doi:10.16779/j.cnki.1003－5508.2017.04.013

南充市小叶榕冻害情况的调查研究
——以西华师范大学为例

蔡 欣[1],罗建勋[2],严贤春[1]
(1.西华师范大学生命科学学院,四川 南充 637009;2.四川省林业科学研究院,四川 成都 610081)

摘 要:本研究为更深入了解小叶榕受冻害的总体情况,耐受度,影响因素,探寻环境因素和树木胸径与小叶榕冻害程度之间的关系,以便改进和调整栽培养护措施,提升校园乃至整个城市的绿化工作。首先对树木大小进行分级,实地调查小叶榕受冻害的情况,观测记录树冠受冻面积,小叶榕冻害情况初步定级,对小叶榕生长环境进行描述,包括有无建筑遮挡,建筑朝向,通风条件等。观测冻害植株百分率,计算病情指数,观测其最大耐受限度;通过分析建筑背风面和迎风面小叶榕冻害程度,和周围有无建筑遮挡小叶榕冻害程度,探究区域小环境与小叶榕冻害严重度的关系。分析树木胸径与小叶榕冻害程度的关系。结果显示,调查范围内小叶榕受冻害范围100%,冻害指数综合为56.94%,属于重度冻害,冻害耐受度5级,并且通过数据分析发现区域小环境对小叶榕冻害程度有显著影响,树木胸径对小叶榕冻害无显著影响。最后根据实际情况提出防治建议。

关键词:小叶榕;冻害;病情指数;耐受限度
中图分类号:S761.3 **文献标识码**:A **文章编号**:1003－5508(2017)04－062－08

A Study of freezing injury of *Ficus microcorpa* in Nanchong
——Taking China West Normal University as an Example

CAI Xin LUO Jian-xun YAN Xian-chun
(1. College of life science, China Wset Normal University, Nanchong, Garden Plants and Ornamental Horticulture, Nanchong 637009, China;
2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China)

Abstract: This research was to seek in-depth the genetal situation of low-temperature damage of *Ficus microcorpa*, including freezing tolerance, influencing factors, to explore the relationship between environmental factors, DBH of trees and situation of damage caused by freezing injury in order to improve and adjust the cultivation measures, enhance the greening work of campus and the whole city. Firstly, trees were classified by tree size, field survey of the frost damage was conducted and the crown frost area was observed and recorded, preliminary grading of frost damage of *Ficus microcorpa* was done, the *Ficus microcorpa* growth environment was described, including building block, building orientation and atmospheric conditions. Investigation of the freezing plant percentage , calculation of disease index, and its maximum tolerance limit were also done. The relationship between freezing injury and the habitat was also analyzed in statistics by analyzing and comparing the frost damage on leeward side of building and windward side with independent sample t test, then observing the correlativity between freeze injury degree and different tree size. The result showed that the sphere of freezing injury influence was 100% , the dis-

收稿日期:2017-02-19
作者简介:蔡欣(1992-),女,四川成都人,硕士研究生。研究方向:园林植物研究。
通讯作者:严贤春(1963-),男,四川岳池人,教授、硕导,研究方向:园林植物景观与应用、生态旅游规划。

ease index for the whole campus was 56.94%, which was a serious damage, with a tolerance limit of grade 5. Through data analysis, it was found that the regional environment had a significant effect on the degree of frost damage, and tree DBH had no significant effect on frost damage. Finally, according to the actual situation, prevention and treatment recommendations were provided.

Key words: *Ficus microcarpa*, Freezing injury, Disease index, Tolerance limit

1　引言

小叶榕(*Ficus microcorpa*)属桑科(*Moraceae*),榕属(*Ficus*),榕亚属(*Urostigma*),原产于印度、菲律宾等亚洲国家。中国浙江、云南、四川等地有广泛分布。常绿乔木,树干主枝具下垂气生根,枝叶茂盛,树冠庞大,伞形,浓荫蔽地,吸附烟粉尘能力强,生长迅速易存活,抗病虫性较强。现已广泛运用于园林绿化,适宜做行道树和庭荫树,亦适用于河湖堤岸绿化[1]。小叶榕喜温暖多雨气候及肥沃、湿润、酸性土壤,怕旱。在亚热带南部及热带地区的普通土壤上均能正常生长,生长快,寿命长,根系发达[2]。所谓适地适树[3],在南充市这样的中亚热带湿润季风气候区,温暖湿润的气候条件能够满足小叶榕正常生长存活所需。但是冬季来临,持续的低温使得小叶榕受冻严重。低温对植物的危害一般是由于植物细胞内含物结冰,进而引起细胞间隙脱水,使细胞原生质受到破坏[4]。

目前关于植物冻害的研究较多是在粮食作物和经济苗木方面。如张学昆等人对油菜冻害进行了研究,发现油菜受灾区域集中于长江流域,并提出了合理的防范措施[5]。董燕生等人开发了一种冬小麦冻害评估方法,能够有效评估冬小麦冻害影响范围和受灾程度[6]。杨爱萍等人构建了一组多气象要素的柑橘冻害指标,能全面反映低温、雨雪或干旱等对柑橘冻害的综合影响[7]。安成立等人做了针对猕猴桃冻害的研究[8]等等。

