

文章编号: 1001-1498 (2006) 05-0653-07

# 中国城市森林生物灾害的发生现状及控制展望

靳爱仙<sup>1</sup>, 田呈明<sup>2\*</sup>, 赵 鹏<sup>3</sup>

(1. 国家林业局调查规划设计院, 北京 100714;

2. 北京林业大学教育部北京市共建森林培育与保护重点实验室, 北京 100083;

3. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**城市林业对城市生态系统的平衡具有重要的作用, 都市环境的非自然化及其环境胁迫的日趋严重, 导致城市林木灾害的成因复杂, 严重威胁城市景观和人居环境的安全。同时, 城市作为物流的主要集散地, 有害生物入侵的风险非常高。本文从城市林业的特点、功能出发, 依据生态学原理阐述了生物灾害在城市环境植物中的发生特点、原因及其影响。从城市森林生物灾害的防治现状出发, 指出防治中存在的问题, 提出了合理预防、监测、治理的对策, 并对城市森林健康的管理及研究方向作了展望, 以促进城市林业的健康发展, 从而使城市生态系统稳定发挥其重要的作用。

**关键词:**城市森林; 生物灾害; 控制; 对策

**中图分类号:** S731.2

**文献标识码:** A

## Occurrence and Control of Urban Forest Biological Disaster in China

JIN Ai-xian<sup>1</sup>, TIAN Cheng-ming<sup>2</sup>, ZHAO Peng<sup>3</sup>

(1. Academy of Forest Inventory and Planning, State Forestry Administration, Beijing 100714, China;

2. Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3. Forestry College, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China)

**Abstract:** Urban forestry plays an important role in maintaining the balance of urban ecosystem. With the heavier urban environmental and natural environmental stress, the causes of urban forest pests became more complicated, which threatened the urban landscape and habitat security. As logistics sites, cities are of higher risk of harmful biological invasion. From the viewpoints of the characters and functions of urban forestry, the authors explained the occurrence, causes and implications of biological disasters in urban plant environment based on ecological principles. According to the present situation of urban biological disaster prevention and control, the problems existed were pointed out and the countermeasures in preventing, monitoring and controlling these disasters were suggested. The management and research on urban forest health were prospected so as to promoting the sound development of urban forestry and making full play of the urban ecosystem.

**Key words:** urban forest; biological disaster; control; strategy

随着我国人口不断地向城市聚集, 人们对物质文明的追求, 导致城市化的迅猛发展。于是, 以生态城市建设为主要目标<sup>[1]</sup>, 以“服务城市为主旨”的城市林业<sup>[2]</sup>, 作为城市生态系统中的还原组织, 在现代

化城市建设及国土安全建设中的价值越来越受到许多国家的重视。然而, 由于城市森林生态系统本身的稳定性比较差, 又与城市中其它子系统相互关联, 而受其影响。同时, 随着城市建设的飞速发展和城

收稿日期: 2006-06-20

作者简介: 靳爱仙 (1964—), 女, 陕西凤翔人, 高级工程师。主要研究方向: 森林经营与可持续发展。

E-mail: jax1026@sina.com

\* 通讯作者: chengnt@bjfu.edu.cn

市绿化树种的频繁更换,促使都市格局和森林生态系统发生变化,城市环境下的生物结构简单化且处于不稳定状态,导致城市生态环境自我调节能力下降,从而影响到城市生态的稳定及其生态环境的改善。于是,许多原有的、衍生的、潜在的以及入侵的生物灾害直接威胁着城市的安全性,当生物灾害来临时,难以发挥自我调控能力来抵挡或减轻灾害的发生,最终导致城市林业生物灾害的发生与蔓延,严重制约生态城市建设与发展的进程。同时,人类对都市生存环境的高质量要求和城市的健康发展也迫切需要对城市森林的生物灾害进行有效的管理。尽管治理一些重大森林有害生物的技术已接近成熟,但由于城市生态环境的特殊性,以及对突发性生物灾害缺乏有效的监控手段,致使城市森林生物灾害成为严重威胁城市生态安全的主要灾害之一。

