


 专论与综述

灰飞虱种群暴发成灾原因剖析*

刘向东^{1**} 翟保平¹ 刘慈明²

(1. 南京农业大学植保学院 南京 210095; 2. 湖南安乡县农业局 常德 415600)

Outbreak reasons of *Laodelphax striatellus* population. LIU Xiang-Dong^{1**}, ZHAI Bao-Ping¹, LIU Ci-Ming² (1. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Agricultural Bureau of Anxiang County, Hunan Province, Changde 415600, China)

Abstract As the most important vector of some plant virus transmission, the populations of small brown planthoppers (SBPH), *Laodelphax striatellus*, were trended to increase in recent years, and it caused serious damage to rice plant. There are some physiological and ecological bases for the outbreak of this pest. So some outbreak reasons of the SBPH populations were analyzed and reviewed. The higher stress resistance and polymorphism of the population increased the survival probability, and the infection of symbiotes bacteria resulted in the higher fecundity. Additionally, the warm winter, the higher temperature in spring and the reduced rainfall increased the survival and development rate of the SBPH populations. And the various planting patterns in the recent years improved the transformation routes of *L. striatellus* from wheat to paddy fields. Moreover, the resistance of *L. striatellus* to pesticides and the susceptibility of rice plants to *L. striatellus* made the population size increase quickly. The interaction of these factors led to the population outbreak. In addition, the urgent issues of the mechanisms of population outbreak and forecast of *L. striatellus* were also discussed.

Key words *Laodelphax striatellus*, population outbreak, reasons of outbreak

摘要 灰飞虱 *Laodelphax striatellus*(Fallén)作为多种植物病毒病的传毒介体,近年来发生数量呈逐年锐增态势,给水稻生产造成了严重的损失。研究表明,灰飞虱种群的暴发有其生理生态基础。种群具有的强抗逆能力和多态现象增加了种群在各种环境条件下的存活机会;体内共生菌的感染增大了种群的繁殖力。暖冬及春季偏高气温与偏少降雨使种群的存活率提高、发育加速;免耕及种植方式的多样性,使得灰飞虱种群从麦田等地转移到稻田的桥梁质量提高、数量增多;种群抗药性的产生与抗性水平的提高,造成主要药剂对灰飞虱防效的下降,致使种群始终处于高数量水平;同时,承灾体水稻抗虫能力的脆弱,最终触发灰飞虱种群的大暴发与成灾。近年灰飞虱的大发生是种群内外多种因素共同作用的结果。另外,文中还对灰飞虱种群暴发成灾及测报中急需解决的问题进行了讨论。

关键词 灰飞虱,种群暴发,成灾原因

灰飞虱 *Laodelphax striatellus*(Fallén)广泛分布于东亚、东南亚、欧洲和北非等地,我国以长江中下游和东北稻区发生较多。灰飞虱能取食或为害水稻、小麦、大麦、玉米、高粱、甘蔗、看麦娘、稗草、李氏禾和双穗雀稗等多种禾本科植物,并且能传播多种病毒病,造成病害的普遍流行^[1]。2000年以来,由灰飞虱传播的水稻条纹叶枯病在江淮稻区发生日益严重,2004年出现

了部分田块因条纹叶枯病为害而绝收,以及5、6代灰飞虱发生量特高并聚集于水稻穗部取食,造成稻穗发黑发霉,严重影响水稻灌浆结实的现象^[2]。目前,对高龄灰飞虱以及其传播的水稻条纹叶枯病尚无很好的防治药剂。因此,

* 国家“十五”攻关项目(2001BA50PB01-3)

** E-mail: liuxd@niau.edu.cn

收稿日期 2005-04-07, 修回日期 2005-06-28

进行灰飞虱种群暴发成灾规律研究,探索有效的灰飞虱发生期与发生量的中长期预测方法,指导灰飞虱及其所传病毒病的防治,显得尤其重要和紧迫。本文综述了近年来国内外有关灰飞虱的研究进展,分析引起灰飞虱种群暴发成灾的种群内外原因,最终为灰飞虱及其传播的病毒病提供预测或防治策略上的指导。

