

时亚坤. 雪灾对常绿阔叶林树木损伤程度的影响及受损特征分析[J]. 灾害学, 2021, 36(4): 14–18. [SHI Yakun. Effects of Snow Disaster on Tree Damage Degree and Damage Characteristics in Evergreen broad-leaved Forest[J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(4): 14–18. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.04.003.]

雪灾对常绿阔叶林树木损伤程度的影响及受损特征分析^{*}

时亚坤

(国家林业和草原局西北调查规划设计院, 陕西 西安 710048)

摘要: 分析雪灾对常绿阔叶林树木损伤程度的影响及受损特征, 以便未来应对雪灾时采取合理措施保护常绿阔叶林树木。以福建省君子峰自然保护区为研究区域, 划分雪灾影响下树木损伤程度, 树木压弯或少量断枝为轻度受损、树枝大量断枝为中度受损、折断或倒伏为重度受损。雪灾能够提升常绿阔叶林土壤养分有利于树木未来发展, 但是却对次生林造成不可挽回打击。与落叶林相比常绿阔叶林更容易受到雪灾伤害; 严重受损常绿阔叶树木主要集中在较高大、树冠密度适中、低海拔、高坡度、胸径较大的树木中, 反之在雪灾中的常绿阔叶树木则为轻度或中度受损。

关键词: 雪灾; 常绿阔叶林; 树木损伤; 受损特征

中图分类号: S761; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2021)04-0014-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.04.003

常绿阔叶林全年均呈现绿叶状态, 通常叶片呈现暗绿色伴反光色泽, 林相整齐且树冠轻微起伏。在我国亚热带区域常绿阔叶林广泛分布属于该地区典型植被类型, 在亚热带区域茂密生长的常绿阔叶林能够发挥推动生态环境可持续发展、平衡碳循环、维护区域生态环境的关键作用^[1]。自古以来常绿阔叶林都发挥着重要生态作用, 该种树林被划分为动物多样性最为复杂的植被类型之一, 是生物种类最丰富的、生产力最高的区域。但是随着经济发展, 常绿阔叶林的生态环境遭到人为破坏。据统计, 我国现有常绿阔叶林分布总面积低于5%, 为此, 考察分析自然灾害对于常绿阔叶林负面影响对于该林种未来保护方向的确立至关重要^[2]。

常绿阔叶林在生长发育的过程中会遇到很多自然干扰因素。在自然环境中, 各种随机事件不可预估, 但是对于生物群落的影响巨大。雪灾就是自然干扰因素之一, 由于常绿阔叶林中的树木大多数时间树冠密度较高, 但是发生冰雪灾害时, 积雪在树冠位置大量积累, 随着气温变化, 雪花凝结成冰, 冰块重量超过树枝重量数倍, 当该重量超过树枝所能承受的重量之后, 树体出现倒伏和弯折等情况, 这种灾害造成的常绿阔叶林损坏不可恢复^[3-5]。由于雪灾造成损伤的阔叶落叶林残枝堆积在树下, 干燥后极易引发火灾, 如果堆积时间过长受潮发生腐烂会导致树木枯枝滋生虫害, 危害健康树木的生长, 长此以往导致常绿阔叶林失

去自然循环的能力, 倒伏在树下的断枝横竖交错形成林窗, 阻碍阳光照射在地面上, 造成树下的幼苗不能接受阳光正常生长, 影响常绿阔叶林形成自然群落^[6-7]。过去冰雪灾害对于树木造成灾害的相关研究主要集中在西北地区或者东北地区, 众多专家对于雪灾影响林业生产的研究已经很完善, 但是近年来随着气候极端变化, 冷空气逐渐南移, 部分南方地区一年最少会有一场降雪, 冬季秦岭淮河一带也经常遭受雪灾危害, 该区域中的常绿阔叶林连年面对雪灾危害。据统计, 2008年中国南方特大雪灾期间, 南方19个省市遭受强降雪、冻雨灾害, 约2 kkm²常绿阔叶林遭受雪灾。证明广东以北区域的常绿阔叶林也会受到雪灾损害。

本文研究综合运用调查法、文献研究法以及定量分析等方法, 并从多个角度分析雪灾对常绿阔叶林树木损伤程度的影响及受损特征, 希望能够为今后常绿阔叶林的保护和管理研究打下一定理论基础。

