

生 物 防 治

(四)

科学技术文献出版社重庆分社

生 物 防 治 (四)

中国科学技术情报研究所重庆分所 编 辑
科学技术文献出版社重庆分社 出 版
重庆市市中区胜利路91号

四川省新华书店重庆发行所 发 行
科学技术文献出版社重庆分社印刷厂 印 刷

开本787×1092毫米 1/16 印张: 4 字数: 10 万
1980年10月第一版 1980年10月第一次印刷
科技新书目: 179—149 印数: 4270

书号: 16176·52

定价: 0.45元

目 录

益螨利用研究的新进展	忻介六(1)
智利小植绥螨的生活史	浜村徹三、真梶德纯(4)
温湿度条件对智利小植绥螨增殖和捕食的影响	
	芦原 亘、真梶德纯(7)
水稻钻心虫的生物防治	K. Yasumatsu (10)
关于食虫昆虫对害虫密度反应的研究途径及主要看法	
	Хорхордни Е. Г. (15)
棉红铃虫性信息素应用研究进展	石奇光、杜家纬(21)
昆虫益他激素研究的现状和展望	本田 洋(28)
害虫生物防治的新观点	Исаева Л. И. (34)
杂草在防治害虫中的有益作用	B. H. Zandstra 等(36)
一种微孢子虫 (<i>Varimorpha necatrix</i>) 的大量生产和保存	
	J. R. Fuxa 等(41)
日本金龟蚬芽孢杆菌的生物学	Lee A. Bulla, Jr. 等(47)
松干线虫捕捉菌	田村弘忠(54)
苏云金杆菌蜡螟变种一些菌株保藏方法的比较	
	Е. Н. Троицкая(57)
微生物控制有害鼠类的前景	K. Wodzicki(61)

* * * * *

天敌微生物的利用和真菌毒素	(40)
螨类的天敌微生物	(63)
六个不同蚊种对苏云金杆菌以色列变种的敏感性比较	(64)

益螨利用研究的新进展

析 介 六

(复旦大学生物系)

自有机合成农药发明,特别是有机磷杀虫剂合成、广泛滥用以来,农业害虫一般有由大型向小型、咀嚼口器向吸收口器、由发生代数少、繁殖率低向代数多、繁殖率高的害虫方向演替的倾向。农业螨类与蚜虫、介壳虫、蓟马、叶蝉飞虱等同样是在向这个方向演替中的主要类群。近十余年来农业害螨为害特别受人注意,研究工作日益增多,因此有农业螨类学(Agricultural Acarology)分枝学科的成立,美国和日本均有专著出版(Jeppson, L. R. et al. 1975; 江原昭三, 1976)。

农业螨类从其与人类利害关系来说,可分为害螨与益螨两大类,而益螨近年来在生物防治上颇受重视,主要可分为三个方面:

1. 捕食性螨类 植绥科(Phytoseiidae) 螨类是最被人注意的。其中最有名的是智利小植绥螨(*Phytoseiulus persimilis*)。

此外还有长须螨科(Stigmaeidae)、吸螨科(Bdellidae)、赤螨科(Erythraeidae)、绒螨科(Trombidiidae)、肉食螨科(Cheyletidae)及大赤螨科(Anystidae)等螨类。

这些捕食性螨类不仅捕食叶螨、瘿螨以及跗线螨等害螨,而且也捕食蚜虫、介壳虫、跳虫以及线虫等小型重要害害。此外还有不少水螨(water mites)捕食摇蚊及蚊类幼虫。

2. 寄生性螨类 人们很早就知道飞蝗体上有绒螨科螨类广泛寄生,在蚜虫上经常可以看到有小的红点,就是赤螨科螨类的寄生。各种鳞翅目大害虫上均有螨类寄生。A. E. Treat(1975)在“蝶蛾的螨类”专著上记载有三个目、21个科、91种螨类与蝶蛾有

关,而受螨类寄生与捕食的蝶蛾计有41个科,486种,几乎包括鳞翅目中重要的科与重要害虫,如粘虫属(*Leucania*)就有29种受皮刺螨科的普通蛾耳螨(*Dicrocheles phalaenodectes*)及瘦赤螨(*Leptus*)的寄生。小地老虎就有赤螨科的*Nomorangia vallata*寄生。棉红铃虫有海氏蒲螨(*Pyemotes herfssii*)与虱状蒲螨(*P. ventricosus*)的寄生。二化螟有赤螨科的*Charletonia ojimai*寄生。仓库中的麦蛾有囊螨科的*Blattisocius tarsalis*、一种革螨*Proctolealaps bickleyi*及虱状蒲螨的寄生。