1 灰飞虱成灾的内因分析

1.1 生物学特性

灰飞虱的越冬场所及寄主植物较为多样,能在麦、紫云英、蚕豆、胡萝卜、野苳白和芫荽等植物上,以及田埂、荒地、沟渠边及路旁杂草丛中以休眠或滞育方式进行越冬^[3-5]。灰飞虱寄主较多,不同地区已查明的寄主植物均在10种以上,主要为水稻、小麦、玉米、高粱、糜子、谷子、看麦娘、稗草和赖草等作物或杂草,并且以小麦和水稻上发生最重^[3,6,7,50]。在宁夏越冬代成虫不在小麦上产卵,而是羽化后相继飞到水稻上产卵^[4],因此水稻成了越冬代成虫及1代灰飞虱的主要承载体。如果水稻感虫生育期与灰飞虱越冬代成虫高峰期相吻合,水稻将受到灰飞虱及虱传病毒病的严重危害。灰飞虱的越冬虫态为2~5龄若虫,并且以4龄为主,而成虫不能正常越冬^[4,6-10,51]。灰飞虱能以休眠或滞育状况进行越冬^[4,10],也能继续取食发育,无明显的越冬阶段,如在江苏南部灰飞虱越冬期并不休眠,仅在-3℃且持续时间较长时才产生麻痹冻倒现象,但冻倒若虫大部分能复苏^[3];天津灰飞虱越冬期间的活动与温度有关,随温度变化,越冬若虫逐渐向地表集中^[7]。韩国庆尚南道省东部密阳县的灰飞虱越冬若虫的体重在12~4月间不断增加,无休眠或滞育越冬习性^[9]。

灰飞虱种群的抗逆性较强,具有一定的耐高温、抗低温和耐饥饿能力。在上海,灰飞虱3龄和4龄越冬若虫的过冷却点分别为-7.2℃和-7.8℃,均比非越冬虫龄(态)1龄、2龄、5龄和成虫的过冷却点低2~4℃^[11]。3龄若虫在0~-4℃低温条件下持续720 min无冻倒现象,

而持续1200 min冻倒率仅为14.3%,且冻倒者均能复苏^[3]。由此看出,江淮稻区冬季的低温对灰飞虱种群的存活不会有太大的影响。灰飞虱的最适生长温度为25~28℃,卵和若虫在15~25℃下发育速率随温度的上升而直线加快,但在日均温超过29℃或极端高温达35℃时,若虫历期延长,甚至发生滞育和死亡情况^[3,12]。不过,灰飞虱耐高温能力也明显比褐飞虱*Nilaparvata lugens*及白背飞虱*Sogatella furcifera*强^[13,14]。灰飞虱的繁殖对温度的反应较为敏感,虽然17℃不影响成虫的交配成功率,但高于或低于25℃时产卵量均显著下降^[11,15],25℃为灰飞虱的最适产卵温度。当气温升至31~35℃时,灰飞虱就停止取食进入滞育越冬;而当气温降至10℃以下时灰飞虱开始越冬,灰飞虱越冬后的虫量是越冬虫量多少的决定因素^[16]。因此,灰飞虱种群的越冬存活率直接影响当年秋季及来年种群的数量,它与灰飞虱种群的暴发成灾有着重要的关系。不过,目前对灰飞虱的越冬规律还研究较少,有关越冬过程中休眠或滞育产生及解除条件、越冬存活率等还有待于进一步研究。

在无食料条件下武昌地区灰飞虱若虫能存活1~2 d,成虫可存活2~3 d(最长可达8.6 d),并且开始产卵的雌虫耐饥力最强^[6]。天津地区灰飞虱成虫的耐饥力平均为2代4.8 d,3代4.0 d,4代为12 d^[7]。灰飞虱喜欢生长在比较潮湿的生境中,卵发育的前、中期耐浸水力较强,浸水5 d后卵完好率分别在60%和50%左右,但卵后期耐浸水力较弱,浸水1 d则卵完好率降至50%左右^[11]。

灰飞虱种群的这些生物学特性表明,该种群有较为广阔的适生范围,影响种群数量的主导因子很可能是一些生物因素(如天敌、人为的农事操作等)和影响繁殖力的因子(如高温)等。不过,这还需实验数据的证实。

