

文章编号:1001-1498(2002)03-0356-05

栗瘿蜂寄生蜂的研究概述

张莉丽¹, 徐志宏¹, 谢建兴²

(1. 浙江大学农学院植物保护系, 浙江 杭州 310029;

2. 浙江省江山市森林病虫害防治检疫站, 浙江 江山 324100)

摘要: 栗瘿蜂为一种孤雌生殖的瘿蜂, 是危害板栗树的最主要的害虫之一。它有许多天敌, 尤其是长尾小蜂, 被认为是有效的生物防治手段。文中介绍了栗瘿蜂天敌的种类, 其中着重介绍长尾小蜂科的有益长尾小蜂和中华长尾小蜂, 对它们在形态及生理生化上的区别进行了简要综述。中华长尾小蜂的种群在日本增长缓慢, 在定殖上有一定难度, 据报道, 可能与雌雄性比较低和本地兼性重寄生蜂的活动有关。

关键词: 栗瘿蜂; 长尾小蜂; 杂交反应; 重寄生蜂

中图分类号: S763.43

文献标识码: A

栗瘿蜂 (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) 隶属瘿蜂科 (Cynipidae), 是板栗 (*Castanea mollissima* Blume) 树的主要害虫, 近年来危害十分严重。危害严重的结果枝被害率达 40%~50%, 一般的为 20% 左右。

栗瘿蜂一般 1 a 发生 1 代, 无雄蜂, 营孤雌生殖。以初龄幼虫在栗芽组织内越冬, 翌年 5 月下旬老熟幼虫在虫瘿里化蛹。6 月中、下旬羽化, 脱孔出蜂, 产卵于栗树芽内。卵于 7 月中旬孵化, 初孵幼虫先在栗芽组织表面危害, 然后形成小虫室越冬, 第 2 年春天虫瘿开始隆起。从解剖栗芽内的卵粒分布看, 卵产在栗芽生长点的占 80% 左右, 翌年发不出枝而长出虫瘿。当严重危害时, 一个虫瘿可以包含 10 个或更多个小室, 每个小室含有 1 条幼虫。通常, 大部分虫瘿包含多个小室, 但也有虫瘿只含单个小室^[1]。

罗维德^[2]对栗瘿蜂生物学特征进行了观察, 发现栗瘿蜂发育进度和出蜂早晚与山区气候条件及坡向有很大关系。一般春末夏初气温高的年份出蜂早, 反之则晚; 同一年阳坡比阴坡出蜂时间早 7~8 d。其具有趋光性、向上性和扩散性。

栗瘿蜂的研究资料国内较少, 国外以日本和韩国较多。栗瘿蜂在 1940 年偶然从中国引入日本; 1958 年第 1 次在韩国发现栗瘿蜂, 而且传播很快, 现已分布整个韩国。

1 栗瘿蜂的天敌

1.1 天敌种类

目前已发现的栗瘿蜂幼虫和蛹的天敌, 均属膜翅目 (Hymenoptera) 小蜂总科 (Chalcidoidea), 以长尾小蜂科 (Torymidae) 为主。长尾小蜂发生早, 数量多, 占 85.88%^[3]。另外文献记载的天

收稿日期: 2001-10-09

基金项目: 浙江科技计划项目“板栗产前病虫害综合控制技术研究”(991102276)

作者简介: 张莉丽(1977-), 女, 浙江上虞人, 硕士研究生。

敌跳小蜂,也已发现。

根据现有资料,我国已报道栗瘿蜂的天敌共有 12 种,分别是:中华长尾小蜂(*Torymus (Syntomaspis) sinensis* Kamijo)(即敖贤斌报道的 *Torymus (Syntomaspis) sp.*)^[4]、葛氏长尾小蜂(*T. geranii* (Walker))、明足大痣小蜂(*Magastigmus maculipennis* Yasumatsu)、刻腹小蜂(*Ormyrus punctiger* Westwood)、钝腹广肩小蜂(*Eurytoma brunniventris* Ratzeburg)、杂色食瘿广肩小蜂(*Sycophila variegata* (Curtis))、栗瘿旋小蜂(*Eupelmus urozonus* Dalman)、一种啮小蜂(*Tetrastichus sp.*)、跳小蜂(未定种名)、食敌广肩小蜂(*Eurytoma setigera* Mayr)、日本大痣小蜂(*Megastigmus nipponicus* Yasumatsu et Kamijo)、黄色食瘿跳小蜂(*Cynipencyrtus flavus* Ishii)。