## 1 城市森林的健康现状

城市森林生物灾害是自然灾害的一类,是指由病原微生物以及有害植物、昆虫和其它动物所引起的危害城市森林健康的各种灾害。由于城市森林环境本身易受如土地开发、发展经济林、追求单纯的景观林、环境污染等人为因素的影响,其生物多样性水平较低、生物结构简单、生物的生存环境相对较差;同时,由于城市环境的非自然化,当受到诸如水体污染、空气污染、光热效应、化学尘暴等环境胁迫时,这种不稳定的城市森林生态系统便难以抵御灾害的入侵和发生,且灾害的成因极为复杂,最终导致城市森林生物灾害蔓延成灾<sup>[3~5]</sup>,从而威胁城市居民的身体健康,毁坏城市基础设施并引发各种灾害,也破坏城市景观的美学价值,影响城市人民生产和生活质量,严重制约城市生态化发展的进程。

### 1.1 城市森林生物灾害发生现状

人类为了改善城市环境,利用植物不断地对城市进行美化,随之引发城市中原有生物结构的变化,加上不合理的树种及景观配置,加剧了生物灾害频繁入侵,而恶劣的城市生态环境,助长了城市环境植物病虫等生物的危害<sup>[6~8]</sup>。

以北京为例,杂食性、爆发性很强的美国白蛾(*Hyphantria cunea* (Drury))已入侵北京市的 8 个县市区,严重威胁“绿色奥运”战略的实现;油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)的毁灭性害虫红脂大小蠹(*Dendroctonus valens* LeConte)已在房山区发现;黄栌枯萎病(*Verticillium dahliae* Kleb.)等直接威胁城市园林

及北方生态公益林的健康;溃疡病(*Botryosphaeria dothidea* (Moug. ex Fr.) Ces. et De Not)、烂皮病(*Valsa sordida* Nit.)、枯梢病(*Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton)等次期性病虫害造成城市环境植物的衰弱和大量枯死<sup>[9]</sup>。

日本纽棉蚧(*Takahashia japonica* Cockerell)<sup>[10]</sup>、国槐尺蠖(*Saniothisa cinerea* Bremer et Grey)<sup>[11]</sup>、光肩星天牛(*Anoplophora glabripennis* (Motschulsky))、锈色粒肩天牛(*Apriona swainsoni* (Hope))<sup>[12]</sup>、榆紫叶甲(*Ambrosia quadripunctum* Motschulsky)、舞毒蛾(*Lymantria dispar* Linnaeus)、黄褐天幕毛虫(*Malacosoma neustria testacea* Motschulsky)、落叶松球蚜(*Adeleges laricis laricis* Vall.)等不仅造成树木长势衰弱、枯死,而且由于蛀干害虫的危害引起风折、砸死、砸伤行人事故时有发生,严重影响城市的环境质量和市民的身心健康。

白蜡窄吉丁(*Agilus planipennis* Fairmaire)近年在长春、天津等地猖獗危害,白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb.)等树种的受害率达 60%以上<sup>[13~15]</sup>。

在上海等南方城市,樟巢螟(*Orthaga olivacea* Warre)已成为危害香樟(*Cinnamomum camphora* (Linn.) Presl)等城市绿地植物的重要灾害,仅吴江市主要公路沿线及街道种植近 10 万株香樟的虫害株率达 97%<sup>[16]</sup>;同时,上海最近 3 a 从国外引入的树木新(品)种就达 500 多种,使危险性和潜在危险性有害生物随林木种子、苗木及其它繁殖材料调运而传入和定殖危害的风险大大增加。

城市的空气污染诱发病虫害的发生,二氧化硫和氟化氢的排放有利于蚜虫、介壳虫、粉虱等刺吸式口器害虫的大量繁殖,致使灾害严重发生,如 1995 年 4 月珠海的蝗灾。

随着草坪面积的逐渐扩大和成坪时间的延长,草坪病害的危害越来越突出,造成草坪稀疏甚至形成大面积秃斑,尤其是草坪褐斑病(*Rhizoctonia solani* Kühn)在各地发生相当普遍且危害严重。

外来种入侵生物快速地生长繁衍,危害当地的生产和生活,改变当地的生态环境,带来巨大的危害,最可怕的是那些“温柔杀手”,如近年来引起广泛重视的松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer) Nickle)、水葫芦(*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laub)、紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum* Spreng.)等。此外,如鼠害、蝗灾、蚁害等对城市林业的影响也很严重<sup>[17~19]</sup>。

