

# 低温冰雪灾害后洛阳市常绿树种冻害情况

刘 龙 昌, 邓 玉 萍

(河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003)

**摘 要:**2008 年 1~3 月对低温冰雪灾害后洛阳市栽培应用的常绿树种 66 种(包括变种和栽培品种)进行了冻害情况调查,并于同年 5 月和 2009 年 5 月对受冻害树种的恢复生长情况进行了复查。依据这些树种的冻害和恢复生长情况进行了冻害状况统计分析研究。结果表明:冻害程度为 I、II、III、IV 和 V 级的树种数分别有 11、9、20、7 和 8 种(含变种和栽培变种),未受冻害的有 11 种。分布区为温带或分布区达温带气候区的树种冻害轻,II 级以下冻害种数占该类型总种数的 81.8%。亚热带到热带分布的树种冻害等级较重,III 级以上冻害种数占该类型总种数的 65.9%。区系地理成分与河南省种子植物区系地理成分组成相似;温带性质的树种冻害较轻,无冻害树种大多属于这类,II 级以下冻害种数占该类型总种数的 71.9%。热带性质的树种冻害较重,66.7% 的树种冻害级别达 III 级。中国特有种中,温带特有种冻害较轻,II 级以下级别冻害种数占该类型总种数的 63.6%。热带、亚热带特有种冻害较重,III 级以上冻害种数占该类型总种数的 89.5%。合轴型竹类的冻害程度最重;单轴型竹类的冻害程度最轻。并对这些树种的冻害症状进行了初步观察和记载。

**关键词:**冰雪灾害;常绿树种;抗寒性;冻害等级;洛阳市

**中图分类号:**S 761.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)18-0112-05

我国园林植物资源极为丰富,除了北方常用的针叶树种,可供北方应用的常绿阔叶树种也有不少。常绿树种在改善气候、涵养水源、保持水土、防风滞尘、增强景观生态效应方面有着不可替代的作用,如能加以选择,合理应用,将会显著改善冬季绿化景观,提高城市园林的冬季观赏效果。因此,加强常绿树种的选择和应用是北方园林工作者面临的一个重要课题。

洛阳市位于河南省西部,地处东经  $111^{\circ}8' \sim 112^{\circ}59'$ ,北纬  $33^{\circ}35' \sim 35^{\circ}05'$  之间。属暖温带大陆性气候,年平均气温  $14.6^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水量 614.3 mm,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  活动积温为  $4\,000^{\circ}\text{C}$ 。气候条件属于暖温带南缘向北亚热带过渡性质。优良的区位条件为广泛引种栽培常绿树种奠定了良好基础,加之近年来的暖冬趋势,许多原产亚热带地区的常绿树种大量引入洛阳,显著提高了洛阳市的绿化品味,但在洛阳能否安全越冬,并未受到真正检验。2007~2008 年冬季罕见的低温冰雪灾害提供了一个难得的抗寒性试验机会,使得在自然条件下对常绿树种的冻害程度和抗寒力能进行客观的评判。2007~2008 年

冬季洛阳市平均气温创历史同期最低,降雪日数创历史同期最多;冬季温度经历了降温、升温、降温,又快速升温的异常变化,冬季前期与后期温度差异达  $6.0^{\circ}\text{C}$ ,较常年同期的  $0.6^{\circ}\text{C}$  明显偏大。(1 月中、下旬全市平均温度  $-3.7^{\circ}\text{C}$ ,为历年同期最低值,最高气温维持在  $0^{\circ}\text{C}$  以下,最低温度达  $-11.9^{\circ}\text{C}$ )(来自洛阳市气象局数据),2007 年 11 月至 2008 年 3 月气温变化情况见图 1。