而在园林植物冻害方面,有针对园林植物总体提出养护管理措施或越冬防寒措施的研究,如徐冬梅[9],马承建等人[10]提出冬季园林植物防冻方法。毛怡霏针对韶关学院校园观赏植物受冻的情况开展了调查并提出了建议[11]。张桃映等人针对昆明市极端低温对植物的影响展开调查,发现桑科榕属、桃金娘科、棕榈科等其他科植物种类受冻害,分析了影响因素并提出建议[12]。陈振东等人对棕榈科植物冻害进行研究[13],有研究认为榕树在温带地区并不适合作行道树,而在一些小气候环境温暖的地方可种植[14],也有研究提出行道树小叶榕在非节律性低温的情况下受损较重[15]。张媛等人对昆明市 3 种榕属植物遭受突发性极端低温的冻害情况进行了调查研究,提出微环境对榕树的冻害有显著影响,城郊差异对榕树的冻害程度有显著影响[16],首次运用统计学分析的方法。

由于南充市地处四川省东北部,在地域上和气候上都与其他地区存在极大差异,根据南充市近年来的实际情况,几乎每年冬季小叶榕都会遭受持续低温的冻害。因此很有必要针对南充地区的小叶榕冻害情况展开调查。本次研究为更深入了解南充市小叶榕受冻害的情况,耐受度,影响因素,探寻区域小环境因素和树木胸径与小叶榕冻害程度之间的关系,为改进和调整养护管理措施和越冬防寒工作提供一定数据依据和参考,促进植物正常生长发育,使之更好地发挥绿化功能,提升校园乃至整个城市的环境质量,为“适地适树”提供一定的数据依据,在园林绿化实际应用中有推广作用。延伸开来,对保证园艺产品的产量和生产者的经济利益,防止引发更严重的病虫害,为人类提供更好的学习、生活和工作环境[4]等等具有一定的实际意义。

2　试验地概况

南充市位于四川东北部的丘陵地区,川中盆地腹心,嘉陵江中游西岸,北纬 30°41′ ~ 30°51′,东经 106° ~ 107°7′之间。属中亚热带湿润季风气候,四季分明,冬暖夏热,雨热同季,春早、夏长、秋短、霜雪少,雨量充沛,年平均气温 17℃左右,年日照时间一般处于 1 200 h ~ 1 500 h 范围内,年降雨量约 1 100 mm。[17]全年以西北风为主,北风出现的频率最大,其次是北偏东、东北风[18]。

西华师范大学坐落于南充市顺庆区华凤镇白土坝村,地势西北高,东南低,海拔在 270 m ~ 530 m 之间[19]。学校处于城郊地段,建筑较集中,楼宇风易行,建筑布局总体坐北朝南,有的北偏西,人为干扰严重,通风透光条件总体较好。植物较密集之处,建筑围合遮蔽处,人流量大的区域易形成微环境[16]气

候。校园内的园林设计是以改善办公环境、提升形象、满足教学功能为主，设计要求较高[20]。植物配置以乔木为框架，由乔、灌、草合理生态配置，形成平面立体综合绿化、四季有花、四季常青的绿化格局。行道树作为骨架要求树干通直，高大浓荫，树形优美，少病虫无飞絮，常绿为主落叶为辅的高大乔木[21]。早在建校初期绿化方案中就考虑新区主干道Ⅱ用小叶榕(*Ficus microcorpa*)。学生食堂、浴室、锅炉房等区域，乔木也考虑梧桐(*Platanus* Linn.)、侧柏(*Platycladus orientalis* (L.) Franco)、重阳木(*Bischofia polycarpa* (Levl.) Airy Shaw)、小叶榕[22]等。后几经更替，校园内小叶榕主要作为行道树，孤植树，建筑基部绿化。

近年来几乎每年冬季小叶榕都会遭受冻害，不仅严重影响生长，更加大了受病虫害的可能性，而且严重破坏了景观。将调查区域内小叶榕分布划分成16个点，据实地调查统计，具体栽植情况如下表1，具体的分布情况见图1。

表1 西华师范大学新校区内小叶榕分布具体情况表

编号	地点	景观作用	株数
1	室内体育馆环形绿化带	孤植庭荫树	3
2	二期教学楼 A－D(彩虹大道侧)	行道树	39
3	二期教学楼 A－B(通贤路侧)	行道树	15
4	二期教学楼 C－D(通贤路侧)	行道树	18
5	聚贤路侧小游园	孤植庭荫树	6
6	自强广场边沿	行道树	26
7	宏博广场边沿	行道树	22
8	生科楼背后	行道树	18
9	迎曦湖畔	孤植庭荫树	31
10	彩虹大道一段	行道树	8
11	同德路	行道树	46
12	博雅广场	行道树	17
13	崇文广场	行道树	35
14	朝阳广场西侧	列植基础绿化	41
15	朝阳广场东侧	列植基础绿化	34
16	非标准运动场东南边	行道树	18

