

黄山松天然林与人工林物种多样性和林分生长规律的比较研究*

卢琦 赵体顺 罗天祥 金烈谊 阴三军

摘要 对黄山松天然林与人工林的群落学对比分析表明:黄山松林的植物种类天然林为 19~29 种,人工林仅有 9~17 种;天然林下木层和草本层的多样性指数分别为 2.824 2~2.876 3 和 1.799 8~1.836 6,而人工林分别为 1.607 3~2.077 5 和 1.836 6~1.939 4。天然林胸径生长量比人工林低 0.47 cm/a,树高连年生长量最高峰出现在第 20 年,比人工林晚 5 a,材积在第 40 年以后增长明显加快(>0.01 m³/a),比人工林迟 20 a。文中以 Shannon-Wiener 多样性指数及其均匀度、群落系数和相似度系数等指标为判别尺度,揭示了黄山松天然林与人工林之间的群落学差异。

关键词 黄山松、天然林、人工林、物种多样性、生长规律

黄山松(*Pinus taiwanensis* Hayata)是我国华中、华东海拔较高山地的绿化和用材树种,天然分布约在海拔 600~1 800 m^[1]。深入研究其天然林和人工林的生物多样性及其林木生长规律,将有利于进一步认识黄山松林的功能多样性,并为全面评价和持续利用黄山松资源提供理论依据。同时,进一步探讨黄山松群落生物多样性稳定性及其生产力之间的关系,将对林业生产经营具有重要的指导意义。有关黄山松的研究报道多限于人工林研究^[2],而从生物多样性和林木生长规律上对比分析黄山松人工林与天然林的差异尚未见有报道,本研究仅作一初步尝试。

1 研究地区自然概况

调查林区属河南省商城县黄柏山林场,是我国黄山松自然分布区之一^[2]。地理位置为 31°~32°N,115°~116°E,地处大别山北坡,海拔 800~900 m。气候属北亚热带向暖温带的过渡地带,气候温和,雨量充沛;年平均气温 15.2℃,最冷月(1月)均温 2.3℃,最热月(8月)均温 25℃,≥10℃积温 4 850℃;年降水量 1 390 mm,其中 5~8 月降雨量占 64.7%。年平均蒸发量 1 519.2 mm,相对湿度 72.9%左右,平均风速 1.6~3.3 m/s,生长期 210 d。林区土壤多为酸性的黄棕壤,部分为棕壤;土层厚度 55~120 cm,富含有机质。母岩属花岗岩,也有片麻岩、片岩、砂砾岩分布;由于岩石不易风化,常见裸露。植被属亚热带含常绿阔叶树种的落叶阔叶林带。4 个调查样地概况列于表 1。

1996-02-13 收稿。

卢琦助理研究员(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);赵体顺,金烈谊,阴三军(河南省林业勘察设计院);罗天祥(中国科学院自然资源综合考察委员会)。

* 本研究系“八五”“河南省次生林改造”项目的一部分,参加研究工作的还有王理顺、菅根柱、袁其站、肖武奇等。

表1 黄山松林样地概况

样地号	建群种	起源	年龄 (a)	密度 (株/hm ²)	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)	林下植物优势种
01	9松1杉	天然	89	583	24.9	12.1	五味子,大叶钩樟,凤尾蕨,贯众
02	9松1杉	天然	86	1 083	13.8	8.0	大叶钩樟,米饭花,半夏,换锦花
03	10松	人工	28	3 333	15.9	10.2	悬钩子,茅草,奶浆柴胡
04	10松	人工	28	2 483	14.2	10.8	悬钩子,奶浆柴胡,茅草,药蕨