1 雪灾对常绿阔叶林树木损伤程度影响

1.1 研究区域概况

本文研究区域位于我国福建省君子峰自然保护区中, 该区域属于福建省与江苏省交汇处山脉的余脉, 主要植被为长绿阔叶林, 该区域核心区

^{*} 收稿日期: 2021-04-07 修回日期: 2021-07-01

基金项目: 陕西省第一次全国自然灾害综合风险普查项目(202090)

作者简介: 时亚坤(1985-), 男, 汉族, 河北保定人, 硕士, 工程师, 主要从事森林资源监测研究. E-mail: syksyk0317@163.com

占地 8 km², 地势陡峭山路复杂。气候类型为亚热带季风气候, 平均温度达到 15℃ 以上, 年降水量平均接近 2 000 mm 上下, 全年约有一半时间为降水时间, 年日照时间约为 1 700 h 以上。该区域土壤类型为红黄壤、红壤以及黄红壤, 同时还富含山地草甸土。

本文开展研究时划分该自然保护区域最核心的 25 hm² 土地作为研究区域, 该自然保护区为长方形, 海拔 300 ~ 2 200 m, 地形由高至低。通过计算获得君子峰自然保护区的平均海拔、坡度以及凸度。统计调查福建省君子峰自然保护区常绿阔叶林中胸径超过 7 cm 的木本植物。该区域中的常绿落叶植物有香樟树、广玉兰、柏木、雪松等 80 余种常绿乔木或灌木, 覆盖华南地区大部分树种, 具有一定生物代表性。

1.2 雪灾影响下树木受损程度划分

胸径也被称为干径, 立木测定是最基础的因子, 主要表示树木主干部分与地表较高处之间距离, 如果断面呈现畸形状态, 测量结果是最大和最小值的平均值, 树木之间存在差异, 所以胸径测量也各有不同^[8-9], 我国统一设定距离地面 1.3 m 高度作为标准高度测量树木胸径。

收集君子峰自然保护区 2008 年等年份雪灾发生情况下的树木受损情况, 抽样调查统计, 获取数据结果。记录雪灾发生时积雪厚度, 全面调查胸径超过 7 cm 的树木。统计调查中符合标准的树木统计树种、胸径、生长型、冠幅、枝高、应用类型、树冠重叠度并且把被雪灾侵害后的树木受损情况详细记录下来, 同时使用相机拍照记录树木被积雪积压出现损害的照片。根据目前已有研究^[10], 划定树木受损类型, 具体程度划分见表 1。

树木受到雪灾损害所遭受的损伤程度可以划分为三种损害等级分别为轻度、中度与重度受损。依据受到雪灾损害的程度可以把受损类型分为 6 个不同等级, 分别为压弯(1 级)、少量断枝(2 级)、大量断枝(3 级)、严重断梢或严重断枝(4 级)、树枝折断(5 级)、树枝倒伏(6 级)等, 如果树枝未受损坏那么树木的损坏程度可以被评价为 0 级。

实际环境下, 部分在雪灾中被压弯的树木在雪灾减缓冰雪消融之后会重新恢复成直立姿态, 不会对常绿阔叶林造成直接影响, 但是部分出现被压弯的树木在雪灾解决两年以后仍然保持着弯曲状态^[11], 不能恢复直立姿态, 对常绿阔叶林造成直接影响。

1.3 雪灾对常绿阔叶林树木土壤养分影响

常绿阔叶林树木生长土壤中最主要的组成成分之一是土壤有机质, 土壤总含量中土壤有机质仅占极少一部分, 但是正是这所占比例极少的土壤有机质却严重影响常绿阔叶树木生长时所需要的肥力和土壤形成力, 植被受到损害之后的恢复

和演变也由土壤有机质决定, 常绿阔叶林的长期可持续发展也严重受到土壤有机质的影响^[12]。而土壤有机质的增加主要受到植被类型、光照与水分的影响。

收集君子峰自然保护区历年降雪数据, 降雪前后, 君子峰自然保护区土壤中的有机质含量每年均有上升, 分析其原因, 主要是由于降雪或雪灾发生之后, 增加了土壤表层中的水分, 雪灾发生后, 常绿阔叶树木发生断梢损害, 虽然植被群落受到损害, 但是断梢的出现也降低树冠密度, 方便阳光能够照射到地面上^[13-14]。

