

松林生态系统调控日本松干蚧的自组织平衡特性

谢 镇¹, 吾中良², 朱云峰², 王勇军¹

(1. 浙江农林大学 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省林业有害生物防治检疫局, 浙江 杭州 310020)

摘要: 日本松干蚧 *Matsucoccus matsumurae* 是一种危害松林的重要外来入侵生物。为系统揭示外来入侵生物在森林生态系统中的发生及影响, 从 1982 年至 2008 年, 系统调查了浙江省临安市横畈林场日本松干蚧天敌生物的种类, 跟踪了日本松干蚧及其天敌生物在自然生态系统和人工防控措施下的种群数量变化。结果发现: 日本松干蚧在调查点有 28 种天敌生物; 日本松干蚧呈现出波浪式消减特征; 天敌生物种群结构与蚧虫消减存在密切的关系; 人工防控措施可明显加快日本松干蚧和天敌生物稳定。结果揭示了松林生态系统调控日本松干蚧的自组织平衡特性。图 2 表 1 参 11

关键词: 森林保护学; 日本松干蚧; 天敌生物; 自组织平衡; 种群; 人工防控

中图分类号: S763.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2013)03-0392-04

Self-organization balance of *Matsucoccus matsumurae* in the pine forest ecological system

XIE Zhen¹, WU Zhongliang², ZHU Yunfeng², WANG Yongjun¹

(1. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forest Pest Control and Quarantine Bureau of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, Zhejiang, China)

Abstract: *Matsucoccus matsumurae* (Kuwana.) is an important invasive pest in China. Population changes of *M. matsumurae* and its predatory enemies during the period from 1982 to 2008 have been investigated in Hengfan Forest Farm of Lin'an City, Zhejiang Province. Twenty-eight species of the predatory enemies have been found. Results showed that the population of *M. matsumurae* exhibited a wave mode declination. The population constructions of the predatory enemies have a tight relation to this declination. The utilized pest control accelerates significantly the stability of the populations of *M. matsumurae* and its predatory enemies. It could be clarified that *M. matsumurae* processed its self-organization balance in the pine forest ecological system. [Ch, 2 fig. 1 tab. 11 ref.]

Key words: forest protection; *Matsucoccus matsumurae*; predatory enemy; self-organization balance; population; pest control

日本松干蚧 *Matsucoccus matsumurae* 严重危害松属 *Pinus* 植物^[1], 是中国危害较大的外来入侵物种之一。国外主要分布于日本、朝鲜、韩国等^[2]。中国在 20 世纪四五十年代首次发现日本松干蚧^[3]。此虫在浙江省也具有广泛适生范围, 主要分布在杭州、金华等地, 仍有迅速扩散的风险^[4], 在浙江省主要危害马尾松 *Pinus massoniana*^[5]。被危害松树树干下垂, 针叶枯黄, 芽梢枯萎, 树势衰弱, 易引起次期病虫害, 如松干枯病 *Cenangium feruginosum*, 纵坑切梢小蠹 *Tomicus piniperda*, 横坑切梢小蠹 *Tomicus minor*, 象鼻虫 *Cureulionidae*, 松天牛 *Monochamus alternatus*, 吉丁虫 *Chalcophora japonica* 及白蚁 *Termiti-*

收稿日期: 2013-01-24; 修回日期: 2013-02-17

基金项目: 浙江省科学技术重大招标项目(2006C12100)

作者简介: 谢镇, 从事森林保护学研究。E-mail: xiezhen0716@126.com。通信作者: 王勇军, 副教授, 从事森林保护学研究。E-mail: wangyj@zafu.edu.cn

dae 等。由于虫体小，生活隐蔽，加之其数量大、繁殖快、蔓延迅速，容易导致林木成片死亡^[6]。多年的研究未能发现日本松干蚧的寄生性天敌，而捕食性天敌种类繁多，作用明显^[7-8]。日本松干蚧在日本本土由于天敌生物的种群影响，已经趋于稳定^[9]。为探讨日本松干蚧在中国的生态入侵及适应特征，作者对 1982–2008 年浙江省临安横畈林场马尾松林中的日本松干蚧和寄生性天敌数量调查基础上，通过对比研究分析，研究了在人工干预下日本松干蚧在林间的种群动态特征以及天敌生物种群结构特征。

1 材料与方法

1.1 试验样地

1982 年起，在浙江省临安横畈林场，选择 2 个日本松干蚧发生严重程度基本相同的马尾松林样地，面积均约为 1 000 m²，中间是阔叶树隔离带。

1.2 调查方法

参照柴希民^[10]的方法。选择每年 4 月底日本松干蚧越冬代的 2 龄显露若虫，成虫和第 1 代卵囊发生期为调查时间，此时也是天敌捕食活动期。在试验样地随机选择 50 株马尾松，每株在树干胸高处和枝条各设 3 个 30 cm²(6 cm × 5 cm)调查样方，分别记录日本松干蚧和各种天敌出现的虫态、时间和数量，取平均值。有些捕食天敌带回室内单独饲养，鉴定种名。