3. 甲螨(Oribatei) 对于改良土壤的作用几可以等于蚯蚓,同时也是监测环境污染的一个生物指标,这些都是近年来才注意到问题。而近年来由于认识到甲螨的重要性,分类方面也有很大发展,在国际性蜱螨学杂志(*Acarologia*)上几乎每期都有新科发表,以致到现在G. W. Krantz在“蜱螨学手册”第二版(1978)上还不能制成一个分科的检索表。

关于农业害螨猖獗及益螨利用的一些概念问题

关于害螨的猖獗以及益螨的利用,近年来有一些新的概念,值得提出来说一说,可能会对防治与利用螨类上有正确的认识。

1. 害螨猖獗的原因

一般对于近年来害螨的猖獗,都归因于有机合成杀虫剂的广泛滥用,就是说这种杀虫剂杀死了害螨的天敌,使害螨从天敌控制中解放出来,使过去的害螨有更多的机会猖

涨起来,并使过去无害的种类上升为有害的状态,这称为捕食者制止假说(Predator-inhibition hypothesis)。

另一种说法认为,第二次世界大战后害螨普遍向上波动是由于耕作方法的改良和杀虫剂的刺激作用,包括肥料的使用、整枝等,促进了植物的生长并受害螨提供了较好的营养条件。这个观点就是,营养丰富的叶片能使害螨生殖力增加,所以认为其猖獗与天敌无关。这称为生殖刺激假说(reproductive stimulation hypothesis)。这种说法在我们防治害螨使用杀虫剂时也应加以注意。

2. 关于益螨利用的概念

这不仅是对益螨利用的概念问题,而对其他害虫天敌也同样是一个概念问题。现在我们利用天敌过分重视优势种,而对其他种类不够重视。实际上不一定是优势种的种类其数量比优势种多,总的加起来所起的作用可能是很大的。从生物防治的定义来说,“不论使用的寄生性与捕食性昆虫以及昆虫致病病原等的生物防治物质(biological control agent)是否用人工故意引进,操纵或改变,只要由此等生物防治物质的作用,使害虫数量减少”——就是生物防治(美国Stern派的生物防治的定义),这也是有害生物综合治理(integrated pest management)的基本观点。即生物防治不仅是重要天敌的利用,而且包括天敌各种形式的调节作用。也就是说非优势种的天敌在调节作用(即自然控制natural control)上是很重要的意义的。

现在我们谈益螨的使用,大多注重于植绥螨等捕食性螨类,而对其他捕食性螨类,特别是对寄生在昆虫上的螨类很少提及,即使提及也认为效果不大,因而不加注意。假若我们能将非优势种的自然控制作用在害虫繁殖上所起作用估计进去,对于这种种类的评价就完全不一样了。

植绥螨的利用问题

植绥螨是目前已知最有效的捕食性螨类,从北极到热带均有分布,近二十年来,这种螨类的研究进展迅速,在1951年仅记载20种,1965年增到450种,1974年估计达800种,现在估计有1,000种之多。早在五十年代,以色列人就在香港调查过我国植绥螨科的种类,以后陆续报导了我国台湾省和香港的种类。近年来国内部分单位开始对大陆部分地区进行种类调查,据复旦大学梁来荣的综合资料结果(待发表),现在已知的种类已达50种。其中属于纯绥螨属(*Amblyseius*)的25种、盲走螨属(*Typhlodromus*)的10种、植绥螨属(*Phytoseius*)12种、伊绥螨属(*Iphiseius*)的1种、诺埃绥螨属(*Noeledgeius*)的2种。

现在认为,叶螨的主要捕食者植绥螨全世界已有30余种(Jeppson, 1975, 析介六, 1977),而有希望作为叶螨天敌的植绥螨有19种(森樊须, 1977)。广泛分布在我国四川、广东、江苏、广西、江西、辽宁及上海等地,现在利用的有下列12种:尼氏钝绥螨(*Amblyseius nicholsi* Ehara et Lee)、纽氏钝绥螨(*A. newsami*)、长刺钝绥螨(*A. longispinosus*)、德氏钝绥螨(*A. deloni*)、拉戈钝绥螨(*A. largoensis*)、津川钝绥螨(*A. tsugawai*)、冲绳钝绥螨(*A. okinawans*)、普通盲走螨(*Typhlodromus vulgaris*)、侧齿盲走螨(*T. serrulatus*)、夏威夷植绥螨(*Phytoseius hawaiiensis*)、日本植绥螨(*P. nipponicus*)及亚热带诺埃螨(*Noeledgeius subtropicus*)等。

