维普资讯 http://www.cqvip.com

第10卷 第2期 生 态 学 报 Vol.10 No.2
1990年6月 ACTA ECOLOGICA SINICA Jun., 1990

杉木连栽林地营造混交林后土壤微生物的季节性动态研究

张其水 俞新妥
（福建林学院，南平）

摘 要

本文对杉木多代连栽林地及多代连栽后营造不同类型混交林林地土壤微生物的季节性动态进行了研究。研究结果表明：①杉木连栽林地及连栽后营造成不同类型混交林中土壤微生物主要类型的数量季节性变化、土壤呼吸强度和土壤酶活性的季节性变化，总的趋势是春季较高、夏季最高、秋季稍有下降、冬季最低，但不同混交林下表现不同；②连栽杉木后营造不同混交林土壤的微生物生态分布数量、土壤的呼吸强度、土壤酶活性都显著高于杉木连栽林地，这说明连栽后营造不同类型混交林具有良好的改土作用；③不同混交林土壤中，细菌占微生物总量的百分率为建柏+红豆树、柳杉+薄姜木>杉木+樟树、火炬松+罗光石楠>多代杉木林，真菌占微生物总量的百分率为多代杉木林>杉木+樟树、火炬松+罗光石楠>建柏+红豆树、柳杉+薄姜木。这表明不同混交林下由于凋落物的性质不同，参与土壤中有机残体分解的微生物类型，有着显著的差异。

关键词：杉木连栽林地，混交林，土壤微生物，季节性动态。

土壤微生物是土壤的重要成分，它积极参与森林生态系统中物质循环与能量流动，在维持生态系统的结构与功能方面起着十分重要的作用。因此，研究连栽杉木人工林及连栽后营造成不同类型混交林的土壤微生物有着重要意义。

杉木是我国最重要的用材树种之一，在南方山区广泛栽培。多代连续栽培杉木会引起地力衰退[1-2]和生态环境恶化[3]等问题，这已成为当前林业生产上急需解决的问题之一。为了维持杉木的持续速生丰产，保护地力，维持生态环境，我们于1986年至1988年对杉木连栽林地及连栽多代后营造成不同混交林地的土壤微生物及某些生化特性进行了较系统的研究，探讨了混交林对杉木连栽林地的土壤改良效果，为改造连栽杉木低产林分提供了科学依据。

一、研究样地的基本概况

样地是按杉木连栽多代后营造成不同混交林类型而设置的，位于福建林学院西芹教学林场院口工区，东经118°，北纬26°51′，是戴云山脉西伸的支脉低山山地，坡度为20°，土壤为红壤，年均气温19.4℃，年降水量为1786.9毫米，海拔为91米，混交林类型有樟树（*Cinnamomum camphora*）+杉木（*Cunninghamia lanceolata*）（M_4），柳杉（*Crytomeria fortunei*）+薄姜木（*Vitex quinata*）（M3），建柏（*Fokienia hodginsii*）+红豆树（*Ormosia hosiei*）（M_2），火炬松（*Pinus taeda*）+罗光石楠（*Photinia davidsonine*）（M_1），还有多代的杉木纯林 M_5 作对照，（见表1）。

本文于1988年11月14日收到。

维普资讯 http://www.cqvip.com

二、材料与方法

1. 样地设置

相比较的样地M_1、M_2、M_3、M_4、M_5之间，分别沿着等高线按上、中、下坡设置标准地，每个标准地的面积为100m²(正方形)，在各个标准地里，采用"之"字形线在表土层0—20cm逐点取样，充分混合，于1987年的4月、7月、9月、12月以及1988年2月进行5次取样，每次各取一份样品，保鲜供分析用。