1.3 人工防控措施

分别在 1982 年、1984 年、1986 年、1988 年 4 月底对 1 个松林样方采用注干注射体积分数为 40% 氧化乐果乳油、人工助迁瓢虫、保护蜜源植物、采取抚育伐、卫生伐等人工防控措施，以另一个松林样方为空白对照。

2 结果与分析

2.1 日本松干蚧天敌生物种类

通过采样、鉴定，确定了调查点的捕食性天敌种类，共 28 种(表 1)。这些天敌生物捕食日本松干蚧的若虫、成虫、蛹和卵，但不同种对日本松干蚧寄主的虫态具有一定的选择性，如蒙古光瓢虫 *Brummus mongol* 可以捕食成虫和卵，松蚧瘿蚊 *Lestcdiplosis* sp. 仅能在卵中发现，蜘蛛 *Araneida* 吸吮成虫，盲蛇蛉 *Inocellidae* 围攻若虫。

2.2 日本松干蚧种群动态分析

表 1 日本松干蚧捕食性天敌生物种类

Table 1 Species of predatory enemies of *Matsucoccus matsumurae*

编号	天敌	编号	天敌
1	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)	15	黑叉胸花蝽 <i>Dufouriella ater</i> (Dufour)
2	蒙古光瓢虫 <i>Exochomus mongol</i> Barovsky	16	黑脂猎蝽 <i>Velinus nodipes</i> (Uhler)
3	隐斑瓢虫 <i>Harmonia obscurusignata</i> (Liu)	17	全北褐蛉 <i>Hemerobius humuli</i> Linnaeus
4	华鹿瓢虫 <i>Calvia chinensis</i> (Mulsant)	18	平湖褐蛉 <i>Hemerovius lacunaris</i> Navas
5	刻点艳瓢虫 <i>Sticholotis punctatus</i> Crotch	19	卫松益蛉 <i>Symphorobius weisong</i> Yang
6	红点唇瓢虫 <i>Chilocorus kuwanae</i> Silvestri	20	大草蛉 <i>Chrysopa septempunctata</i> Wesmael
7	龟纹瓢虫 <i>Propylaea japonica</i> (Thunberg)	21	牯岭草蛉 <i>Chrysopa kulingensis</i> Navas
8	黄斑盘瓢虫 <i>Coelophora saucia</i> Mul sant	22	丽草蛉 <i>Chrysopa formosa</i> Brauer
9	红环瓢虫 <i>Rodolia limbata</i> Motschulsky	23	松蚧瘿蚊 <i>Oligotrophus</i> sp.
10	双带盘瓢虫 <i>Lemnia biplagiata</i> (Swartz)	24	黄胫长鬃蓟马 <i>Karnyothrips flavipes</i> (Jones)
11	扁平虹臭蚁 <i>Irridomyrme xanceps</i> Roger	25	狭带食蚜蝇 <i>Syrphus serarius</i> Wiedemann
12	双齿多刺蚁 <i>Polyrhachis dives</i> Smith	26	果园大赤螨 <i>Anystis baccarum</i> L.
13	日本黑褐蚁 <i>Pormicafusca japonica</i> Motschulsky	27	斜纹猫蛛 <i>Oxyopes sertatus</i> (L.) Koch
14	松干蚧花蝽 <i>Elatophilus nipponensis</i> Hiura	28	黑腹狼蛛 <i>Lycosa coelestis</i> (L.) Koch

通过比较采用人工防治措施下日本松干蚧种群结构变化(图1)。从图1中可以看出:在自然生态系统中,日本松干蚧从1982年的41.5头·样方⁻¹到2002年的5.7头·样方⁻¹,中间呈现出波浪式消减特征;而在人工干预以后,日本松干蚧能以较短的时间(1982年到1995年)虫口密度趋于稳定。从结果中可以发现:日本松干蚧作为外来入侵生物进入了森林生态系统,能依靠森林生态的自我融入功能,最后趋于稳定,人为干预可显著加快日本松干蚧的种群消减及稳定。