1.2 种群多态性

种群分化是种群对不同环境条件产生的一种适应性对策。灰飞虱种群存在明显的种群分化而呈现出了多态性,如翅型、体色、滞育和发

育速率等特征的多型现象。灰飞虱成虫有短翅和长翅 2 种类型,短翅型雌虫的产卵量高于长翅型^[7,11]。灰飞虱越冬代以长翅型为主,这使其越冬后找到适宜寄主的可能性大大增加,而其它代代则以短翅型为主^[17],从而充分发挥短翅型的生殖优势,使得种群数量迅速增加。不过,在食料恶劣情况下,无论长翅和短翅型成虫,其繁殖的后代均为长翅型^[6]。

有关灰飞虱种群的滞育国内研究甚少。在日本的大部分地区,灰飞虱滞育对光周期的反应具有可塑性,种群中存在 3 龄滞育型和 4 龄滞育型个体,且滞育由低温下的短日照所引起。经 7 代筛选就可得到 3 龄滞育型(H3)和 4 龄滞育型(H4)。在筛选 H3 的第 6 代和第 7 代中有 2% 的个体在 8~9 h 光照下 2 龄时进入滞育。经筛选后,引诱 3 龄滞育的光照时间增长,而引诱 4 龄滞育的光照时间缩短^[10]。这种滞育虫期的可塑性有利于种群适应变化多端的环境条件。当外界环境条件(如气温)发生突如其来的恶劣变化时,种群中总有部分个体能发生滞育而保存下来。不过,越夏期间高温下的长光照滞育,目前尚无研究报道,值得研究。

在短日照下,灰飞虱种群若虫的发育速率存在分化,这种分化有一定的选择响应。在 LD12:12, 25℃ 下发育推迟型(DD)、发育正常型(ND)及不选择种群的后代,其发育推迟比率分别为 33.7% 和 24.7%, ND 型后代的发育推迟比率显著低于筛选种群 DD 及未筛选种群。发育推迟个体比率与若虫密度及翅型有关,若虫密度增大后,发育推迟率增大。长翅型和短翅型个体分别筛选 15 代后,发育推迟率长翅型显著高于短翅型^[18]。发育速率的分化很可能与其滞育越冬特性有关,因为滞育只有在敏感虫龄接受到了临界光周期的刺激后才发生,而发育速率的推迟无疑增加了敏感虫龄感受到临界光周期刺激的机会。

灰飞虱种群翅型、滞育及发育速率的分化,增强了灰飞虱种群适应各种环境条件和利用可获得性资源的能力。无论在何种条件下,种群中总有适应条件的个体,以保持种群的繁衍。

值得探讨的是,在耕作制度及全球气候发生了明显变化的今天,灰飞虱的种群结构是否发生了显著的变化?如果种群结构发生了变化,这些变化是否为触发近年灰飞虱种群暴发的原因?

1.3 种群的地理分化。

灰飞虱在我国高寒地区可顺利越冬^[8],它不需进行长距离的扩散迁飞就可保证种群的繁衍。用等位酶位点多态性及种群感染 *Wolbachia* 的比率分析得出,在日本灰飞虱种群存在显著的地理分化,其西南和东北区域内的灰飞虱基本不进行交流^[19,20]。利用 RAPD 方法对云南楚雄、沈阳和日本东京三地区灰飞虱种群进行基因组多态性分析发现,3 个不同地区间的灰飞虱存在差别,其中东京与楚雄种群之间的差异较大。另外,同一地区内的灰飞虱个体也存在一定的差别,并以楚雄种群个体间的差异最大,东京的最小。不过,这些差异尚未发展到显著水平。由此说明,这些地区的灰飞虱种群正处于分化之中^[21]。对北京、福建、海南、辽宁、四川、上海、云南、宁夏和日本东京 9 个灰飞虱地理种群进行 RAPD 多态性分析得出,9 个地区的灰飞虱可聚为 2 簇,宁夏和东京为簇 1,其它区域为簇 2。在簇 2 中又可聚为南方种群(海南、云南、福建和四川)和北方种群(北京、辽宁和上海)两类。同时,宁夏和东京种群的 *Wolbachia* 检测均为阴性,而其它地区为阳性的结果^[22],更进一步印证灰飞虱种群已存在地理上的分化。近年来灰飞虱种群呈区域性的暴发成灾态势,这很可能与种群适应了该区域环境条件,形成了地理种群有关。不过,地理种群的分化程度与种群暴发间的关系还需进一步研究。以便为灰飞虱的区域性测报提供指导。