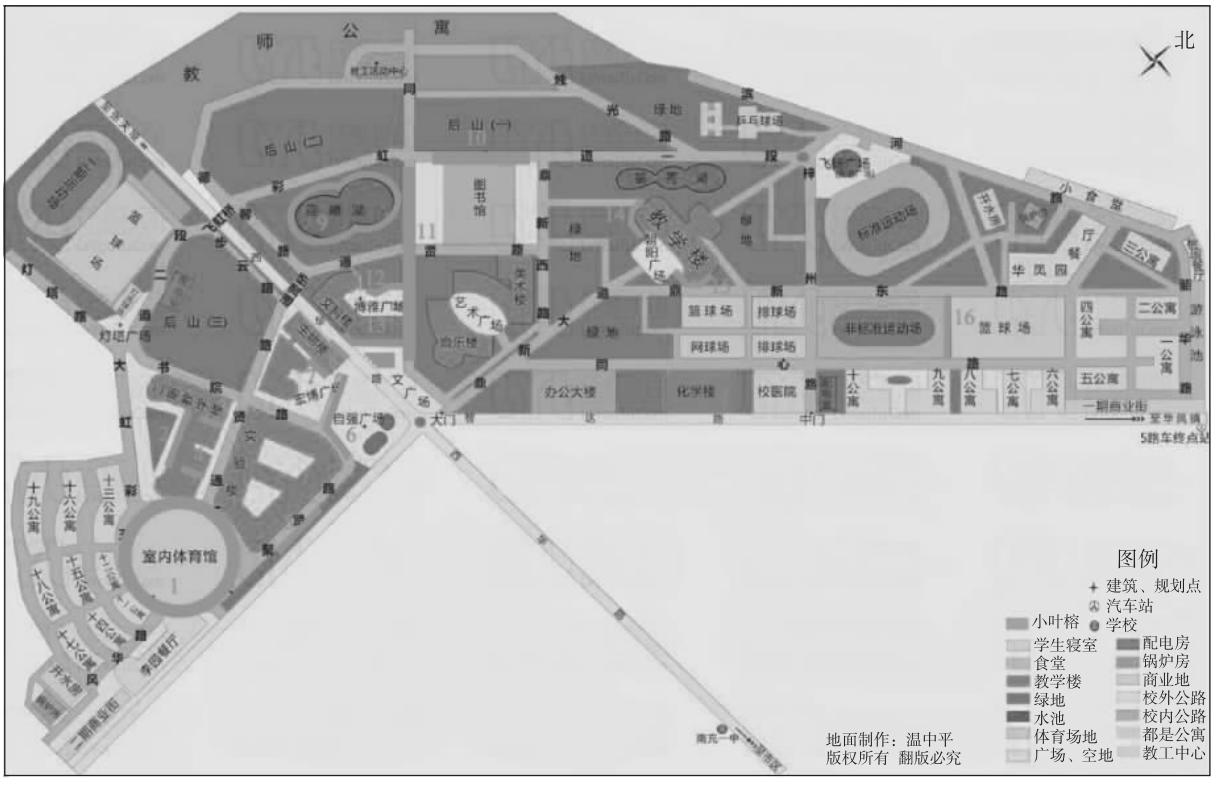

图1 西华师范大学新校区内小叶榕分布情况图

3 材料与方法

在2014年3月至4月期间，笔者对西华师范大学新校区内的小叶榕受冻害情况作了实地调查，并对受冻之后小叶榕的恢复情况及后续调整进行了两年跟踪调查。

3.1 实验材料

校园内做行道树和庭荫树的小叶榕，卷尺(田岛，精度0.1 cm)，相机，记录本，记录笔等。

3.2 调查方法

1、采用实地调查法，用卷尺测量小叶榕胸径，测得小叶榕胸径按四舍五入的规律收为整数。将小叶榕分为不同规格，每5.0cm为一级，观测中没有出

现的规格不做记录;

2、统计各区域,各规格小叶榕的株数;

3、记录小叶榕地上部分受冻枝叶占整株的百分比;对冻害情况进行初步分级;同时记录小叶榕生长环境和受冻害后长势;

4、计算出冻害指数;

5、计算冻害植株百分率;

6、结合实地调查的冻害严重程度和对恢复情况的跟踪调查综合判定小叶榕对冻害的耐受限度,即达到哪一程度树木死亡或到次年春季仍不萌发新叶;

7、用 SPSS 18.0 进行统计学分析,检验区域小环境与小叶榕冻害严重度的关系;从两个角度出发,一、建筑背风面或迎风面,二、附近有无建筑遮挡;

