

# 杉木人工林与米槎次生促进林生产力和土壤肥力比较

邱仁辉<sup>1</sup>, 杨玉盛<sup>1</sup>, 彭加才<sup>1</sup>, 陈光水<sup>1</sup>, 俞新妥<sup>1</sup>, 李振问<sup>2</sup>

(1 福建农林大学南坪校区, 福建 南平 353001; 2 福建尤溪县林业科技推广中心, 福建 尤溪 365100)

**摘 要:**通过对常绿阔叶林采伐迹地进行人工促进天然更新的以米槎为主的次生林(人促落)和营造杉木人工林 24a 后的比较研究, 结果显示: 人促群落乔木层组成树种为 27 种, 灌木层种类为 49 种, 而对照(杉木人工林)的则分别为 12 种、32 种, 人促群落树种组成和结构比对照的复杂。人促群落林分生产力(单位面积蓄积加 316.912 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)亦比对照的(单位面积蓄积量 283.288 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)高。与对照的相比, 人促群落 0~20 cm 土层土壤团聚长 > 0.25 mm 水稳性团聚体含量分别高 3.17%、5.65%, 而分散系数、结构体破坏率分别低 11.94%、5.01%; 土壤总孔隙度和非毛管孔隙度分别高 7.12%、1.75%; 土壤容重低 14.97%; 有机质含量高 7.602 g/kg; 土壤酶活性较强, 呼吸作用强度较大。这表明人促群落土壤结构性能、土壤保肥和供肥能力、土壤手化作用强度比对照均有较明显的提高。说明在常绿阔叶林采伐迹地上, 采用人工促进天然更新是恢复常绿阔叶林, 维持林地长期生产力较好的模式之一。

**关键词:** 人工促进天然更新; 群落; 生产力; 土壤肥力; 杉木人工林; 米槎

中图分类号: S714.8

文献标识码: A

南方林区在大面积皆伐常绿阔叶林后, 常营造大面积杉木(*Cunninghamia lanceolata*)等速生丰产人工林。这种以牺牲常绿阔叶林及物种多样性为代价的经营方式正受到来自多方面的压力。一是目前常绿阔叶林面积锐减, 如浙江省的阔叶林比重只有 13.5%, 江西省为 27.5%, 湖南省为 21.7%, 而且分布不均<sup>[1]</sup>。二是由于对阔叶树人工造林技术研究较薄弱, 人工造林效果不理想。三是杉木人工林存在地力衰退、病虫害及森林火灾严重等问题<sup>[2~5]</sup>。针对该状况各地对恢复常绿阔叶林进行了大量的探索, 人工促进天然更新被认为是较为成功的模式之一<sup>[6~14]</sup>。目前对该模式生长量的研究较多, 而对树龄较长的群落土壤肥力的研究则较少, 本文对此进行报道。

## 1 试验地概况

试验地位于福建尤溪县溪尾乡, 尤溪县位于 117.8°~118.6°E, 25.8°~26.4°N, 属中亚热带海洋性季风气候, 年均气温 18.9℃, 年降水量 1 599.6 mm, 年蒸发量 1 323.4 mm, 年均相对湿度 83%。试验地系 1967 年以米槎(*C. carlesii*)为主的常绿阔叶林采伐迹地, 样地海拔高度 300 m 左右, 坡度

25~28°, 坡向南偏东。母岩为花岗岩, 土层厚度大于 1 m。阔叶林(6.7 hm<sup>2</sup>)采伐后迹地进行全面炼山, 穴状整地后, 于 1968 年用杉木实生苗造林, 经常规抚育后形成杉木人工林群落, 土壤 A+AB 层厚度 23 cm。毗邻采伐迹地(3.4 hm<sup>2</sup>)未炼山, 经自然恢复形成阔叶林, 并分别于 1976 年、1983 年和 1988 年各进行一次劈草、除劣留优抚育, 形成目前以米槎为主的常绿阔叶林, 土壤 A+AB 层厚约 40 cm。