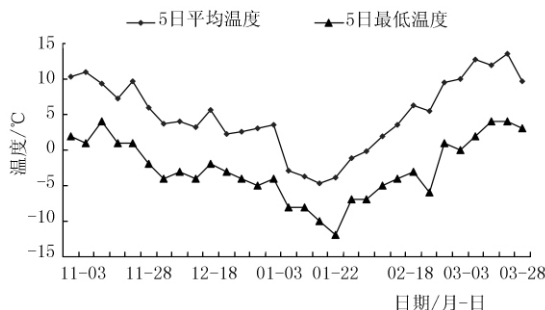


图 1 2007 年 11 月至 2008 年 3 月洛阳市  
5 日平均气温及最低气温

研究低温冰雪灾害后常绿树种的冻害程度,揭示洛阳市主要常绿树种的抗寒能力,对今后洛阳或同类地区常绿树种的引种规划、筛选以及栽培管理具有重要意义。

**第一作者简介:**刘龙昌(1968-),男,山东菏泽人,副教授,现主要从事植物与园林植物研究工作。

**基金项目:**河南科技大学人才基金资助项目(09001076);河南科技大学科学研究基金资助项目(2007ZY025)。

**收稿日期:**2010-05-26

## 1 研究方法

于 2008 年 1~3 月对低温冰雪灾害后的洛阳市栽培应用的常绿树种 66 种(包括变种和栽培变种)进行冻害情况调查。采用直接观测法,主要调查叶片和当年生小枝在冰雪灾害后的症状以及后期恢复生长情况。冻害调查分 2 次进行,1 月下旬至 2 月初调查以上树种在持续低温冰雪灾害后的冻害情况;3 月初调查以上树种在异常变温后的冻害情况。经过 2 个月的恢复生长,2008 年 5 月对这些树种的生长状况进行调查,观察其恢复生长情况。以这些树种的冻害和恢复生长情况为基础,对其受冻害程度和抗寒性进行评价。

在参考相关文献基础上并结合具体情况加以修改<sup>[1-3]</sup>,对常绿树种的受冻害程度进行研究,具体分级标准如下:I 级:叶质地变硬或微有变色。II 级:全树约 1/5 的叶片变色或枯萎;后期萌发大量新叶。III 级:全树约 1/3 叶片变色、枯萎或脱落;当年生小枝枯萎数 $\leq 1/3$ ;后期萌发大量枝叶,恢复原有树形。IV 级:全树 1/2~2/3 叶片变色、枯萎或脱落;当年生小枝枯萎数为 1/3~1/2;后期萌发一定量枝叶。V 级:全树 2/3 以上叶片枯萎或落叶;或当年生小枝枯萎数 $> 1/2$ ;后期萌发少量枝叶。

2009 年 5 月,对冻害 IV 级以上的树种进行复查,进一步查看其生长恢复情况,将其恢复力分为 3 个等级:萌发大量枝叶、枝繁叶茂,恢复原有树形,为 III 级(恢复力强);萌发一定量枝叶,长势一般,为 II 级(恢复力中等);萌发少量枝叶,且长势较差,为 I 级(恢复力差)。

## 2 结果与分析

### 2.1 各树种冻害等级及恢复情况

经过低温冰雪灾害后的洛阳市 66 种(含变种和栽培变种,下同)常绿树种中,没有出现明显可见冻害的常绿树种有 11 种:圆柏(*Sabina chinensis*)、龙柏(*S. chinensis* var. *chinensis* 'Kaizuca'),鹿角柏(*S. chinensis* 'Pfitzeriana'),铺地柏(*S. procumbens*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、雪松(*Cedrus deodara*)、云杉(*Picea asperata*)、麦吊云杉(*P. brachytyla*)、蚊母树(*Distylium racemosum*)、柃树(*Osmanthus heterophyllus*)和油橄榄(*Olea europaea*)。I 级冻害的有 11 种:偃柏(*S. chinensis* var. *sargentii*)、千头柏(*P. orientalis* 'Sieboldii')、柏木(*Cupressus funebris*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、白皮松(*P. bungeana*)、粗榧(*Cephalotaxus sinensis*)、大叶黄杨(*Euonymus japonicus*)、扶芳藤(*E. fortunei*)、黄杨(*Buxus sinica*)、海桐(*Pittosporum tobira*)、金叶女贞(*Ligustrum vicaryi*)。II 级冻害的有 9 种:石楠(*Photinia serrulata*)、雀舌黄杨(*Buxus bodinieri*)、凤尾兰(*Yucca gloriosa*)、龟甲冬青(*Ilex crenata* 'Convexa')、八角金盘(*Fatsia japonica*)、杨梅(*Myrica rubra*)、云南樟(*Cinnamomum glanduliferum*)、香叶树(*Lindera communis*)、桂竹(*Phyl-*