植绥螨中最受人注意的是智利小植绥螨(*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot),它是德国Dosse在1958年从智利采得,输入西德Stuttgart-Hohenheim研究所进行饲养,已知它有力地控制温室中的红叶螨。以后加拿大Chant(1961年)从Dosse氏分得此螨,在Belleville生物防治与昆虫研究所进行试

验,并与其他植绥螨比较,认为智利小植绥螨作为叶螨天敌的效果特别显著,即在温室受二点叶螨为害的豆类,在天敌与棉红螨的比率1:50时21天内就能完全控制。以后就成为世界各国引进的种类,而其效力在国外被认为可与1888年澳洲瓢虫输入美国防治柑桔吹绵蚧相媲美。因此在若干国家已作为商品生产。例如1976年加拿大 Rincon Vitoca Insectaris Inc. 公司生产7种捕食性天敌及11种寄生性天敌,在市场出售,其中有智利小植绥螨,价格为每500只25美元,另一公司 Biotactic Inc. 出售智利小植绥螨的价格为每1,000只12美元。芬兰的 Kemira 公司于1970年开始生产智利小植绥螨,每100只为一包,每包价格为28芬兰马克。防治一平方米温室中黄瓜的叶螨约需0.82芬兰马克,而用化学杀虫剂防治则需1.11芬兰马克。据 Markkula Martti 等人的报导(1972),芬兰的黄瓜栽培者已有22%户用智利小植绥螨防治二点叶螨,获得成功。即在看到二点叶螨为害14天后,每平方米释放3.5只,在栽培生长期中释放14次,就可防止受害。

以后各国也用于防治大田的棉花、大豆、葡萄、苹果、鳄梨、柑桔、草莓以及其他农作物上。

近年来在北美对植绥螨进行抗药性品系筛选研究,已育成能抗有机磷剂的智利小植绥螨及西方盲走螨 (*Typhlodromus occidentalis*), Field, R. P. (1978) 报导:在澳大利亚的桃园,从北美引进西方盲走螨的抗药性品系,以防治二点叶螨,获得很大成功。

去年美国生物防治代表团来我国考察时,已答应把此二种抗药性的植绥螨提供我国进行试验,我们现正在计划进行此二种植绥螨与上海广泛分布的拟长刺钝绥螨 (*A. pseudolongispinosus* 新种,待发表)的比较试验。

关于智利小植绥螨的生活史、温湿度条件与繁殖及捕食的影响、捕食特性、对杀虫剂的抗性以及大规模繁殖与贮藏等问题,是进行植绥螨利用、释放上必须解决的问题,为此特选译这方面的几篇资料,供国内研究及防治工作者的参考。

参 考 文 献

1. 忻介六,农业螨类学的进展,《昆虫知识》,1978,15, №5, 155—170
2. 忻介六,国外害虫综合防治简介,《昆虫知识》,1978,15, №1, 32—34
3. 忻介六,螨类与公害的监测,《自然杂志》,1979,2, №9, 541—543
4. 江原昭三等 1976 农业ダニ学
5. 森 樊须等 1976 チリカブリダニによるハダニ類の生物防除
6. 佐佐 学、青木淳一编 1977 ダニ学の进步
7. R. P. Field, Control of the two-spotted mite in a Victorian Peach Orchard with an Introduced Insecticide-Resistant Strain of the Predatory Mite, *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt., 《Aust. J. Zool.》, 1978, 26, №3, 519—528
8. L. R. Jeppson et al, 1975, Mites Injurious to Economic Plants.
9. G. W. Krantz, 1978, A Manual of Acarology, 2nd Ed.
10. Markkula Martti et al Experience of Cucumler growers on Control of two-spotted spider mite, *T. telarius* with the Phytoseid mites, *Phytoseiulus persimilis*. 《Ann. Agric. Fenn》, 1972, 11, №2, 74—78
11. A. E. Treat, 1975, Mites of Butterflies and Mothes.