## 2 研究方法

按相邻格子法分别在杉木林、人工促进天然更新群落(简称人促群落)中务设置 4 块 20 m×20 m 临时标准地, 共计 1 600 m<sup>2</sup>。调查群落内树种高度要胸径、种类、株数, 计算群落主要树种重要值, 并在每个标准地上按 S 形布设采样点(5 个), 分层(0 cm~20 cm, 20 cm~40 cm)取土样, 混匀后带回室内分析。

土壤物理性质: 土壤机械组成、微团聚体组成——吸管法<sup>[15, 16]</sup>; 土壤水分物理性质——环刀法; 土壤水稳性团聚体——机械筛分法<sup>[16]</sup>。土壤养分<sup>[17~19]</sup>按常规方法进行。土壤酶活性: 转化酶活性——E. Hoffmann 与 A. Seeger 法(1951); 脲酶——

收稿日期: 2000-03-20; 改回日期: 2000-09-15。

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(F991)。

作者简介: 邱仁辉(1968-), 男(汉族), 福建省连江县人, 讲师, 1990 年毕业于福建林学, 1997 年于南京林业大学获硕士学位, 现为东北林业大学在读博士研究生。主要从事南方山地森林作业与环境以及作业技术等方面的教学与研究工作。

改进扩散法;蛋白酶——G. Hoffmann 与 K. Teicher 法(1957);生磷酸酶活性——G. Hoffmann 法(1967);接触酶——滴定法;过氧化物酶——А. И. Га б т я н 法(1974);呼吸作用——CO<sub>2</sub> 容量法。

3 结果与分析

3.1 人促群落树种组成和生产力

经调查,人促群落形成以米槠为主的常绿阔叶林,乔木层组成树种有 27 种,以米槠为主,重要值达 182.5, 24 a 生米槠平均树高 18.2 m, 平均胸径 14.6 cm, 密度 1 872 株/hm<sup>2</sup>, 蓄积量 277.056 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>;其次为木荷(*S. superba*),重要值为 52.55,平均树高为 13.7 m,平均胸径 11.93 cm,密度 264 株/hm<sup>2</sup>,蓄积量 19.8 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,此外还有刨花楠(*M. pauboi*)(蓄积量 3.68 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)、拟赤杨(*Alniphyllum tortunei*)(蓄积量 2.88 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)等树种,蓄积量合计为 13.496 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,人促群落林分总蓄积量 316.912 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。

人促群落的灌木层种类约 49 种,但大多是上层林木的幼树,如米槠、木荷等。灌木主要有密花山矾(*S. Ramosissing*)、广东冬青(*Llex kwangtungensis*)、百两金(*Ardisia crispa*)等,生物量为 2.75 t/hm<sup>2</sup>。草本层种类较少(11 种),主要以狗脊(*Woodwardia harlandii*)为主,此外还有中华里白(*Hierioperis chinesis*)、草珊瑚(*Sarcandra glabra*)等,生物量为 1.46 t/hm<sup>2</sup>。枯支落叶积累量较大,生物量 5.18 t/hm<sup>3</sup>。

24 a 生杉木林乔木层组成树种只有 12 种,主要是杉木,重要值达 286.34,平均树高 14.7 m,平均胸径 15.24 cm,密度 2 083 株/hm<sup>2</sup>,林分蓄积量 283.288 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>;乔木层中还有少量马尾松(*Pinus massoniana*)、丝栗栲(*C. fargesii*)、木荷、米槠等。灌木层由 32 种组成,主要为黄瑞木(*Adinandra mellettii*)、百两金、细齿柃木(*Eury amuricata*)等,生物量较大,达 5.09 t/hm<sup>3</sup>。草本层主要有狗脊、甘尼草、扇叶铁线蕨(*Adiantum flbellulatum*)等,生物量 3.91 t/hm<sup>2</sup>。

枯枝落叶层生物量为 3.77 t/hm<sup>2</sup>。

从以上分析可以看出,人促群落乔木层和灌木层物种丰富度较大,林地生产力亦有较明显的提高,同时对毗邻小块状杉木林群落结构和物种组成也产生积极的影响。因此在阔叶林采伐迹地进行人促更新的同时,可保留小块状迹地营造杉木人工林。