*lostachys bambusoides*)。III 级冻害的有 20 种:刺柏(*Juniperus formosana*)、日本花柏(*Chamaecyparis pisiifer*)、罗汉松(*Podocarpus macrophyllus*)、珊瑚树(*Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、栲木石楠(*P. davidsoniae*)、枇杷(*Eriobotrya japonica*)、木香(*Rosa banksiae*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、阔叶十大功劳(*Mahonia bealei*)、十大功劳(*M. fortunei*)、檵木(*Loropetalum chinense*)、柳叶金桂(*Osmanthus fragrans* 'Liuye Jingui')、朱砂丹桂(*O. fragrans* 'Zhusha Dangui')、波叶金桂(*O. fragrans* 'Boye Jingui')、女贞(*L. lucidum*)、小叶女贞(*L. quihouii*)、枸骨(*Ilex cornuta*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、毛竹(*Phyllostachys heterocycla* 'Pubescens')。IV 级冻害的有 7 种:火棘(*Pyracantha fortuneana*)、南天竹(*Nandina domestica*)、探春(*Jasminum floridum*)、云南黄馨(*J. mesnyi*)、花叶青木(*Aucuba japonica* var. *variegata*)、黄金间碧玉(*Bambusa vulgaris* 'Vittata')、阔叶箬竹(*Indocalamus latifolius*)。V 级冻害的有 8 种:夹竹桃(*Nerium indicum*)、马尾松(*P. massoniana*)、柳杉(*Cryptomeria fortunei*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、四季桂(*Osmanthus fragrans* 'Sijigui')、小蜡(*L. sinense*)、常春藤(*Hedera nepalensis* var. *sinensis*)、慈竹(*Neosinocalamus affinis*)。

冻害 IV 级以上的常绿树种 1 a 后的恢复情况,恢复力 III 级的有:火棘、南天竹、探春、小蜡、常春藤;恢复力 II 级的有:云南黄馨、黄金间碧玉、阔叶箬竹、花叶青木;恢复力 I 级的有:夹竹桃、马尾松、柳杉、杉木、四季桂、慈竹。

### 2.2 各类常绿树种冻害情况

2.2.1 常绿针叶树种 调查的常绿针叶树种中,分布于温带、亚热带山地或分布区达温带的松科、柏科和三尖杉科的树种如油松、白皮松、云杉、雪松、圆柏、侧柏、粗榧等冻害等级较轻;而分布于亚热带、热带的杉科树种如柳杉、杉木等冻害等级较重。前者无冻害以及 I 和 III 级冻害的种数分别占该类型总种数的 50.0%、37.5% 和 12.5%。II 级以下冻害种数(含 I 级、II 级和无冻害种类,以下相同)占该类型总种数的 87.5%。后者无 I 级以下冻害级别种类,II 和 V 级冻害的种数分别占该类型总种数的 25.0% 和 75.0%(表 1)。

2.2.2 常绿阔叶树种 常绿阔叶树种中,自然分布区达温带的树种冻害等级较轻,I、II、III 和 IV 级冻害的种数分别占该类型总种数的 33.3%、33.3%、16.7% 和 16.7%。II 级以下冻害种数占该类型总种数的 66.7%;亚热带到热带分布的树种冻害等级较重,无冻害以及 I、II、III、IV 和 V 级冻害的种数分别占该类型总种数的 8.6%、8.6%、20.0%、40.0%、11.4% 和 11.4%,III 级以上级别(含 III 级,下同)冻害种数占该类型总种数的 62.9%(表 2)。

