

日本松干蚧对东北地区的入侵及其蔓延可能性分析

王志明¹, 杜继生², 张利军², 钟晓巍¹, 皮中庆³

(¹吉林农业大学, 长春 130118; ²吉林省敦化市林业局, 吉林敦化 133700;

³吉林省森林病虫防治检疫总站, 长春 130022)

摘要:日本松干蚧 *Matsucoccus matsumurae* (Kuwana) 是松属植物 *Pinus* spp. 毁灭性害虫。依据其寄主分布和自然地理状况, 讨论该虫在东北地区进一步侵入的可能性; 依据日本松干蚧的生物学特性和对寒冷气候的适应, 在中国传播为害规律及东北地理和松属植物的特点对日本松干蚧进一步的可能传播路线进行分析; 结果认为日本松干蚧对吉林省寒冷冬季的 -40℃ 可以适应, 具有较强的自然扩散能力, 人为传播机会也较多。在吉林省可进一步向北部和东部蔓延; 也有可能进入黑龙江省。而且, 一旦日本松干蚧进入黑龙江省, 其种群定居繁衍的可能性也是肯定的; 按照生物入侵理论, 一个物种的成功侵入, 要经过引入——定居与成功建立种群——时滞阶段——扩散及暴发 4 个阶段。日本松干蚧目前在东北地区已处于扩散暴发的阶段。

关键词: 日本松干蚧; 检疫性有害生物; 生物入侵; 松树

中图分类号: S763.303 文献标识码: A

The Analysis for the Pine Bark Scale, *Matsucoccus matsumurae* (Kuwana) Invasion and Spread Possible in the Northeast China

Wang Zhiming¹, Du Jisheng², Zhang Lijun², Zhong Xiaowei¹, Pi Zhongqing³

(¹College of Agronomy, Jilin Agriculture University, Changchun 130118;

²Forestry Bureau of Dunhua City, Jilin Province, Dunhua Jilin 133700;

³Jilin General Station of Forestry Disease and Pest Control and Quarantine, Changchun 130022)

Abstract: Pine bark scale, *Matsucoccus matsumurae* (Kuwana) is a destructive pest for *Pinus* spp.. Based on the distribution of natural geography condition and the host, the article discuss the further invasion possibility in northeast China; According to the biological characteristics of the scale, its adaptation to cold climate, spread and harm rule in China, geographical characteristics of the northeast China and the characteristics of pine genus analysis the scale may for further spread routes; showed that the scale can adapt - 40℃ in jilin province, possess strong the natural diffusion ability, possess also the more artificial spread opportunities. The scale can be further spread forward the north and the east in jilin province, and it may enter in heilongjiang province. And, once the scale in heilongjiang province, the populations of the pest be going to settle and breeding; According to the theory of biological invasion, a success invasion species, it can passes four stages: Introducing; settling and successfully establishing a population; spreading and the outbreaking. The scale in northeast China has is out breaking and spreading the stage in currently.

Key words: *Matsucoccus matsumurae*, quarantine pest, biological invasion, *Pinus* spp.

基金项目: 吉林省农委“吉林省生物入侵风险分析及其预警的研究”项目部分研究内容。

第一作者简介: 王志明, 男, 1956 年出生, 教授, 研究方向: 森林昆虫。通信地址: 130118 长春市新城大街 2888 号, 吉林农业大学农学院, Tel: 0431-84532849, E-mail: wzmongda@163.com。

收稿日期: 2008-04-28, 修回日期: 2009-03-24。

东北地区包括黑龙江、吉林、辽宁3省和大兴安岭以东的内蒙古地区,是一个比较完整的地域单元。其地域辽阔,环境独特复杂。腹部是东北平原,又称松辽平原,南北长1000多千米,东西宽300~400 km,总面积约35万km²。平原东西两侧为长白山地和大兴安岭山地,北部为小兴安岭山地,南端濒辽东湾。

东北地区处于温带和暖温带范围,有大陆性和季风型气候特征。夏季短促而温暖多雨;冬季漫长而寒冷少雪。冬夏之间季风交替。7月均温21~26℃,1月-24~-9℃。10℃以上活动积温2200~3600℃,由南向北递减。年降水量350~700 mm,由东南向西北递减。降水量的85%~90%集中于5~10月,雨量的高峰在7、8、9三个月。年降水变率不大,为20%。东北地区的植物资源丰富,一般北方植物都可得到较好生长。日本松干蚧的寄主植物松树 *Pinus* spp. 遍及各地。而正因如此,也为日本松干蚧 *Matsucoccus matsumurae* (Kuwana) 的侵入和危害造成了可能。