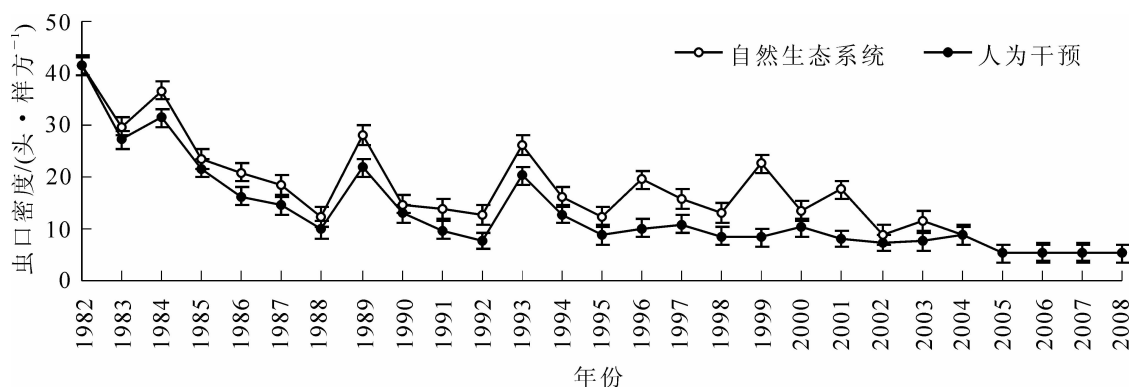


图1 日本松干蚧的虫口密度发展趋势

Figure 1 Population development of *Matsucoccus matsumurae*

2.3 日本松干蚧天敌生物的种群动态分析

在日本松干蚧发生的样方内,进行不同种类天敌生物的种群密度调查,统计虫口密度。结果发现:各类天敌的数量与日本松干蚧的虫口密度有密切关系(图2A,图2B)。在没有人工防控措施的自然生态条件下,1982年日本松干蚧的虫口密度为41.5头·样方⁻¹,到1983年下降到30.6头·样方⁻¹时,瓢虫类在天敌中所占比例各上升了12.5%,而蚂蚁 Formicidae 和螨类 Arachnida 的比例分别下降了3.6%和7.9%,瓢虫类 Coccinellidae,褐(草)蛉类,螨类,蚂蚁类,蜘蛛类和其他类(包括瘿蚊 Cecidomyiidae,蓟马 Thripinae,食蚜蝇 Syrphidae 和盲蛇蛉 7 类群中,瓢虫类和蚂蚁类发生数量最多,所占比例最大,相应为35.9%~51.8%和30.4%~35.3%,蜘蛛类出现在样方内数量最少,所占比例最小,仅占1.0%~4.0%。捕食卵和小若虫的螨类,在害虫密度相对低时,如1982年、1987年、1992年、1998年、2000年以后,它们数量没有减少,所占比例有所增加,褐(草)蛉在各种不同寄主密度下,数量变化较少。在人为干预下,各种天敌生物在1982年至1995年期间呈现出不同程度的起伏变化,特别是瓢虫类天敌种群结构变化最

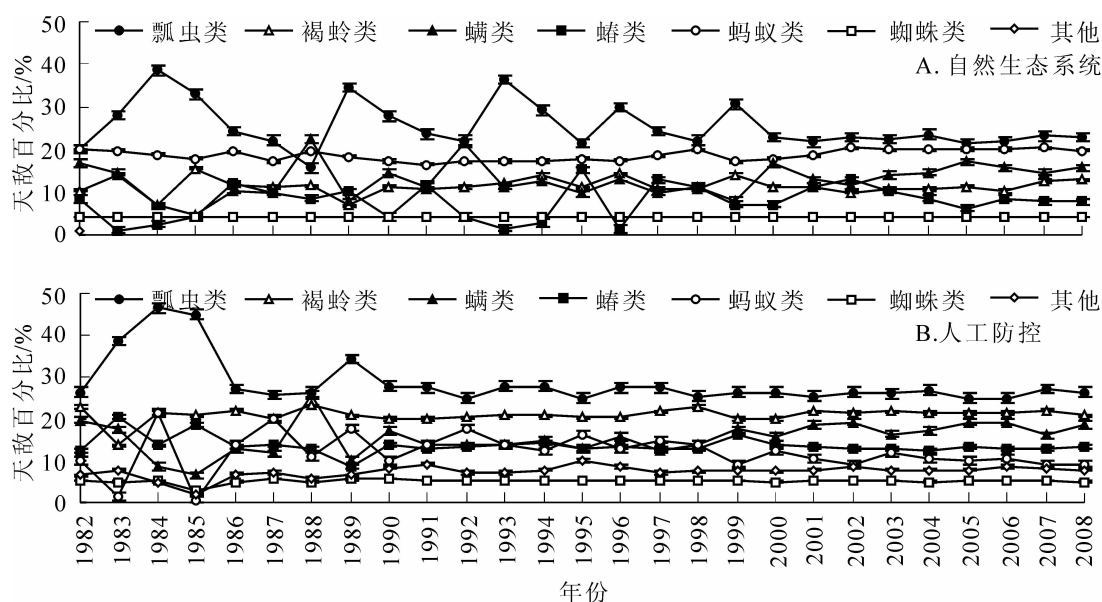


图2 日本松干蚧每年捕食性天敌变化

Figure 2 Annually changes of predatory enemies of *M. masumurae*

为明显, 1995年后, 整个天敌生物种群比例趋于稳定(图2B)。

3 结论

探讨了日本松干蚧在中国的生态入侵及适应特征, 通过调查马尾松林中的日本松干蚧及其寄生性天敌数量, 分析在人工干预下日本松干蚧种群动态特征及天敌生物种群结构特征。调查发现了日本松干蚧天敌28种。日本松干蚧进入森林生态系统后, 能依靠森林生态自我融入功能, 最后趋于稳定。人为干预可显著加快日本松干蚧的种群消减及稳定。各类天敌的数量与日本松干蚧的虫口密度有密切关系。

