

粤北冰灾受损杉木林 6 种人工套种模式的植物多样性研究^{*}

李芳华 孔祥楠 刘志发 梁东成 彭华贵 杨昌腾

(1. 广东省天井山林场,广东 韶关 512726; 2. 南岭国家级自然保护区管理局,广东 韶关 512727)

摘要 基于 2008 年广东省天井山林场冰灾受损杉木林 6 种人工套种模式以及自然恢复模式的 18 个面积为 400 m² 样地的调查数据,对该区域受损杉木林的植物群落结构及其生物多样性进行了初步研究。结果表明,群落类型有杉木+红花荷、杉木+峨眉含笑、杉木+火力楠、杉木+枫香、杉木+南酸枣、杉木+观光木+深山含笑、杉木纯林。群落的乔木层常见树种为杉木、红花荷、峨眉含笑、火力楠、枫香、南酸枣、阿丁枫、观光木及深山含笑等;灌草层植物以蔓生莠竹、唐竹、山苍子、淡竹叶、空心泡等植物为优势种。各群落乔木层 Shannon-Wiener 指数从大到小依次为:杉木+观光木+深山含笑>杉木+红花荷>杉木纯林>杉木+枫香>杉木+南酸枣>杉木+火力楠>杉木+峨眉含笑;灌草层 Shannon-Wiener 指数由大到小依次为:杉木+红花荷>杉木+观光木+深山含笑>杉木+枫香>杉木+火力楠>杉木+峨眉含笑>杉木+南酸枣>杉木纯林。

关键词 冰灾;杉木林;人工套种模式;物种多样性;粤北

中图分类号:S718 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-4427(2015)01-0038-07

Plant Community Diversity of Six Artificial Interplant Types of *Cunninghamia lanceolata* Plantation Damaged by Ice Disaster in Northern Guangdong

LI Fanghua KONG Xiangnan LIU Zhifa LIANG Dongcheng
PENG Huagui YANG Changteng

(1. Tianjingshan Forest Farm of Guangdong Province, Shaoguan, Guangdong 512726, China;
2. Administration of Nanling Nature Reserve, Shaoguan, Guangdong 512727, China)

Abstract Structure and biodiversity of six artificial interplant types and the natural recovery mode of *Cunninghamia lanceolata* plantation which were damaged by ice disaster in 2008 in Northern Guangdong were investigated and studied by plot survey. The results showed that there were seven types of forest communities, including *Cunninghamia lanceolata* + *Rhodoleia championii*, *C. lanceolata* + *Michelia wilsonii*, *C. lanceolata* + *Michelia macclurei*, *C. lanceolata* + *Liquidambar formosana*, *C. lanceolata* + *Choerospondias axillaris*, *C. lanceolata* + *Tsoongiodendron odorum* + *Michelia maudiae* communities, and *C. lanceolata* forest, were studied. The dominant species in tree layer were *C. lanceolata*, *Rhodoleia championii*, *Michelia wilsonii*, *M. macclurei*, *Liquidambar formosana*, *Choerospondias axillaris*, *Altingia chinensis*, *Tsoongiodendron odorum*, and *Michelia maudiae*. The shrub and herb layer dominant species mainly included *Microstegium vagans*, *Sinobambusa tootsik*, *Litsea cubeba*, *Lophatherum gracile*, and *Rubus rosifolius*. The Shannon-Wiener indexes of tree layer in seven communities were different, and they were ranked in a descending order as follows: *C. lanceolata* + *Tsoongiodendron odorum* + *Mich-*