君子峰自然保护区的常绿阔叶林土壤表层至地下 20 cm 处土壤中富含多种有机质, 这主要是由于常绿阔叶林也存在树叶凋落的情况, 这些凋落的树叶覆盖在树根周围的表层土壤之中, 受到雪灾影响后导致大量增加树周围枯枝残余物和树叶凋落物^[15]。在温度、湿度、光照影响下, 凋落物和残余物发生腐烂渗入到土壤表层之中, 随着时间推移土壤表层中有机质含量出现显著上升, 这也是由于雪灾造成的正面影响。

土壤中可利用或者不可利用的钾、氮、磷等物质的含量表示为土壤内植物的全钾、全氮和全磷, 这些物质直接关系到土壤的养分储存能力。衡量土壤中氮素供给的指标为全氮情况, 水流输入、植物残体归还量以及生物固体氮沉淀都是土壤中氮元素的来源, 小部分氮元素是由大气干湿沉降导致的土壤沉积。土壤通过侵蚀损失和分解输出氮元素, 这些分解出的氮元素被植物吸收, 在常绿阔叶林中, 植物生长情况通过土壤全氮含量反映出来。君子峰自然保护区的常绿阔叶林土壤含氮量在雪灾之后出现一定程度升高^[16]。这是由于发生雪灾之后, 受到冰雪压力导致出现大量断枝和断梢, 这些植物残体滞留在土壤表面, 为土壤提供大量有机质, 树冠发生断枝和断梢之后, 树冠的树叶密度被降低, 阳光、雨水能够顺利到达地面, 这些天然能量加速断梢、断枝腐烂渗入地面, 加快氮元素渗入土壤之中。而且部分植物在雪灾过程中遭受严重损害, 降低对于氮元素的吸收, 这也一定程度提升土壤中氮元素的含量^[17]。

土壤中全磷和全钾含量指的是土壤中磷元素和钾元素的总储存量。在土壤中, 磷元素的状态呈现出迟效性。发生雪灾之后, 君子峰自然保护区中土壤磷元素与钾元素的含量也出现显著提高。

1.4 雪灾受损常绿阔叶林萌生规律

常绿阔叶林遭受雪灾侵害后, 树木自身使用幼苗进行有性繁殖, 或者通过萌条实现损坏树木的生长更新。经过雪灾损伤之后, 残留树体已经适应雪灾后的环境情况, 树木通过萌生新条更新植物自身, 以此适应雪灾后的生长环境。已有研究表明, 不同树种应对雪灾后萌生的能力存在极大区别。

表 1 树木受损程度划分

受损程度	轻度受损	中度受损	重度受损
受损类型	压弯、少量断枝	大量断枝	严重断梢、断枝、倒伏、折断
类型描述	树干出现倾斜或者弯曲, 主枝断枝低于 30%	主枝折断超过 30% ~ 60%	主梢折断、主枝折断超过 60%、高度达到 1.3 m 以上的主枝干折断、高度不足 1.3 m 的主枝干出现倒伏或者折断

雪灾发生 1 a 后分析了君子峰自然保护区中的常绿阔叶树木情况,低温冻害并没有严重造成树木出现死亡情况,说明冻害并不是损伤树木的主要形式。小胸径树木死亡率较大,主要是由于压弯损伤发生后导致树木出现死亡,第二类死亡较多的损伤树木为断梢树木,其中常绿阔叶林中,次生林的死亡率高于老龄树木。

遭受雪灾后,树木的萌条率能够显示树木自我更新的能力^[18]。保护区中长绿阔叶老龄树木的萌条率大于 72.00%,远高于次生林的萌条率。常绿阔叶次生林在雪灾中出现严重倒伏,但是萌条率较高,遭受压弯损害的树木表现出较低萌条率,也就是说,树木受到雪灾侵害越严重萌生新条的机率越高。这主要是由于虽然雪灾导致树木枝干受损,导致树木折断或者倒伏损伤出现,但是树木的根系并没有出现严重损坏,而较低树木尽管只出现压弯类型的枝条损伤,但是由于树木胸径较小,大量冰雪堆积在根系附近,对于根系产生冰冻伤害,根系损害之后很难再萌生新条。所以在君子峰自然保护区中,72% 常绿阔叶老龄树都呈现出较好的萌条率,次生林出现严重死亡率。