表1 不同混交林下实验地的概况*

Table 1 The discription of experimental plots under Various mixtures

混交类型	坡向	林龄(年)	树种组成	平均树高(米)	平均胸径(厘米)	郁闭度	林下植被	林分生长情况
火炬松+罗光石楠 (M_1)	NW30°	12	5火炬松+ 5罗光石楠	7.52 5.02	12.98 4.91	0.60	蕨类+箬竹+毛天仙果	一般
建柏+红豆树 (M_2)	NW26°	12	5建柏+ 5红豆树	9.28 7.20	4.91 9.17	0.75	蕨类+茅草+芒萁骨	良好
柳杉+薄姜木 (M_3)	NW30°	12	5柳杉+ 5薄姜木	11.56 8.08	13.38 10.80	0.80	蕨类+毛天仙果+箬竹	良好
杉木+樟树 (M_4)	NW28°	12	5杉木+ 5樟树	10.37 10.58	9.60 11.23	0.50	山苍籽+毛天仙果+箬竹	一般
杉木 (M_5)	NW29°	12	10杉	10.20	8.69	0.65	毛天仙果+茅草+山苍籽	一般

* 营造混交林前的林地植被是多代杉木林，土壤为片麻岩风化成红壤、壤质土，有机质2.173%，pH值为5.64.

2. 样品分析

取回样品，冷冻保鲜(保鲜期野外+室内不超过24小时)，对土壤微生物的主要类型作定量分析[4]；细菌数用肉汁蛋白胨琼脂平板表面涂抹法；真菌数用马丁培养基平板表面涂抹法；放线菌数用高泽培养基平板表面抹法。土壤呼吸强度测定用Warburg呼吸器进行，分别测定不添加基质(内源呼吸)和添加基质(添加0.1mol葡萄糖、0.1mol丙酮酸钠、0.1mol联苯三酚)时土壤释放出二氧化碳和吸收氧的量，所有的呼吸测定均在30℃恒温水浴中，以4克土壤、每小时释放出CO_2和吸收O_2的微升数，表示土壤呼吸强度。土壤酶活性分析[6-7]：蛋白酶用Z.Ambroz法；脲酶用靛酚兰比色法；磷酸酶用M. Kpamep与Лэлеи法；转化酶用E.Hoffmann与A.Seeger法；多酚氧化酶用碘量滴定法。

三、结果与讨论

1. 土壤微生物的季节性动态变化

土壤微生物的季节性动态变化是一个较复杂的问题，有的认为，季节的变化对土壤微生物的季节动态变化影响不大[8]；有的研究表明，季节对微生物的影响是无疑的[9]。本文的研究表明，杉木连栽林地和不同混交林下土壤微生物的总量有显著的季节变化。从图1可以看出，微生物量的季节变化趋势是：夏季最高，春秋季次之，冬季最低。这与混交林的年生

维普资讯 http://www.cqvip.com

长发育是相吻合的。在林木开始生长（4月份）和迅速生长（6月底、7月初）期间，土壤微生物总量最多，7月份以后稍有下降，到12月份、2月份微生物的数量最低，这时微生物数量为4月份的40—50%左右，不同混交林下有所不同。不同混交林下土壤微生物的总量变化除与林木的生长有关外，还与土壤中的含水量及地温有一定的相关性。在4月份，当地雨季来临，地温回升，土壤含水量较高（地温为19.5—20.2℃，含水量为32.0—38.0%），微生物就大量繁殖，积极参与土壤中有机物质的分解过程，至7月份达最高峰（这时地温为24.4—25.0℃，含水量为32.5—44.0%），林木生长也最迅速。9月份，地温虽已升到微生物的最适温度(22.0—24.0℃)，但土壤含水量较低(24.0—29.0%)，土壤微生物量有明显的下降趋势。

试验结果表明，细菌是杉木连栽林地不同混交林下土壤中的主要微生物类型，占微生物量70%左右。其数量的变化趋势是夏、秋季较高，春、冬季较低。从4月份开始，细菌数量随着土壤含水量和地温的增加而逐渐增多，不同混交林下的变化幅度有所不同。

真菌数量的季节性变化，总的趋势是春季较高，夏季稍低，秋季上升，这种变化与不同时期中土壤磷素的转化有关(因为青霉和曲霉体内含有较多的磷酸酶和植酸酶[10])。放线菌在杉木连栽林地不同混交林土壤中的数量季节性变化趋势与细菌相似。