^{*} 基金项目:广东省林业厅科技创新项目“生态公益林分改造及可持续经营关键技术研究示范”(2011KJCX021-02)。
第一作者:李芳华(1985-),女,工程师,主要从事营林生产工作,E-mail:318285873@qq.com。
通信作者:孔祥楠(1965-),男,工程师,主要从事营林生产工作,E-mail:tjs5468708@163.com。

elia maudiae > *C. lanceolata* + *Rhodoleia championii* > *C. lanceolata* forest > *C. lanceolata* + *Liquidambar formosana* > *C. lanceolata* + *Choerospondias axillaris* > *C. lanceolata* + *Michelia macclurei* > *C. lanceolata* + *Michelia wilsonii*. The Shannon-Wiener indexes of shrub layer were ranked as follows: *C. lanceolata* + *Rhodoleia championii* > *C. lanceolata* + *Tsoongiodendron odorum* + *Michelia maudiae* > *C. lanceolata* + *Liquidambar formosana* > *C. lanceolata* + *Michelia macclurei* > *C. lanceolata* + *Michelia wilsonii* > *C. lanceolata* + *Choerospondias axillaris* > *C. lanceolata* forest.

Key words ice disaster; *Cunninghamia lanceolata* plantation; artificial interplant type; species diversity; northern Guangdong

2008 年初,我国南方地区遭遇历史罕见的低温雨雪冰冻灾害袭击。灾害给粤北地区的森林植被造成严重破坏,林业也遭受到前所未有的严重损失^[1]。广东省天井山林场是粤北重灾区之一,受灾面积约 22 466.7 hm²,占经营总面积的 88.4%。其中,杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林受灾面积达 5 850.2 hm²^[2]。天井山林场地处南岭山脉中段,而杉木又是粤北地区重要的造林和用材树种,对受损严重的杉木林进行及时恢复和重建,以及如何更快地恢复林场受冰灾影响的森林群落,对粤北整个林区森林群落的可持续经营和利用具有重要意义^[3]。对于冰雪灾害受损的成熟或近熟杉木林的恢复与重建,比较一致的观点是全面伐除后重新造林^[4]。研究表明,杉木受冰雪灾害后一旦断梢即生长缓慢,并形成“鸡毛掸子”状,失去了培养前景^[5]。因此,在冰雪灾害发生后,广东省天井山林场于 2009 年初在全面伐除受害杉木林、选留杉木萌芽条的基础上,引种了一些阔叶树种,采用杉木 + 红花荷(*Rhodoleia Championi*)、杉木 + 枫香(*Liquidambar formosana*)等不同人工套种模式,对受损的森林群落进行修复,研究受灾杉木林不同人工套种模式在灾后 5 a 形成的森林群落的物种组成、群落结构和植物物种多样性,以期对粤北冰灾受损森林群落植物多样性研究及冰灾受损森林群落恢复研究提供参考依据。

1 试验与方法

1.1 试验地概况

广东省天井山林场地处粤北山区,位于广东省乳源县西部,海拔 800 ~ 1 200 m,属山岳地形,中间及少数边缘出现局部丘陵地和小盆地等,坡度一般为 25° ~ 35°,少数达 45°以上;成土母岩多为花岗岩,亦有石灰岩,土壤类型以山地红壤和黄壤为主,土壤厚度 25 ~ 80 cm,腐殖质层 10 ~ 35 cm,pH 值 4.6 ~ 6.5^[6-7]。林场地处中亚热带湿润气候大区南岭气候区,属中山山地气候;年平均气温 17.1 °C,1 月平均气温 8.4 °C,7 月平均气温 22 °C,日极端气温记录为 34 °C 和 -8 °C;雨量充沛,年均降雨量 2 800 mm,雨量 70% 集中在每年的 3—6 月;植物生长期约 10 个月,霜冻期 45 d 左右,个别年份有降雪或冰冻现象^[8-9]。

1.2 调查方法

2013 年 8 月,采用样方调查的方法,选择有代表性的、未进行人工修复和已进行人工修复的受灾杉木林设置样地。样地面积均为 400 m² (20 m × 20 m)。对样地所有树高 ≥ 1.5 m 的活立木进行每木检尺,记录植物种名、胸径、树高及冠幅。在样地内设置 1 个 5 m × 5 m 样方进行林下灌草层植物调查,记录植物种名、株数、高度和盖度。共在 7 个林分类型中设置了 18 个样地,基本概况见表 1。

1.3 数据分析方法

1.3.1 重要值计算 重要值 = 相对多度 + 相对频度 + 相对显著度^[10]。

1.3.2 多样性指数计算 采用 4 种多样性指数:物种丰富度指数、均匀度指数、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数。计算公式如下:

Simpson 指数^[12]: $D = 1 - \sum P_i^2$

Shannon-Wiener 指数^[13]: $H = -\sum P_i \ln(P_i)$

Pielou 均匀度指数^[14]: $J = H/\ln S$

式中 P_i 表示第 i 个物种的相对多度; H 为 Shannon-Wiener 指数; S 为物种数,即物种的丰富度指数。

表 1 样地基本概况

样地名称	海拔/m	坡度	坡向	面积/m ²	群落名称
2013HBM-1	717	34.0°	东南	400	杉木 + 红花荷
2013HBM-2	719	24.5	西南	400	杉木 + 红花荷
2013HBM-3	718	32.5	西北	400	杉木 + 红花荷
2013EMHX-1	672	22.5	南	400	杉木 + 峨眉含笑(<i>Michelia wilsonii</i>)
2013EMHX-2	668	35.0°	南	400	杉木 + 峨眉含笑
2013EMHX-3	660	28.0°	北	400	杉木 + 峨眉含笑
2013HLN-1	652	26.5°	东	400	杉木 + 火力楠(<i>Micheliamacclurei</i>)
2013FX-1	695	5.0°	东南	400	杉木 + 枫香
2013FX2	690	34.0°	东南	400	杉木 + 枫香
2013FX-3	706	34.5°	西北	400	杉木 + 枫香
2013NSZ-1	723	24.0°	东南	400	杉木 + 南酸枣(<i>Choerospondias axillaris</i>)
2013NSZ-2	703	27.0°	东南	400	杉木 + 南酸枣
2013NSZ-3	718	27.0°	西北	400	杉木 + 南酸枣
2013X-1	560	27.0°	南	400	杉木纯林
2013X-2	580	26.0°	西南	400	杉木纯林
2013KH-1	620	26.0°	东	400	杉木 + 观光木(<i>Michelia odora</i>) + 深山含笑(<i>Michelia maudiae</i>)
2013KH-2	630	27.0°	东南	400	杉木 + 观光木 + 深山含笑
2013KH-3	630	24.0°	东北	400	杉木 + 观光木 + 深山含笑

3 结果与分析

3.1 群落组成

样地乔木层树种主要以杉木、红花荷、峨眉含笑(*Michelia wilsonii*)、火力楠(*Michelia macclurei*)、枫香、南酸枣(*Choerospondias axillaris*)、阿丁枫(*Altingia chinensis*)、观光木(*Michelia odora*)及深山含笑(*Michelia maudiae*)为优势种;其中,杉木、红花荷、枫香、火力楠、南酸枣、观光木优势度较为明显,峨眉含笑、深山含笑和阿丁枫优势度次之。灌草层植物以蔓生莠竹(*Microstegium vagans*)、唐竹(*Sinobambusa Makino*)、山苍子(*Litsea cubeba*)、淡竹叶(*HerbaLoophatheri*)、空心泡(*Rubus rosaefolius*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、芒萁(*Dicranopteris pedata*)、梵天花(*Urena procumbent*)、香茶菜(*Isodon amethystoides*)、白灯笼(*Clerodendrum fortunatum*)、鳞籽莎(*Lepidosperma chinense*)、里白(*Diplopterygium glaucum*)、江南短肠蕨(*Allantodia metteniana*)等为优势树种。根据人工修复树种选择及乔木层的优势种情况,把调查样地分为 7 个群落类型,即杉木 + 红花荷、杉木 + 峨眉含笑、杉木 + 火力楠、杉木 + 枫香、杉木 + 南酸枣、杉木纯林(对照组,未经人工修复)、杉木 + 观光木 + 深山含笑。

3.1.1 杉木 + 红花荷群落 杉木 + 红花荷群落分布于天井山林场场部一区,3 个样地共记录了 33 种乔木。其中,杉木的重要值最高,红花荷次之,然后是变叶榕(*Ficus cariolosa*)和小蜡(*Ligustrum sinense*)(表 2)。红花荷株数较多,但其胸径比杉木小,重要值低于杉木。灌草层主要种类有淡竹叶、五节芒、芒萁、珍珠茅(*Scleria levis*)、狗脊蕨(*Woodwardia japonica*)等。