智利小植绥螨的生活史

浜村徹三、真梶德純

智利小植绥螨和叶螨一样，要经卵、幼螨、第一若螨和第二若螨发育为成螨。但在蜕皮前没有象叶螨那样清楚的静止期。在25℃下卵、幼螨、第一若螨和第二若螨的历期分别是2.2、0.6、1.0和1.2天，但随温度有很大变化（Hamamura等，1976）。若螨以后的各发育阶段才进行捕食活动。

关于智利小植绥螨的性比已有许多报导，在2.8:1（♀:♂）至7.4:1范围内，因报告者不同有很大差异（Hamamura等，1976），但在正常发育、产卵时，性比常为4~5:1。

在原产地的生活史不很了解，本种的休眠也未见报导，根据我们在各种环境下的饲养经验，没有看到明显的休眠现象，因此只要温度足够就能发育。

从生物防治角度来看，首先要考虑智利小植绥螨的食性、发育的温湿度范围及越冬情况。

一、食性

利用智利小植绥螨防治叶螨，只有对红叶螨属的种类是成功的。植绥螨科的盲走螨属(*Typhlodromus*)和纯绥螨属(*Amblyseius*)的一些种类，除叶螨外，也可取食瘿螨、花粉及蚜虫等繁殖（Collyer, 1964; Doss, 1961; McMurtry与Seriven, 1964; 斎藤、森, 1975）。关于智利小植绥螨的食性，McMurtry与Seriven（1965）曾用花粉，Mori与Chant（1966）曾用蜂蜜和鱼粉进行增殖试验，但除叶螨外，其他食物都没有成功。

森、真梶（1974）指出，智利小植绥螨是叶螨的专性天敌，除典型食物外是不能使

它繁殖的。所以明瞭智利小植绥螨的食性，对于明确作为防治对象的叶螨种类、探索适宜于作为大量饲养饲料的叶螨和叶螨吃尽后在田间维持生存的交替食物，以及探索适宜贮藏智利小植绥螨的食物上有重要作用。

芦原等（1975）以日本果园及蔬菜的主要叶螨饲养智利小植绥螨，调查它的捕食量和产卵量。从表1来看，智利小植绥螨只在以叶螨亚科的种类为食料时才产卵。特别喜欢捕食红叶螨属的种类，产卵也多。因此用智利小植绥螨防治叶螨时，应以红叶螨属的种类为对象。而且，不同种类的红叶螨作为食物，产卵量没有多大变化，因此大量饲养的食物不妨可用当地容易得到的红叶螨类。

芦原（1975）以全爪螨属(*Panonychus*)的桔全爪螨作为食物，与二斑红叶螨比较，智利小植绥螨的发育历期和发育率没有看到什么不同，但其捕食量和产卵数则减少，这种食物可能对长期维持种群反而是合宜的。至今未见释放智利小植绥螨能防治红叶螨属以外的叶螨的报告，但在红叶螨吃尽之后，其他叶螨作为交替食料是有可能被利用的，对此，今后有必要进行研究。

表2说明了供给叶螨以外其他物质时智利小植绥螨的生存日期。只供给水时，能活10天左右；蜂蜜和蔗糖溶液能显著延长生存期，可活40—50天。因此可以认为，在田间智利小植绥螨吃尽叶螨后，能利用与蜂蜜成分类似的蜜露留存下来一部分。很有可能利用蜂蜜等糖类溶液长期保存智利小植绥螨。