从图1可以看出，杉木连栽林地营造成不同混交林土壤微生物的年平均动态，都表现出：不同混交林地显著高于杉木连栽地，建柏+红豆树、柳杉+薄姜木>杉木+樟树、火炬松+罗光石楠>多代杉木林地；而且各类群在不同

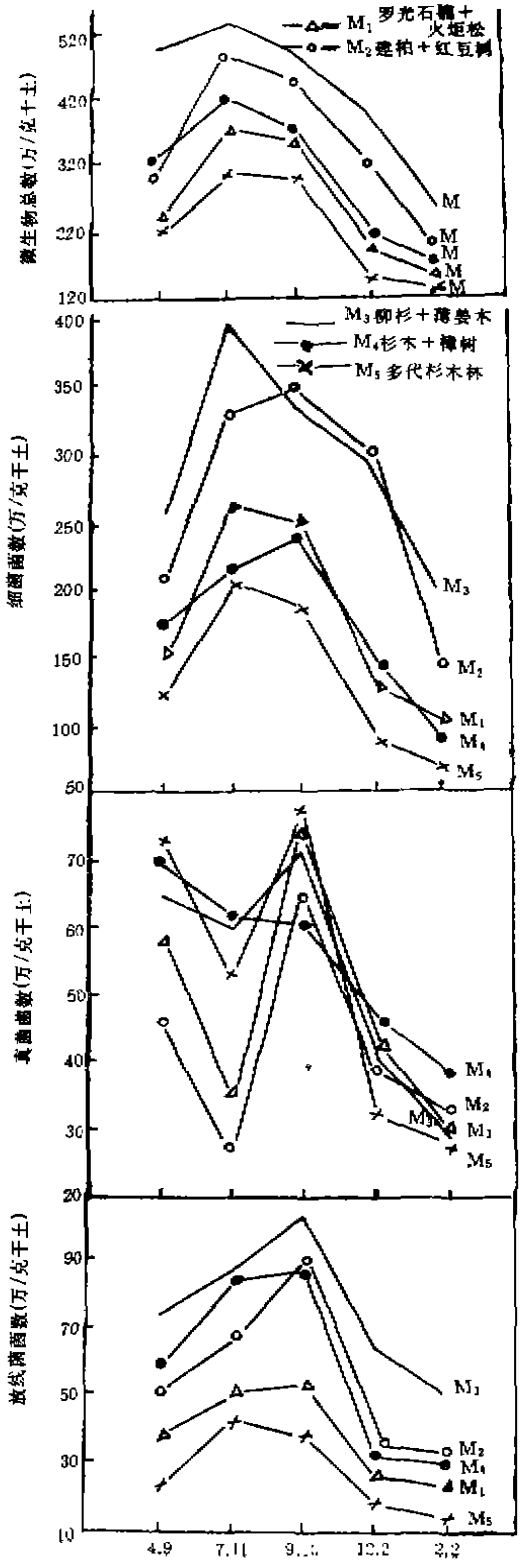

图1　不同混交林下土壤微生物的季节动态

Fig 1. The seasonal dynamics of soil microorganisms in the various mixtures woodland after Chinese-fir replanting

维普资讯 http://www.cqvip.com

混交林下发生很大的变化。不同混交林地，主要以细菌为主。如建柏＋红豆树、柳杉＋薄姜木两样地细菌占有量高达70.52%、73.62%，其它的如杉木＋樟树、火炬松＋罗光石楠、多代杉木纯林也分别为60.5%、66.8%、61.8%。真菌在不同林分下，占有量的变化趋势为：杉木多代林地25.44%＞杉木＋樟树18.86%、火炬松＋罗光石楠18.45%＞建柏＋红豆树11.90%、柳杉＋薄姜木11.70%，这表明真菌成为杉木连栽多代林地土壤微生物的重要类型。杉木连栽林地及杉木＋樟树、火炬松＋罗光石楠的枯枝落叶中，针叶的比重大，真菌的活动就比较活跃[11]。因而，上面的三种林型中真菌数量占有较重要的地位；不同混交林下积累了一些未被分解的有机质(如纤维素等)，促进林下地被物层和土壤中的放线菌的增加，本试验表现出$M_3>M_4>M_1>M_2>M_5$。