五味子(*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.); 大叶钩樟(*Lindera umbellata* Thunb.); 凤尾蕨(*Pteris nervosa* Thunb.); 贯众(*Cyrtomium fortunei* J. Sm.); 米饭花(*Vaccinium* sp.); 半夏(*Pinellia ternata* Thunb.); 换锦花(*Lycoris sprengeri* Comes ex Baker); 悬钩子(*Rubus palmatus* Thunb.); 茅草(*Imperata cylindrica* L. Beauv.); 奶浆柴胡(*Crepis phoenix* Dunn); 药蕨(*Ceterach officinarum* DC.)。

2 研究方法

2.1 群落调查^[3-5]

于1992年6~8月,分别在黄山松天然林和人工林内各布设群落调查样地2块,样地面积600 m²。乔木层进行每木检尺和树高测定;选取林分平均木、优势木并作树干解析(共伐解析木14株)。把样地划分为6个100 m²的样方,对林下植物进行群落学调查,分别记载不同植物种类的个体数量(多度)、覆盖度和频度,并计算其相对密度、相对频度、相对显著度和重要值。

2.2 群落多样性指数和均匀度指数^[3-7]

采用Shannon-Wiener多样性指数(H),计算群落多样性指数和均匀度指数,即 $H = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$,式中: s 为所有种类数, P_i 为第 i 种的个体数 n_i 占总个体数 N 的比例($P_i = n_i/N$)。可见,物种多而分布均匀, H 值高;物种的个体数量差异很大且分布不均匀, H 值低;而不同物种个体数量几乎相当的群落,其多样性指数相对要高。

均匀度系指样地中各个种的多度的均匀程度,即每个种个体数间的差异。其计算通常用观察多样性和最高多样性之比来表示。最高多样性系指所有种的多度都相等时,该样地的多样性,即最高多样性指数: $H_{\max} = \ln s$;群落均匀度指数: $J_s = H/\ln s$

2.3 群落系数和相似度系数^[6-7]

两种系数均用以测定不同群落间植物种类组成上的相似程度,群落系数是一个定性的数据,而相似度系数则是一个定量的数据。群落系数: $CC = 2a/(2a+b+c)$,式中: a 为两群落所共有的种类, b 为群落A所有而群落B没有的种类, c 为群落B所有而群落A没有的种类数。相似度系数: $CS = 2c/(a+b)$,式中: c 是两个群落中共有种的某一定量值的总和, a 是群落A的某一定量值的总和, b 是群落B某一定量值的总和。本文中,某一定量值即为物种的重要值。

3 结果与分析

3.1 乔木层结构的比较

黄山松天然林的乔木层可明显地划分为3个亚层(表2),其3个亚层的建群种均为黄山松,伴生树种杉木常位于第Ⅲ亚层,群落的层次结构较纯林要复杂多样,即人工纯林的乔木层属单一树种组成的单层同龄林。乔木层结构的显著差异造成了其林下植物多样性的明显差别。

3.2 林下植物物种多样性比较

林下植物种数均以天然林较丰,植物种类约 19~29 种,且其多样性指数也是较高(表 3);在天然林中,下木层和草本层的多样性指数分别为 2.824 2~2.876 3 和 1.799 8~1.836 6。而在人工林中,植物种类仅有 9~17 种,其多样性指数分别为 1.607 3~2.077 5 和 1.836 6~1.939 4。比较 Shannon-Wiener 均匀度,下木层中,天然林(0.838 7~0.854 2)明显高于人工林(0.626 6~0.787 2);而在草本层中,人工林(0.684 5~0.741 7)稍高于天然林(0.611 3~0.613 1)。

3.3 林下植物物种相似性比较

以天然林与人工林的样地相比(表 4),即 01-03、01-04、02-03、02-04 样地组,黄山松天然林与人工林的林下植物种类具有显著差异,两者下木层和草本层的群落系数和相似度系数都很小。群落系数,下木层为 0.047 6~0.186 1,草本层为 0~0.142 9;相似度系数,下木层为 0.059 9~0.310 7,草本层 0~0.212 7,两者均明显低于人工林样地之间(01-02)或天然林样地之间(03-04),即人工林样地间群落系数和相似度系数为:下木层 0.517 2 和 0.557 9,草本层 0.307 7 和 0.379 8;天然林样地间群落系数和相似度系数为:下木层 0.518 5 和 0.637 3,草本层 0.153 9 和 0.366 9。