表 1 常绿针叶树种冻害等级及症状

| 序号 | 树种   | 冻害级别 | 冻害症状           |
|----|--|------|----------------|
| 1  | 圆柏 <i>Sabina chinensis</i>                             | 无    |                |
| 2  | 偃柏 <i>S. chinensis</i> var. <i>sargentii</i>           | I    | 叶色微变黄          |
| 3  | 龙柏 <i>S. chinensis</i> var. <i>chinensis</i> ‘Kaizuca’ | 无    |                |
| 4  | 鹿角柏 <i>S. chinensis</i> ‘Pfitzeriana’                  | 无    |                |
| 5  | 侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>                       | 无    |                |
| 6  | 千头柏 <i>P. orientalis</i> ‘Sieboldii’                   | I    | 植株上部枝叶略呈红褐色    |
| 7  | 铺地柏 <i>Sabina procumbens</i>                           | 无    |                |
| 8  | 柏木 <i>Cupressus funebris</i>                           | I    | 叶质地变硬          |
| 9  | 刺柏 <i>Juniperus formosana</i>                          | Ⅲ    | 叶变褐色,小枝枯萎      |
| 10 | 日本花柏 <i>Chamaecyparis pisi fer</i>                     | Ⅲ    | 针叶、小枝变褐色       |
| 11 | 雪松 <i>Cedrus deodara</i>                               | 无    |                |
| 12 | 油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>                          | I    | 少量叶枯黄          |
| 13 | 白皮松 <i>P. bungeana</i>                                 | I    | 叶质稍变脆          |
| 14 | 马尾松 <i>P. massoniana</i>                               | V    | 针叶枯黄、多数脱落      |
| 15 | 云杉 <i>Picea asperata</i>                               | 无    |                |
| 16 | 麦吊云杉 <i>P. brachytyla</i>                              | 无    |                |
| 17 | 粗榧 <i>Cephalotaxus sinensis</i>                        | I    | 叶尖变褐色          |
| 18 | 柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>                         | V    | 叶红褐色、先端枯黄,小枝干枯 |
| 19 | 杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>                      | V    | 叶红褐色,小枝干枯      |
| 20 | 罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>                     | Ⅱ    | 叶尖发黄           |