日本松干蚧是1种严重危害部分松属植物的害虫,在东北地区已知寄主有赤松 *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.、油松 *Pinus tabulaeformis* Carr.、黑松 *Pinus thunbergii* Parl., 其潜在寄主还有偃松 *Pinus pumila* (Pall.) Regel。前3种寄主被寄生的喜好次序为赤松>油松>黑松。寄主被日本松干蚧寄生后,生长势严重衰弱,极易引发次期性病虫暴发,以至于松林成片死亡^[1]。而且,以目前的防治手段,对该虫的有效控制极难。因此,日本松干蚧在2005年以前被列为国内林业检疫害虫。由于现已广泛分布于中国的长江和黄河流域,现在已不再是国内林业检疫有害生物。但是,由于日本松干蚧的严重危害性及其在东北的有限分布,在2005年,辽宁、吉林2省公布的补充林业检疫性有害生物名单中,仍将其列为补充检疫性有害生物。而日本松干蚧至目前为止,在黑龙江省尚未被发现。因此,如能认真总结日本松干蚧在东北地区的侵入、发生和危害,找出其危害和传播规律,对今后遏制住该虫的蔓延是有帮助的。

1 日本松干蚧侵入的初期及在辽宁省的蔓延

日本松干蚧原产于日本,现已知寄生于松属 *Pinus* 中油松组 *sylvestres* Loud 植物上。日本松干蚧于1942年发现于辽宁省大连市旅顺区的老铁山,这也是日本松干蚧在中国的首次发现。据以后推测,日本松干蚧可能是在1930年或以后的几年中,由日本引入的赤松 *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. 和黑松 *Pinus thunbergii* Parl. 的苗木中携带而传入的。此后,该虫在中国逐渐扩展蔓延,但蔓延的势头有所不同。向南扩展势头很

快,1950年在青岛发现日本松干蚧,1972年在南京发现,1982年于杭州发现日本松干蚧,40年间,向南扩展了1000多千米。

而在这40年间,该虫在东北地区向北仅蔓延了300 km,至1980年代中期,仅到达辽宁省的本溪市。从而表明,日本松干蚧在东北的传播伊始并不顺利,估计应是气候条件不适所致。至1990年,辽宁省已有9市35县(市)松林被害,发生面积13万余公顷,被迫砍伐松林6万余公顷,导致受害地区的赤松和油松濒临灭绝^[2]。

2 日本松干蚧爆发期及对吉林省的侵入

随着对环境条件的适应和虫口数量的积累,在20世纪末期,日本松干蚧在辽宁省蔓延加速,至1996年,已在全省的14市中,9市发现该虫分布,并于丹东、抚顺、鞍山、本溪等地严重危害。至今,日本松干蚧除在少数几个市没被发现外,其分布几近全省^[2-3]。

1994年发现该虫已入侵至吉林省。入侵初期时只分布于梅河口市、东丰县、东辽县的7个乡镇256.7 hm²的松林中。至2002年疫情已扩散至通化、辽源、四平3市的11个县(市、区)的87个乡镇。随着时间的推移,日本松干蚧的适生性也在不断的提高,危害也日趋严重^[4]。据2006年调查结果表明:日本松干蚧在吉林省的分布面积已达2.34万hm²,占全省可寄生的松林面积的一半,分布区域在原来的通化、辽源、四平3市外,又扩延至长春市和吉林市。至此,吉林省的9个地区市中,已有5个市有日本松干蚧的分布。而且,新侵入的日本松干蚧危害十分严重,对吉林省松森林资源、城市绿化以及风景名胜构成了严重威胁。为此,2006年10月,吉林省政府正式启动应急处理方案,从全省范围内对日本松干蚧展开全面的疫情处置。见图1。

3 日本松干蚧对吉林省寒冷冬季的适应及传播、蔓延能力

现在已清楚,日本松干蚧在吉林省1年发生2代,与其在辽宁省或南方省份的生活史一致。以目前日本松干蚧在吉林省分布状况看,该虫在10月至翌年4月的越冬代若虫和7月的越夏代若虫期发育较为整齐。在5月至6月这段时间内,发育不整齐,各虫态均有发生,常年虫口密度比较稳定。