27a的数据可以总结出: 日本松干蚧的侵入, 导致了当地生物天敌的种群结果和数量的改变, 主要天敌呈现出明显上升的现象; 在自然生态条件下, 日本松干蚧最后趋于稳定, 种群密度维持在较低水平, 天敌种群结构也趋于稳定; 在生态自组织^[11]下, 日本松干蚧呈现在浙江森林“外来入侵, 人工调控, 自组织融入, 生态平衡”的过程, 形成了生态系统的再平衡; 通过人工干预, 可明显加快日本松干蚧在森林生态的融入和生态再平衡。

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.
YANG Pinglan, HU Jinlin, REN Zunyi. Pine bark scales from China [J]. *Acta Entomol Sin*, 1976, **19** (2): 199 – 204.
- [2] 高峻崇, 山广茂, 任力伟, 等. 日本松干蚧防治技术综述[J]. 吉林林业科技, 2003, **23** (2): 16 – 19.
GAO Juncong, SHAN Guangmao, REN Liwei, *et al.* Overview on controlling techniques of *Matsucoccus matsumurae* [J]. *J Jilin For Sci Technol*, 2003, **23** (2): 16 – 19.
- [3] 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.
ZHAO Sifeng, CHANG Guobin, DANG Zhongyu. The incidence of *Matsucoccus matsumurae* (Kawana) in China and the control strategy [J]. *For Sci Technol*, 1990 (12): 1 – 3.
- [4] 蒋星华. 浙江省日本松干蚧的风险分析[J]. 浙江农业科学, 2007 (3): 329 – 330.
JIANG Xinghua. Pest risk analysis of *Matsucoccus matsumurae* in Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang Agric Sci*, 2007 (3): 329 – 330.
- [5] 宇振荣, 王建武. 中国土地盐碱化及其防治对策研究[J]. 农村生态环境, 1997, **13** (3): 1 – 5.
YU Zhenrong, WANG Jianbing. Land salinization in China and the prevention countermeasures [J]. *Rural Eco-Environ*, 1997, **13** (3): 1 – 5.
- [6] 谢晨曦. 日本松干蚧在本溪地区的危害和防治[J]. 辽宁师专学报, 1999, **1** (2): 101 – 102.
XIE Chenxi. *Matsucoccus matsumurae* damage and the preventive in Benxi region [J]. *J Liaoning Teach Coll*, 1999, **1** (2): 101 – 102.
- [7] 浙江省松干蚧研究协作组. 松干蚧天敌种类调查及其捕食量观察[J]. 森林病虫通讯, 1978 (2): 14 – 21.
Zhejiang *Matsucoccus matsumurae* Cooperative Group. Predatory enemies of *Matsucoccus matsumurae* and there predacious number [J]. *For Pest Dis*, 1978 (2): 14 – 21.
- [8] 胡鹤龄, 杨牡丹, 裘学军, 等. 松干蚧的生物防治[J]. 浙江林业科技, 1983, **3** (1): 36 – 50.
HU Heling, YANG Mudan, QIU Xuejun, *et al.* Biological control of *Matsucoccus matsumurae* [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 1983, **3** (1): 36 – 50.
- [9] McCLURE M S. Role of predators in regulation of endemic populations of *Matsucoccus matsumurae* (Homoptera: Margarodidae) in Japan [J]. *Environ Ent*, 1986, **15** (4): 976 – 983.
- [10] 柴希民. 日本松干蚧的捕食性天敌及其数量动态[J]. 浙江林学院学报, 1999, **16** (4): 336 – 340.
CHAI Ximin. Predatory enemies of *Matsucoccus matsumurae* and their population dynamics [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1999, **16** (4): 336 – 340.
- [11] 刘文英, 姜冬梅, 陈云峰, 等. 自组织理论与复合生态系统可持续发展[J]. 生态环境, 2005, **14** (4): 596 – 600.
LIU Wenying, JIANG Dongmei, CHEN Yunfeng, *et al.* Self-organization principles and sustainable development of complex ecosystem [J]. *Ecol Environ*, 2005, **14** (4): 596 – 600.