表 2 常绿阔叶树种冻害等级及症状

| 序号 | 树 种  | 冻害等级 | 冻害症状                        |
|----|--|------|-----------------------------|
| 1  | 珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>arcabuki</i> | Ⅲ    | 叶先端变褐色,向内卷曲,后期变黄色           |
| 2  | 棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>                        | Ⅲ    | 叶前端变枯,烧焦状                   |
| 3  | 石楠 <i>Photinia serrulata</i>                           | Ⅱ    | 幼叶萎蔫,红褐色;老叶叶缘黑褐色或红褐色        |
| 4  | 柃木石楠 <i>P. davidsoniae</i>                             | Ⅲ    | 幼叶萎蔫;老叶叶缘红褐色                |
| 5  | 火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>                        | Ⅳ    | 叶绿枯,后期变红、脱落                 |
| 6  | 枇杷 <i>Eriobotrya japonica</i>                          | Ⅲ    | 叶尖红褐色或褐色                    |
| 7  | 木香 <i>Rosa banksiae</i>                                | Ⅲ    | 叶枯黄脱落,小枝干枯                  |
| 8  | 大叶黄杨 <i>Euonymus japonicus</i>                         | I    | 叶肉变红,后期受害叶片发黄               |
| 9  | 扶芳藤 <i>E. fortunei</i>                                 | I    | 叶局部有少量冻枯斑                   |
| 10 | 黄杨 <i>Buxus sinica</i>                                 | I    | 叶变红褐色                       |
| 11 | 雀舌黄杨 <i>B. bodinieri</i>                               | Ⅱ    | 叶变红褐色                       |
| 12 | 广玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i>                        | Ⅲ    | 叶边缘红褐色或白色;后期干枯焦黄,老叶较严重      |
| 13 | 夹竹桃 <i>Nerium indicum</i>                              | V    | 小枝枯死;后期地上部分全部枯死             |
| 14 | 海桐 <i>Pittosporum tobira</i>                           | I    | 叶稍发黄                        |
| 15 | 凤尾兰 <i>Yucca gloriosa</i>                              | Ⅱ    | 叶尖红褐色、枯焦                    |
| 16 | 阔叶十大功劳 <i>Mahonia bealei</i>                           | Ⅲ    | 叶红褐色                        |
| 17 | 十大功劳 <i>M. fortunei</i>                                | Ⅲ    | 后期多数叶尖枯黄                    |
| 18 | 南天竹 <i>Nandina domestica</i>                           | Ⅳ    | 叶和小枝绿枯,叶皱缩;后期叶尖红褐色、脱落       |
| 19 | 檵木 <i>Loropetalum chinense</i>                         | Ⅲ    | 叶绿枯;后期叶片先端枯黄                |
| 20 | 蚊母树 <i>Distylium racemosum</i>                         | 无    |                             |
| 21 | 探春 <i>Jasminum floridum</i>                            | Ⅳ    | 叶绿枯、皱缩,部分叶变红色;后期受害叶枯黄脱落     |
| 22 | 云南黄馨 <i>J. mesnyi</i>                                  | Ⅳ    | 叶绿枯、皱缩;后期枯黄脱落,部分小枝枯死        |
| 23 | 四季桂 <i>Osmanthus fragrans</i> ‘Sijigui’                | V    | 叶前端变枯黄;后期叶片脱落,当年生小枝先端枯死     |
| 24 | 柳叶金桂 <i>O. fragrans</i> ‘Liuye Jingui’                 | Ⅲ    | 叶尖红褐色;后期当年生小枝先端枯死           |
| 25 | 朱砂丹桂 <i>O. fragrans</i> ‘Zhusha Dangui’                | Ⅲ    | 叶尖或边缘变褐色;后期当年生小枝上叶片脱落       |
| 26 | 波叶金桂 <i>O. fragrans</i> ‘Boye Jingui’                  | Ⅲ    | 叶尖或叶脉失绿变褐色;后期当年生叶片脱落,偶见小枝枯死 |
| 27 | 柃树 <i>O. heterophyllus</i>                             | 无    |                             |
| 28 | 女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>                            | Ⅲ    | 叶向后反卷、变褐色、皱缩;后期受害叶呈干枯状      |
| 29 | 金叶女贞 <i>L. vicaryi</i>                                 | I    | 叶尖枯黄                        |
| 30 | 小蜡 <i>L. sinense</i>                                   | V    | 叶绿枯、卷缩;后期全部脱落               |
| 31 | 小叶女贞 <i>L. quihoui</i>                                 | Ⅲ    | 叶绿枯、卷缩;后期脱落                 |
| 32 | 油橄榄 <i>Olea europaea</i>                               | 无    |                             |
| 33 | 枸骨 <i>Ilex cornuta</i>                                 | Ⅲ    | 叶边缘枯黄;小枝枯死                  |
| 34 | 龟甲冬青 <i>I. crenata</i> ‘Convexa’                       | Ⅱ    | 叶色偏黄                        |
| 35 | 花叶青木 <i>Aucuba japonica</i> var. <i>variegata</i>      | Ⅳ    | 叶先端火烧状,呈黑色;后期受害面积逐渐扩大       |
| 36 | 八角金盘 <i>Fatsia japonica</i>                            | Ⅱ    | 叶尖枯黄                        |
| 37 | 常春藤 <i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i>      | V    | 叶变灰绿色;后期多数叶片枯焦,呈黑灰色;幼嫩枝条干枯  |
| 38 | 杨梅 <i>Myrica rubra</i>                                 | Ⅱ    | 叶尖和边缘红褐色                    |
| 39 | 香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>                          | Ⅲ    | 叶呈烧焦状,黑色;后期变成枯黄色            |
| 40 | 云南樟 <i>C. glanduliferum</i>                            | Ⅱ    | 叶尖端或边缘枯黄                    |
| 41 | 香叶树 <i>Lindera communis</i>                            | Ⅱ    | 叶先端枯黄                       |

表 3

竹类的冻害等级及症状

| 序号 | 树种                                      | 冻害等级 | 冻害症状         |
|----|---|------|--------------|
| 1  | 桂竹 <i>Phyllostachys bambusoides</i>     | II   | 叶尖枯黄         |
| 2  | 毛竹 <i>P. heterocycla</i> ‘Pubescens’    | III  | 叶向内卷曲,叶尖枯黄   |
| 3  | 黄金间碧玉 <i>Bambusa vulgaris</i> ‘Vittata’ | IV   | 幼叶枯死,老叶叶尖枯黄  |
| 4  | 阔叶箬竹 <i>Indocalamus latifolius</i>      | IV   | 叶前端或边缘枯黄     |
| 5  | 慈竹 <i>Neosinocalamus affinis</i>        | V    | 叶绿枯脱落,竹秆顶部枯死 |