## 1.2 城市森林生物灾害发生特点

有害生物能入侵一个生态环境并对其产生影响,是由于这个生态系统必须具有可利用的资源、缺乏自然控制机制、人为活动频繁等特点,而城市森林环境恰恰满足这些条件。以人类意志建造的城市生态系统,它包含很多的人工物质系统,而且具有人口稠密、人群活动频繁、建筑物和物资交流复杂、生产与生活的多样性以及具有多变和稳定的双重性质。因而在人为的干扰下显得十分脆弱,整个环境中地上部分往往是空气污染严重,光照条件不佳,人为破坏频发;地下部分往往是土壤坚实,通气性差,土质低劣,缺肥少水,生长空间狭窄等。这些原因导致了城市森林植物生长呈一种非正常的状态,因而其抵御生物灾害的能力很低,容易受生物灾害的威胁。

1.2.1 外来有害生物频繁的重复性叠加式入侵 城市中人类的频繁活动,造成生物灾害入侵途径的多样性,有人为的引入,也有自然的传播。人为的传入包括通过运输和引种两种最主要的途径。为了进行绿化等其它目的而大量引入物种,会导致一些外来种的入侵,而由于引入地没有能制约入侵物种的生物,使得该物种大量的繁衍,从而导致灾害的发生。如美国白蛾、红脂大小蠹入侵我国一些地区后,近年已成功入侵北京和天津的部分城区;危险性害虫美洲斑潜蝇 (*Liriomyza sativae* Blanchard)、南美斑潜蝇 (*L. huidobrensis* (Blanchard)) 和为害巴西木 (*Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl.)、发财树 (*Pachira macrocarpa* (Cham. et Schlecht) Walp.)、铁树 (*Cycas revolute* Thunb.)、一品红 (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) 等 22 种植物的蛀干害虫蔗扁蛾 (*Opogona sachari* (Bojer))、落叶松腮扁叶蜂 (*Cephalcia lariciphila* Wachtl) 和落叶松尺蠖 (*Erannis ankeraria* Staudinger) 入侵我国后已由南方入侵北京<sup>[20~22]</sup>;北京奥运公园内丛生的杂草也多是外来物种。自然的传播造成危害的几率很小,但也不能忽视。而当人类改变了城市生态环境从而使得生物灾害的严重发生,这是生物入侵的又一种重要的途径,它是人类间接帮助有害生物的入侵,是生物入侵最难以觉察的途径。然而,在空间上有害生物入侵并不是只通过单一途径传入,可能有两种或多种途径交叉传入;在时间上也可能是两次或多次传入。多途径、多次数的传入加大了外来有害生物的危险性。如仅春节期间,北京机场就截获禁止携带的动植物产品 170 批次,包括一些危险性的害虫等。

1.2.2 传播速度快、蔓延范围广 生物灾害的迁移性决定了它需要在不同的地区交替发生。有些生物的传播介体具有很强的远距离迁徙能力,可随风、水传播;而有些则是利用其它大的动物或具有强入侵能力的生物进行远距离传播。城市生态系统中频繁而复杂的物流循环以及热岛效应、温室效应、栽培方式的复杂性等,使得灾害在城市中畅通无阻地大范围蔓延,很容易对城市环境植物带来危害。同时,人类的频繁活动促进了这些灾害在一定区域内的传播,从而使灾害的危害范围和程度加剧。

1.2.3 次要性生物灾害暴发成灾 城市植物种类与结构的变化,尤其是大面积单一植物品种的栽培,使得一些次要性病虫害暴发成为可能。而城市生态环境的特殊性,加速了这种可能性的转化。再加上人们对次期性病虫害的重视不够,导致灾害暴发成灾。如我国北方城市杨树烂皮病、钻蛀性害虫的大量发生,导致树木枯死的例子极为频繁<sup>[19]</sup>。

1.2.4 城市对有害生物的自我调控能力下降 现阶段对于城市生物灾害的防治主要是见虫治虫、见病医病,以单一的化学防治手段为主,导致城市中能抑制病、虫、草的有益生物,包括昆虫、螨类、蜘蛛、脊椎动物、细菌、真菌、线虫和病毒等,由于城市生态环境的改变而逐渐的消失或者匮乏,致使有害生物种群在脆弱的生态系统中迅速的增长<sup>[23~27]</sup>。有害生物在竞争中占据必要的营养和生存空间,从而改变了生态环境的原有结构,导致城市原有的生物多样性陡减甚至丧失,引致生态系统内各种生物原有比例的失调。加上脆弱的城市森林生态环境与日益频繁的人为活动的影响等,导致城市生态系统的自我调控能力下降,病虫害大量发生蔓延。