1.4 灰飞虱体内的共生菌

灰飞虱体内广泛存在着多种共生菌,如 *Wolbachia* 和类酵母菌等^[23~25]。灰飞虱体内共生菌能明显提高种群的生殖及对寄主利用的能力^[26~28]。*Wolbachia* 可提高灰飞虱宿主的生殖力,其子代数显著增多^[26]。研究表明感染 *Wolbachia* 的灰飞虱体内共生菌的浓度较高^[29],

但高温条件下,由于昆虫发育时间减短,会引起灰飞虱成虫体内 *Wolbachia* 密度的下降,持续高温还可能导致 *Wolbachia* 从虫体内消失^[30]。在自然条件下,感染 *Wolbachia* 的种群能不断取代未感染的种群^[31]。不同地区灰飞虱感染 *Wolbachia* 共生菌的比率不同,辽宁、北京、上海和云南种群感染率接近 100%,四川为 59.6%,而宁夏为 0%^[24]。灰飞虱脂肪体内存在类酵母型共生菌(yeast-like symbionts, YLS),该共生菌能通过卵传给后代^[25]。YLS 可为灰飞虱提供维生素 B 和固醇等营养物质^[27, 28, 32],从而提高了灰飞虱对不同寄主的利用水平,增强了其在不同环境条件下的存活机率。不过,目前有关灰飞虱体内共生菌与种群增长间的关系,以及近年灰飞虱种群的暴发成灾是否因种群中 *Wolbachia* 感染率的提高有关,还需要进一步证实。因此,有关共生菌对灰飞虱种群增长以及灰飞虱传毒能力的作用是今后研究的重点。

2 灰飞虱成灾的外因分析

影响灰飞虱种群数量变化的外在因子有许多,其中以气候、药剂、作物抗性、耕作制度及天敌为主。不过,目前对灰飞虱暴发成灾多认为是气候与耕作制度适合于灰飞虱的生存与繁殖所致^[33-35]。

2.1 气候条件

气候条件对灰飞虱种群暴发的影响不可忽视,大尺度的全球气候变暖所致的暖冬和春季温度升高,有利于灰飞虱种群的生存和安全越冬,同时也加快了灰飞虱种群的发育速率,使得发生期提早^[3, 36, 37],迁入稻田时与水稻敏感生育期相吻合,从而造成大发生。江苏苏州地区 2000~2003 年冬季(12 月中旬~2 月上旬)的平均温度为 3.91~5.55℃,高于历年 0.19~1.83℃,并且 -5℃ 的极端低温很少出现,因而有利于灰飞虱越冬,由此,这几年由灰飞虱传播的水稻条纹叶枯病发生较重^[37]。浙江南部山区由灰飞虱传播的水稻黑条矮缩病在近年的暴发,也与 20 世纪 90 年代以来,该地冬季气温偏高,而夏季高温天气减少的冬暖夏凉气候,有利于灰飞

虱的越冬与越夏有关^[33]。

3 月下旬到 4 月的雨量和雨日也会影响灰飞虱越冬代向第 1 代的转化,如果此时降雨减少,将有利于灰飞虱的繁殖及卵的孵化,引起种群的暴发。江苏阜宁 2004 年 3~5 月的降雨量及雨日分别比 2003 年同期少 93.3 mm 和 22 d,比历年少 73.5 mm 和 4.3 d,而田间虫量则为 2003 年的 20~50 倍^[38]。灰飞虱在水稻大田发生数量的多少还受当年 7~9 月的高温 and 降雨量的影响^[34, 39],8 月份的高温及药剂防治使得灰飞虱虫口密度降低^[39],而 7 月份干旱以及 7~9 月降雨较少,可能使短翅型雌虫增加,从而引起猖獗^[7]。在台湾省台南地区,日均温超过 28.5℃ 持续 10 d,降雨量少于 19 mm,相对湿度超过 73%,或者是温暖干燥天气持续长于 1 月,就将造成灰飞虱的暴发^[40]。日前,有关夏季温湿度对灰飞虱种群影响的研究还较少,而越夏后虫量的多少直接关系到越冬虫口基数与质量,因此,夏季气候条件对灰飞虱种群消长的影响值得研究。