2 雪灾下常绿阔叶林树木受损特征

2.1 树木生长类型与受灾情况关系

分析君子峰自然保护区数据显示在 2008 年雪灾后福建省君子峰自然保护区中常绿阔叶林树木及部分落叶树种的受灾情况,统计结果见表 2。

表 2 树木雪灾受损统计

树木种类	总数量/棵	受损个数/棵	受损比例/%
雪松	2 923	1 582	54. 13
合欢	1 522	974	63. 99
侧柏	906	432	47. 66
马尾松	796	387	48. 62
枇杷	1 853	947	51. 10
香樟	1 638	1347	82. 21
垂柳	125	5	4. 01
圆柏	565	296	52. 36
广玉兰	1 580	1 046	66. 19
刚竹	1 242	697	56. 14
桂花	996	320	32. 14
石楠	1 033	209	20. 23
蜡梅	233	21	9. 03

君子峰自然保护区共有 13 种树木,其中两种是落叶植物(垂柳与蜡梅)其余树木种类为常绿阔叶树木,落叶树木总数量达到 358 棵,出现损伤的

树木共 26 棵,统计显示两种落叶树木的损害率均达到 10% 以下。13 种常绿落叶树木总数量为 15 054 棵,其中受损树木达到 8 263 棵,受损率均超过 20%,远高于落叶类树木。从受损类型上分析,常绿阔叶树种的受损等级被判定为三级以上,出现较多断枝和断梢,落叶树木在雪灾环境中受到影响较小,受损程度被划分为 2 级。从表 2 中能够看出,常绿阔叶树木受雪灾影响较严重,其中香樟树种植最广,受损也最严重。经对比显示,常绿阔叶树木比落叶树木更容易遭受雪灾侵害。由于落叶树木在冬季到来以后,受低温环境影响,树叶脱落,树冠面积明显减小,树枝不容易被压断,而常绿阔叶树木枝头树叶密集,树冠面积较大,积雪更容易在树叶、树枝和树梢上堆积^[19]。

2.2 树木高度与受灾情况关系

常绿阔叶树木在雪灾中受损程度与类型都会受到树木高度影响。在受雪灾影响下,树木高度与损伤程度之间关系见表 3。从表 3 的统计数据能够看出,雪灾发生时树木出现压弯损坏主要发生在 1~7 m 的树木高度之间,这个高度范围的主要常绿阔叶植物为桂花和刚竹两种。随着树木高度的增加,受到雪灾影响导致断枝损伤越来越多,高度超过 9 m 的树木中,超过 55% 的树木出现断枝损坏。树木高度为 9~11 m 范围的树木断枝出现率达到 71. 34%,这类常绿阔叶树木中以高大的广玉兰树和香樟树为主。树木高度在 3~5 m 高度范围的常绿阔叶树木出现的断枝最少,11~13 m 高度范围的树木集中出现严重断枝和断梢,树木越高越容易出现树木倒伏和折断。1~5 m 高度的树木最容易出现折断情况,主要包含的树木类型为枇杷和刚竹等冠幅比较大的树木。3~5 m 高度范围的树木出现倒伏损害的情况最高,集中出现这种情况的树木包括生长较低的刚竹和种植时间较短的常绿阔叶灌木,这些新生树木没有稳定的支撑,受到雪灾压迫极易出现倒伏。

2.3 树木树冠重叠度与受灾情况关系

树冠部分遍布树叶,密度较高,降雪大面积堆积在树冠,对树冠造成极大压力,造成损害,统计分析树冠重叠度和受灾情况之间关系,结果见表 4。从表 4 的数据分析结果来看,25% 常绿阔叶树木呈现出不同程度的树冠重叠,树冠重叠度越大树枝折断和树枝倒伏出现的几率更小,总体数据来看,树冠重叠度为 0. 35~0. 45 时树木的损伤程度越严重。分析树木损伤类型,随着树冠重叠度升高,严重损伤树木数量呈现先降低后升高的趋势。树冠重叠度较高的树木形态为主干细长,树形较高,这种树木类型更加容易被积雪积压出现断枝。