1.2.5 早期监测和防治难度大 由于生物入侵的途径具有隐蔽性、多样性,人们对外来生物的入侵时间、入侵地点难以做出有效的预测,而且一般外来种的传入扩散经过传入、定植、停滞、扩散等几个阶段。一旦入侵之后,可潜伏达数年,甚至数十年之久。因此,发现和跟踪观察困难,也很难通过检疫进行有效的防治。同时,随着入侵的加剧以及资源和空间竞争,导致原有物种生物多样性下降,而其自身得到繁衍。于是,在缺少天敌资源的城市环境中,人为活动的频繁成为导致生物灾害蔓延的重要原因。城市中一旦灾害发生并危害到环境植物时,由于环境植物在城市环境中的生长受到多因素的胁迫,抵御灾害的能力较差,且灾害发生后的健康恢复也极为困难。

同时,防治时由于城市中人工物质系统比例大,一些如鼠、蚂蚁等就有了躲避各种治理措施的避难所,加上城市中恶劣的环境致使病虫害蔓延极其容易,从而使有效治理城市森林生物灾害显得极为困难。

## 2 城市森林生物灾害发生原因分析及其对生态系统的影响

### 2.1 发生原因分析

2.1.1 环境因素 城市景观具有不完整性,生态系统内部由于缺乏对外来入侵种的自然控制机制,抵抗外来入侵的能力较弱,而破碎的景观不仅增大了城市生态系统的不稳定性,降低了城市景观的自然调节机制,也为外来生物的入侵和大规模爆发提供可乘之机。同时,城市生态系统的开放性使城市与外界的联系密切,导致了外来物种入侵及传播的风险进一步加大。其次,在城市中,环境因素为入侵生物创造了很好的繁衍子代的条件,如城市中的热岛效应造成冬季市内温度偏高,给生物个体顺利越冬创造了良好的外部条件,造成来年有害生物的繁殖基数大,灾害大面积严重发生;城市热岛造成环境波动较大,如植被周围建筑覆盖面积较大,造成环境干燥,温度、光照变化较剧烈、通风不畅等,这些都对植物生长不利,造成植物生长缓慢、细弱,抵抗病虫害的能力降低。同时,化学尘暴等环境污染以及城市的其它恶劣的生长条件(包括生活垃圾、企业排污、汽车尾气、废液、废气、废渣等污染)对植物生长的胁迫,从而对灾害的抵抗能力降低,易受原有及外来有害生物的危害<sup>[23, 24, 27]</sup>。此外,城市绿化建设中路面多采用水泥、地砖等硬质材料,导致地下水收支失衡、土壤理化性状恶化,从而影响植物的根系生长,造成树木枯死。如北京长安街由于土壤水分和通气性不良,再加上溶雪剂的大量渗入,导致 150 株约 40 年生的油松、国槐(*Sophora japonica* Linn.)枯死。

2.1.2 人为因素 城市绿化是以人的审美观为主导进行选种栽培与管理的,因此为了达到优美的景观效果,在绿化中常常表现为主观意识浓、自然意识淡薄,违背客观规律的绿化工程居多。如栽培单一品种,且大密度栽植,从而使系统调节能力差,导致单一针对性的灾害如病虫害严重发生;而且这些单一灾害极易传播其它生物灾害,如由害虫、老鼠携带和传播的许多难以防治的疾病;同时,为了达到美化城市的效果,不惜资金引进外来树种,在引种时极易引入外来生物,造成危害;随着城市建设步伐的加

快,频繁的更换树种,导致病虫害问题突出<sup>[22, 23]</sup>。此外,对植物进行修剪整形,使之按人的主观意识、审美观点去生长是绿化中普遍存在的问题,这样易使植物失去自然生长特点,降低了植物的竞争力、生存力以及抵抗病虫害生物侵害的能力。如城市中黄杨(*Buxus sinica* (Rehd. et Wils.) Cheng)绿篱的修剪,整体上美观好看,但是单株黄杨的叶片减少,生长势弱,不利于抵抗病虫害的侵害;同时一些病虫害也随着作业机械而大范围传播,如草坪病害。