2.2 药剂及抗药性

害虫对常用药剂产生抗药性是害虫种群暴发成灾的重要原因之一。研究表明,灰飞虱已对有机氯、有机磷以及氨基甲酸酯类杀虫剂产生了不同程度的抗药性^[41]。同时,长期不接触药剂的灰飞虱对吡虫啉的敏感性也不是很高,并且室内长期筛选的灰飞虱抗性品系对吡虫啉的敏感性变差,抗性种群的 LD₅₀ 比敏感种群大 18 倍^[42, 43]。虽然,以往稻田中很少专门防治灰飞虱,但是在每年多次防治褐飞虱和白背飞虱的过程中,灰飞虱无疑会受到药剂的作用。因此,田间种群对化学药剂产生一定程度的抗性是完全可能的。在灰飞虱种群暴发原因分析时,抗药性大小是不能忽视的。作者认为,在不久的将来,定会有大量有关灰飞虱抗药性的研究报道。

2.3 作物抗性

在抗性品种上灰飞虱的存活与繁殖能力会降低。灰飞虱在抗条纹叶枯病水稻上的繁殖率仅为感病品种上的 61%~74%^[16]。从灰飞虱传

播的水稻病毒病发生情况可看出 粳稻和杂交稻发病轻,而感病的粳稻发病重。因此,目前广泛种植的粳稻品种有利于灰飞虱取食,因而造成其种群数量的大暴发。另外,目前抗灰飞虱的水稻品种还相当少^[44],并且缺乏对现有品种抗灰飞虱能力的检测。不过,转基因水稻的抗灰飞虱性已有研究,如转雪花莲凝集素(GNA)的水稻对灰飞虱的抗性得到了增强^[45],表现为灰飞虱在该种水稻上的存活率、繁殖力降低,发育推迟^[46]。由于转基因作物的生物安全问题还存在质疑,因此,对各地方常规品种进行抗灰飞虱能力的鉴定,筛选出抗虫品种,是灰飞虱种群有效治理与准确预测的重要途径,同时也可进一步探明近年灰飞虱种群暴发的原因。

2.4 种植方式

耕作制度直接影响灰飞虱的越夏与越冬,从而对种群的发生与发展。目前,种植方式多样化,为麦田灰飞虱向稻田的转移为害提供了有利的条件,从而利于灰飞虱的暴发^[36]。近年来,随着新型栽培技术的推广应用,水稻的种植方式形成了多样化模式,如麦套稻、直播稻、肥床早育、塑盘早育、手栽、机插以及抛秧等多种栽培方式,大麦茬、小麦茬、油菜茬和蔬菜茬等多种茬口同时共存。从而造成了不同种植模式下水稻落谷期和移栽期的不同,且最大相差在20 d以上。由此,灰飞虱转移到水稻上的桥梁数量增多、质量大大提高。尤其是目前推广的麦-稻-麦套种的轻型种植模式,十分有利灰飞虱的就地转移,从而造成灰飞虱的暴发^[35,47]。

另外,水稻种植时间对灰飞虱种群数量影响极为明显。研究表明,灰飞虱迁入种群的数量,早栽稻田高于迟播稻田^[48]。水稻3叶至分蘖期为灰飞虱的敏感期,如果灰飞虱扩散高峰期与水稻敏感期相吻合,则造成灰飞虱大量迁入而暴发成灾^[48,49]。近年来,灰飞虱的暴发,种植方式的变革起着相当重要的作用。因为即使在灰飞虱所需的各种生物与非生物因素均能满足的前提下,如果种植方式不能满足灰飞虱正常从冬寄主转移到水稻,那么水稻上灰飞虱种

群的基数减少,种群数量上升势必较慢,从而难以暴发成灾。

3 研究展望

害虫种群的暴发是种群内外因素共同作用后的结果。从已有研究及目前灰飞虱发生的形势分析,灰飞虱种群在近年的暴发成灾并非偶然,灰飞虱的生物学特性、种质和气候等因子均处在对灰飞虱种群发展有利的水平,预示着灰飞虱种群随时都有暴发的可能,而近年来水稻品种及种植方式的变更,加快了灰飞虱种群暴发的进程,最终酿成近几年灰飞虱数量不断上升成灾的局面。