3.2 人促群落土壤肥力

3.2.1 土壤结构性能

土壤中国相颗粒的大小及排列形式不仅影响林木生长所需的水分与养分,而且还左右土壤中气体交换、微生物活动及根系的伸展等<sup>[20]</sup>。由表 1 可见,人促群落表层(0 cm~20 cm)和底层(20 cm~40 cm)粘粒含量(< 0.001 mm)分别比对照的高 2.49 %和 3.37 %。决定土壤结构质量特征的> 0.01 mm 微团聚体含量,表层和底层的分别比对照的高 6.84 %和 3.68 %, > 0.01 mm 土粒团聚度分别比对照的高 3.17 %和 2.18 %,而分散系数分别降低 11.94 %和 5.96 %。

土壤结构的稳定性是影响土壤通气性、抗蚀性及土壤肥力的重要指标<sup>[21]</sup>。由表 2 可见,人促群落土壤结构稳定性较好,不同土层> 0.25 mm 水稳性团聚体含量均比对照的高,而结构体破坏率较低。如表层土壤> 0.25 mm 水稳性团聚体含量比对照的高 7 %,结构体破坏率则低于对照的 7.02 %。土壤结构稳定性的增强,对于降低土壤对磷的固定程度,增加易流失性 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 的持蓄能力,提高土壤水分含量,增加磷酸盐的自扩散量有重大意义<sup>[22]</sup>。

土壤孔隙状直接影响植物根系生长及微生物生命活动和水分、养分输送、气体交换<sup>[20~22]</sup>。由表 1 可见,人促群落各土层土壤容重均比对照的低,如表层土壤容重比对照的低 17.61 %;而土壤总孔隙度则比对照的高,表层比对照的高 7.12 %;非毛管孔隙度亦比对照的高,表层比对照的高 1.75 %。上述说明人促群落土体构造疏松,通气性好,有利于水分、养分的渗透及输送,从而促进林木生长。

表 1 不同群落类型土壤结构性能

Table 1 The soil structure properties of different community types

| 群落类型 | 土层<br>(cm) | 土壤颗粒组成(%)  |           | 团聚度 <sup>1)</sup><br>(%) | 分散度 <sup>2)</sup><br>(%) | > 0.25 mm<br>水稳性团聚体含量<br>(%) | 结构体<br>破坏率<br>(%) | 容量<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 非毛管<br>孔隙<br>(%) | 毛管<br>孔隙<br>(%) | 总孔隙<br>(%) |
|------|------------|------------|-----------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|-----------------|------------|
|      |            | < 0.001 mm | < 0.01 mm |                          |                          |                              |                   |                            |                  |                 |            |
| 人促群落 | 0~20       | 17.21      | 48.02     | 42.70                    | 30.92                    | 75.34                        | 9.62              | 0.897                      | 10.11            | 46.66           | 56.77      |
|      | 20~40      | 29.37      | 45.47     | 37.71                    | 49.51                    | 68.01                        | 16.03             | 1.229                      | 7.34             | 43.58           | 50.92      |
| 对照   | 0~20       | 14.72      | 46.855    | 39.62                    | 42.86                    | 68.34                        | 16.64             | 1.055                      | 8.36             | 41.29           | 49.65      |
|      | 20~40      | 25.64      | 44.69     | 35.53                    | 55.47                    | 61.15                        | 23.93             | 1.183                      | 5.31             | 44.24           | 49.55      |

1) 团聚度 =  $\frac{> 0.05 \text{ mm (微团聚体 - 机械组成)}}{> 0.05 \text{ mm 微团聚体分析值}} \times 100$ ; 2) 分散度 =  $\frac{< 0.05 \text{ mm 微团聚体分析值}}{< 0.05 \text{ mm 机械组成分析值}} \times 100$ 。

采取不同更新方式, 因人为干扰、树种组成等差异较大, 使土壤结构差异明显, 人促群落由于人为干扰程度低(未经过炼山、整地等), 土壤未直接遭降水击打, 加上大量采伐剩余物未遭火烧, 同时阔叶树枯枝落叶量大, 质量高, 且细根周转快, 使土壤有机质保持较高水平, 对土壤结构起到良好的作用, 而对照的则相反, 因此, 人促群落土壤结构性能明显优于对照的。