8、用 SPSS 18.0 进行相关性分析,检验树木胸径与小叶榕冻害程度的关系。

参考园林树木冻害研究的相关文献,将树木冻害程度进行分级,计算出冻害指数,以冻害指数为依据来反映树木的受冻程度。

冻害植株百分率:表现有冻害的植株占调查植株总数的百分数。

冻害指数:对调查植株逐株确定冻害程度[5]。

参考文献资料并结合实际情况,将调查的植物冻害分为 6 级;1 级:轻度受害,仅嫩叶或 15% ~35% 的叶片受冻,树枝及树干无伤;2 级:中度受害,嫩叶和树木顶端或 35% ~70% 的叶片枯黄或脱落,出现枯梢现象,少量 1 a 生树枝冻伤,大枝及树干无伤;3 级:严重受害,70% 以上的叶片脱落,三级分支全部冻死,二级分支仍具生命力,少量大枝冻伤,树干无伤;4 级:极严重受害,树冠几乎全部受冻,但主干部分仍具有生命力,次年可恢复生长;5 级:地上部分基本冻死,地下部分任能萌发;6 级:植株地下部分也冻死,不能重新萌发[13,14,16,23,24,23,27]。据各级的受冻情况换算出冻害指数,具体算法详见式(1)。

$$\text{冻害指数} = 100\% * (1a1 + 2a2 + 3a3 + 4a4 + 5a5 + 6a6)/6(a1 + a2 + a3 + a4 + a5 + a6) \quad (1)$$

式中:1、2、3、4、5、6 为冻害级数,a1、a2、a3、a4、a5、a6 为冻害各级的株数[13,14,16]。

4　结果与分析

4.1　小叶榕冻害植株百分率

调查了西华师范大学新校区内有小叶榕分布的 16 个点,观测记录了 377 株小叶榕的受冻情况,调查发现校园内小叶榕或多或少都有受冻,程度不一,即冻害植株百分率达 100%。

4.2　小叶榕冻害指数

根据对校园内刚越冬的小叶榕冻害情况的实地调查,调查具体项目包括树木胸径,株数,树冠受冻比例,树木冻害分级,树木生活状况,生长环境分析等,最后根据公式 1,算出冻害指数,详见表 2。

表 2　　校园内各区域小叶榕冻害情况观测数据及冻害指数计算值

详细地点标号	树木胸径(cm)	株数(株)	树冠受冻部分占树冠比例(%)	树木冻害分级	冻害病情指数(%)	树木生活状况	树木生境分析
[1]室内体育馆周环形绿化带	21 ~25	1	40 ~60	3	50.00	树木长势较差,更新力弱	通风透光,无建筑遮挡
	26 ~30	2	60 ~80	3			
[2]二期教学楼 A ~D 栋走向	11 ~15	2	80	3	50.00	树木长势较差,影响景观,更新力弱	较郁闭,迎风侧通风良好,树木建筑比较密集
	16 ~20	12	80	3			
	21 ~25	25	60 ~80	3			
[3]二期教学楼 A -B 栋之间	11 ~15	4	10 ~20	1	16.67	树木轻微受冻,生长比较正常,转角处受冻最轻	两连栋建筑间,较郁闭,建筑背风面
	16 ~20	5	10 ~20	1			
	21 ~25	3	10 ~20	1			
	26 ~30	3	10 ~20	1			
[4]二期教学楼 C -D 栋之间	16 ~20	13	20 ~30	2	33.33	树木受冻较之 A -B 栋间更严重	C -D 栋地势较低,建筑较矮,背风侧
	21 ~25	4	30 ~40	2			
	26 ~30	1	30 ~40	2			
[5]聚贤路侧小游园	46 ~50	2	50	3	50.00	树冠一侧受冻而非顶端受冻	一侧是实验楼,一侧是围墙和绿植隔离,小游园植物较密集
	51 ~55	2	50	3			
	56 ~60	2	50 ~60	3			
[6]自强广场边沿	11 ~15	6	10 ~20	1	21.79	树冠顶端北偏西面受冻较为严重	正对交叉路口,地势开阔,通风透光,有一部分由实验楼遮挡
	16 ~20	8	10 ~30	2			
	21 ~25	8	10 ~20	1			
	26 ~30	3	10 ~20	1			
	31 ~35	1	10	1			