2.2.3 竹类 竹类植物共 5 种,其自然分布区主要为亚热带地区,个别种可达热带地区,冻害等级较重,II、IV 和 V 级冻害的种数分别占该类型总种数的 20.0%、60.0% 和 20.0%,III 级以上级别冻害种数占该类型总种数的 80.0%(表 3)。竹子中含轴型竹类的冻害程度最重,如慈竹和黄金间碧玉竹的冻害等级分别为 V 和 IV;复轴型竹阔叶箬竹冻害等级较重为 IV 级;单轴型竹类的冻害程度轻,如桂竹冻害等级为 II 级,毛竹为 III 级(表 3)。合计以上 3 类常绿树种,自然分布于温带或分布区达温带气候区域的树种,无冻害以及 I、II、III 和 IV 级冻害的种数分别占该类型总种数的 36.4%、36.4%、9.1%、13.6% 和 4.5%。II 级以下冻害种数占该类型总种数的 81.8%;亚热带到热带分布的树种冻害等级较重,无冻害以及 I、II、III、IV 和 V 级冻害的种数分别占该类型总种数的 6.8%、6.8%、20.5%、31.8%、15.9% 和 18.2%,III 级以上级别冻害种数占该类型总种数的 65.9%。

2.3 地理成分分析

2.3.1 属的地理成分分析 按照吴征镒对我国种子植物属的地理成分分析<sup>[4]</sup>,洛阳市常绿树种 43 属可以划分为 10 种地理分布类型(表 4)。热带分布 9 属;泛热带分布 4 属;热带亚洲至热带大洋洲分布 1 属;热带亚洲至热带非洲分布 1 属;热带亚洲分布 3 属。温带分布 31 属;北温带分布 8 属;东亚和北美洲间段分布 6 属;旧世界温带分布 7 属;东亚分布 10 属。古地中海和泛地中海分布 1

表 4

洛阳市常绿树种分布区类型

| 分布区类型              | 属数 | 所占<br>比例/% | 种数 | 所占<br>比例/% |
|--------------------|----|------------|----|------------|
| 1 世界分布             | 0  | —          | 0  | —          |
| 2 泛热带分布            | 4  | 9.30       | 0  | 0.0        |
| 3 热带亚洲和热带美洲间断分布    | 0  | 0.0        | 0  | 0.0        |
| 4 旧世界热带分布          | 0  | 0.0        | 0  | 0.0        |
| 5 热带亚洲—热带大洋洲分布     | 1  | 2.3        | 0  | 0.0        |
| 6 热带亚洲—热带非洲分布      | 1  | 2.3        | 0  | 0.0        |
| 7 热带亚洲分布           | 3  | 7          | 3  | 4.6        |
| 8 北温带分布            | 8  | 18.6       | 0  | 0.0        |
| 9 东亚和北美间断分布        | 6  | 14         | 2  | 3.0        |
| 10 旧世界温带分布         | 7  | 16.3       | 3  | 4.6        |
| 11 温带亚洲分布          | 0  | 0.0        | 5  | 7.6        |
| 12 地中海区、西亚—中亚分布    | 1  | 2.3        | 1  | 1.5        |
| 13 中亚分布            | 0  | 0.0        | 0  | 0.0        |
| 14 东亚分布            | 10 | 23.3       | 22 | 33.3       |
| 15 中国特有分布          | 2  | 4.7        | 30 | 45.5       |
| 总计                 | 43 | 100.0      | 66 | 100.0      |
| • 热带性质(2~7)        | 9  | 20.9       | 3  | 4.6        |
| • 温带性质(8~11,14)    | 31 | 72.1       | 32 | 48.5       |
| • 古地中海和泛地中海(12,13) | 1  | 2.3        | 1  | 1.5        |