表 3 树木高度与损伤程度关系

树木高度/m	压弯/%	少量断枝/%	大量断枝/%	严重断梢或严重断枝/%	树枝折断/%	树枝倒伏/%
1~3	42. 15	11. 08	16. 94	11. 25	19. 67	5. 81
3~5	39. 82	3. 42	31. 85	3. 58	21. 66	9. 74
5~7	2. 76	42. 94	36. 74	22. 37	4. 15	3. 62
7~9	—	45. 84	43. 81	9. 63	1. 37	3. 45
9~11	—	23. 61	71. 34	11. 62	3. 54	1. 57
11~13	—	15. 66	67. 33	24. 85	2. 42	1. 38
13~15	—	18. 37	87. 64	9. 34	5. 65	1. 87
15~17	—	42. 61	67. 42	2. 39	3. 14	1. 07

表4 树冠重叠度与受灾情况关系

树冠重叠度	压弯/%	少量断枝/%	大量断枝/%	严重断梢或严重断枝/%	树枝折断/%	树枝倒伏/%
0	15.64	22.31	42.94	11.04	6.27	4.58
0~0.05	13.24	18.64	43.54	19.32	7.46	5.72
0.05~0.15	17.95	26.75	57.62	4.37	3.42	2.07
0.15~0.25	11.24	21.75	62.31	4.28	4.62	3.15
0.25~0.35	10.34	12.61	64.95	11.45	2.31	1.76
0.35~0.45	9.46	20.34	52.66	19.67	3.47	2.64

表5 生长环境与受灾情况关系

损害类型	1 000 m 以下山谷	1 000 m 以下山脊	1 500 m 以上山谷	1 500 m 以上山脊
压弯/%	3.87	2.34	1.22	1.71
少量断枝/%	13.78	19.02	17.67	13.05
大量断枝/%	13.30	12.78	13.12	10.39
严重断梢或严重断枝/%	7.69	6.57	6.02	7.78
树枝折断/%	11.08	7.08	8.35	8.27
树枝倒伏/%	24.49	15.24	18.53	7.43

2.4 树木生长海拔与受灾情况关系

常绿阔叶树木生长的海拔不同,在应对雪灾损害时也会呈现出不同的损害类型,数据统计结果见表5。从表5中能够看出,阔叶叶树木在不同海拔高度区域受到雪灾损伤的类型具有显著性差异。在1 000 m以下的低海拔区域山谷中,受到雪灾损害最为严重,虽然少量断枝损害低于其他区域,但其他损害情况均高于其他地区。在表5的统计数据中可以看出,生长于1 500 m以上的高海拔山脊区域的常绿阔叶树木受到雪灾损害的程度最轻微,但是在海拔相同的情况下,山谷位置生长的常绿阔叶树木更容易遭受雪灾损害,而在位置相同的情况下,低海拔区域生长的常绿阔叶树木更容易遭受雪灾损害。

山谷地形与山脊地形相比,常绿阔叶树木由于雪灾发生的树木倒伏与折断情况更加容易受到地形影响,这也是为什么山谷中更容易发生雪灾造成的常绿阔叶树木损害的原因,以这种理论也可以得出低海拔地区更容易出现常绿落叶树木受到雪灾影响而出现树木折断和倒伏的原因。

2.5 树木胸径与受灾情况关系

不同树种胸径损伤类型在雪灾影响下显著不同。常绿阔叶树木的胸径越大受损伤的比例越大。君子峰自然保护区中,树木胸径在35~46 cm的范围内,受到雪灾损害最大;树木胸径小于10 cm的长绿阔叶树木更加容易遭受雪灾损害,其中这些小胸径的树木最容易出现压弯、折断、倒伏等树干类型的损伤,小于20%的树木会出现断枝情况;胸径超过46 cm的阔叶落叶树木在遭受雪灾时出现的主要损害类型多为少量或多量断枝,君子峰自然保护区中85%的树木受损类型都是此种损伤为主。中等胸径的树木在受到雪灾损伤时多数表现为断梢损伤,分析出现这种损害的原因,主要是由于树木最上层的树枝受到冰雪重量压迫出现断裂,掉落在位于中上层区域的树冠上,导致中上层的树冠承载更多压力,进一步加重损伤程度,但是胸径较小的常绿阔叶树木不会受到高层树冠的影响,所以遭受的损害较小。

