

非稻田生境褐飞虱卵寄生蜂群落动态

毛润乾¹, 古德祥², 张古忍², 张文庆²

(1. 生物防治国家重点实验室, 广东省昆虫研究所, 广州 510260; 2. 生物防治国家重点实验室, 中山大学昆虫学研究所, 广州 510275)

摘要: 对稻田周围田埂和路边上能寄生褐飞虱的卵寄生蜂群落的动态进行了初步的研究。研究结果表明: 冬季休耕期, 卵寄生蜂群落变化趋势为先降后升; 夏季休耕期, 因为水稻收割, 部分寄生蜂迁移到田埂和路边, 卵寄生蜂数量呈直线上升趋势; 早稻生长期, 田埂和路边的飞虱卵寄生蜂的数量变化同稻田褐飞虱卵寄生蜂和褐飞虱呈正相关的关系; 晚稻移栽后, 田埂和路边上飞虱卵寄生蜂数量下降, 以后在一定的范围内波动, 晚稻后期, 数量急剧上升随后很快下降。害虫防治史影响着稻田周围生境中飞虱卵寄生蜂群落, 综防区试验田周围生境中飞虱卵寄生蜂群落的寄生蜂数量、物种丰富度、多样性指数和均匀性指数均优于非综防区。

关键词: 非稻田生境; 褐飞虱; 卵寄生蜂; 群落; 动态

Dynamics of brown planthopper egg-parasitoid community in non-rice habitats

MAO Run-Qian¹, GU De-Xiang², ZHANG Gu-Ren², ZHANG Wen-Qing² (1. State Key Laboratory for Biological Control, Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260, China; 2. State Key Laboratory for Biological Control, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract The community dynamics of egg parasitoids that could parasitize the brown planthopper in non-rice habitats such as bunds and roadside vegetation were studied. They were found to fluctuate quantitatively dropping and rising during overwintering, and affected by rice harvesting during the fallow after the first season rice. The dynamics of the communities were positively related to the number of the hopper egg parasitoids and rice planthopper in rice field during the first season rice growth period. The number of the communities decreased after the second season rice transplanted, then fluctuated within a certain range, increased then fell down greatly before harvesting. The communities were also found to be affected by the strategy of pest control during both fallow and rice growing period. The number of parasitoids, the species richness, the community diversity and the evenness indices of the communities from IPM rice field were always superior to those communities from non IPM rice field.

Key words: non-rice habitat; rice planthopper; egg parasitoid; community; dynamcis

文章编号: 1000-0933(2001)05-0942-06 中图分类号: Q 968.1 文献标识码: A

农业生态系统是指以作物为主的生态系统, 就生活在该系统中的节肢动物生境而言, 包括两个组成部分: 作物生境和周围的非作物生境。Liss 等将非作物生境中的节肢动物群落定义为作物生境中节肢动物的种库 (Species pool)^[1]。种库中的天敌, 无论捕食性还是寄生性, 其多样性的恢复和利用对作物害虫的持续控制具有重要的作用。稻田生态系统是一种典型的作物生态系统, 它包括稻田和非稻田生境两部分, 其中非稻田生境包括稻田周围的田埂、路边杂草地、沟渠、蔬菜地和果园等等。一些研究发现, 非稻田生境中的天敌同稻田害虫消长关系密切, 水稻生长期, 可以提供一定数量的天敌迁移到稻田中对害虫起控制作用,

基金项目: 国家自然科学基金 (39770514) 和国家自然科学基金重点资助项目 (39830040)

收稿日期: 1999-07-28; 修订日期: 2000-11-30

作者简介: 毛润乾 (1968~), 男, 湖北人, 硕士, 助理研究员。从事昆虫生态和植物保护的研究与开发。

水稻收割后, 部分天敌迁移到稻田附近, 越冬或渡过休耕期^[1-11]。因此, 研究非稻田生境中的天敌群落, 对害虫的持续控制和预防害虫的暴发有非常重要的理论和实践意义。