2000—2001年冬季,吉林省出现了50年一遇的极端低温,最低温度达-40℃。2001年春季调查中发现,距地面30 cm以上的树干和枝条上几乎找不到越冬若虫,说明冬季的极端低温将树上越冬若虫大部分冻死。由此认为,极端低温可能是影响日本松干蚧种群发生蔓延的一项限制性因素。然而,在2002年春季调

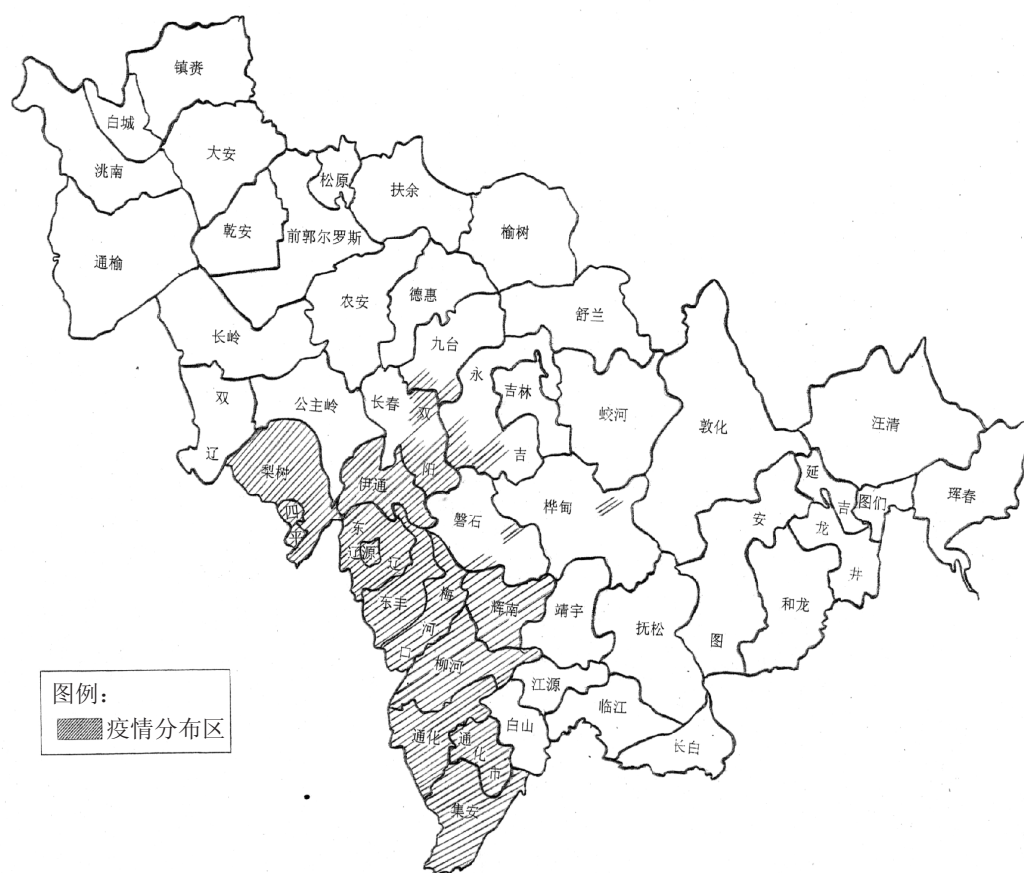


图1 日本松干蚧在吉林省的分布

查中发现,日本松干蚧虫口重新恢复到以往的高密度状态。这种现象不仅说明日本松干蚧种群的内在增长力之大,而且表明该害虫具有的应付低温的适应能力巨大^[4]。

日本松干蚧自然扩散的能力较强。试验表明,在低于0.56头/10 cm²密度下,在风速6.1 m/s以下时,雄成虫在林冠上空扩散高度为3 m,在林缘外水平扩散距离最远达400 m。卵囊和初孵若虫在林内可于1~1.5 m半径内的植物间传播。在高于6头/10 cm²密度,风速5.2 m/s以下时,雄成虫在林缘外扩散距离为400 m,初孵若虫最远扩散可达600 m。而且,在树皮缝中的卵囊、若虫,在风速17 m/s时,大部分可被吹散吹走。试验认为,该虫自然传播的主要虫态是初孵若虫,300 m以内为最有效的扩散范围,最远可达1000 m,高度可达8.3 m^[5]。