敖贤斌^[4]报道的 9 种、朱白玉^[5]报道的 8 种和日本村上阳三等^[6]报道的 8 种中国河北及陕西栗瘿蜂的寄生蜂,都包含在上述 12 种寄生蜂中。Otake 在 1978—1984 年从日本天然生长的栗树上采集的虫瘿中,育出 8 种寄生蜂,其中刻腹小蜂、广肩小蜂和长尾小蜂是主要的。Murakami 等^[7,8]在 1987—1993 年检查了日本采集的 2 894 个虫瘿,发现有 13 种寄生蜂,其中有益长尾小蜂、刻腹小蜂和广肩小蜂是主要的。Murakami 等^[9]报道,韩国至今已记录了 17 种栗瘿蜂的天敌,其中长尾小蜂是主要的。

1.2 两种重要的寄生蜂及其鉴别

在长尾小蜂中,有两个种被认为是最主要的,分别为有益长尾小蜂(*Torymus (Syntomaspis) beneficus* Yasumatsu et Kamijo)和中华长尾小蜂。

有益长尾小蜂是日本栗瘿蜂重要的本地寄生蜂,它是中华长尾小蜂的亲缘种。Otake 根据成虫羽化期,把有益长尾小蜂分为两种重要的生态型:早季型(TbE)和晚季型(TbL),它们在形态上还没有发现明显不同。Murakami^[7]又通过实验指出,有益长尾小蜂至少有 3 个生态型,这些不同生态型被认为是从引入日本的同一个种发源而来。

中华长尾小蜂也是一种很有希望的生物防治栗瘿蜂的天敌,能成功地保持栗瘿蜂种群在经济危害水平以下^[8]。1976 年在中国陕西采集的栗瘿蜂虫瘿中第 1 次被发现,并命名为 *Torymus (Syntomaspis) sp.*。后来,在河北也发现此种,Kamijo 把它描述为一个新种。该寄生蜂在 1975、1979、1981 年分别从中国引入日本,并在不同的栗园释放。释放后,板栗芽的危害率稳步下降,1988 年降到 3%。在日本实验果园里,它的寄生率甚至超过了本地种有益长尾小蜂,1993 年已达到 17%。1994 年春季,包括本地寄生蜂的总体寄生率达到了 41%。中华长尾小蜂在韩国可能有两种不同的生态种群。由于该种成虫羽化期太早,不能与栗瘿蜂虫瘿的出现同步,所以可以认为,韩国的中华长尾小蜂可能不是栗瘿蜂有效的生物防治手段^[9]。

这两种长尾小蜂成虫雌虫的形态,能通过产卵管鞘长度/胸部横宽长度,即 O/T 比率来区分。这个比率可在双筒显微镜下用一个测微尺测量。据测,中华长尾小蜂的 O/T 比率约为 1.30—1.63,有益长尾小蜂的 O/T 比率约为 1.00—1.31。现在 O/T 比率经常被用来作为分辨两种长尾小蜂雌虫的标准,但雄虫几乎不能通过形态特征来区别,仅触角鞭节的相对长度上稍有差别^[10]。作者认为,仅依靠此种量度来确定种类,恐怕会有许多误差。

最近,关注热点已转移到有益长尾小蜂和中华长尾小蜂的种间反应。它们的杂交种在田间被发现,有益长尾小蜂和中华长尾小蜂的 F₁ 代也能通过人工杂交产生,并且杂交种的雌虫是可育的。调查这两个寄生蜂在田间的杂交反应是很重要的,因为天敌(包括杂交种的产生)天然种和引进种的生殖干扰,可能影响生物控制方法的成功。F₁ 代的 O/T 比率大约在亲代种