3.4 林木生长过程的比较

为了便于比较,选择林分优势木 14 株进行树干解析和数据对比分析(见表 5)。比较两表可知,在天然林和人工林中,黄山松的胸径、树高和材积生长过程有明显的差异;总的说,人工林生长优于天然林。在人工林中,胸径连年生长量最高峰出现在第 10 年(1.07 cm/a),且在 10~20 a 间仍保持在 0.8 cm/a 以上;树高连年生长最高峰出现在第 15 年(0.7 m/a),但此期前后树高连年生长均低于 0.5 m/a;材积生长一直保持持续增长,尤其在第 20 年以后明显加快($>0.01 \text{ m}^3/\text{a}$)。在天然林中,胸径连年生长量最高峰也出现在第 10 年(0.60 cm/a),但其生长量比人工林低 0.47 cm/a,在 10~40 a 间均保持在 0.40 cm/a 以上;树高连年生长量最高峰出现在第 20 年,比人工林晚 5 a,且在第 35 年之前高生长均保持在 0.30 m/a 以上,这与

表 2 黄山松林乔木层测树因子

样地号	起源	亚层	郁闭度	胸径 (cm)	树高 (m)	株数 (株/hm ²)
01	天然	I	0.7	38.1	17.3	250
		II		25.8	12.1	83
		III		10.4	6.6	250
		平均		24.9	12.1	583
02	天然	I	0.8	37.3	17.6	117
		II		31.4	14.0	83
		III		9.2	6.2	883
		平均		13.8	8.0	1 083
03	人工	单层林	0.9	15.9	10.2	3 333
04	人工	单层林	0.8	14.3	10.8	2 483

亚层按 5 m 树高级划分: I $\geq 16 \text{ m}$, 16 m $>$ II $> 10 \text{ m}$,
III $\leq 10 \text{ m}$ 。

表 3 黄山松天然林和人工林林下植物物种多样性指数和均匀度指数

样地号	林分起源	层次	植物种数	Shannon-Wiener 指数	均匀度
01	天然	下木	29	2.876 3	0.854 2
		草本	19	1.799 8	0.611 3
02	天然	下木	29	2.824 2	0.838 7
		草本	20	1.836 6	0.613 1
03	人工	下木	13	1.607 3	0.626 6
		草本	9	1.629 7	0.741 7
04	人工	下木	14	2.077 5	0.787 2
		草本	17	1.939 4	0.684 5

表 4 黄山松天然林与人工林的群落系数和相似度系数

样地组	下木层		草本层	
	群落系数	相似系数	群落系数	相似系数
01-02	0.517 2	0.557 9	0.307 7	0.379 8
01-03	0.142 9	0.310 7	0.142 9	0.212 7
01-04	0.186 1	0.321 2	0	0
02-03	0.047 6	0.059 9	0.068 9	0.141 4
02-04	0.093 0	0.138 1	0	0
03-04	0.518 5	0.637 3	0.153 9	0.366 9

人工林完全不同;材积生长一直在持续性增加,尤其在第40年以后生长明显加快($>0.01 \text{ m}^3/\text{a}$),比人工林迟20 a。一般来看,人工林比天然林生长快,成材早,轮伐期明显缩短;天然林生长较缓慢,但生长高峰期持续时间长。