从上面可以看出，杉木连栽林地不同混交林土壤的微生物量年动态，均表现出M_2、$M_3>M_1>M_4>M_5$，而且混交林下细菌的数量一直占优势，这表明杉木连栽后营造不同类型混交林能够提高土壤微生物量，积极参与物质的循环和能量转化，具有良好的改土作用。

2. 土壤呼吸强度的季节性变化

从图2可以看出，杉木连栽林地营造不同混交林土壤中，无论是内源呼吸或丙酮酸氧化，对葡萄糖氧化和多酚化合物的氧化，呼吸强度总的趋势是随着季节的变化、土壤水温条件的改变而变化。尤其是在秋季(9月份)，呼吸强度达到最高峰。这与各类微生物特别是细菌的大量繁殖和活动相一致。到了秋季之后，呼吸强度下降，这反映土壤的微生物数量与呼吸强度之间的季节性变化的相关性。同时，不同林型下土壤呼吸强度的季节变化有所不同，

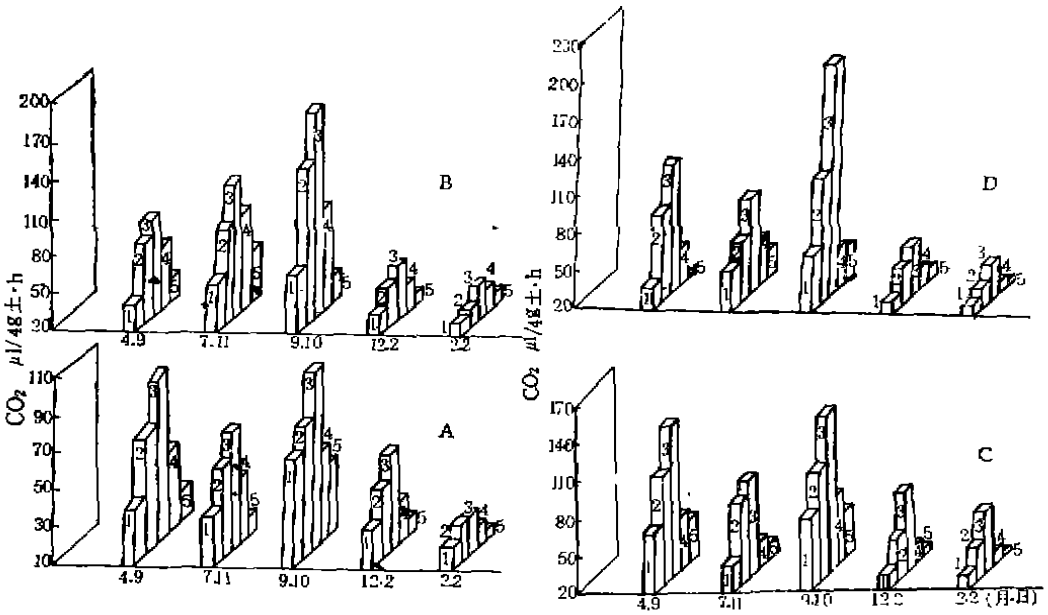

图2 土壤呼吸强度的年动态变化

A——内源呼吸 B——丙酮酸氧化 C——葡萄糖氧化 D——多酚氧化物氧化

1——火炬松＋罗光石楠 2——建柏＋红豆树 3——柳杉＋薄姜木

4——杉木＋樟木 5——多代杉木纯林

Fig.2 Annual change of soil respiration

A——Endogenous respiration B——Oxidiation of acetone acid

C——Oxidiation of glucose D——Oxidiation of Polyphenol Compound

维普资讯 http://www.cqvip.com

混交林林地的土壤呼吸强度显著大于多代的连栽杉木纯林。这表明，不同混交林林地上土壤的有机残体分解较强烈。

通过土壤呼吸强度测定结果表明，森林土壤有机残体，在夏季以前，主要处于分解过程，释放出来的养分供林木生长发育需要。同时腐殖化过程也较强。这种季节性的动态变化，与不同季节的各混交林下土壤微生物生态分布的数量变化及其生命活动基本相一致。而土壤有机残体的分解和有机物合成过程，以柳杉＋薄姜木、建柏＋红豆树最为强烈，火炬松＋罗光石楠、杉木＋樟树次之，以多代连栽的杉木纯林为最差。