由于灰飞虱分布与为害的特殊性,目前对其研究还多停留在发生规律及药剂防治方面,而对其暴发成灾的更深层的原因或机制还尚未完全明确。作者结合近年来灰飞虱发生情况及有关研究结果,总结了引起灰飞虱种群暴发的可能原因,认为,要想探明灰飞虱暴发成灾的根源,必须在其越冬越夏特性、种群分化(地理及抗药性分化)、体内共生菌 *Wolbachia* 的作用、扩散行为、寄主利用水平等方面进行全面而系统的研究,同时结合耕作制度与品种布局的变化,在生态系统水平上明确引起灰飞虱种群暴发成灾的原因与规律,最终达到生态调控灰飞虱的目的。

参 考 文 献

- 1 丁锦华. 农业昆虫学. 南京:江苏科学技术出版社, 1991. 203~207.
- 2 张景飞, 龚林根, 瞿燕, 屈惠良. 中国植保导刊, 2005, 25(4):39.
- 3 浦茂华. 昆虫学报, 1963, 11(2):117~136.
- 4 郝丹青, 顾才东, 洪波. 宁夏农学院学报, 1995, 16(1):74~78.
- 5 李洪山, 赵阳, 李红阳, 李慈厚. 江苏农业科学, 2004, 2:39~40.
- 6 夏温树. 昆虫学报, 1962, 11(2):105~117.
- 7 蔡邦华, 黄复生, 冯维熊, 傅亿荣, 董其芬. 昆虫学报, 1964, 11(4):552~571.
- 8 林志伟, 刘洋, 辛惠普. 黑龙江八一农垦大学学报, 2004, 16(2):15~18.
- 9 Bae S. D., Song Y. H., Park K. B. Korean J. Appl. Entomol., 1995, 34(4):321~327.
- 10 Kisimoto R. Appl. Entomol. Zool., 1989, 24(1):157~159.

11 孙兴全,吴静菊,吴爱忠,支月娥. 上海农学院学报, 2000, **18**(2):150~154.

12 Hachiya K. *Ann. Report Soc. Plant Protec. North Japan*, 1990 **41**:112~113.

13 马巨法,胡国文,程家安. 华东昆虫学报, 1998a, **7**(2):85~90.

14 马巨法,胡国文,程家安. 华东昆虫学报, 1998b, **7**(2):80~84.

15 Mishiro K., Fujisaki K., Nakasuji F. *Appl. Entomol. Zool.*, 1994, **29**(2):211~217.

16 高东明,秦文胜,龚林根,秦维勤. 植物保护, 1994, **3**:21.

17 Mori K., Nakasuji F. *Res. Popul. Ecol.*, 1990, **32**(2):279~287.

18 Mori K., Nakasuji F. *Appl. Entomol. Zool.*, 1991, **26**(4):551~555.

19 Hoshizaki S. *Biochem. Gene.*, 1997, **35**:11~12.

20 Hoshizaki S., Shimada T. *Insect Mol. Biol.*, 1995, **4**(4):237~243.

21 许骏,赵艳,吴爱忠,潘重光,曲志才等. 上海交通大学学报(农业科学版), 2001, **19**(1):20~23.

22 万由衷,曲志才,曹清玉,沈大棱. 复旦学报(自然科学版), 2001, **40**(5):535~538.

23 廖珊,康琳,陈小爱,叶鑫,李昌本. 复旦学报(自然科学版), 2001, **40**(5):539~543.

24 邓可京,杨琰云,胡成业. 复旦学报(自然科学版), 1997, **36**(5):500~506.

25 Noda H. *Appl. Entomol. Zool.*, 1977, **12**:134~141.

26 崔建平,仲泉,李文卓,严健,沈大棱. 复旦学报(自然科学版), 1998, **37**(4):542~546.

27 Noda H., Wada K., Saito T. *J. Insect Physiol.*, 1979, **25**(5):443~447.

28 Douglas A.E. *Biol. Rev.*, 1989, **64**:409~434.

29 Cai L. J., Ma X. Z., Kang L., Deng K. J., Zhao S. Y. *J. Virolog. Meth.*, 2003, **112**(1~2):115~120.

30 O'Neill S. L., Karr T. L. *Nature*, 1990, **348**(8):178~180.

31 温建国,胡轶清,严健,潘重光,沈大棱. 上海交通大学学报(农业科学版), 2003, **21**(增刊):35~37.