常绿阔叶灌木的胸径越大,在遭受雪灾时越不容易出现压弯、折断和倒伏等损害情况,但是树木胸径越大越容易出现断梢、折断等损害类型,

也就是说越高大的树木越容易在冰雪压迫下出现断梢,越是低矮的树木越容易出现压弯损害。

2.6 树木生长坡度与受灾情况关系

以往研究表明,常绿阔叶树木生长的坡度与雪灾发生时树木出现断梢的情况呈现显著负相关关系;而坡度和树木折断个体之间的比例具有正相关关系,但是其余树木损害类型和坡度之间没有直接相关性。常绿阔叶落叶树木生长的坡度级不同,在雪灾环境下会呈现出不同的损害类型,20°~25°坡度上生长的常绿阔叶树木在遭受雪灾时一般会出现压弯类型损害;10°~15°坡度上生长的常绿阔叶树木在遭受雪灾侵害时最容易出现少量断枝损害,坡度上升将降低少量断枝出现的比例;在坡度较低的生长环境中,常绿落叶树木大量断枝损害出现情况较少,但是随着坡度上升,大量断枝损害情况出现得越来越多,当生长坡度超过45°以后,树木大量断枝情况出现的最多。树木出现大量断梢主要集中在生长坡度为1°~6°的树木中,20°~26°生长坡度的常绿阔叶树木最少量出现断梢树木。坡度越高,越容易出现树木倒伏和折断损害,1°~6°生长坡度最不容易出现树木折断损害,但是坡度超过45°后就极其容易出现树木折断侵害;10°~15°坡度范围最不容易出现树木倒伏情况,35°~40°的树木生长坡度最容易发生树木倒伏情况。君子峰自然保护区不同坡度地点常绿阔叶树木损坏情况见图1。

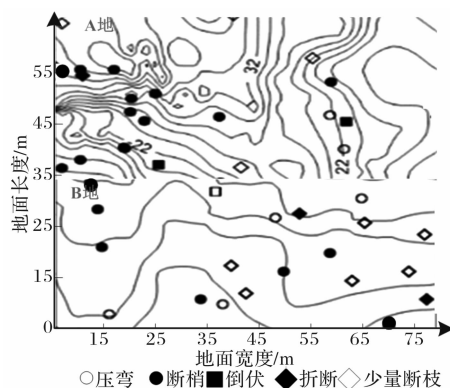


图1 不同坡度树木受损情况

在图1中,地形较为平缓的A地区中,常绿

阔叶树林中的受损树木呈现均匀状态的分布; B 地区区域地形比较陡峭, 整体地形复杂多变, 有较多陡坡, 倒伏受损树木在该地区大量分布, 由此可以看出, 坡度较高的区域更加容易出现树木重度受损, 而且在地形复杂的区域, 常绿阔叶林树木更容易集中出现倒伏和折断损害, 在该高坡度复杂地形中少量断枝树木出现概率较低, 大量断枝的树木出现较多, 由此进一步说明, 常绿阔叶树木所处区域地形坡度越大, 在发生雪灾侵害时更加容易出现倒伏和折断损害。

3 结论

本文详细分析雪灾对常绿阔叶林树木损伤程度的影响及受损特征。君子峰自然保护区位于我国福建省, 近年来在隆冬季节经常会发生降雪灾害, 生长在该区域的常绿阔叶林在雪灾来临时期面临严重损伤危险。经本文对该地区进行分析得知, 树木越高越不容易遭受雪灾损害, 树冠重叠度越高越容易发生树木断折的现象, 且低海拔区域坡度越陡越容易出现树木严重损伤的情况, 而海拔越高, 坡度越缓越不容易出现常绿阔叶树木雪灾损伤。本文研究为南方诸省未来常绿阔叶林未来保护和管理方面提供有效参考资料, 为未来突发性雪灾下常绿阔叶树木的保护措施提供一定的方向指导。

参考文献:

- [1] 董冬, 颜守保, 丁晓浩, 等. 特大降雪灾害对淮南市园林绿化树木损害的特征[J]. 生态环境学报, 2018, 27(5): 834-843.
- [2] 冯力, 陈斯, 夏尚文, 等. 雪灾干扰后林冠开阔度对黄心树幼苗更新的影响[J]. 生态学杂志, 2020, 39(3): 786-793.
- [3] 周博, 范泽鑫, 纪金华. 哀牢山中山湿性常绿阔叶林径向生长季节动态及其对气候因子的响应[J]. 生态学报, 2020, 40(5): 1699-1708.
- [4] 池秀莲, 王庆刚, 郭强, 等. 古田山常绿阔叶林不同演替群落的萌生特征[J]. 生物多样性, 2019, 27(1): 24-32.
- [5] 王慧贤, 张英洁, 靳英华, 等. 长白山寒温带风灾区植被受损与灾后变化程度及其影响因素[J]. 应用生态学报, 2019, 30(5): 1580-1588.
- [6] 温韩东, 林露湘, 杨洁, 等. 云南哀牢山中山湿性常绿阔叶林 20 hm² 动态样地的物种组成与群落结构[J]. 植物生态学报, 2018, 42(4): 419-429.
- [7] 邹安平, 李修平, 倪晓凤, 等. 模拟氮沉降对北京东灵山辽东栎林树木生长的影响[J]. 植物生态学报, 2019, 43(9): 783-792.
- [8] 赵青, 刘爽, 冯清玉, 等. 武夷山自然保护区常绿阔叶林优势种对土壤呼吸的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2021, 27(1): 62-70.
- [9] 唐海龙, 王景燕, 黄帅, 等. 华西雨屏区常绿阔叶林土壤氮矿化对温度和湿度变化的响应[J]. 甘肃农业大学学报, 2019, 54(2): 124-131.
- [10] 张荣贵, 蒋云东, 李思广. 云南历次低温天气过程的多种树木受害情况及时种抗寒性分析[J]. 西部林业科学, 2009(3): 5-12.
- [11] 张正武. 低温冻害对油橄榄生长发育的影响及其防御措施[J]. 经济林研究, 2018, 36(3): 48-56.
- [12] 罗鼎晖, 李翔, 骆蓓蓓, 等. 由文辉. 大金山岛常绿阔叶林和落叶阔叶林中小型土壤动物群落特征[J]. 生态与农村环境学报, 2020, 36(3): 349-357.
- [13] 陈秀雪, 李晓峰, 王广蕊, 等. 基于积雪调查数据的东北地区被动微波积雪遥感产品精度验证与分析[J]. 遥感技术与应用, 2019, 34(6): 1181-1189.
- [14] 李龙, 尹航, 黄世臣, 等. 春季解冻期 3 种温带森林土壤酶活性动态变化[J]. 土壤通报, 2018, 49(3): 609-615.
- [15] 辛贵民, 李咏厚, 尹航, 等. 模拟冻融对长白山地区 2 种温带森林土壤温室气体排放的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2020, 41(3): 113-119.
- [16] 朱国君, 尹航, 吴明根, 等. 春季解冻过程对 2 种温带森林土壤微生物量碳氮和可溶性有机碳氮的影响[J]. 水土保持学报, 2018, 32(1): 204-209.
- [17] 邱凤英, 肖复明, 郭捷, 等. 江西金盆山林区天然常绿阔叶林生态系统碳储量研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2020, 40(1): 105-113.
- [18] 王旭, 黄世能, 李家湘, 等. 冰雪灾害后南岭常绿阔叶林受损优势种萌条特性[J]. 林业科学, 2010, 46(11): 66-72.
- [19] 柴勇, 李贵祥, 袁春明, 等. 高黎贡山中山湿性常绿阔叶林树种的种间联结性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2018, 38(2): 1-9.

Effects of Snow Disaster on Tree Damage Degree and Damage Characteristics in Evergreen Broad-leaved Forest

SHI Yakun

(Northwest Surveying, Planning and Designing Institute of National Forestry and Grassland Administration, Xi'an 710048, China)

Abstract: In order to take reasonable measures to protect evergreen broad-leaved forest trees in the future, the damage degree and damage characteristics of evergreen broad-leaved forest trees caused by snow disasters are analyzed. Taking Junzifeng Nature Reserve in Fujian Province as the research area, the damage degree of trees under the influence of snow disaster is divided. The trees with bending or a small number of broken branches are slightly damaged, a large number of broken branches are moderately damaged, and the trees with breaking or lodging are severely damaged. Snow disaster can improve the soil nutrients of evergreen broad-leaved forest, which is conducive to the future development of trees, but it has caused irreparable damage to secondary forest. Compared with deciduous forest, evergreen broad-leaved forest is more vulnerable to snow disaster; The seriously damaged evergreen broad-leaved trees are mainly concentrated in the trees with higher height, moderate crown density, low altitude, high slope and larger DBH, whereas the evergreen broad-leaved trees in the snow disaster are slightly or moderately damaged.

Key words: snow disaster; evergreen broad-leaved forest; tree damage; damaged features