续表 2 校园内各区域小叶榕冻害情况观测数据及冻害指数计算值

详细地点标号	树木胸径（cm）	株数（株）	树冠受冻部分占树冠比例（%）	树木冻害分级	冻害病情指数（%）	树木生活状况	树木生境分析
[7]宏博广场边沿	11～15	4	10	1	16.67	轻微受冻，越靠近自强广场越严重	"L"型建筑遮挡，建筑地势较高，广场地势低且紧邻建筑
	16～20	11	10～20	1			
	21～25	7	10	1			
[8]生科楼后方	11～15	3	80	3	53.70	受冻严重，长势差，树冠受冻达90%的树濒死	地势低，建筑未起到遮挡作用，光照少，迎风面
	16～20	11	80	3			
	21～25	4	80～90	4			
[9]迎曦湖	16～20	18	90～100	5	76.34	受冻严重，其中2株树冠全部受冻，树皮开裂濒死	开阔通风透光，疏林草地，小叶榕孤植
	21～25	13	90	4			
[10]彩虹大道一段	11～15	6	80	3	50.00	受冻严重，影响景观	后山作为风障，道路东北走向
	16～20	2	80	3			
[11]同德路	11～15	24	90～100	5	83.33	受冻严重，树木濒死	道路西北走向，较开阔
	16～20	19	90～100	5			
	21～25	3	90～100	5			
[12]博雅广场	11～15	10	90	4	61.76	受冻严重，有些树濒死	树木在文科楼迎风侧，较开阔无遮挡
	16～20	5	80	3			
	21～25	2	90	4			
[13]崇文广场	11～15	14	60～80	3	50.00	受冻严重，影响景观	文科楼背风侧，较开阔，呈树阵形式栽植于树池内
	16～20	20	60～80	3			
	21～25	1	60	3			
[14]朝阳楼西侧	21～25	2	90～100	5	83.33	受冻严重，树冠几乎全部受冻	建筑地势较高，树木密集，作建筑基部遮挡用
	26～30	39	90～100	5			
[15]朝阳楼东侧	26～30	10	70～80	3	73.53	严重，许多树冠几乎全部受冻，但大多树干依然有生活力	建筑地势较高，树木密集，作建筑基部遮挡用
	31～35	24	90～100	5			
[16]非标准运动场东南边	21～25	6	90	4	55.56	受冻严重，影响景观	地势较开阔，但有标准运动场和天竺葵行道树作风障
	26～30	7	80	3			
	31～35	4	60～80	3			
	56～60	1	60	3			

冻害病情指数 = 100% ×（1a1 + 2a2 + 3a3 + 4a4 + 5a5 + 6a6）/6（a1 + a2 + a3 + a4 + a5 + a6）；1、2、3、4、5、6 为冻害级数，a1、a2、a3、a4、a5、a6 为冻害各级的株数

算出各个区域冻害指数后，将校园内所有小叶榕受冻情况进行汇总，算出综合的冻害指数，来判断校园内小叶榕受冻害的严重程度。详见表 3。

表 3 校园内小叶榕冻害分级情况汇总

冻害分级	株数（株）	病情指数（%）
1	55	56.94%
2	26	
3	132	
4	35	
5	129	
6	0	
总计	377	

冻害病情指数 = 100% ×（1a1 + 2a2 + 3a3 + 4a4 + 5a5 + 6a6）/6（a1 + a2 + a3 + a4 + a5 + a6）；1、2、3、4、5、6 为冻害级数，a1、a2、a3、a4、a5、a6 为冻害各级的株数

根据相关文献，对植物冻害严重度的划分标准：冻害指数为 0，指无冻害；1% ～20%，轻度冻害；21% ～50%，中度冻害；51% ～60%，重度冻害；>60%，特重度冻害[5]。调查结果显示，校园内小叶榕总体冻害病情指数为 56.94%，属于重度冻害，虽总体上不至于影响树木生长存活，但有 7 处区域的病情指数超过 50%，其中更有 5 个区域的冻害指数超过 60%，属于特重度冻害，足以引起重视。

4.3 校园内小叶榕对冻害的耐受度

观测中没有发现小叶榕冻害达到 6 级，但当冻害达到 5 级，小叶榕地上部分几乎全部受冻时，小叶榕已经濒死，到次春依然久久不能萌发新芽，严重影响景观。说明冻害达到 5 级时，小叶榕更新复壮的能力受到严重影响。且加大了遭受其他病虫害的风险。根据跟踪调查发现，小叶榕受到冻害后即使次年能长出新枝，但由于一年生枝条较脆弱，到次年冬天同样遭受冻害，甚至因为抗性不如受冻害前而更加严重。所以许多区域的小叶榕已经被移走或是用更加适合的树种替换，如悬铃木（*Platanus acerifolia*），如图 2。