32 Houk E. J. *Symbionts*, in *Aphids, their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, 1987. 123~129.

33 丁新天,徐加湖,黎东兴,丁丽玲,陈宇腾等. 中国农学通报, 2003, **19**(4):113~116.

34 李济宸,李桂珍,高立起,李青松. 北京农业科学, 1998, **16**:24~27.

35 王泉章,邵德良,林双喜,梅爱中,薛根祥. 江西植保, 2004, **27**(1):17~18.

36 邵德良,李瑛,梅爱中,丁志宽,王春兰等. 中国植保导刊, 2005, **25**(3):33~35.

37 吴雪芬,张国彪,林茂松,陈军. 中国农学通报, 2005, **21**(2):237~241.

38 孙艾萍,王玉国,王家东,高源. 农业科技通讯, 2005, **2**:26~27.

39 阮义理,蒋文烈,林瑞芬. 昆虫学报, 1981, **24**(3):283~290.

40 Lin-WehJuh. *Chinese J. Agrometeorol.* 1994, **1**(2):81~84.

41 林友伟,张晓梅,沈晋良. 昆虫知识, 2005, **42**(1):28~30.

42 Sone S., Hattori Y., Tsuboi S., Otsu Y. *J. Pesticide Sci.*, 1995, **20**(4):541~543.

43 Sone S., Tsuboi S., Otsu Y., Shono T. *J. Pesticide Sci.*, 1997, **22**(3):236~237.

44 林含新,林奇田,魏太云,吴建建,林奇英等. 福建农业大学学报, 2000, **29**(4):453~458.

45 Sun X., Wu A., Tang K. *Crop Prot.* 2002, **21**(6):511~514.

46 Wu A., Sun X., Pang Y., Tang K. *Plant Breed.*, 2002, **121**(1):93~95.

47 王藕芳,包生土. 植保技术与推广, 2001, **21**(1):13.

48 Cheng C. H. *Plant Prot. Bull. Taipei*, 2003, **45**(1):17~33.

49 Bae S. D., Kim D. K. *Korean J. Appl. Entomol.*, 1994, **33**(3):173~177.

50 江苏省射阳县临海农场测报站. 昆虫知识, 1976, **13**(1):11~13.

51 刘芹轩,张桂芬,孙万启. 昆虫知识, 1982, **19**(5):1~5.

* * * * *

封面照片:网丝蛱蝶 *Cyrestis thyodamas* Boisduval

该种俗称石墙蝶。翅展 45~60 mm,翅面上的斑纹像中名中的“网丝”或俗名中的“石墙”,深色条纹与翅脉纵横交错,而粗粗一看更像砌的石墙一般,石块大小不一,但纹路清晰,英文则通称为 Common Map(普通地图)。当它停息在岩石、沙土地时,翅面上的斑纹具有很强的保护色作用,尤其停在石灰岩上时,这种作用更加明显。除在香港等较南地区冬季也偶尔可以见到成虫在飞翔外,其它地区三季均可见到成蝶。成虫喜爱吸取花蜜、树液、潮湿地面上吸水,也常常可以见到吸食腐熟的果实或动物的排泄物。幼虫奇特,头部有 2 根细长的尖突,光滑的体表上(近中部及尾部)有 2 条长的肉质突起。有文献记载,小幼虫有奇特的造粪塔的习惯,会用口把粪粒一个个移到叶片边缘,用丝接成棒型的细塔。幼虫取食多种桑科的榕属植物如榕树、台湾榕、九丁榕、无花果、天仙果等。从寄主植物可知,网丝蛱蝶分布于有榕属植物的南方,目前已知我国的四川、西藏、云南、浙江、江西、广东、广西、海南、台湾等地有分布,国外日本、南亚和东南亚也有分布。它有一个形态相近的近缘种,即分布于广西等地的雪白丝蛱蝶 *Cyrestis nivea* Zinken-Sommer,明显的外形区分是雪白丝蛱蝶后翅上的丝纹较直。

李晓清(摄) 虞国跃(文)