此外,日本松干蚧的人为传播机会也较多。可随枝丫、球果、树皮、苗木等人为调运进行远距离传播。卵囊和若虫也可粘附在动物和人的身体上传播。日本松干蚧若虫离开寄主15天,依然能够存活。初孵若虫不取食,可活5天^[5-6]。

4 日本松干蚧在吉林省进一步蔓延可能性分析

按吉林省的地理状况、寄主分布及交通情况分析,日本松干蚧在吉林省以后可能有2种扩散形势。一是以现有分布区向外呈放射状蔓延;二是沿东面方向进行链条式传播,先造成零星分布,进而建群再扩散为害。

先分析以分布区向外呈放射状蔓延的状况。该状况的蔓延走势趋于北部方向。由于日本松干蚧传播方式主要靠自身传播,故这种放射状扩散的传播距离较短,扩散速度较慢。

北部方向分西北和北部2个大致方向。西北部方向是松原市和白城市,此地没有日本松干蚧的寄主树种,该虫将终止扩展。而在北部方向,会有进入长春市区和吉林市区的严重的后果。

日本松干蚧向长春市侵入的趋势,为市区的防控工作产生极大压力。为阻止日本松干蚧的侵入,长春市政府曾于2000年开始进行为期3年的在长春市和伊通县之间打造1条宽10 km、长85 km的非寄主隔离带工程。此带目前仍然发挥极为重要的隔离屏障作用。但是,由于其他传播因素的存在,不可能仅凭这一条隔

离带就可能将日本松干蚧挡在市区“门”外。经5年的有效阻隔后,2006年发现,日本松干蚧已零星出现在长春市边缘内的油松和赤松林分内。长春市是中国著名的森林城,日本松干蚧的寄主林木——油松是长春市市区绿化的主体树种,也是长春市森林城的象征。市区内共有绿化的油松(黑松)计10万株。此外,长春市的净月潭国家级森林公园、新立城水库等地还有油松(黑松)林分6000余公顷。而这最宝贵的森林景观,恰恰就处于日本松干蚧的入侵廊道上。对这些林分的保护工作,目前正处于紧急的防御作战中。能否成功阻隔日本松干蚧的入侵,结果不能肯定。

2005年的调查结果表明,日本松干蚧已侵入到吉林市下辖的桦甸市二道甸子镇,表明吉林市区已处于日本松干蚧的半包围状态。桦甸市地处吉林市的东南,东界敦化市、南临靖宇县、抚松县,西接磐石市,北与永吉县、蛟河市毗连。地理位置十分重要。蛟河市的西面与吉林市仅隔松花湖相望。蛟河市、桦甸市、舒兰市及永吉县的一部分同处于吉林市的低山丘陵地带内,其域内并无天然屏障可以隔离该虫蔓延。吉林市是一座有着深厚历史底蕴的城市,其历史沉淀和自然景观并不低于长春市。市区内有黑松林2548.6 hm²,仅丰满区就有黑松1306.5 hm²。一旦侵入后果不堪设想。而且可通过舒兰市继续北上,在已合围吉林市的局势下,建立新的策源地,并有可能通过舒兰市蔓延至与其接壤的黑龙江省五常市。

再看日本松干蚧沿东面方向进行的链条式传播后果。由于东南方向的靖宇县内无日本松干蚧的寄主林分,即将日本松干蚧大致向东扩展的势头分裂成2条路线,1条向东北,指向延边朝鲜族自治州,另1条向东南,指向白山市。

首先,抚松县将承受日本松干蚧侵入的压力。抚松县相当于长白山的门户,一旦该虫侵入,将借路进一步北上到延边朝鲜族自治州。位于该州的有吉林省最东端的长白山国家级自然保护区、吉林白河自然保护区及天佛指山国家级自然保护区,这些保护区及其周边具有丰富的赤松林、珍贵的美人松 *Pinus sylvestrisformis* (Takenouchi) 和长白山独特的偃松,届时,这些具有重要的景观价值、科研价值和自然遗产价值的松树将命运堪虞。

日本松干蚧向东扩散的另1条路线是经蛟河市进入敦化市。蛟河市内现有日本松干蚧寄主林分——油松237.0 hm²,为日本松干蚧的立足提供了可能。如果一旦侵入至蛟河市,下一步蔓延走势将指向延边州的敦化市。敦化市是吉林省地势最高的县份之一,被哈

尔巴岭、大黑山、富尔岭、张广才岭所环抱。平均海拔756 m,最高1696 m,最低340 m。由于山地的垂直高度以及敦化市境内没有日本松干蚧的寄主分布,故日本松干蚧很难进一步自然传播。