田埂杂草上的昆虫群落在稻田生态系统中的重要性, 目前已得到普遍认同。田埂上的蜘蛛^[7-10]、赤眼蜂^[11]和缨小蜂^[4-6]等天敌已有一些研究结果, 但群落水平的研究还很少。张古忍和邱道寿等人研究报道了大沙镇稻田捕食性节肢动物群落的种库和群落的重建^[8,9], 俞晓平的调查表明, 稻田周围非稻田生境中禾本科杂草上的一些飞虱, 如黄脊飞虱 *Toya* spp. 和 *Tagosodes pusanus*, 在水稻生长期和休耕期均能有效地保护稻飞虱和稻叶蝉的寄生性天敌或使其数量增加^[4]。为进一步阐明稻田周围生境中天敌的生态学问题, 本文以能寄生褐飞虱卵的寄生蜂为研究对象, 研究了稻田周围田埂和路边寄生性天敌群落的动态(稻田褐飞虱卵寄生蜂群落结构与动态另文发表)。

1 材料与方法

1.1 试验地点和试验时间

自 1995 年 12 月至 1996 年 11 月在广东省四会市大沙镇和鼎湖区农科所各选稻田一块, 面积分别约为 1600m²、700m²。大沙镇位于北纬 23°19', 东经 112°40', 处于广东省的西、北绥三下游围田地区, 鼎湖区距大沙 20km 左右, 所处纬度相近, 气候条件及耕作制度没有明显的差别。

两试验地的稻田周围田埂和路边上禾本科杂草主要种类有狗牙根 *Cynodon dactylon* L. (Pers.)、假稻 *Leersia hexandra* Swartz var. *japonica* Hack.、两耳草 *Paspalum conjugatum* Bergius 等。不同之处在于鼎湖区试验田, 周围禾本科杂草数量及其覆盖度优于大沙; 大沙镇 20 多年来实行以生物防治为主的害虫综合治理策略, 水稻生长期不施农药, 鼎湖区为化学防治, 农药使用的种类、数量和次数由当地农民自己决定。

调查时间 冬季休耕期内, 从水稻收割第 2 天开始, 至翌年早稻移栽的前 1 天止, 每隔 15~25d 调查 1 次。夏季休耕期内, 从早稻收割第 2 天开始, 至当年晚稻移栽的前 1 天止, 每周调查 1 次。水稻生长期, 从水稻移植后第 1 天开始, 每 4d 调查 1 次, 调查 5~6 次后, 改为 7~10d 调查 1 次, 至水稻收割前结束。

1.2 实验方法

收集寄生蜂的主要器材有养虫笼、试管、指形管、75% 酒精、注射器等。养虫笼为硬度适中的透明树脂胶制成, 圆锥形, 高 0.5m, 下底开口, 直径约 24cm, 中部开有两个 10cm × 10cm 的纱窗, 上底直径 10cm, 上底盖有玻璃漏斗, 接缝处和漏斗管开口用棉花密封。

每次调查时, 在田埂、路边上各选 5~10 个点, 每样点面积约 0.5m², 正方形。采样时, 连根铲取杂草, 分出 50 茎禾本科杂草, 连同根部泥土一起带回实验室。

将采到的禾本科杂草, 分别用土栽培在不同的黑色胶袋中, 将黑色胶袋套住养虫笼下底部, 从窗口洒水, 保持湿润即可。寄生蜂具趋光性, 羽化后, 因下部胶袋黑色而集中于养虫笼的上部。收集时, 去掉漏斗口的棉花, 套上试管, 利用寄生蜂的趋光性将其集中于试管中, 封住试管口, 注入酒精, 用 75% 酒精将其保存在指形管中。鉴定寄生蜂标本, 记录不同样方禾本科杂草上飞虱卵寄生蜂的种类和数量。