属。中国特有分布 2 属。属的分布型统计结果表明,温带性质的属占 72.1%,热带性质的属占 20.9%。这反映出洛阳市常绿树木植物区系整体上温带成分占优势,并有相当数量的热带成分。

2.3.2 种的地理成分分析 根据种的现代分布,按吴征镒对我国种子植物属的地理成分的划分<sup>[4-5]</sup>,可将调查的 66 种常绿树种划分为 8 种分布区类型(表 4)。属于热带性质的有 3 种,仅占 4.6%;属于温带性质的有 32 种,占 48.5%。这同样反映了洛阳市常绿树种植物区系的温带性质。中国特有分布种 30 种,占 45.5%。

2.3.3 不同地理成分常绿树种的抗寒性特点 在属级层次上,北温带分布型中,除了少数属的树种如刺柏、珊瑚树和马尾松有较为明显冻害外,大多数树种均表现出良好的抗寒性,这些树种到同年 5 月份基本都很好地恢复到正常的生长状态,说明北温带分布型的树种对洛阳气候的适应性较强,在以后的园林绿化中可以考虑引进此类常绿树种。其它分布型树种的抗寒性未表现较为一致倾向,在属级层面上没有指导意义。在种级(含种下等级)层次上来看,温带性质的树种冻害较轻,抗寒性较强,无冻害以及 I、II、III 和 IV 级冻害的种数分别占该类型总种数的 28.1%、21.9%、21.9%、15.6% 和 12.5%。II 级以下级别冻害种数占该类型总种数的 71.9%。其中温带亚洲分布型树种如圆柏、鹿角柏、铺地龙柏、龙柏、偃柏均表现良好的抗寒性,仅偃柏冻害等级为 I 级,其余种均无冻害。热带性质的常绿树种 II 和 III 级冻害的种数分别占该类型总种数的 33.3% 和 66.7%。多数有一定的冻害,但后期恢复均良好。中国特有分布型树种冻害较重。无冻害以及 I、II、III、IV 和 V 级冻害的种数分别占该类型总种数的 6.67%、16.7%、6.7%、30.0%、16.7% 和 23.3%。III 级及以上级别冻害种数占该类型总种数的 70.0%。其中温带特有种、分布区达温带地区或亚热带高山的特有种冻害程度较轻,无冻害以及 I、II、III 和 IV 级冻害级别的种数分别占该类型总种数的 18.2%、36.4%、9.1%、18.2% 和 18.23%。II 级以下级别冻害种数占该类型总种数的 63.6%;亚热带、热带地区特有种冻害程度较重,I、II、III、IV 和 V 级冻害的种数分别占该类型总种数的 5.3%、5.3%、36.8%、15.8% 和 36.8%。III 级以上级别冻害种数占该类型总种数的 89.5%。

3 结论与讨论

一般来说,与分布于热带、亚热带的常绿树种相比较而言,自然分布于温带、亚热带高山或分布区达温带

的常绿树种(包括针叶树种和阔叶树种),经长期的适应和进化,已经基本适应了温带地区的气候条件,往往具有较强的抗寒性。该研究很好地证实了这一点,后者冻害程度较轻,无冻害的树种绝大多数属于这一类,表现出较强的抗寒性。竹类植物中合轴型种类冻害严重,单轴型种类冻害程度轻。这与房义福等<sup>[3]</sup>、黄衍串<sup>[6]</sup>、刘国华等<sup>[7]</sup>和彭映辉等<sup>[2]</sup>的研究结论一致。

洛阳市常绿树种地理成分分析表明,在属级层次上地理成分整体上温带成分占优势,并有一定数量的热带成分,这与河南省种子植物区系中温带分布类型占有最高比例(47.9%),热带分布型次之(29.5%)的总体情况相似<sup>[8]</sup>。在种级层次上,仍然是温带成分占优势,中国特有分布种次之,热带成分少。特有种比例较高的特点也与河南省种子植物区系中特有种比例高的(52.5%)特点相似<sup>[8]</sup>。这与洛阳市南北过渡的地理位置和气候环境有着密切的关系。