人均绿地面积的过少,加剧了对绿地生态系统的影响,也为病虫害的入侵危害提供了有利条件。

2.1.3 有害生物自身因素 城市环境及其城市环境下的植物在与有害生物互作过程中,发生着极其复杂的变化。一方面恶劣的城市环境和相对简单的植物组成与结构,对病原微生物和其他有害生物造成很大的选择压力,最终导致有害生物发生变异,以适应不断变化的环境及其植物。另一方面,抗病虫植物新品种、化学农药、生物农药的大量使用,诱导有害生物发生变异或者增强对环境的适应性。

### 2.2 生物灾害对城市生态系统的影响

生态系统内部不断进行着能量和物质的交换和转移,使能量和物质连续发生流动,通过能量流动和物质循环释放或输出,返回大气、土壤、水圈。并且生态系统是在一定的空间中发生着变化的,当生态系统内物种不断增加,种间关系更复杂、更协调,系统也会更稳定。相对稳定的系统在长期发展演变中,内部总保持一定的平衡,即结构和功能上的平衡,当外力干扰时,自身有一定的恢复能力,由不平衡到平衡。生态系统的稳定是通过自身功能减缓系统内的压力来维持的(负反馈机制),当外界干扰和破坏不过分严重时,一般可通过负反馈机制和自我调节作用使系统得以恢复。维持稳定和平衡。维持系统平衡的能力是有限的,若外界干扰超过它本身自动调节的能力即自我调节的阈值之外时,就会破坏系统的平衡,生态系统就会崩溃。

城市森林生态系统中由于人工物质系统极度发达,城市用地多以人工物质和居民占据,绿地少,林木生存条件极为恶劣,生存空间受到建筑物和道路的分割限制,往往以条带或斑块状存在<sup>[4, 24]</sup>。由于土壤质地差、保水性、透气性差,而且地下水位低,加之污染物的毒害,这些因素导致城市中树木生长不良,抵抗生物灾害的能力降低,一旦生物灾害来临,必大面积受害。若不采取措施,当城市森林生态系

统中初级生产者大面积消亡后,整个城市森林生态系统物质循环正常途径中断,能量流动受阻,生态系统由平衡转为不平衡态,当灾害严重时,城市森林生态系统就会崩溃。城市森林是城市生态系统中具有负反馈功能的子系统,在系统动态自我调节中起着重要作用,它广泛参与城市生态系统中物质、能量的高效利用,社会、自然的协调发展以及系统动态的自我调节等,具有改善城市生态环境,美化市容、提高居民生活质量,建设经营旅游、娱乐、生产林产品及综合利用等功能。它与城市生态系统中众多子系统在空间、时间上互相交叉、影响,促进子系统运转效率。一旦它的平衡受到破坏,就会影响到城市生态系统的稳定,严重威胁该地区内人民的生产和生活。

### 3 防治现状

生物入侵后,初期由于其隐蔽性的特性,其危害后果很难观察到,当观察到其危害时,该生物的种群已发展到盛期,也就是说一般在危害时期的治理并非最佳防治时期,已很难有效控制灾害。而当灾害发生时,常采取常规措施进行治疗,如应用低毒高效的农药进行治疗,减少有毒物质的累积残留;在害虫繁殖期,运用激素干扰、诱杀害虫;利用害虫的向光性,用黑光灯、紫光灯、涂色板加胶、糖浆瓶等杀灭害虫;同时也利用天敌或致病菌防止虫害的大发生<sup>[28,29]</sup>。

对于病虫害进行无公害防治,主要应依据其成因采取相应的措施和方法,做到以防为主、以治为辅,治理时做到以生物及无毒药物防治为主、低毒药物防治为辅,很少用高毒和剧毒药物<sup>[22,25]</sup>。而对于鼠害,其生存繁衍的活动场所较多,如垃圾场、地下排水系统、树木、灌丛、建筑物等等,一般对其投放药物进行毒杀,还有用其天敌——猫进行防治。生物防治则以应用性诱剂、绝育剂、天敌等方法降低其种群的增长速度<sup>[30~33]</sup>。从总体上说,在病虫害等生物灾害产生时,一般采取的措施是在其危害时进行防治,而在未发现时则并不采取措施进行有效的预防。只有其危害到人类生活生产时,才会本着对人居环境及生态系统的低危害的目的去防治它,这是一种悖论。而利用化学药剂已使肆虐人间的蝗、鼠、蚊、蝇和其它害虫成了穷弩之末,但环境污染,毒害人畜的负作用的事故也有增加苗头,初步发现近千余种害虫已具有抗药性,因此防治方式亟待更新。