1.3 数据分析

用单位样方寄生蜂个体数量、物种丰富度 (S)、Shannon-Wiener 的物种多样性指数 (H') 和均匀性指数 (J') 作为群落的衡量指标^[12]:

$$S = \text{物种数}$$

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \quad \text{其中: } P_i = N_i / N$$

$$J' = H' / H'_{\max}$$

式中, N_i 为第 i 种个体数; N 为群落总个体数, H'_{\max} 为 H' 的最大理论值, 即假定群落内各个物种以相同的比例存在时的 H' 值。

本文应用 T^2 -检验比较分析不同群落的差异显著性。 T^2 -检验是多元统计中常用的一种差异显著性检验法, 它既可以综合分析群落各个分量指标, 对群落进行综合评价, 还可以对动态变化的参数进行显著性

检验^[13, 14]。

2 结果与分析

2.1 不同季节综防区群落动态变化

2.1.1 休耕期 冬季休耕期, 卵寄生蜂数量上呈先下降后上升的变化趋势(图 1A, 图 2A)。这可能主要是受气温的影响, 冬季气温降低, 卵寄生蜂数量逐渐减少; 春天气候变暖, 飞虱卵寄生蜂数量上升。

夏季休耕期则不同, 早稻收割后, 稻田生态系统原有的平衡遭到破坏, 部分飞虱卵寄生蜂转移到稻田周围的田埂和路边上, 田埂和路边的稻虱卵寄生蜂呈明显上升趋势(图 1A, 图 2A)。

这些卵寄生蜂构成了褐飞虱卵寄生蜂群落, 整个群落的物种丰富度、多样性指数和均匀性指数的变化规律同寄生蜂的数量变化大致相同(图 1, 图 2, B~D)。

2.1.2 水稻生长期 早稻生长前期, 大沙镇田埂和路边杂草上飞虱卵数量较少, 因而稻虱卵寄生蜂数量也较少。随着水稻的生长, 稻田生态系统中禾本科杂草和水稻生物量增加, 田埂和路边上飞虱数量以及稻田稻飞虱数量增多, 非稻田生境中飞虱卵寄生蜂数量随之增加(图 1, 图 2)。后期, 水稻老熟, 稻田飞虱卵寄生蜂和褐飞虱数量下降, 田埂和路边上飞虱卵寄生蜂数量亦呈下降趋势。相关分析表明, 田埂飞虱卵寄生蜂群落的个体数动态变化同稻田飞虱卵寄生蜂群落以及稻田褐飞虱发生各虫态总数量表现出同步相关的关系, 相关系数分别为 0.799 和 0.838; 路边亦表现出一定的相关关系, 相关系数分别为 0.522 和 0.377, 相关程度比田埂小。

晚稻移栽后, 大沙镇稻田周围田埂和路边上飞虱卵寄生蜂数量先下降, 然后在一定的范围内波动, 晚稻后期, 数量急剧上升随后很快下降(图 1A, 图 2A)。物种丰富度、多样性指数和均匀性指数变化规律相似(图 1, 图 2, B~D)。

2.2 不同季节非综防区群落动态变化

冬季休耕期、夏季休耕期和早、晚稻生长期, 鼎湖区田埂和路边上飞虱卵寄生蜂群落的动态变化规律同综防区相似(图 1, 图 2), 但寄生蜂数量(图 1A, 图 2A)、物种丰富度(图 1B, 图 2B)、群落多样性指数(图 1C, 图 2C)均小于大沙镇, 均匀性指数(图 1D, 图 2D)较不稳定。

非综防区中田埂寄生蜂群落在早稻生长前期, 寄生蜂数量、物种丰富度、群落多样性指数、均匀性指数 3 次为 0(图 1A~D); 在晚稻生长前期, 亦有 1 次下降为 0(图 1A~D)。

非综防区中路边寄生蜂群落在早稻生长期, 4 种特征参数仍不为 0; 在晚稻生长中期, 水稻移栽后的第 28 天至第 55 天均为 0(图 2A~D)。

2.3 不同害虫防治策略对群落的影响

个体数、物种丰富度(S)、群落多样性指数(H')、均匀性指数(J')从不同角度反映群落的内部特征。将综合反映这 4 种参数的特征值用 T^2 -检验综合分析两试验田中飞虱卵寄生蜂群落的差异性(表 1), 结果表明, 大沙镇和鼎湖区之间田埂和路边稻虱卵寄生蜂群落差异显著。休耕期和早、晚稻期, 大沙镇田埂和路边中飞虱卵寄生蜂群落的物种丰富度、数量、多样性指数比鼎湖区的高, 均匀性指数比鼎湖区的稳定。