智利小植绥螨在不完全闭锁的环境内（在管内）自相残杀，成螨往往捕食其他发育阶段的螨；在开放环境中，由于其分散能力大，似乎不致引起自相残杀。

表 1

以不同叶螨为食物时智利小植绥螨的捕食数和产卵数

食 物 螨 种 类	食物螨的发育阶段 ^a	食物螨的寄主植物	调查数	每天捕食数	天产每卵数
叶螨科					
苔螨亚科					
<i>Bryobia praetiosa</i> 苜蓿苔螨	♀·Eb	紫苜蓿	9	0	0
" "	♀·Ec ^b	"	10	—	0
<i>Petrobia harti</i>	♀·Eb ^c	酢浆草	10	0	0
" "	全 ^c	"	10	—	0
叶螨亚科					
<i>Panonychus ulmi</i> 榆全爪螨	♀·Eb	苹 果	6	—	0.2
<i>P. citri</i> 桔全爪螨	Eb	菜 豆 ^d	7	9.0	0.4
" "	Eb	桔 柑	12	8.5	0.2
" "	♀·Eb	菜 豆 ^d	8	—	0.5
" "	♀·Eb	桔 柑	8	—	0.7
<i>Eotetranychus kankitus</i> 柑桔始叶螨	♀·Eb	桔 柑	12	♀5.0, E4.6	0
<i>E. smithi</i> 史氏始叶螨	Eb	葡 萄	12	28.1	1.9
<i>Oligonychus ununguis</i> 本岛小爪螨	Eb	<i>Quercus</i> sp.	10	0	0
" "	♀·Eb	"	8	♀4.2, E0	0.8
<i>Tetranychus kanzawai</i> 神泽氏叶螨	Eb	菜 豆	10	26.0	4.2
" "	Eb	桔 柑	10	24.6	3.5
" "	♀ ^b	菜 豆	10	3.9	2.8
<i>T. cinnabarinus</i> 朱砂叶螨	全 ^c	"	10	—	4.6
<i>T. urticae</i> 二点叶螨	Eb	"	12	28.1	4.5
细须螨科					
<i>Brevipalpus lewisi</i> 刘氏短须螨	全 ^c	葡 萄	10	—	0
瘿螨科					
<i>Aculops pelekassi</i>	全 ^c	桔 柑	7	—	0
<i>Calepitrimerus vitis</i> 葡萄三节瘿螨	全 ^c	葡 萄	5	—	0
粉螨科					
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> 腐食酪螨	♀·Eb	— ^e	15	0	0

a: ♀—雌成螨, E—卵 全—全部发育阶段。

b: 叶盘法。 c: 试管法。 d: 把寄生于柑桔的柑全爪螨接种在菜豆上。 e: 用啤酒酵母增殖后, 接种菜豆上。

二、发育的温、湿度范围

智利小植绥螨对叶螨的生物防治效果, 与它有高的繁殖力很有关系。这种高的繁殖力受温度影响很大。这里叙述了关系到生活的能发育的温湿度范围。

Hamamura等(1976)在15—35℃范围内设置9个温度组(恒温), 调查了以神泽氏叶螨为食时智利小植绥螨的发育情况。结果

如表3, 35℃时都不能发育为成螨, 32.5℃也有高温阻碍, 发育为成螨的个体数量很少。从卵发育到成螨所需的时间最短是在30℃, 只需3.5天。发育速度随温度降低而延长, 15℃时约需19天。

把发育时间的倒数作为发育速度, 在15—30℃范围内它与温度有直线关系, 超过30℃时, 发育速度增加比例随温度上升而下降, 这表明这样的温度对发育是不适宜的。

表 2 用叶螨以外的食物饲养智利小
植绥螨雌成螨生存期

代用食物	使用盐类	相对湿度	供试数	平均生存天数 ± s. d.
无	Ca(NO ₃) ₂	53%	26	1.7 ± 0.9
无	KNO ₃	94	33	8.7 ± 1.7
无	H ₂ O	100	28	9.6 ± 2.8
水	KNO ₃	94	26	11.8 ± 2.9
1%蔗糖水	H ₂ O	100	10	10.2 ± 1.6
2.5% " " "	"	"	10	16.4 ± 6.6
10% " " "	"	"	11	43.8 ± 8.1
菜豆叶	KNO ₃	94	40	11.7 ± 3.3
" " + 蜜蜂1	"	"	9	37.2 ± 16.3
" " " " 2	"	"	19	47.0 ± 19.3
" " + 蓖麻花	"	"	9	11.6 ± 1.6
" " + 蓖麻花粉	"	"	10	10.9 ± 2.0

经计算,本种的发育起点温度约12℃。上远野等(1975)曾以朱砂叶螨为食料进行同样的研究;几乎得到同样的数值。

实际使用智利小植绥螨的场所,是处在与上述实验不同的变温状态,特别是进行防治的场所,大多温差大。从上述结果来看,在此种场所使用,高温障碍可能是个大问题。所以把智利小植绥螨的卵暂时放在高温中,然后保持25℃,观察其孵化率和发育率,结果如表4。在37.5℃中处理6小时,对孵化率和发育率没有什么不良影响,但在40℃中,即使经过2小时,发育率就极低。