## 4 问题

我国城市化进程在不断加快,城镇化水平从 1978 年的 17.9% 提高到 2003 年的 40.5%, 年均增长 0.9 个百分点。到 2010 年,我国需要将 1.1 亿农村人口转移为城镇人口,而到 2050 年时,这一数字将达到 5.5 亿,届时我国的城镇化率将达到 70%。在城市化快速发展的同时,城市森林的功能和社会效益也得到了高度重视,到 2005 年我国城市绿化覆被率达到 35%。于是,城市森林中的一些问题也随之暴露出来。

### 4.1 引进外来物种建立以人为主体的生态系统,导致系统失衡

城市生态系统是以人类为主体,建筑物、城市生物、气候、山水土等为重要组成部分的社会—经济—自然复合体的人工生态系统,极其脆弱<sup>[1,4,5]</sup>。人类为了自身方便,构建城市生态系统,为其创造良好的生产和生活条件。在城市环境建设中,城市绿化的重要性显得越来越重要。于是,为了追求景观的优美而引入外来物种代替乡土树种,不仅严重影响了城市生态系统的原有结构,导致生态系统失衡和树木死亡。如近年来辽宁、吉林等地城市绿地中的樟子松 (*Pinus sylvestris* L. var *mongolica* Litv.) 的大量死亡,单一草坪品种的大量引进后草坪褐斑病的猖獗发生,上海就曾在大量栽种香樟几年后发现了日趋严重的病虫害。而且物种引进的同时也促成了生物灾害的发生,如美洲斑潜蝇 (*Liriomyza sativae* Blanchard) 对多种花卉的危害,蔗扁蛾对巴西木 (*Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl.)、发财树 (*Pachira macrocarpa* (Cham. et Schlecht) Walp.)、铁树 (*Cycas revolute* Thunb.)、一品红 (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 等多种植物的危害,就是外来生物传入我国后成为危险性有害生物的成功例子。同时引进的贵重树木往往都是一些大树,这些树被移栽后,原有群落的生态将受到破坏,从全局范围来讲,这种结果与改善生态环境的目标背道而驰。因此,外来物种的不断引入和生物灾害的频繁发生,造成系统中生物多样性的丧失,破坏了系统景观的自然性和完整性,最终不仅使生态系统功能发挥受阻,而且没有达到预想的绿化效果,还带来不小的经济损失。

## 4.2 注重灾害发生时的治理,缺乏防御性的监测控制

长期以来,对于城市森林生物灾害的控制,在理念上形成了有灾就治,无灾轻防的思想。尽管森防部门做了大量工作,但是人们更多的只是注意到了灾害发生时自身的利益,难以形成从育苗、绿化到绿地管理的整体御灾控灾技术的共识。如对城市生态林中的侧柏 (*Platyclatus orientalis* (Linn.) Franco) 和桧柏 (*Juniperus chinensis* L.) 等树木缺乏合理的经营管理,致使近年来双条杉天牛 (*Samanotus bifasciatus* (Motschulsky) N.)、侧柏毒蛾 (*Parocneria furva* Leech) 等害虫严重发生,防治工作极为被动。所以,对于生物灾害在城市中发生规律及其监测的研究是能否有效防御灾害威胁的关键,然而目前已有的研究基础多数是以森林生态系统或农田防护林为保护对象,而针对城市生态系统这一特殊的人为生态系统为研究对象的综合生态控制技术研究则极少。

## 4.3 防治技术单一,科技含量低

城市中病虫害的防治以化学农药防治为主,仅北京、上海每年用于城市病虫害防治的农药均超过 100 t,其中北京有机磷农药占 70% 左右,尽管生物农药的用量在逐年上升,但可选择的生物制剂种类较少,技术水平仍然很低。再加上施药方式以机械高压喷雾为主,致使 90% 的药液流向地面或挥发到空气中。不仅污染空气和土壤环境,而且对本来就脆弱的城市生态环境造成了威胁,致使次期性生物灾害不断发生以及防治中的恶性循环。