3. 土壤酶活性动态变化

结果表明，土壤酶活性的季节性变化，通常夏秋季最高，春季次之，冬季最低。不同林分下有一定的差异。多酚氧化酶、酸性磷酸酶在M_5、M_1林地夏季活性（7 月份）最高，且季节性差异幅度大，约 1 — 5 倍，而在M_2、M_3、M_4林地上以秋季最高，季节性差异幅度小，约 1 — 2 倍。蛋白酶活性在M_5、M_1林地上的活性以秋季最高，在 M_2、M_3、M_4 上春季最高，夏季降低，秋季又有回升，而且M_1、M_5季节性幅度大，约 3 — 4 倍，而M_2、M_3、M_4季节性幅度较小，约 1 — 2 倍。

经研究表明：杉木连栽林地及连栽多代后营造成不同类型混交林林地，土壤酶活性均表现出混交林地大于杉木连栽林地，这说明不同混交林林地的土壤生物化学过程比杉木纯林林地较强烈地进行着促进生态系统中物质的循环与能量的转化。因而，杉木连栽后营造成不同类型混交林是改良土壤的一项良好技术措施。

参 考 文 献

〔1〕俞新妥著，1982，《杉木》，第 6 —60页，福建科技出版社。
〔2〕盛炜彤，1986，关于提高杉木生产力的几个问题，浙江林业科技 （1）：9 —15。
〔3〕张宪武等，1980，杉木连栽与土壤中毒，杉木人工林生态研究论文集，中国科学院林业土壤研究所，143。
〔4〕中国科学院林业土壤研究所土壤微生物室，1960，《土壤微生物分析手册》，第49—75页，科学出版社。
〔5〕郑洪元等著，1982，《土壤生物化学动态研究法》，第29—259页，科学出新社。
〔6〕ΦX哈查耶夫，1976，《土壤酶活性》，（郑洪元译），第21—113页，科学出版社。
〔7〕关松荫等著，1986，《土壤酶及其研究法》，第260—339页，农业出版社。
〔8〕Ma,M. 1983, Seasonal variation of fungi in soil in the vicintity of Peking. *Peking Nat. Hist. Bull.* 1932—33, 7,293—297
〔9〕王云章等，1960，冬小麦地深耕施肥对真菌区系的影响，微生物，2(1)：1 — 8 .
〔10〕娄成后，1963，真菌在土壤中的作用，《土壤微生物学论文集》，第124—133页，农业出版社。
〔11〕许光辉，1980，森林生态系统研究中微生物问题，森林生态系统研究，（1）：247—255。

维普资讯 http://www.cqvip.com

SEASONAL DYNAMICS OF SOIL MICROORGANISMS UNDER VARIOUS MIXTURES AFTER CHINESE FIR REPLANTING IN FUJIAN

Zhang Qishui Yu Xintuo
(Fujian College of forestry, Nanping, Fujian)

The composition and distribution of the soil microflora, the intensity of soil respiration, and the activity of soil enzymes, under various mixtures after Chinese fir replanting in four seasons in 1987—1988 were studied and found to have a seasonal tendency of variation, being higher in summer, increased in spring and autumn, and lower in winter. The number of scil microorganism, especially soil bacteria, the intensity of soil respiration and the activities of soil enzymes have the following tendency: *Fokienia hodginsii* + *Ormosia hosiei* (M_2), *Crytomeria fortunei* + *Vitex quinata* (M_3) ≥ *Pinus taeda* + *Photinia davidsonine* (M_1), *Cunninghamia lanceolata* + *Cinnamomum camphora* (M_4) ≥ *Cunninghamia lanceolata* (M_5). It was suggested that cultivated mixtures after Chinese fir replanting was an important biological measure for improving soil characteristic under Chinese fir replanting.

Key words: Chinese fir repeated plantation woodland, mixtures, soil microorganisms, seasonal dynmics.