表 1 非稻田生境中飞虱卵寄生蜂群落之间 T^2 检验值(1995~1996, 大沙镇和鼎湖区)

Table 1 T^2 values for BPH egg parasitoid communities between Dasha and Dinghu (1995~1996)

		冬季休耕期	早稻期间	夏季休耕期	晚稻期间
		Overwintering period	The first season rice	Fallow after the first season rice	The second season rice
田埂 Bunds	T^2 值 T^2 value	24.33*	23.14**	138.90*	14.67*
路边 Roadside	T^2 值 T^2 value	39.30*	14.78*	154.75*	26.77**
	$T_{0.05}^2$ 值	23.54	11.92	114.96	12.13
	$T_{0.01}^2$ 值	44.86	17.83	595.02	18.27

* 差异显著, ** 差异极显著

3 讨论

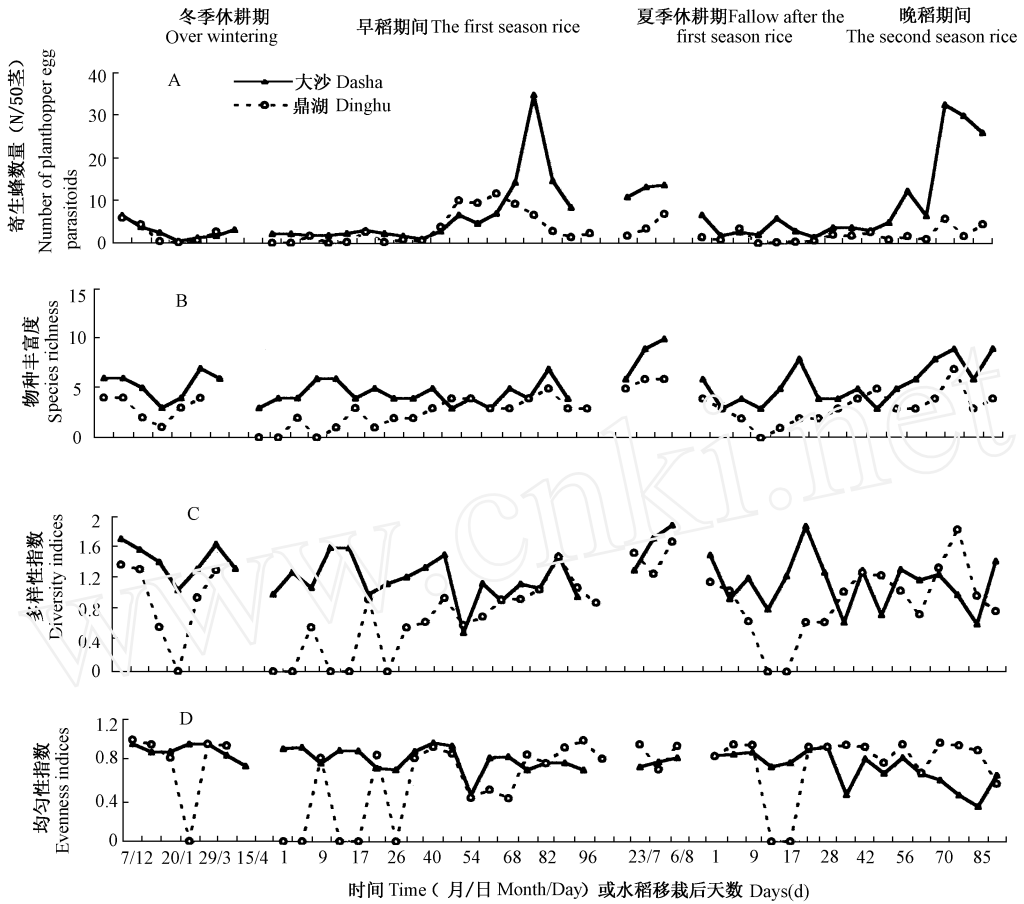


图 1 田埂上飞虱卵寄生蜂群落动态变化(1995~ 1996, 大沙镇和鼎湖区)