# 5 展望

## 5.1 建设生态性城市是防治生物性危害的最有效的途径

合理配置城市中各子系统,发展城市森林,建设城市森林、绿地。通过对城市森林生态体系结构的调整,保护和恢复城市生物多样性,提高城市生态系统自我维持、自我更新、抗干扰的能力,从而提高城市中自然生态环境系统的抗风险能力,完善生态绿地结构,通过绿地(资源)配置与布局调整,使城市生态环境、旅游经济、市民游憩等功能要求,具体化为绿色空间框架。通过建设生态性城市,维持生态系统平衡,有效地抵御灾害的威胁,达到城市的可持续发展。

## 5.2 研究并实施有效治理城市森林生物灾害的预警和控制技术

任何一种物种都是生态系统的成员,物种的消失有可能导致整个生态系统结构的缺损功能的下降。由于不同物种之间通过营养和空间关系而相互联系、相互依赖,某些物种的消失会导致其他物种的消失或过度繁衍,从而带来意想不到的灾害。城市森林生态系统是较其他类型的森林生态系统复杂、特殊的生态系统。它与城市中其他生态子系统关系密切,一旦其受到生物灾害时,必然影响其他子系统,再者由于城市是人类建造的景观,是自然和半自然景观的镶嵌体,生境多种多样,一旦灾害蔓延就难以进行有效的控制。因此,应该从城市生态、生物—景观协调发展的思想出发,以生态治理和检测监控为核心,通过直接的、生物的、基因的、信息化的、生态的控制和监测技术的有机配合,在不同层次和水平上实施对城市森林有害生物的研究和实践,实施我国城市森林生物灾害的有效控制和预警预防技术。

从我国的国情出发,应在以下方面开展城市森林有害生物控制的研究工作:持续维护城市森林健康的自然调控技术和城市土壤生态环境优化技术,通过绿化格局的调整、树种的合理配置、土壤微生态环境的合理优化来提高环境植物自身的生长势,最大限度地发挥其抗逆性,达到持续健康的生长;研究城市环境胁迫,包括沙尘暴、化学尘暴、大气污染、水胁迫和其他胁迫与寄主主导性病害、不同城市格局的不同绿地环境中的生物多样性水平与有害生物成灾阈值的关系,开发植物健康维持的生态调控和无公害化学调控技术;通过改善城市森林的生存质量与抗污染能力,提高对有害生物危害的承载能力,以利于抵御各种灾害的发生;研究城市森林健康的生物及电学信号诊断技术以及健康遥感技术,实施对城市森林健康的信息化管理;城市森林生态系统对外来生物入侵的抵御能力、预警技术及其风险分析研究;近自然高抗逆性的生态园林及其景观生态配置技术体系;都市城市森林生物灾害政府管理决策支持数字化技术等。

## 参考文献:

- [1] 彭镇华. 中国城市森林 [M]. 北京:中国林业出版社, 2003: 1~250
- [2] 黄光宇,陈勇. 论城市生态化与生态城市 [J]. 城市环境与城市生态, 1999 (6): 30~33