在此需要指出的是,尽管靖宇县和敦化市无日本松干蚧寄主林分的存在,但是靖宇县和敦化市都是吉林省木材经营和加工活动的中心之一,木材吞吐运输十分繁忙,故日本松干蚧通过人为运输进行远距离跳跃式传播的可能性极大。所以对该区域的木材调运检疫应加强管理力度。

5 日本松干蚧传入黑龙江省可能性分析

5.1 自然地理条件阻隔可能性分析

据以前报道,日本松干蚧越冬代寄生若虫在-21℃时会发生死亡。在相对湿度70%~80%时,卵的孵化率高达95%以上。相对湿度小于36%时,大部分卵不能孵化。由此可见,在黑龙江省最能有效阻止日本松干蚧传播的关键因子之一是低于-21℃的低温^[5-8]。但是,从吉林省近13年气候变化及日本松干蚧适应情况来看,日本松干蚧经过10余年的低温驯化,其种群已完全适应了吉林省冬季的寒冷气候。即使是1999年冬季出现了50年一遇的极端低温,最低温度达-40℃,第2年春季树上越冬若虫大部分冻死。仅仅在第3年就又恢复到以往的高密度状态。因此,与吉林省接壤的黑龙江省的冬季气候相似于吉林省,其冬季的低温对日本松干蚧已不能阻碍其立足生存。

从地理位置上看,黑龙江与吉林两省接壤的地域由东向西分别为:牡丹江市的东宁县和宁安市,与吉林省延边朝鲜族自治州的珲春市、汪清县和敦化市接壤;哈尔滨市的五常市、双城市和尚志市,与吉林省吉林市的蛟河市、舒兰市,长春市的榆树市与拉林河相接;大庆市的肇州县,与吉林省松源市的扶余县、宁江区、前郭尔罗斯蒙古族自治县和白城市的大安市、镇赉县与松花江、嫩江相望。至目前为止,这些与黑龙江省接壤的区域均未发现有日本松干蚧分布。然而,从吉林省目前日本松干蚧蔓延趋势来分析,日本松干蚧传入到黑龙江省的可能性是较大的。但是,日本松干蚧对黑龙江省不同地域的侵入几率却有不同的差别。

从吉林省东部来看,日本松干蚧在桦甸的东北部已有分布,但其进一步东进,跨入黑龙江省,需要翻越牡丹岭、威虎岭和张广才岭,这对日本松干蚧在自然传播状态下将是十分困难的。况且这一区域自然寄主极其缺乏,缺少栖息生存的环境。因而,其自然传播的可能性不大。

再看吉林省的中部区域。目前,日本松干蚧已在

长春市的东部、九台市的南部和吉林省的永吉县南部有分布。如果日本松干蚧继续北上,极有可能途经德惠市和舒兰市侵入黑龙江省的五常市和双城市。目前日本松干蚧发生地点距黑龙江省最近距离(双城市)不到200 km。如果日本松干蚧一旦侵入黑龙江省,而且侵入地的自然条件与其已生活的地域自然和气候条件相似的话,那新侵入的区域就有可能成为日本松干蚧新的侵入点与发生基地。就目前实际情况分析,与吉林省接壤的黑龙江省的地域除拉林河能形成自然阻隔外,其他的自然条件对日本松干蚧的生存和传播均无阻力,包括温湿度、季风、寄主的分布以及海拔高度等自然阻抗因素都是极为缺乏的。

再从吉林省西部来看,这个区域的自然条件有利于阻隔日本松干蚧的自然传播。在这一区域内,日本松干蚧的生存寄主极少,夏季较低的相对湿度对日本松干蚧的发育也不利。加上嫩江和松花江的天然阻隔,使日本松干蚧的自然传播极为困难。

5.2 交通运输、人为传播的可能性分析

日本松干蚧初孵若虫在不取食的情况下可存活5天左右。松枝离开树干15天、且针叶已枯黄时,寄生在松枝上的若虫仍然能够存活,并且大部分能正常羽化。日本松干蚧的各种虫态,均可随原木、枝桠、球果、苗木,甚至粘附在动物、人体上进行传播^[5-7]。因此,人为活动传播是日本松干蚧蔓延的重要因素和主要途径。