表5 黄山松天然林与人工林优势木生长过程

林龄 (a)	胸 径(cm)				树 高(m)				材 积(m^3)					
	总生长	平均	连年	生长率 (%)	总生长	平均	连年	生长率 (%)	总生长	平均	连年	生长率 (%)		
天 然 林	5	1.47	0.29	0.29	40.0	1.49	0.30	0.30	40.0	0.000 20	0.000 04	0.000 04	40.0	
	10	4.47	0.45	0.60	20.3	3.20	0.32	0.34	14.6	0.003 17	0.000 32	0.000 59	35.3	
	15	6.88	0.46	0.48	8.4	4.65	0.31	0.30	7.6	0.011 35	0.000 76	0.001 64	22.5	
	20	9.48	0.47	0.52	6.4	6.55	0.33	0.37	6.6	0.025 49	0.001 27	0.002 83	15.4	
	25	11.81	0.47	0.47	4.4	8.07	0.32	0.30	4.2	0.048 39	0.001 94	0.004 58	12.4	
	30	13.95	0.47	0.43	3.3	9.78	0.33	0.34	3.8	0.079 81	0.002 66	0.006 28	9.8	
	35	16.19	0.46	0.45	3.0	11.38	0.33	0.32	3.0	0.119 92	0.003 43	0.008 02	8.0	
	40	18.43	0.46	0.45	2.6	12.41	0.31	0.21	1.7	0.170 62	0.004 27	0.010 14	7.0	
	45	20.45	0.45	0.40	2.1	13.45	0.30	0.21	1.6	0.233 21	0.005 18	0.012 52	6.2	
	50	22.26	0.45	0.36	1.7	14.13	0.28	0.14	1.0	0.295 00	0.005 90	0.012 36	4.7	
人 工 林	55	23.93	0.44	0.33	1.4	14.69	0.27	0.11	0.8	0.358 07	0.006 51	0.012 61	3.9	
	60	25.11	0.42	0.24	1.0	15.19	0.25	0.10	0.7	0.434 37	0.007 24	0.015 26	3.9	
	65	27.41	0.42	0.46	1.8	15.52	0.24	0.07	0.4	0.505 52	0.007 78	0.014 23	3.3	
	70	29.14	0.42	0.35	1.2	15.87	0.23	0.07	0.4	0.587 61	0.008 39	0.016 42	3.0	
	75	30.49	0.41	0.26	0.9	16.15	0.22	0.06	0.3	0.656 01	0.008 75	0.013 08	2.2	
	80	32.13	0.40	0.33	1.0	16.41	0.21	0.05	0.3	0.735 00	0.009 19	0.015 80	2.3	
	85	34.85	0.41	0.54	1.6	18.49	0.22	0.42	2.4	0.956 31	0.011 25	0.044 26	5.2	
	89	35.83	0.40	0.25	0.7	18.85	0.21	0.07	0.4	1.024 18	0.011 51	0.016 97	1.7	
	人 工 林	5	2.35	0.47	0.47	40.0	2.29	0.46	0.46	40.0	0.001 84	0.000 36	0.000 36	40.0
		10	7.70	0.77	1.07	21.3	4.10	0.41	0.36	11.4	0.012 85	0.001 29	0.002 20	30.0
15		12.10	0.81	0.88	8.9	7.60	0.51	0.70	12.0	0.041 44	0.002 76	0.005 71	21.1	
20		15.90	0.80	0.76	5.4	8.85	0.44	0.25	3.0	0.094 38	0.004 71	0.010 58	15.6	
25		18.65	0.75	0.55	3.2	10.1	0.40	0.25	2.6	0.155 90	0.006 23	0.012 30	9.8	
28		19.95	0.71	0.43	2.2	11.70	0.42	0.53	4.9	0.188 83	0.006 74	0.010 97	6.4	

4 结 论

(1)黄山松天然林的物种多样性比其人工林要明显地高,这种差异主要体现在其林下植物物种多样性的显著差异方面。在天然林中,Shannon-Wiener 多样性指数及其均匀度分别为:下木层 2.824 2~2.876 3 和 0.838 7~0.854 2,草本层 1.799 8~1.836 6 和 0.611 3~0.613 1;而在人工林中,其多样性指数和均匀度分别为:下木层 1.607 3~2.077 5 和 0.626 6~0.787 2,草本层 1.836 6~1.939 4 和 0.684 5~0.741 7。