3.2.2 土壤养分

林木种类、凋落物的数量及化学组成、营养元素归还速率等直接影响土壤养分贮量及有效性<sup>[23]</sup>。由表 2 可见, 人促群落各土层土壤有机质、全氮、全磷含量均比对照的高。人促群落土壤速效性养分含

量亦比对照的高(表 2)。人促群落土壤表层阳离子交换量高于对照群落 1.77 cmol(+)/kg, 盐基饱和度高于对照 3.22%, 表明人促群落土壤保肥能力得到明显的提高。这与人为干扰程度低, 土壤有机质损失量和养分挥发、淋失较少, 土壤结构性能的改善及常绿阔叶树大量凋落物和细根枯死物对土壤保肥和供肥的积极作用有关。另外, 人促群落土壤 pH 值亦比对照的高(表 2)。这主要是由于人促群落阔叶树凋落物盐基养分含量高, 释放快, 且受人为干扰破坏程度较小, 盐基淋失较少, 从而维持较高的土壤 pH 值。而常绿阔叶林采伐后栽杉经过炼山、整地、锄草抚育等一系列营林措施, 幼林郁闭前林地裸露面大, 盐基遭淋失, 从而使土壤酸度提高。

表 2 不同群落类型土壤养分状况

Table 2 The soil nutrient status of different community types

| 群落类型 | 土层 (cm) | 有机质 (g/kg) | 全氮 (g/kg) | 全磷 (g/kg) | 水解性氮 (mg/kg) | 速效磷 (mg/kg) | 速效钾 (mg/kg) | 盐基含量 (cmol(+)/kg) | 盐基饱和度 (%) | CEC (cmol(+)/kg) | pH 值 (水浸值) |
|------|---------|------------|-----------|-----------|--------------|-------------|-------------|-------------------|-----------|------------------|------------|
| 人促群落 | 0~20    | 43.248     | 1.745     | 0.506     | 136.8        | 4.9         | 127.0       | 4.12              | 34.11     | 12.83            | 6.13       |
|      | 20~40   | 17.955     | 0.891     | 0.364     | 76.5         | 2.7         | 81.0        | 3.85              | 29.47     | 9.91             | 5.76       |
| 对照   | 0~20    | 35.646     | 1.565     | 0.451     | 109.2        | 4.4         | 118.0       | 3.98              | 30.89     | 11.06            | 5.46       |
|      | 20~40   | 14.333     | 0.772     | 0.214     | 56.2         | 2.1         | 76.0        | 3.55              | 25.74     | 8.15             | 5.38       |

3.2.3 土壤生化活性

森林土壤中一切复杂的生物化学过程都是在酶的参与下进行的。土壤酶添生与土壤肥力密切相关<sup>[24]</sup>。

土壤转化酶、蛋白酶和脲酶直接参与土壤 C 素、含 N 有机化合物的转化<sup>[15~17]</sup>。分析结果表明(表 3), 人促群落这 3 种酶活性均比对照的高, 如表层土壤转化酶、蛋白酶和脲酶活性分别是对照的

2.36 倍、1.61 倍和 1.31 倍。说明该群落类型 C 素与 N 素转速率较快, 土壤肥力较高。

土壤磷酸酶的酶促作用能加速土壤有机磷的脱磷速度, 提高磷的有效性<sup>[23]</sup>。分析结果表明人促群落各土层磷酸酶活性均比对照的高, 其中表层比对照的高 28.13%, 这与人促群落的土壤速效磷含量较高是一致的, 表明土壤供磷水平较高。