的 O/T 比率之间,但它的范围在某种程度上与每一个亲代种有重叠,很难确切地区别杂交种与每一个亲本种之间的形态差异。

Izawa 等^[11]发现有益长尾小蜂和中华长尾小蜂及它们的杂交体能够通过苹果酸酶的同工酶分析分辨,苹果酸酶通过聚丙烯酰胺凝胶电泳检测。他们认为长尾小蜂的苹果酸酶系统被单个位置(基因座轨迹)上的两个等位基因所控制。长尾小蜂成虫的苹果酸酶的酶谱显示出一个活动不同的主要酶带:一条移动较快(FF),另一条移动较慢(SS)。他们在1996年又发现早期羽化的有益长尾小蜂(TbE)和中华长尾小蜂的杂交体有一个从F到S的模糊的带状范围。

Toda 等^[12]在2000年也用了上述方法做过实验,并且都得到了3个酶谱的类型,被假设为在运动中不同速度的单个带与上述SS和FF带相符合。另外还包含分别在F和S之间的5条带的酶谱,这与Izawa等在1996年所见模糊的带相符合。有益长尾小蜂和中华长尾小蜂雌虫的基因型显示了FF、SS和FS,雄虫的基因型为F和S。据他们所测,FF和SS基因型个体O/T比率分别为1.08、1.26和1.34、1.61。后羽化的有益长尾小蜂(TbL)个体为SS基因型,它的O/T比率与TbE的相同。所以可以判断FF雌虫和F雄虫是早期羽化的有益长尾小蜂(TbE),SS雌虫和S雄虫是中华长尾小蜂。FS雌虫的O/T比率为1.26、1.45,这与通过杂交试验产生的有益长尾小蜂和中华长尾小蜂两种的杂交体的比率范围相符合:1.11、1.53。

Yara 等^[13]为证实长尾小蜂的中间过渡个体是否是早期羽化的有益长尾小蜂(TbE)和中华长尾小蜂的杂交种,也用聚丙烯酰胺凝胶电泳检测了它们的苹果酸酶的基因型。从不同的苹果酸酶染色体带型发现3个基因型(FF、SS和FS),TbE显示FF,中华长尾小蜂、TbL和它们的杂交种显示SS,TbE和中华长尾小蜂的杂交种显示FS。这样,TbE、中华长尾小蜂和它们的杂交种能够通过苹果酸酶染色体带型区别。

现有的研究中,FS个体只有一个非常低的概率,821个被分析的长尾小蜂雌虫中只有9个个体显示了TbE和中华长尾小蜂杂交体的染色体带型(FS基因型),在388个加以分类被认为是一种有益长尾小蜂和中华长尾小蜂形态过渡的个体中,只有2个个体显示出FS基因型。对此有两种可能的解释:(1)早期羽化的有益长尾小蜂(TbE)和中华长尾小蜂的杂交反应在田间发生很少;(2)后羽化的有益长尾小蜂(TbL)和中华长尾小蜂的杂交反应在田间有一个很高的发生频率。后一种可能性的进一步调查比较困难,因为苹果酸酶标记不能区分包含TbL的杂交体。

带有FS基因型的9个个体只有2个显示中间概率(1.30 O/T < 1.45),其中7个个体有一个小于1.30的O/T比率。这样,O/T比率可以认为是检测有益长尾小蜂和中华长尾小蜂之间杂交体形态一个不是很可靠的标准。

在杂交试验中,中华长尾小蜂与TbE和TbL都能进行种间杂交,苹果酸酶是一个探测TbE和中华长尾小蜂的杂交种的有效标记。为了明确有益长尾小蜂和中华长尾小蜂之间的相互作用和杂交作用,有必要使用DNA分子标记来区别中华长尾小蜂与其它长尾小蜂,这还需要进一步的研究。