Fig 1 Dynamics of egg parasitoid communities on bunds (1995~ 1996, Dasha & Dinghu)

A: 寄生蜂数量 Number of planthopper egg parasitoids B: 物种丰富度 Species richness

C: 多样性指数 Diversity indices D: 均匀性指数 Evenness indices

3 1 调查结果表明, 稻田生态系统中的能寄生褐飞虱卵的寄生蜂都属于缨小蜂科和赤眼蜂科两个科的 7 个属, 共有 20 种^[5]。本文的研究也是在此基础上进行的。冬季休耕期, 卵寄生蜂数量变化可能主要受气温的影响; 夏季休耕期, 群落主要受耕作措施的影响, 水稻收割破坏了稻田生态系统原有的平衡, 部分飞虱卵寄生蜂转移到稻田周围生境中, 数量变化呈明显的上升趋势。

3 2 水稻生长期间, 种库中飞虱卵寄生蜂群落除受禾本科杂草数量和种类影响外, 同时稻田飞虱数量相关, 相关系数田埂达 0.799 以上, 路边相关程度比田埂小, 最高为 0.522, 这可能是田埂同稻田距离近, 而路边相对较远的缘故。稻田生态系统中, 田埂和路边等非稻田生境中的天敌群落可以为稻田提供天敌, 增加稻田中天敌对害虫的控制效能。此结果表明, 种库中飞虱卵寄生蜂群落同时受禾本科杂草数量、种类、稻田飞虱和稻田飞虱卵寄生蜂的影响。

决定和影响非稻田生境中飞虱卵寄生蜂的因素除禾本科杂草种类与数量、物种竞争能力、物种对寄生的选择性和个体发育史外^[15-17], 本文研究结果还表明: 害虫防治历史、气候因子等都对群落有明显的影响。鼎湖区同大沙镇地理位置相近, 气候条件大致相同, 同时鼎湖区田埂和路边禾本科杂草种类和数量均比大沙镇多, 飞虱卵寄生蜂群落的各个特征数应该比大沙镇的好。但 T²-检验的结果却显示出与此原理相悖的结论。主要原因可能是害虫防治历史严重地影响群落的结构及其动态, 大沙镇 20 多年来坚持以生物防治