表 3 不同群落类型土壤生化活性

Table 3 The soil biochemical activities of different community types

| 群落类型 | 土层 (cm) | 转化酶<br>0.1NNa <sub>2</sub> SO <sub>3</sub><br>(ml) | 脲酶<br>NH <sub>3</sub> -N,<br>(mg/(100g)) | 蛋白酶<br>NH <sub>2</sub> <sup>+</sup><br>(mg/(100g)) | 酸性磷酸酶<br>(mg 酚/(100g)) | 接触酶<br>0.1mol/L KMnO <sub>4</sub><br>(mL/g) | 过氧化物酶<br>(没食子酸,<br>mg/(100g)) | 呼吸作用强度<br>(mgCO <sub>2</sub> /<br>(g 干土 24h)) |
|------|---------|--|--|--|------------------------|---|-------------------------------|---|
| 人促群落 | 0~20    | 8.538  | 6.726                                    | 56.20  | 1.758                  | 126   | 48.353                        | 1.2641  |
|      | 20~40   | 5.305  | 2.912                                    | 40.359   | 0.942                  | 76  | 30.382                        | 0.6130  |
| 对照   | 0~20    | 3.613  | 4.178                                    | 42.765   | 1.372                  | 92  | 40.109                        | 0.8371  |
|      | 20~40   | 1.764  | 2.386                                    | 34.804   | 0.851                  | 65  | 28.503                        | 0.4523  |

从表 3 可见, 人促群落土壤过氧化物酶和接触酶活性均比对照的高, 其中表层土壤过氧化物酶和接触酶活性分别比对照的高 20.55% 和 36.39%, 表明人促群落土壤腐殖质再合成强度较大, 土壤腐殖质熟化程度较高。

土壤呼吸作用主要是由土壤微生物的生命活动引起的, 土壤呼吸作用强度可作为土壤生物学活性指标<sup>[24]</sup>。由表 5 可见, 人促群落各土层土壤呼吸作用强度均比对照的高, 表明其土壤氧化代谢能力较强。

人促群落由于酶作用底物浓度较高,土壤结构和通透性较好,土壤水解性和氧化还原酶活性均较高,土壤氧化代谢能力强,土壤进行较为强烈的物质转化过程,从而保证速效性养分保蓄和供应,表现出较强的调蓄能力。

## 4 结 论

1. 常绿阔叶林采伐迹地采用人工促进天然更新后形成以米槠为主的常绿阔叶林,乔木层树种较多(27种),灌木层种数亦多(49种),林分蓄积量比对照的高 $33.62\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ,说明该群落具有较高的生产力,群落中乔木层和灌木层物种丰富度较大,结构较复杂。

2. 人促群落的土壤结构性能良好,林地土壤疏松多孔,既有较强的保水保肥能力,又有较好的通气性。土壤有机质含量较高;土壤营养元素贮量较高,速效性养分含量较为丰富;土壤酶活性较强,呼吸作用强度较大,表现出较好的自我调节能力和较高的土壤肥力水平。

3. 在杂木林采伐迹地,采用不炼山恢复常绿阔叶林,通过人工促进方法,提高阔叶林生产力,使林地的地力得到较好的恢复,这是南方林区目前保持和发展地带性植被,保护物种多样性和维持、提高地力的较好模式。目前已在南方林区得到较大面积的推广和应用,而在毗邻地带营造小块状杉木人工林,由于人促群落对其有益作用,使得林下更新的阔叶树幼树的数量和种类大为增加,一则提高杉木林群落物种多样性,改善地力;另则杉木林皆伐后,亦可恢复常绿阔叶林,同时可增加景观异质性。

## 参考文献:

[1] 俞新妥. 我国近期杉木资源动态及经营意见[J]. 林业科技通讯, 1996年, 11: 24~16.

[2] 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及其林木生长的影响[J]. 林业科学, 1987, 23(4): 389~397.

[3] 俞新妥, 张其水. 杉木连栽林地土壤生化特性及土壤肥力的研究[J]. 福建林学院学报, 1989, 9(3): 263~271.

[4] 陈楚莹, 张家武, 周崇莲, 等. 改善杉木人工林的林地质量和提高生产力的研究[J]. 应用生态学报, 1990, 1(2): 97~106.

[5] 盛伟彤. 人工林地力衰退研究[C]. 北京: 中国科技出版社, 1992. 15~19.

[6] 黄清麟, 李元红, 黄界水, 等. 人促米槠、闽粤栲速生丰产林调查报告, 福建林学院学报, 1992, 12(1): 116~120.

[7] 李元红, 黄清麟. 人促更新培育阔叶纸浆速生丰产林的研究[J]. 福建林学院学报, 1992, 12(4): 430~436.