2 中华长尾小蜂种群的定殖

中华长尾小蜂种群1982年在日本西南熊本市的栗树园释放,然而,在随后的6a里种群数量并没有明显增长,甚至到1988年,寄生率只有0.5%,种群的定殖有较大的难度。有两个因

素可能导致上述情况的发生:一个是建立种群后几年里比较低的雌雄性比;另一个原因就是与本地兼性重寄生蜂的活动有关的高度死亡率^[14]。

在中华长尾小蜂引入日本建立种群后到1991年这段时期,雌雄性比范围在54.2%和62.5%之间,自1979年和1981年从中国河北引入日本虫瘿羽化成虫的低雌雄性比,可能为较低的雌虫受精率所致。然而,从1991—1992年以来雌雄性比已有改善,中华长尾小蜂的寄生率也已增长。

另外一个种群延缓增长的原因可能是由于本地兼性重寄生蜂的活动。Murakami等^[15]研究表明,在释放时期内,中华长尾小蜂在老熟幼虫阶段有一个很高的死亡率,主要是因为被一些兼性重寄生蜂寄生,如栗瘿旋小蜂和食敌广肩小蜂。现有的研究中,尤其是从1988年以来,估计寄生蜂被越冬代兼性重寄生蜂寄生的概率特别高。

在韩国也有类似报道^[9],从采集的虫瘿中羽化的寄生蜂,第1代幼虫可能是寄生栗瘿蜂幼虫或蛹的初寄生蜂,但接下来的几代很可能是寄生第1代或第2代寄生蜂的重寄生蜂。其中葛氏长尾小蜂、杂色食瘿广肩小蜂、栗瘿旋小蜂和另一种旋小蜂已被Kim所记录。钝腹广肩小蜂作为一种韩国栗瘿蜂的初寄生蜂所记录,已不再被记录为一种重寄生蜂。在日本和韩国,食敌广肩小蜂、栗瘿旋小蜂和另一种小蜂被认为是比较重要的重寄生蜂,它们在有益长尾小蜂和中华长尾小蜂老熟幼虫阶段就达到了较高的寄生率,使这两种长尾小蜂产生较高的死亡率。刻腹小蜂在日本Migagi地区被记录为一种栗瘿蜂的兼性重寄生蜂。这些兼性重寄生蜂的羽化高峰要比中华长尾小蜂种群迟40多天^[9]。进一步研究重寄生蜂的种类对于更好地利用长尾小蜂进行生物防治有重要作用。

从以上的研究中,可以看到利用长尾小蜂进行生物防治是控制栗瘿蜂的有效手段,但由于兼性重寄生蜂的存在,中华长尾小蜂在日本的定殖有一定的困难,防治效果并不是很理想。所以尽量减少兼性重寄生蜂对长尾小蜂等栗瘿蜂天敌的影响,是今后努力的一个重要方向。另外,Moriya等^[11]报道有益长尾小蜂和中华长尾小蜂的F₁代也能通过人工杂交产生,并且杂交种的雌虫是可育的。但是一般来说,不同种的杂交后代是不育的,这方面还需进一步的研究。

参考文献:

- [1] Otake A. Chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae): analyses of records on cell content inside galls and on emergence of wasp and parasitoids outside galls[J]. Applied Entomology and Zoology, 1989, 24(2):193—201
- [2] 罗维德. 栗瘿蜂生物学特性观察与防治方法探讨[J]. 植物保护学报, 1980, 7(4):228—232
- [3] 罗维德. 栗瘿长尾小蜂生物学特性及寄主效能观察[J]. 植物保护学报, 1983, 10(2):126
- [4] 敖贤斌. 我国栗瘿蜂及其天敌研究[J]. 果树科技通讯, 1980, (4):17—29
- [5] 朱白玉. 上虞县栗瘿蜂寄生蜂名录初报[J]. 浙江森林病虫, 1988, (1):25—26
- [6] 村上阳三,志村勋. 河北果树中栗瘿蜂的寄生蜂[J]. 植物防疫, 1980, 34(1):17—20
- [7] Murakami Y. Ecotypes of *Torymus (Syntomaspis) beneficus* Yasumatsu et Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) with different seasonal prevalences of adult emergence[J]. Applied Entomology and Zoology, 1988, 23(1):81—87
- [8] Murakami Y, Tokuhisa E. Behavioural sequences of oviposition and host-feeding *Torymus (Syntomaspis) beneficus* Yasumatsu et Kamijo (Hymenoptera: Torymidae), a native parasitoid of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) [J]. Applied Entomology and Zoology, 1985, 20(1):43—49
- [9] Murakami Y, Ohkubo N, Moriya S, et al. Parasitoids of *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) in South Korea with particular reference to ecologically different types of *Torymus (Syntomaspis) sinensis* (Hymenoptera: Torymidae) [J]. Applied Entomology and

- Zoology, 1995, 30(2) : 277-284
- [10] Otake A. Comparison of some morphological characters among two strains of *Torymus beneficus* Yasumatsu et Kamijo and *T. sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) [J]. Applied Entomology and Zoology, 1987, 22(4) : 600-609
- [11] Izawa H, Osakabe M, Moriya S. Isozyme discrimination between an imported parasitoid wasp, *Torymus sinensis* Kamijo and its sibling species, *T. beneficus* Yasumatsu et Kamijo (Hymenoptera: Torymidae), attacking *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) [J]. Jap J Appl Entomol Zool, 1992, 36:58-60
- [12] Toda S, Miyazaki M, Osakabe M, et al. Occurrence and hybridization of two parasitoid wasps, *Torymus sinensis* Kamijo and *T. beneficus* Yasumatsu et Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) in the Oki islands [J]. Applied Entomology and Zoology, 2000, 35 (1) : 151-154
- [13] Yara K, Yano E, Sasawaki T, et al. Detection of hybrids between introduced *Torymus sinensis* and native *T. beneficus* (Hymenoptera: Torymidae) in central Japan, using malic enzyme [J]. Applied Entomology and Zoology, 2000, 35(2) : 201-206
- [14] Murakami Y, Goutoku Y. A delayed increase in the population of an imported parasitoid, *Torymus (Syntomaspis) sinensis* (Hymenoptera: Torymidae) in Kumamoto, southwestern Japan [J]. Applied Entomology and Zoology, 1995, 30(1) : 215-224
- [15] Murakami Y, Goutoku Y. Colonization of the imported *Torymus (Syntomaspis) sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) parasitic on the chestnut gall wasp (Hymenoptera: Cynipidae). (5) Mortality of *Torymus* spp. by native facultative hyperparasitoids [J]. Proc Assoc Prot Kyushu, 1991, 37:194-197

A Review on Applying Chalcid Wasps for Biocontrol of *Dryocosmus kuriphilus*

ZHANG Li-li¹, XU Zhi-hong², XIE Jian-xing³

(1. Department of Plant Protection, Zhejiang University, Hangzhou 310029, Zhejiang, China; 2. Forest Insect Pest and Disease Control and Quarantine Station, Jiangshan City of Zhejiang Province, Jiangshan 324100, Zhejiang, China)

Abstract : The chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus*, a thelytokous cynipid, is one of the most serious pests of chestnut trees. Natural enemies, especially species of Torymidae, are considered as efficient biological control agents. In this article two similar parasitoids of *D. kuriphilus*, *Torymus (Syntomaspis) beneficus* and *Torymus (Syntomaspis) sinensis* (Hymenoptera: Torymidae), and the hybridization between them are described briefly. In addition, a delayed increase in the population of *T. sinensis* is also discovered. According to current study, two factors might play important roles: the low female sex ratio during several years after their releasing, and high mortality associated with the active facultative hyperparasitism.

Key words : *Dryocosmus kuriphilus*; Torymidae; hybridization; hyperparasitoid