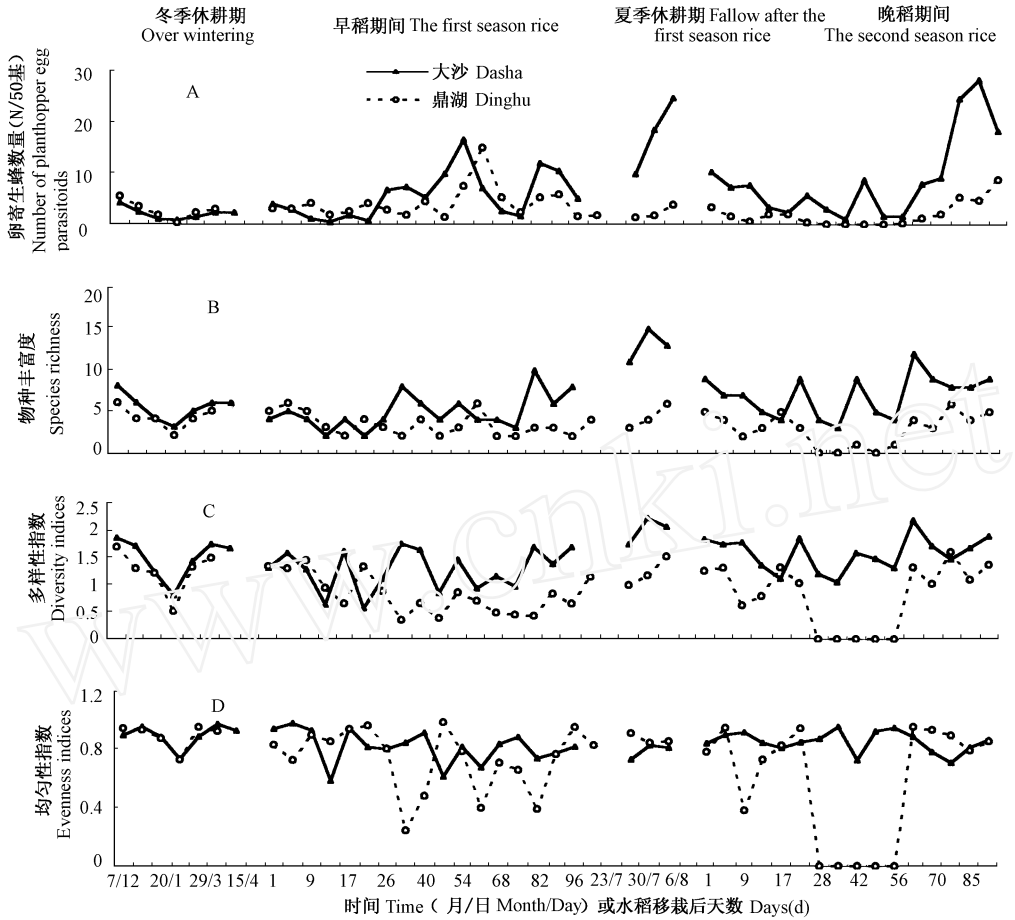


图 2 路边上飞虱卵寄生蜂群落动态变化(1995~ 1996, 大沙镇和鼎湖区)

Fig 2 Dynamics of egg parasitoid communities on roadside vegetations(1995~ 1996,Dasha & Dinghu)

A: 寄生蜂数量 Number of planthopper egg parasitoids B: 物种丰富度 Species richness
 C: 多样性指数 Diversity indices D: 均匀性指数 Evenness indices

为主的水稻害虫综合防治策略, 减少了化学农药的使用, 有效地保护了天敌和环境, 同时也很好地保护了稻田周围生境中的天敌库, 因而大沙镇试验田田埂和路边褐飞虱卵寄生蜂群落优于鼎湖区。此结果也同张古忍等和 Qiu 等研究捕食性天敌种库结果相似^[8,9]。

3.3 农药的使用和农田耕作常常破坏天敌和害虫之间的平衡, 造成农田生态系统的不稳定, 这时非作物生境对保护天敌尤为重要^[17,18]。这在本文中再一次得到证明: 虽然鼎湖区非稻田生中飞虱卵寄生蜂群落的动态变化规律同综防区相似, 但寄生蜂数量、物种丰富度、群落多样性指数均小于大沙镇, 其主要原因可能就是化学农药的干扰, 作物生态系统不平衡, 从而导致寄生蜂群落不稳定。另外, 非综防区中田埂寄生蜂群落在早稻生长前期, 寄生蜂数量、物种丰富度、群落多样性指数、均匀性指数等参数 3 次为 0, 晚稻生长前期, 亦有 1 次下降为 0, 均与农田喷杀杀虫剂、除草剂和田埂灭鼠有关, 晚稻生长中期, 水稻移栽后路边寄生蜂群落在第 28 天至第 55 天均为 0, 也是因为路边使用除草剂使路边杂草种类和数量减少(图 2A~D)。这说明非稻田生境中卵寄生蜂群落受化学农药和农田耕作影响严重。

3.4 非作物生境中植被多样性高于作物生境, 可以为捕食性和寄生性天敌提供丰富的食物、寄主和栖息地。王野岸等人的研究结果表明, 稻田周围禾本科杂草上的飞虱卵可以作为稻虱缨小蜂、长管稻虱缨小蜂和拟稻虱缨小蜂的越冬寄主^[5~7,15~17]; 俞晓平证明缨小蜂 *A.nagrus* spp. 和寡索赤眼蜂 *O.ligosa* spp. 在水