[8] 黄清麟, 李元红, 黄宗杰. 福建省天然阔叶林经营现状及对策[J]. 福建林学院学报, 1991, 11(4): 443~448.

[9] 李元红. 闽北阔叶林的天然更新技术, 福建林学院学报, 1985, 5(1): 21~26.

[10] 陈存及, 董建文, 林敬德, 等. 半天然杉阔混交林分形成、发育与结构特征[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(4): 310~314.

[11] 黄清麟. 保阔栽针的试验研究[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(4): 287~290.

[12] 黄清麟, 李元红. 福建中亚热带天然阔叶林与人工林对比评价(I)[J]. 山地学报, 2000, 18(1): 69.

[13] 黄清麟, 李元红. 福建中亚热带天然阔叶林与人工林对比评价(II)[J]. 山地学报, 2000, 18(2): 139.

[14] 黄清麟, 李元红. 福建中亚热带天然阔叶林与人工林对比评价(III)[J]. 山地学报, 2000, 18(3): 244.

[15] 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986.

[16] 中科院南京土壤所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科技出版社, 1978.

[17] 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册[Z]. 北京: 农业出版社, 1986.

[18] [苏] 哈兹耶夫(郑洪元等译). 土壤酶活性[M]. 北京: 科学出版社, 1980.

[19] 郑洪元, 张德生. 土壤动态生物化学研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1982.

[20] 杨玉盛, 李振问, 俞新妥, 等. 杉木油桐仙人草复合经营的土壤结构特性与水分性质的研究[J]. 南京林业大学学报, 1993, 17(3): 75~79.

[21] 杨玉盛, 何宗明, 林光耀, 等. 不同治理模式对严重退化红壤抗蚀性影响的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(2): 36~42.

[22] 李庆逵. 中国红壤[M]. 北京: 科学技术出版社, 1983.

[23] 杨玉盛, 何宗明, 俞新妥, 等. 杉木林取代杂木林后土壤生物学活性变化的研究[J]. 应用与环境生物学报, 1997, 3(4): 313~318.

[24] 杨玉盛, 李振问, 俞新妥, 等. 南平溪后杉木林取代杂木林后土壤肥力变化的研究[J]. 植物生态学报, 1994, 18(3): 236~242.

# Comparison of Productivity and Soil Fertility Between the *Castanopsis carlesii* Community with Artificial Measures Promoting Regeneration and *Cunninghamia lanceolata* Plantation

QIU Ren-hui<sup>1</sup>, YANG Yu-sheng<sup>1</sup>, PENG Jia-cai<sup>1</sup>, CHEN Guang-shui<sup>1</sup>, YU Xin-tuo<sup>1</sup> and LI Zhen-weng<sup>2</sup>

(1. Fujian Forestry College, Nanping 353001 China; 2. Youxi Forestry Science and Technology Popularizing Center, Youxi 365100 China)

**Abstract:** The secondary forest dominated by *Castanopsis carlesii* with artificial measures promoting regeneration (AMPR) and *Cunninghamia lanceolata* plantation (control) reforested on slash area of evergreen broad-leaved forest after 24 years was compared. The results showed that the species amount of tree, shrub stratum of AMPR was of 27, 49 respectively, while that of the control was of 12, 32. The tree species composition and structure of AMPR stand were more complex. The stand volume of AMPR was of 316.912 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, but that of the control was of 283.288 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>. In 0~20cm soil depth, the AMPR soil degree of aggregation, contents of >0.25mm waterstable aggregate increased by 3.17%, 5.65% respectively, while the bulk density, dispersion ratio, destroy rate of ped decreased by 14.97%, 11.94%, 5.01% each. The total porosity, non-capillary porosity increased by 7.12%, 1.75%; the contents of organic matter increased by 7.602 g/kg; the soil enzymes activity and soil respiration intensity were enhanced compared with the control. It revealed that the soil structure properties, the capability of containing and supplying fertility and soil biochemical action intensity of AMPR were improved obviously. All above indicated that AMPR is one of the good patterns, which could recover evergreen broad-leaved forest and maintained long-term site productivity.

**Key words:** artificial measures promoting regeneration; community; productivity; *Cunninghamia lanceolata* plantation; *Castanopsis carlesii*