(2)在林下植物种类组成上,天然林与人工林也具有显著差异,这两种不同起源林分之间的群落系数和相似度系数均很小,即群落系数:下木层 0.047 6~0.186 1,草本层 0~0.142 9。而人工林样地之间或天然林样地之间的群落系数和相似度系数明显地高,即在人工林样地间:下木层 0.515 2 和 0.557 9,草本层 0.307 7 和 0.379 8;在天然林样地间:下木层 0.518 5 和 0.637 3,草本层 0.153 9 和 0.366 9。

(3)人工林比天然林生长快、成材早且轮伐期明显缩短;天然林虽然生长较缓慢,但生长高

峰期持续时间长。在天然林中,胸径连年增长量最高峰也出现在第 10 年(0.60 cm/a),但其生长量比人工林低 0.47 cm/a,在 10~40 a 间均保持在 0.40 cm/a 以上;树高连年增长量最高峰出现在第 20 年,比人工林晚 5 a,且在第 35 年之前高生长均保持在 0.30 m/a 以上,这与人工林完全不同;材积生长一直在持续性增加,尤其在第 40 年以后生长明显加快($>0.01 \text{ m}^3/\text{a}$),比人工林迟 20 a。

参 考 文 献

- 1 中国树木志编委会主编.中国主要树种造林技术.北京:中国林业出版社,1981.141~146.
- 2 河南省林业局.黄山松人工林生态系统中林木生物产量的研究.河南农学院学报,1980,12(2):21~31.
- 3 黎向东,卢琦,张跃忠.广西恭城县栲树林的群落学特点及其合理利用方向的初步探讨.广西农学院学报,1990,9(1):27~36.
- 4 郝占庆,赵士洞,陶大立.长白山北坡阔叶红松林草本植物物种多样性及其季节动态.生物多样性,1994,2(3):125~132.
- 5 陈桂珠,缪绅裕.广东澳头红树植物群落的物种多样性与种群分布格局研究.生态学杂志,1994,13(2):34~35.
- 6 Magurran A E. Ecological diversity and its measurement. Princeton;Princeton University Press,1988.
- 7 王伯荪.植物群落学.北京:高等教育出版社,1987.44~55.

Comparative Study on Biodiversity and Stand Growth Regulation in *Pinus taiwanensis* from Different Origin

Lu Qi Zhao Tishun Luo Tianxiang Jin Lieyi Yin Sanjun

Abstract Through the field investigation and analysis of *Pinus taiwanensis* community from the natural forest and plantation, it can be seen that the biodiversity in the natural forest was obviously higher than that in the plantation, and there was a difference of species composition with 19~29 species in natural forest and 9~17 in plantation. Shannon-Wiener Diversity Indices of the undergrowth and herb layer were 2.824 2~2.876 3 and 1.799 8~1.836 6 in the natural forest, and 1.607 3~2.077 5 and 1.836 6~1.939 4 in the plantation, respectively. The *DBH* increment of the natural forest was 0.47 cm/a lower than that of the plantation. The maximum current annual increment of tree height in the natural forest happened at the twentieth year, and it was 5 years later than that in plantation. The significant volume increment ($>0.01 \text{ m}^3/\text{a}$) of the natural forest occurred after the growth of 40 a, which was 20 a later than that of the plantation. Evenness Index, Coefficient of Community (CC), Coefficient of Similarity, and coenological difference of *Pinus taiwanensis* between them were discussed, and tree growth process from two origins of stands was also compared and analyzed.

Key words *Pinus taiwanensis*, natural forest, plantation biodiversity, growth process

Lu Qi, Assistant Professor (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Zhao Tishun, Jin Lieyi, Yin Sanjun (Henan Academy of Forestry Survey and Design); Luo Tianxiang (Commission for Integrated Survey of Natural Resources, Academia Sinica).