3.1.2 杉木 + 峨眉含笑群落 杉木 + 峨眉含笑群落分布于天井山林场生态沟,3 个样地记录了 9 种乔木。其中,杉木的重要值最高,峨眉含笑次之,其次是南酸枣和滨盐肤木(*Rhus chinensis*)(表 3)。峨眉含笑株数较少,且其胸径小于杉木,重要值也远低于杉木。灌草层主要种类有蔓生莠竹、空心泡、淡竹叶、芒萁和梵天花等。

表 2 杉木 + 红花荷群落乔木层主要优势树种分布情况

树种	数量/株	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
杉木	57	21. 27	6. 82	51. 43	79. 52
红花荷	98	36. 57	1. 52	13. 22	51. 31
变叶榕	7	2. 61	2. 65	1. 18	6. 44
小蜡	6	2. 24	0. 76	0. 31	3. 31

表 3 杉木 + 峨眉含笑群落乔木层主要优势树种分布情况

树种	数量/株	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
杉木	245	85. 07	6. 82	82. 85	174. 74
峨眉含笑	28	9. 72	0. 76	2. 70	13. 18
南酸枣	3	1. 09	1. 52	3. 54	6. 15
滨盐肤木	3	1. 09	1. 52	0. 18	2. 79

3. 1. 3 杉木 + 火力楠群落 杉木 + 火力楠群落分布于天井山林场生态沟,1 个样地记录了 5 种乔木。其中,杉木的重要值最高,火力楠次之,其次是山苍子、滨盐肤木、盐肤木(*Rhus chinensis*) (表 4)。灌草层主要种类有蔓生莠竹、香茶菜、淡竹叶、芒萁、乌蕨(*Stenoloma chusanum*)、小叶海金沙(*Lygodium scandens*)等。

表 4 杉木 + 火力楠群落乔木层主要优势树种分布情况

树种	数量/株	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
杉木	58	70. 73	6. 82	81. 37	158. 92
火力楠	20	24. 39	0. 76	17. 98	43. 13
山苍子	1	1. 22	4. 92	0. 13	6. 27
滨盐肤木	2	2. 44	1. 52	0. 38	4. 34
盐肤木	1	1. 22	0. 76	0. 13	2. 11

3. 1. 4 杉木 + 枫香群落 杉木 + 枫香群落分布于天井山林场生态沟,3 个样地记录了 26 种乔木。其中,杉木的重要值最高,枫香、山苍子次之,最后是厚叶冬青(*Ilex elmerrilliana*) (表 5)。灌草层主要种类有山苍子、淡竹叶、五节芒、白灯笼、玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)等。

表 5 杉木 + 枫香群落乔木层主要优势树种分布情况

树种	数量/株	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
杉木	96	40. 00	6. 82	76. 73	123. 55
枫香	64	26. 67	1. 14	11. 17	38. 98
山苍子	35	14. 58	4. 92	2. 01	21. 51
厚叶冬青	6	2. 5	1. 52	1. 66	5. 68

3. 1. 5 杉木 + 南酸枣群落 杉木 + 南酸枣群落分布于天井山林场生态沟,3 个样地记录了 18 种乔木。其中,杉木的重要值最高,南酸枣、厚叶冬青(*Ilex elmerrilliana*)次之、山苍子的最小(表 6)。灌草层主要种类有山苍子、淡竹叶、五节芒、鳞籽莎和里白等。

表 6 杉木 + 南酸枣群落乔木层主要优势树种分布情况

树种	数量/株	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
杉木	117	43.66	6.82	75.81	126.29
南酸枣	64	24.25	1.52	19.10	44.87
厚叶冬青	26	9.70	1.52	20.27	31.49
山苍子	21	7.83	4.92	2.45	15.20