- [3] Fritze H. Influence of urban air pollution on needle litter decomposition and nutrient release. A comparison of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst [J]. Scandinavian Journal of Forest Research, 1988 (3): 291 ~ 297
- [4] 杨士弘. 城市生态环境学 [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 183 ~ 325
- [5] 何光远, 宁祝华. 城市森林生态研究进展 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 1 ~ 367
- [6] 沈瑞祥, 杨旺. 环境植物病虫害发生特点及控制 [J]. 世界农业, 2000 (5): 34 ~ 35
- [7] 沈瑞祥, 骆有庆, 杨旺. 环境植物病虫害对绿色奥运、生态城市建设的威胁与控制对策 [A]. 见: 北京市科学技术协会、首都绿化委员会办公室. 环境有害生物控制进展 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 37 ~ 40
- [8] 沈瑞祥, 杨旺, 骆有庆. 论环境植物有害生物控制 [A]. 见: 北京市科学技术协会、首都绿化委员会办公室. 环境有害生物控制进展 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 52 ~ 55
- [9] 张星耀, 骆有庆. 中国森林重大生物灾害 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 1 ~ 386
- [10] 林秉南, 王苏文, 徐卿. 合欢害虫日本纽绵蚧观察初报 [J]. 山东林业科技, 1999 (6): 26 ~ 28
- [11] 张刚应, 杨贵礼. 利用 Bt 乳剂防治国槐尺蠖 [J]. 中国园林, 1999, 15 (4): 67 ~ 67
- [12] 杨华, 康翠华, 时全昌, 等. 星天牛、锈色粒肩天牛危害悬铃木、国槐习性观察及防治技术研究 [J]. 河南林业科技, 1997, 17 (2): 24 ~ 26
- [13] 张. 国外花曲柳窄吉丁危害与防治现状简介 [J]. 天津农林科技, 2004 (2): 27 ~ 28
- [14] 刘桂军, 刘恩山. 花曲柳窄吉丁生活史及天敌的观察和防治 [J]. 天津农林科技, 2004 (2): 21 ~ 22
- [15] 刘海清, 马润生, 李庆海. 小吉丁虫的调查研究及防治技术 [J]. 天津农林科技, 1996 (1): 46 ~ 48
- [16] 滕金洪, 刘于成, 沈利明, 等. 樟巢螟发生原因与防治技术研究 [J]. 上海农业科技, 2006 (1): 1
- [17] 刘克敏. 我国森林鼠害及其防治对策 [J]. 森林病虫通讯, 1993 (2): 43 ~ 45
- [18] 朱恩林. 国外蝗灾发生防治动态 [J]. 湖北植保, 2001 (4): 23 ~ 25
- [19] 游修龄. 中国蝗灾历史和治蝗观 [J]. 华南农业大学学报 (社会科学版), 2003 (2): 94 ~ 100
- [20] 程桂芳, 杨集昆. 北京发现的检疫性新害虫——蔗扁蛾初报 [J]. 植物检疫, 1997, 11 (2): 95 ~ 100
- [21] 殷玉生, 顾忠盈, 周明华. 侵入性害虫——蔗扁蛾的研究进展 [J]. 检验检疫科学, 2006 (1): 76 ~ 78
- [22] 徐公天. 我国城市园林植物病虫害的现状 & 对策 [J]. 中国森林病虫, 2002, 21 (1): 48 ~ 51
- [23] 杨旺, 沈瑞祥. 生态环境与环境植物病虫害的发生关系 [A]. 见: 北京市科学技术协会、首都绿化委员会办公室. 环境有害生物控制进展 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 65 ~ 68
- [24] 王木林. 城市林业的研究与发展 [J]. 林业科学, 1995, 31 (5): 460 ~ 466
- [25] 李联地, 张全锋, 顾新庆. 北方城市绿化带易发生病虫害的原因及无公害防治方法 [J]. 河北林业科技, 2003 (1): 43, 45
- [26] 王献溥, 崔国发. 城市绿化中的生物多样性保护问题 [J]. 北京林业大学学报, 2000, 22 (4): 135 ~ 136
- [27] 林杨, 王德明. 外来植物对我国城市生态系统的影响 [J]. 湖南林业科技, 2005, 32 (2): 20 ~ 23
- [28] Vorontsov A I. Protection of urban plantings [J]. Zashchita Rasteni, 1987 (1): 30 ~ 40
- [29] Baksha M W, Islam M R, Alam M K, et al. Biological control of mistletoes by insects [J]. Bano Biggyan Patrika, 1988, 17 (1 ~ 2): 94 ~ 97
- [30] 刘铁红, 庄严, 徐铁男. 城市园林植物保护中应用生物防治措施的现状 [J]. 辽宁林业科技, 2002 (Supl): 15 ~ 16, 35
- [31] Bellow T S, Paine T D, Arakawa K Y, et al. Biological control sought for ash whitefly [J]. California Agriculture, 1990, 44 (1): 4 ~ 6
- [32] Hall R W, Nielsen D G, Young C E, et al. Insecticidal bark birds for reduction of defoliation by elm leaf beetle (*Coleoptera chrysomelidae*) [J]. Journal of Environmental Horticulture, 1990, 8 (2): 61 ~ 63
- [33] Yang X J, Li X Y. Suppression of the *Larch casebearer* population by predacious birds in Jilin [J]. Chinese Journal of Biological Control, 1989, 5 (3): 120 ~ 122