从地理成分方面来说,温带性质的树种冻害较轻,抗寒性较强,无冻害树种大多属于这类;热带性质的常绿树种冻害较重,抗寒性较弱。中国特有分布型树种冻害较重,这其中,温带特有种冻害较轻,具有较强的抗寒性;而热带、亚热带特有种冻害较重,抗寒性较弱。究其原因,主要是由其分布区的类型决定的,即温带性质的树种已经适应了温带区域的气候环境条件。即使出现气候异常波动,这些树种也大多能够安全度过。

常绿树种的抗寒性强弱是这些树种向北方引种能否成功的关键之一,也是这些树种能否发挥应有的绿化

美化和改善生态环境功能的关键之一。应根据适地适树的原则,进行树种规划和引种,优先考虑那些无冻害和冻害较轻的常绿树种。在洛阳以及气候条件相近的地区,应优先选择自然分布于温带、亚热带山地或分布区达温带的常绿树种;从地理成分方面来说,宜选用温带性质的常绿树种或温带特有种;竹类方面,宜引种单轴型种类。为丰富园林景观,增加物种多样性,可以在一些生态环境较好的小生境应用一些冻害较重的常绿树种,并应于入冬前采取必要的措施进行保护。对于冻害严重、恢复力差的树种或品种如马尾松、柳杉、杉木、四季桂、慈竹等,应尽量少引种,对其中一些园林景观价值高的树种,可以采用盆栽或保护栽培的方法少量应用。

### 参考文献

- [1] 李刚,姜卫兵,翁长玲,等. 木兰科 6 种常绿树幼苗抗寒性的初步研究[J]. 园艺学报, 2007, 34(3): 783-786.
- [2] 彭映辉,项文化,田大伦,等. 特大冰冻雪灾后长沙市竹类的冻害状况[J]. 林业科学, 2008, 44(11): 55-58.
- [3] 房义福,吴晓星,李长贵,等. 济南市常绿阔叶树种的调查与应用[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(11): 86-88.
- [4] 吴征镒. 中国种子植物属的分布类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊 IV): 1-139.
- [5] 吴征镒,周浙昆,李德铎,等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [6] 黄衍串. 竹子冻害的调查研究[J]. 西南林学院学报, 1993, 13(4): 285-288.
- [7] 刘国华,栾以玲,张艳华. 自然状态下竹子的抗寒性研究[J]. 竹子研刊, 2006, 25(2): 10-14.
- [8] 张桂宾. 河南种子植物区系地理研究[J]. 广西植物, 2004, 24(3): 199-206.

## Status of Frozen Damage of Evergreen Species after Snow and Ice Disaster in Luoyang

LIU Long-chang, DENG Yu-ping

(Forestry College, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003)

**Abstract:** From January to March in 2008, an immediate investigation after the snow and ice disaster was made about the damage status of evergreen species, including 66 species or varieties and cultivars in Luoyang. The growth status of the evergreen trees was also surveyed in May of the year and May of 2009. Based on the freezing damage and the growth status of the evergreen trees, the damage status was statistically analyzed respectively. The results showed that 11, 9, 20, 7 and 8 species (or varieties and cultivars) were found to have been damaged at Grade I, II, III, IV and V, respectively. However, 11 species were not damaged by the freezing disaster. The species in the temperate distribution area or the distribution area up to the temperate climate were less seriously damaged. The species below or in II amounted to 81.8% of the total. The species that distributed in subtropical to tropical areas suffered more. The species in Grade III and above grade III amounted to 65.9% of this type. The geographical elements of evergreen trees in Luoyang were similar to those of the seed plants in Henan province. The species of temperate elements were damaged less. Most species without frozen damage belonged to this type. The species in Grade II and below Grade II accounted for 71.9% of the total. The species of tropical elements suffered more, 66.7% of which were up to Grade III. Among the endemic species to China, the temperate endemic species suffered less. Grade II and below Grade II accounted for 63.6% of this type. The endemic species to subtropical or tropical suffered more. Grade III and above III accounted for 89.5% of this type. Of all the bamboos in Luoyang, the species belonging to sympodial rhizome type suffered most while those of monopodial rhizome type suffered least. In addition, a preliminary observation and recording of symptoms of frozen damage from these tree were carried out.

**Key words:** snow and ice disaster; evergreen species; cold resistance; grade of frozen damage; Luoyang