3.1.6 杉木纯林群落 杉木纯林群落分布于天井山林场合江口,2 个样地记录了 44 种乔木。其中,杉木的重要值最高,阿丁枫、甜椎(*Castanopsis eyrei*)、山苍子、网脉山龙眼(*Helicia reticulata*)次之(表 7)。灌草层主要种类有唐竹、芒萁、里白、黑莎草(*Gahnia tristiss*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)等。

表 7 杉木纯林乔木层主要优势树种分布情况

树种	数量/株	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
杉木	218	61.41	6.82	84.94	153.17
阿丁枫	23	6.48	0.76	3.42	10.66
甜椎	6	1.69	2.27	4.74	8.70
山苍子	5	1.41	4.92	0.17	6.50
网脉山龙眼	12	3.38	1.89	0.47	5.74

3.1.7 杉木 + 观光木 + 深山含笑群落 杉木 + 观光木 + 深山含笑群落分布于天井山林场新桥工区,2 个样地记录了 44 种乔木。其中,杉木的重要值最高,观光木次之,然后是陀螺果(*Melliodendron xylocarpum*)、深山含笑、拟赤杨(*Alniphyllum fortunei*)、东南野桐(*Mallotus lianus*)(表 8)。陀螺果的株数少于深山含笑,但其相对显著度远高于深山含笑,重要值也比深山含笑高。灌草层主要种类有淡竹叶、红紫珠(*Callicarpa rubella*)、蔓生莠竹、狗脊蕨、江南短肠蕨、深绿卷柏(*Selaginella doederleinii*)等。

表 8 杉木 + 观光木 + 深山含笑群落乔木层主要优势树种分布情况

树种	数量/株	相对多度/%	相对频度/%	相对显著度/%	重要值/%
杉木	122	32.80	6.82	35.71	75.33
观光木	66	17.74	1.52	20.18	39.44
陀螺果	14	3.79	1.14	12.44	17.37
深山含笑	33	8.87	1.52	1.56	11.95
拟赤杨	10	2.69	0.76	6.87	10.32
东南野桐	14	3.76	1.52	4.27	9.55

3.2 群落物种多样性分析

灌草层的多样性指数总体上大于乔木层。各群落乔木层 Shannon-Wiener 指数在 0.62 ~ 2.65 之间,从大到小的顺序依次为:杉木 + 观光木 + 深山含笑 > 杉木 + 红花荷 > 杉木纯林 > 杉木 + 枫香 > 杉木 + 南酸枣 > 杉木 + 火力楠 > 杉木 + 峨眉含笑,其中杉木 + 观光木 + 深山含笑群落的 Shannon-Wiener 指数比杉木纯林高 35.9%;灌草层 Shannon-Wiener 指数在 2.88 ~ 3.99 之间,由大到小的顺序依次为:杉木 + 红花荷 > 杉木 + 观光木 + 深山含笑 > 杉木 + 枫香 > 杉木 + 火力楠 > 杉木 + 峨眉含笑 > 杉木 + 南酸枣 > 杉木纯林,其中红杉木 + 花荷群落 Shannon-Wiener 指数比杉木纯林高 39.5%(表 9)。

表 9 7 个群落的生物多样性指数

群落名称	层次	物种丰富度 指数	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数	Pielou 均匀 度指数
杉木 + 红花荷	乔木	33	0.79	2.12	0.61
	草灌层	156	0.97	3.99	0.79
杉木 + 峨眉含笑	乔木	9	0.27	0.62	0.28
	草灌层	85	0.88	2.95	0.66
杉木 + 火力楠	乔木	5	0.44	0.79	0.49
	草灌层	46	0.94	3.14	0.82
杉木 + 枫香	乔木	26	0.74	1.86	0.57
	草灌层	112	0.95	3.67	0.78
杉木 + 南酸枣	乔木	18	0.73	1.74	0.60
	草灌层	108	0.87	2.89	0.62
杉木纯林(对照)	乔木	44	0.61	1.95	0.51
	草灌层	88	0.83	2.88	0.64
杉木 + 观光木 + 深山含笑	乔木	50	0.85	2.65	0.68
	草灌层	149	0.95	3.78	0.76