4.4 区域小环境与小叶榕冻害严重度的关系

据实际观测，一般情况下没有建筑遮挡的地方，小叶榕受害程度远比有建筑遮挡的地方严重的多，

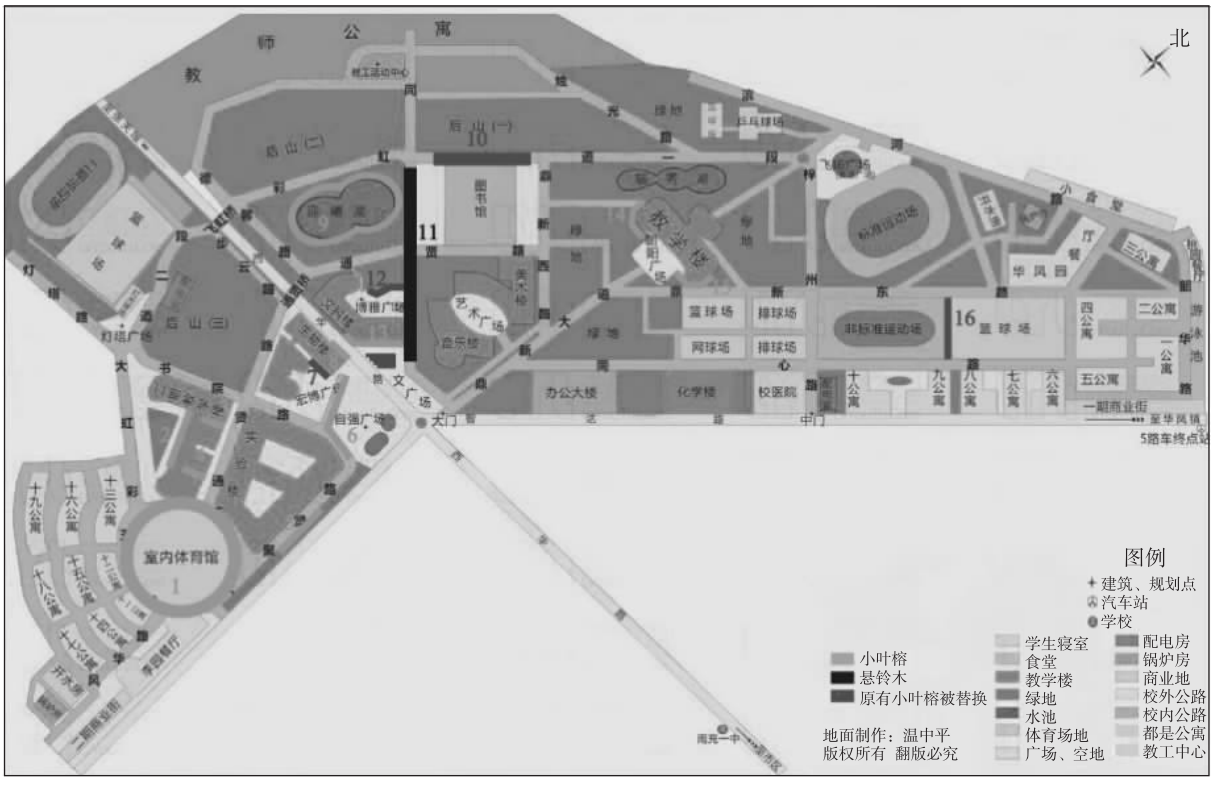

图 2　2016 年校园内原小叶榕栽植区域现状图

转角处尤为明显。而一般交叉路口,道路两旁空旷的绿化带冻害情况也更为严重。为了验证区域小环境对于小叶榕冻害严重程度是否有显著影响,将校园内分布的小叶榕按周围有无建筑,处于迎风侧或背风侧分组,用 Office2010 重新整理数据,用分析统计软件 SPSS 18.0 进行分析。

按迎风侧、背风侧分组进行独立样本 T 检验,结果如下:

组统计量

	均值的标准误	迎风背风赋值	N	均值(%)	标准差
冻害指数	迎风	11	59.9400	18.33330	5.52770
	背风	5	33.3340	16.66500	7.45281

独立样本检验

		方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验						
		F	Sig.	t	df	Sig.(双侧)	均值差值	标准误差值	差分的 95% 置信区间 下限	上限
冻害指数	假设方差相等	0.033	0.859	2.760	14	0.015	26.60600	9.63973	5.93083	47.28117
	假设方差不相等			2.867	8.574	0.019	26.60600	9.27900	5.45519	47.75681

如图表所得结果假设方差相等,显著性值为 0.859,大于 0.05,接受原假设;对应的 T 值为 2.760,显著性值为 0.015,小于 0.05 显著,可见迎风侧与背风侧的小叶榕冻害指数的均值存在显著差异,且该差异具有统计学意义,即迎风侧小叶榕冻害指数均值 59.940% 显著高于背风侧小叶榕冻害指数均值 33.334%。

按 5 m 内有无建筑遮挡[16]分组进行独立样本 T 检验,结果如下:

组统计量

	均值的标准误	有无建筑遮挡	N	均值(%)	标准差
冻害指数	5 m 内无建筑	10	60.5640	19.20147	6.07204
	5 m 内有建筑	6	36.7283	17.06771	6.96786

独立样本检验

		方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验						
		F	Sig.	t	df	Sig.(双侧)	均值差值	标准误差值	差分的 95% 置信区间 下限	上限
冻害指数	假设方差相等	0.015	0.905	2.499	14	0.025	23.83567	9.53670	3.38148	44.28985
	假设方差不相等			2.579	11.722	0.025	23.83567	9.24234	3.64524	44.02610

如图表所得结果:假设方差相等,显著性值为0.905,大于0.05,接受原假设;对应的T值为2.499,显著性值为0.025,小于0.05显著,可见5 m内无建筑遮挡与5 m内有建筑遮挡的小叶榕冻害指数的均值是存在显著差异的,且该差异具有统计学意义,即5 m内无建筑遮挡的小叶榕冻害指数均值60.564%显著高于5 m内有建筑遮挡的小叶榕冻害指数均值36.728%。

综合两次分析可得出区域小环境对于小叶榕的冻害程度具有显著影响,具体表现为:有建筑遮挡的区域小叶榕冻害指数明显低于无建筑遮挡的区域,背风处小叶榕冻害指数明显明显低于迎风处小叶榕冻害指数。原因可能是建筑的坐落与包围为植物生长营造了小气候[25],在一定范围内维持温度稳定,或是挡住寒风,缩小树木受风侵害的面积,削弱风力,一定程度上抵御或削弱寒流对植物的侵袭。而建筑坐落的位置和朝向又影响了空气流通的方向、速度和力度,一定程度上影响到无建筑遮挡区域的植物。