稻休耕期可迁移到稻田周围的禾本科杂草上, 寄生禾本科杂草上的飞虱卵, 水稻移栽后又迅速迁回稻田寄生褐飞虱卵。因此保留禾本科杂草, 增加非稻田生境植被多样性有利于水稻的生长和天敌的保护利用^[4]。

3.5 IPM 策略是要保护天敌, 使天敌的自然控制作用能最大限度地发挥, 从而实现作物害虫的持续控制, 通常包括生物防治、农业防治、物理防治和选择性农药的化学防治等方法。这些方法只有在良好的生态系统中才能更充分体现出优越性。营造复合农田生态系统, 应用生境调节技术, 增加农田系统中生物的多样性, 不仅可以合理利用资源, 还可以为天敌提供更多的生存空间, 使天敌的多样性得以恢复和提高, 因此创造和谐的农田生态环境, 是实施 IPM 的前提。

参考文献

- [1] Liss W L, Gut L J, Westigard P H, *et al* Perspectives on Arthropod Community Structure, Organization and Development in Agricultural Crops *Ann. Rev. Entomol.*, 1986, **31**: 455~ 478
- [2] 庄西卿 稻田田埂昆虫群落与田埂杂草关系研究 *生态学报*, 1989, **9**(1): 35~ 40
- [3] 杨金生, 等 生态环境对病虫天敌与天敌种类数量变化的综合效应 *江苏农业科学*, 1992, (4): 26~ 29
- [4] 俞晓平 非稻田生境对农业害虫及其天敌的影响 *中国生物防治*, 1996, **12**(3): 130~ 133
- [5] 毛润乾, 古德祥, 张文庆, 等 稻田生态系统中褐飞虱卵寄生蜂的种类 *昆虫天敌*, 1999, **21**(1): 45~ 47
- [6] Chappini E, Lin N Q. *Anagrus* (Hymenoptera: Mymaridae) of China, with descriptions of nine new species *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 1998, **91**(5): 549~ 571
- [7] 陈常铭 稻田害虫天敌昆虫资源, 长沙: 湖南科学技术出版社, 1982
- [8] 张古忍, 古德祥, 张文庆 稻田捕食性节肢动物群落的种库与群落的重建 *中国生物防治*, 1997, **13**(2): 65~ 68
- [9] Qiu D S, Gu D X, Zhang W J, *et al* The effects of species pools on the community reestablishment of predatory arthropods in rice fields *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1998, **37**(5): 70~ 73
- [10] 张文庆, 张古忍, 古德祥, 等 稻田生境调节和捕食性天敌对稻飞虱的控制作用 *生态学报*, 1998, **18**(3): 283~ 288
- [11] 林乃铨 闽北稻田赤眼蜂发生动态调查 *福建农学院学报*, 1981, (3): 41~ 49
- [12] Odum E P 著 孙儒泳, 等译 *生态学基础* 北京: 人民教育出版社, 1981. 245~ 250
- [13] 宋心远, 廖红文 T^2 检验及其在生态学上的应用 *昆虫天敌*, 1996, **18**(4): 155~ 158
- [14] 张尧庭主编 *多元统计分析引论* 北京: 科学出版社, 1983
- [15] 王野岸, 庞雄飞 稻虱缨小蜂寄主范围调查 *昆虫天敌*, 1986, **8**(4): 225~ 229
- [16] 祝增荣, 程家安, 陈 琇 稻虱缨小蜂的寄主选择性和适宜性 *昆虫学报*, 1993, **36**(4): 430~ 436
- [17] 罗肖南, 卓文禧 稻田飞虱与天敌数量消长关系及其自然控制作用考查 *昆虫天敌*, 1986, **8**(2): 72~ 79.
- [18] Heong K L, *et al* Population dynamics of plant and leafhoppers and their natural enemies in the rice ecosystems in the Philippines *Crop Protection*, 1992, **11**(4): 371~ 375.
- [19] Altier M H. Biodiversity and pest management in agroecosystem. *Food Products Press New York*, 1994
- [20] Way M J, Heong K L. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice—a review. *Bull. Entomol. Res.*, 1994, **84**: 567~ 587.