4 结论与讨论

天井山林场冰灾受损森林群落中,乔木层的 Shannon-Wiener 指数在 0.62 ~ 2.65 之间,灌草层在 2.88 ~ 3.99 之间。在群落内部,灌草层植物物种多样性大于乔木层;不同群落间,杉木 + 观光木 + 深山含笑群落的乔木层植物物种多样性最高,比杉木纯林高出 35.9%,杉木 + 峨眉含笑群落的乔木层植物物种多样性最低;杉木 + 红花荷群落的灌草层植物物种多样性最高,杉木纯林的最低。杉木 + 枫香、杉木 + 南酸枣、杉木 + 火力楠、杉木 + 峨眉含笑群落的乔木层植物物种多样性均低于杉木纯林,原因可能是这些群落前期受人为因素干扰较严重,群落采取的人工修复强度较强,且最后一次抚育的时间距离调查时间较短,还不到半年。杉木 + 观光木 + 深山含笑群落和杉木 + 红花荷群落的乔木层植物物种多样性高于杉木纯林,原因可能是这些群落受到人工破坏程度较轻,而且它们最后一次抚育的时间距离调查时间有 2 a 之久,在此期间,随着植被的恢复,植物物种多样性得到了有效提高。杉木 + 观光木 + 深山含笑等针阔混交林的灌木层植物物种多样性指数均高于杉木纯林,主要原因可能是在人工修复初期,影响目标树种生长的其它乔木树种在连年的抚育过程中被大量伐除,而草灌层受人为干扰的程度比乔木层的低。

通过套种阔叶树种进行人工修复可为植物物种扩散、种子传播创造有利条件,随着植被的生长,群落的植物物种多样性将高于未进行人工修复的受灾杉木纯林,表明在一定程度上,人工套种修复技术对提高冰灾受损杉木纯林群落的植物物种多样性有较好的促进作用。

参考文献

[1] 广东省林业调查规划院. 广东省雨雪冰冻灾害调查数据[R]. 广州:广东省林业调查规划院,2008.

[2] 徐正春,陈世清. 广东省天井山林场冰雪灾害受损杉木调查评估[R]. 广州:华南农业大学,2010.

[3] 何茜,李吉跃,陈晓阳,等. 2008 年初特大冰雪灾害对粤北地区杉木人工林树木损害的类型及程度[J]. 植物生态学报, 2010,3(2):195-203.

[4] 刘志发,孔祥楠,杨昌腾,等. 粤北冰雪灾害受损杉木林修复技术研究[J]. 广东林业科技,2013,29(4):26-27.

[5] 周志平,杨昌腾,刘志发. 冰雪灾害对林木生长的持续性影响及对策研究[J]. 广东林业科技,2013,29(2):53-56.

[6] 广东省天井山林场. 广东省天井山林场森林经营方案(2009—2015 年)[R]. 乳源:广东省天井山林场,2009:1-3.

[7] 张浩,潘介昌,唐光大,等. 广东天井山森林群落植物多样性与土壤持水性研究[J]. 广东林业科技,2011,27(4):6-11.

[8] 陈北光,苏志尧,李镇魁. 广东天井山山地常绿阔叶林的结构特征[J]. 华南农业大学学报:自然科学报,1997,18(3): 42-47.

[9] 梁东成,边俊景. 森林公园环境保护体系构建研究——以广东省天井山国家森林公园为例[J]. 广东林业科技,2012,28 (2):80-84.

[10] 吕浩荣,刘颂颂,叶永昌,等. 人为干扰对风水林群落林下木本植物组成和多样性的影响[J]. 生物多样性,2009,17 (5):458-467.

[11] Margalef D R. Information theory in ecology [J]. General Systems,1958;3,36-71.

[12] Simpson E H. Measurement of diversity[J]. Nature,1949(163):688.

[13] Shannon C E, Weaver W. The Mathematical Theory of Communication[M]. Urbana:University of Illinois Press,1949.

[14] Pielou E C. Ecological Diversity[M]. New York: John Wiley and Sons Inc. ,1975.