从交通运输方面看,由吉林省携带该虫传入黑龙江省的途径主要有铁路和公路。铁路干线主要有6条:由延吉经汪清至东京城、宁安,再至牡丹江或绥芬河;由吉林经舒兰、至五常,再至哈尔滨或尚志;由长春经德惠、扶余至哈尔滨;由长春经松原、大安至大庆;由白城经大安至大庆;由白城经镇赉至泰来再至齐齐哈尔。公路干线主要有6条:由珲春至东宁再至绥芬河;由图们经宁安至绥芬河或经东京城至牡丹江;由舒兰至五常再至尚志或哈尔滨;由榆树至五常或哈尔滨;由松原至肇州再至哈尔滨或大庆;由白城、镇赉至泰来再至齐齐哈尔或大庆。这6条铁路线和6条公路干线将吉林和黑龙江两地紧紧地连接在一起,每天川流不息地过往人流和物流,这些都为日本松干蚧的携带和搭载提供了可能。由于交通工具和物品的汇聚和转运,仅凭交通工具或物品的原始出发地来判断是否有携带蚧虫的可能已没有把握。况且,除了这些干线外,尚有许多乡间公路或小路,也能直接连通各地。甚至在冬季时,由于河面的冰冻(如拉林河)而形成新的人流和

物流。许多事例表明,日本松干蚧远距离传播与人类的交通工具是直接相关的。

综上所述,日本松干蚧传入黑龙江省的可能性是肯定的。从日本松干蚧目前已在吉林省生存一些地方上看,其年积温、年平均温度、湿度与黑龙江省的一些地方相比是极为相似的,甚至黑龙江省的一些地方的气候条件还会好一些。因此,一旦日本松干蚧传入黑龙江省,其种群定居繁衍的可能性也是肯定的。

按照生物入侵理论,一个物种的成功侵入,要经过引入——定居与成功建立种群——时滞阶段——扩散及暴发4个阶段^[9-11]。日本松干蚧目前在东北地区已处于扩散暴发的阶段。回顾辽宁省和吉林省的经历,治理日本松干蚧也曾经历了这4个时期^[12-13]。历史的经验值得注意。在黑龙江省,也有许多地方种植油松等松属植物用于绿化、水土涵养和风景等,一旦日本松干蚧侵入,其结果将是不可想象的。在此方面,光肩星天牛 *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) 由辽宁省侵入吉林省,再进入黑龙江省,对整个东北地区阔叶林木造成的毁灭性的灾难这一范例,人们应当记取。

参考文献

- [1] 杨平澜,胡金林,仁遵义.中国的松干蚧[J].昆虫学报,1976,19(2):199-204.
- [2] 赵石峰,常国斌,党中玉.我国日本松干蚧的发生情况和对策[J].林业科技通讯,1990,(12):1-3.
- [3] 林业部野生动物和森林植物保护司,林业部森林病虫害防治总站.中国森林植物检疫对象[M].北京:中国林业出版社,1996:24-25.
- [4] 山广茂,高峻崇,高立军,等.日本松干蚧疫情在吉林省发生发展趋势及治理情况分析报告[J].吉林林业科技,2003,32(3):23-28.
- [5] 樊尚仁,胡鹤龄,杜增庆,等.日本松干蚧传播途径的初步研究[J].中国森林病虫,1984,(1):6-8.
- [6] 杨牡丹,沈治,王琼瑜.日本松干蚧检疫技术[J].浙江林业科技,1999,19(5):40-43.
- [7] 高峻崇,山广茂,侯力伟,等.日本松干蚧防治技术综述[J].吉林林业科技,2003,23(2):16-19.
- [8] 李红梅,韩红香,薛大勇.利用GARP生态位模型预测日本松干蚧在中国的地理分布[J].昆虫学报,2005,48(1):95-100.
- [9] 徐承远,张文驹,卢宝荣,等.生物入侵机制研究进展[J].生物多样性,2001,9(4):430-438.
- [10] 高增祥,季荣,徐汝梅,等.外来种入侵的过程、机理和预测[J].生态学报,2003,23(3):559-570.
- [11] Kolar C S, Lodge D M. Progress in invasion biology: predicting invaders [J]. Trends in Ecology & Evolution, 2001, 16(4):199-204.
- [12] 蔡元才,黄培发,张福生.辽宁省日本松干蚧工程治理实践[J].辽宁林业科,2002,(2):29-31.
- [13] 姜杰.预防日本松干蚧传入桓仁县刍议[J].中国森林病虫,2002,21(2):44-46.