4.5 树木胸径与小叶榕冻害程度的关系

用Office2010按树木规格重新整理数据,再用SPSS 18.0分析树木胸径与小叶榕冻害指数的相关性。

表4 校园内不同规格小叶榕冻害情况

树木规格(cm)	株数(株)	株数(株)	冻害分级	冻害指数(%)
10~15	73	14	1	51.37
		0	2	
		25	3	
		34	4	
		0	5	
		0	6	
16~20	124	16	1	47.85
		21	2	
		50	3	
		37	4	
		0	5	
		0	6	
21~25	79	18	1	45.95
		4	2	
		27	3	
		30	4	
		0	5	
		0	6	
26~30	65	6	1	56.67
		1	2	
		19	3	
		39	4	
		0	5	
		0	6	
31~35	29	1	1	62.64
		0	2	
		4	3	
		24	4	
		0	5	
		0	6	
46~50	2	2	3	50.00
51~55	2	2	3	50.00
56~60	3	2	3	50.00

冻害病情指数 = 100% * (1a1 + 2a2 + 3a3 + 4a4 + 5a5 + 6a6)/6(a1 + a2 + a3 + a4 + a5 + a6);1、2、3、4、5、6为冻害级数,a1、a2、a3、a4、a5、a6为冻害各级的株数

用不同规格胸径的平均值验证小叶榕胸径与冻害指数的相关系数值为-0.010,呈现出弱的负相关,显著性值为0.982,大于0.05,不显著,表明小叶榕胸径对于冻害程度没有显著的影响。

5 结论与建议

总结以上实验可得出以下结论:

(1)小叶榕冻害植株百分率达100%。

(2)校园内小叶榕总体冻害病情指数为56.94%,属于重度冻害。虽总体上不至于影响树木生长存活,但病情指数超过50%达到重度冻害甚至60%特重度冻害的区域较多,足以引起重视。

(3)冻害耐受限度为5级。当冻害达到5级时,复壮能力受到严重影响,次年春季迟迟不能萌发;即使次年能萌发,但次年冬天同样遭受冻害甚至更加严重。

(4)区域小环境对于小叶榕冻害严重度有显著影响。迎风侧与背风侧的小叶榕冻害指数的均值存在显著差异,迎风侧小叶榕冻害指数显著高于背风侧小叶榕冻害指数;5 m内无建筑遮挡与5 m内有建筑遮挡的小叶榕冻害指数的均值是存在显著差异的,5 m内无建筑遮挡的小叶榕冻害指数显著高于5 m内有建筑遮挡的小叶榕冻害指数。表现为建筑背风面的相对于建筑迎风面的冻害明显更轻;越靠近建筑冻害越轻。而区域小环境的稳定又是由风向,风力,温度等众多因素协同影响,更深层次的影响机制可以在今后的研究中深入探讨。

(5)树木胸径与小叶榕冻害的严重程度没有显著的相关性。

综上结论提出以下建议:

(1)适地适树[26,27]。考虑到区域小环境的影响,针对性考虑哪些区域适合栽种小叶榕,哪些区域又不适合栽植;选小气候条件较好的地方[28]种植抗寒力较低的树种,如建筑背风面,有建筑围合或遮挡的区域,可以减少越冬防寒措施,并可延伸到其他抗冻性较弱的树种,如调查中观测到同样受冻的蒲桃(Syzygium jambos (L.) Alston)和棕榈科(Palmae)等植物。

(2)提前防范,在冬季寒潮来临之前,提前掌握天气预报,提前采取防冻措施[27]。如喷洒防冻药剂,以4到5次为佳;树干和树冠罩上防冻薄膜,若遇冬季寒冷,可在上面再覆盖草帘,起防寒保温作用;树木的上风方向架设风障,其高度要超过树

高[29];涂白与喷白,用石灰加石硫合剂对枝干涂白,可减小向阳面皮部因昼夜温差过大而受到的伤害,并杀死部分越冬病虫害[30,31];如有大雪降落,应及时清理积雪,防止压折枝条及造成局部冻伤引发病虫害[9],如图3。

图3　小叶榕越冬防寒措施图(2016 年摄于西华师范大学)

(3)加强栽培管理,提高养护水平。春季加强肥水供应,合理运用排灌和施肥技术,促进新梢生长和叶片增大,提高光合效率,增加营养物质积累,保证树体健壮[10,31,32]。秋季控制灌水,及时排涝,适量施用磷钾肥,勤锄深耕,促使枝条及早结束生长,有利于组织充实[33],延长营养物质的积累时间,从而能更好地进行抗寒锻炼。此外,夏季适时摘心、促进枝条成熟、冬季修剪减少蒸腾面积、人工落叶等均有成效,同时加强对病虫的防治[34~36]。

