物区系的组成和土壤生化活性, 因而影响森林物质转化过程的方向和程度以及成土过程。从上述研究结果可以认为, 针阔树种混交有利于提高土壤肥力和森林生产力。通过森林土壤微生物学特性的研究, 可能为红松天然更新和人工营造混交林、针阔叶树种的组成以及阔叶树种的选择, 提供某些科学的依据。

小 结

对红松天然林不同林型下土壤微生物的分布和活动, 以及土壤生物化学过程的动态变化的研究, 得到了下列初步结果:

1. 在三种林型下, 死地被物和土壤中微生物数量和生物化学活性有明显的差异。总的趋势是椴树红松林下最大, 枫桦红松林次之, 柞树红松林最小。

2. 在死地被物中, 微生物的总量、各类微生物的数量和酶的活性都比相应的土壤高。

3. 椴树红松林死地被物中,水解酶类的年平均活性比枫桦红松林和柞树红松林高;而椴树红松林和枫桦红松林氧化酶类总的活性显著大于柞树红松林。

4. 椴树红松林土壤中,水解酶类的年平均活性比其他两个林型下的土壤强,而椴树红松林和枫桦红松林氧化酶类的活性比柞树红松林强得多。

5. 得到的资料表明,椴树红松林和枫桦红松林下土壤物质的转化过程进行得较为强烈,腐殖质积累过程相当强,因而具有较高的生产力。枫桦红松林下,土壤腐殖质积累过程较强,因此比椴树红松林具有更高的潜在肥力。但在柞树红松林下,生物化学过程,特别是腐殖质积累过程较弱,因而土壤肥力较低。这些结果与死地被物和土壤的理化特性以及红松的生长状况相符。

参 考 文 献

- [1] Зонн, С. В.: Влияние леса на почвы. Изд. АН СССР, М. 1954.
- [2] Chase, F. E. and Baker, G.: A Comparison of microbial activity in an Ontario forest Soil under Pine, Hemlock and Maple Cover. *Canad. J. Microbiol.*, 1, No. 1, 45—54, 1954.
- [3] Рунов, Е. В. и Соколов Д. Ф.: Исследование влияния опада на биохимические и микробиологические процессы в почвах под лесными насаждениями, Тр. ин-та. леса АН СССР, 30: 136—170, 1956.
- [4] Рунов, Е. В. и Соколов, Д. Ф.: Влияние опада лиственных пород на биохимические и микробиологические процессы в черноземах, Тр. ин-та. Леса АН СССР, 37: 175—192, 1958.
- [5] Непомилуев, В. Ф.: Состав микрофлоры дерново-подзолистой почвы под различными лесными древесными насаждениями. Докл. М. с-х. акад. им. К. А. Тимирязева 79: 189—195, 1962.
- [6] Рунов, Е. В. и Валева, С. А.: Микробиологическая характеристика лесных почв тайги Вологодской области. Тр. ин-та. Леса и Древес. 52: 230—262, 1962.
- [7] Рунов, Е. В. и Егорова, С. В.: Сравнительная характеристика микрофлоры почв под лиственными породами теллермановского опытного лесничества. Сообщ. Лабор. Лесовед. АН СССР, 7: 64—69, 1962.
- [8] Барановская, А. В.: Об активности каталазы в некоторых почвах лесной и степной зон. Почвоведение, № 11, 41—48, 1954.
- [9] Рунов, Е. В. и Терехов О. С.: К вопросу об активности каталазы в некоторых лесных почвах. Почвоведение, № 9, 75—80, 1960.
- [10] Шумаков, В. С.: Биохимическая активность темно-серой лесостепной почвы под пологом разных насаждений. Почвоведение, № 10, 47—54, 1960.

MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF THE SOILS UNDER DIFFERENT FOREST TYPES OF NATURAL STANDS OF *Pinus Koraiensis*

H. W. CHANG, K. H. HSÜ, H. C. CHOU, H. Y. CHENG

AND C. L. CHOU

(*Institute of Forestry and Pedology, Academia Sinica*)

SUMMARY

The distribution and activities of the microorganisms and the dynamic variation of the biochemical processes of the soils under different communities of *Pinus koraiensis* were studied and revealed the following results:

1. The abundance of microorganisms and the intensiveness of biochemical activities of the litters and soils differed markedly among the three forest types. The general tendency was that both were high in *Tilieto-Pinetum*, comparatively low in *Betuleto-Pinetum*, and least in *Querceto-Pinetum*.

2. The total number of microorganisms, the number of different groups of microorganisms, and the activities of the enzymes of the litters were higher than that of the corresponding soils.

3. The average annual activities of the hydrolytic enzymes in litters under *Tilieto-Pinetum* were higher than that of *Betuleto-Pinetum* and *Querceto-Pinetum*, while the total activities of the oxidative enzymes in *Tilieto-Pinetum* and *Betuleto-Pinetum* were more intensive than those in the *Querceto-Pinetum*.

4. The average annual activities of the hydrolytic enzymes in soil under *Tilieto-Pinetum* were more intensive than those of the soils under the other two forest types, while the activities of the oxidative enzymes in *Tilieto-Pinetum* and *Betuleto-Pinetum* were more intensive than those in *Querceto-Pinetum*.

5. Materials obtained demonstrated that the accumulation and transformation of the soils humus proceeded more intensively under *Tilieto-Pinetum* and *Betuleto-Pinetum*, and hence procured a high productivity. Under *Betuleto-Pinetum*, the process of soil humus accumulation was still much more intensive, therefore the soils possessed a higher potential fertility than those under *Tilieto-Pinetum*. But under the *Querceto-Pinetum*, the biochemical processes of the soils, especially the process of humus accumulation were relatively weak, therefore the soil fertility was poor. These observations were conformable to the physical and chemical properties of the litters and soils, and also to the growth condition of *Pinus koraiensis*.