(4)受冻后及时采取适当措施,帮助植物更新复壮。及时清理残留的霜或积雪,防止冻害加重;适时的松土,升温帮助植物扎根;清除枯枝,结合药剂预防病虫害乘虚而入;合理追肥,促控结合[35,36]。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会编. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2007.
[2] 卓丽环,陈龙请. 园林树木学[M]. 北京:中国农业出版社,2004. 1:130~131.
[3] 黎菁,郝日明. 城市园林建设中"适地适树"的科学内涵[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2008,02:151~154.
[4] 武三安. 园林植物病虫害防治[M]. 中国林业出版社, 2007.
[5] 张学昆,张春雷,廖星,等. 2008 年长江流域油菜低温冻害调查分析[J]. 中国油料作物学报,2008,01:122~126.
[6] 董燕生,陈洪萍,王慧芳,等. 基于多时相环境减灾卫星数据的冬小麦冻害评估[J]. 农业工程学报,2012,(20):172~179+295.
[7] 杨爱萍,杜筱玲,王保生,等. 江西省多气象要素的柑橘冻害指标[J]. 应用气象学报,2013. 24(2):248~256.
[8] 安成立,刘占德,刘旭峰,等. 猕猴桃不同树龄冻害调研报告[J]. 北方园艺,2011(18):44~47.
[9] 徐冬梅. 冬季园林树木防雪冻措施[J]. 园林,2010,01:45~47.
[10] 马承建,刘晶. 浅谈花木防寒技术[J]. 绿色科技,2010,07:88~90.
[11] 毛怡霏. 韶关学院观赏植物受冻调查及建议[J]. 绿色科技,2016,(15):122~123.
[12] 张桃映,刘琴. 云南昆明冬季极端温度对园林植物冻害的影响[J]. 中国园艺文摘,2014,(10):93~94+186.
[13] 陈振东,林芳香. 福建省棕榈科植物冻害调查初报[J]. 福建热作科技,2001(26):33~35.
[14] 朱艳. 2008 年宜昌城区榕树冻害调查[J]. 湖北农业科学,2010,(06):1407~1410.
[15] 王莎,赵林森. 昆明市区小叶榕对冬季非节律性低温的生理反应[J]. 林业调查规划,2006,(05):110~113.
[16] 张媛,李宗波. 2013 年昆明市榕属植物冻害及恢复研究[J]. 中国农学通报,2016,(04):21~25.
[17] 南充市地方志编纂委员会编著. 南充市志[M]. 成都:四川科学技术出版社. 1994.
[18] 潘大德. 南充市志[M]. 四川人民出版社, 1997.
[19] 佘正松. 西华师范大学校史, 1946~2006[M]. 四川大学出版社, 2006.
[20] 肖茂福. 中国园林绿化产业现状与发展策略研究[D]. 浙江农林大学,2012.
[21] 佘正松主编. 西华师范大学新区建设大事记 1998 – 2005[M]. 成都:四川大学出版社. 2006.
[22] 吴征镒. 中国植物志[M]. 科学出版社, 2013.
[23] 李淑娟,李汝娟,王景红. 2002 年西安地区常绿园林植物冻害分析[J]. 西北园林学院学报,2005,20(2):147~151.
[24] 何平,罗关兴,陈建雄. 西昌市区园林绿化植物的冻害分析[J]. 西昌学院学报(自然科学版),2008 年 6 月,22(2):12.
[25] 何飞,何亚平,费世民,等. 2004 年冬成都市外来园林植物冻害调查及建议[J]. 西南园艺,2005,33(6):19~20.
[26] 黎菁,郝日明. 城市园林建设中"适地适树"的科学内涵[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2008,02:151~154.
[27] 王友国,段明革. 南方园林植物冻害成因分析与防治研究[J]. 农技服务,2009(4):55~56.
[28] 刘忠良,钱东南. 金华市园林树木冻害调查[J]. 现代园艺,2006,12:36~37.
[29] 贺茹珍 安丽娜. 园林树木冬季防冻措施[J]. 乡村科技,2016,(23):.
[30] 梁亚平. 绿化树木冬季越冬防寒技术措施[J]. 农业科技与信息,2009(2):18~19.
[31] 李远超. 园林树木冻害发生原因及其防护策略[J]. 现代农业科技,2010,12:186+188.
[32] 金巧玲,金巧珍,金向东. 浅淡我国园林绿化种植类型及养护措施[J]. 黑龙江科技信息,2009,07:168~169.
[33] 王莉,靳素娟. 南方常见园林植物寒冻害成因及防御措施[J]. 现代农村科技,2009(11):21~22.
[34] 刘新平. 几种绿化大苗在桐城市冻害成因浅析及应对措施[J]. 安徽林业科技,2016,Z1:81~82.
[35] 段明革. 低温雨雪冰冻灾害对南方地区园林植物的影响及冻后管护措施[J]. 科技信息,2008(12):487~488.
[36] 卢林,王强,庞静静,等. 园林树木冻害形成的原因及防治措施探讨[J]. 现代园艺,2007(3):33~35.