表3 智利小植绥螨在不同温度下发育天数

温度 (℃)	卵		幼若螨		合 计
	个体数	平均 ± s. d.	个体数	平均 ± s. d.	平均 ± s. d.
35	12	1.79 ± 0.56	0		
32.5	75	1.58 ± 0.63	22	1.98 ± 0.18	3.59 ± 0.18
30	40	1.54 ± 0.65	29	1.97 ± 0.51	3.52 ± 0.28
27.5	40	1.85 ± 0.54	32	2.44 ± 0.41	4.31 ± 0.23
25	39	2.15 ± 0.47	28	2.77 ± 0.36	4.90 ± 0.20
22.5	37	2.60 ± 0.38	30	3.36 ± 0.30	5.93 ± 0.17
20	39	3.29 ± 0.30	27	3.96 ± 0.25	7.20 ± 0.14
17.5	40	5.26 ± 0.30	36	7.42 ± 0.63	12.65 ± 0.66
15	38	8.26 ± 0.50	18	10.75 ± 0.91	18.86 ± 1.19

因此对释放智利小植绥螨的场所必须加以管理,不使其气温超过40℃。

但是, Doss (1958) 和 Braveboer 与 Doss (1962) 曾报导,即使在 35℃ 下智利小植绥螨也能发育。与前述结果不同,这是否是由于智利小植绥螨的品系不同,或者由于湿度等环境不同,至今尚不明瞭。

关于智利小植绥螨的发育和湿度的关系几乎没有报告,但湿度是必需考虑的一个重要环境因素。把产下24小时后的卵用毛笔移置载玻片上,调查25℃时各种湿度中的孵化率,从表5可看出,湿度越大,孵化率越高,而在相对湿度50%以下,孵化率极低。对实际植物上智利小植绥螨卵孵化率和湿度关系,今后虽然有必要研究了解,但在饲养上重要的是应保持70%以上的高湿。

表4 高温处理后智利小植绥螨的孵化
率和发育率

温度 (℃)	2小时处理		4小时处理		6小时处理	
	孵化率	发育率	孵化率	发育率	孵化率	发育率
35	100%	94%	98%	81%	98%	80%
37.5	98	80	96	80	90	78
40	80	16	88	12	44	0

表5 湿度对智利小植绥螨孵化率的影响

使用盐类	相对湿度	供试卵数	孵化率
ZnCl ₂	17%	50	0%
CaCl ₂	32	50	0
Ca(NO ₃) ₂	53	50	16
NaCl	76	50	74
KNO ₃	94	50	94
H ₂ O	100	50	100

三、越 冬

因为智利小植绥螨控制叶螨后自身也就绝灭,所以对生物农药的利用方法已有许多研究(森, 1971),关于越冬问题没有过多的报告,但浜村等(1976)报导了智利小植绥螨的越冬,已明瞭了本种的耐寒性。

温湿度条件对智利小植绥螨增殖和捕食的影响

芦原 亘，真梶德纯

1. 温度对捕食量及产卵量的影响

智利小植绥螨是不休眠的螨类，其发育历期主要取决于温度，而且已知其捕食活动及增殖力受温度影响很大。

本种在不同温度下的产卵量，根据以往报导归纳于表1。除Hamamura等(1976)及芦

原等(1976)以神泽氏叶螨为食物外，其余都是用二斑叶螨。表中数值虽因实验方法及食物而不同，但总的倾向是温度越高每日产卵量就越大。根据Dosse(1958)及芦原等(1976)的报告，产卵低温区介限是在10℃左右，随温度增高，产卵数几乎成直线上升。从中可看出，温度升高5℃，每天产卵量约增加1—1.5个。产卵的高温区介限可能在30—37℃，对此还没有详细研究。出现最大每天产卵量

在严冬期来临前的12月末至1月上旬，把智利小植绥螨释放到玻璃温室、网笼及田间环境的三个不同场所的寄主植物上，用追踪观察到春天的方法进行了三年的研究。以神泽氏叶螨寄生的柑桔实生苗为寄主植物，仅玻璃温室内可能越冬，但以草莓作为寄主植物时，在玻璃温室、网笼及田间都能越冬。图1(略)是以神泽氏叶螨寄生的草莓作为寄主植物，在田间和网笼中智利小植绥螨数量变化的一个例子。从中可看到，智利小植绥螨在1月中旬减少，2—3月几乎没有变化，到4月随气温增高而急剧增加，而且控制了叶螨。该年的气温较常年低，田间最低温达-5℃，是三年研究中最底的一年。

表6是室内耐寒性试验的结果。成螨在-10℃下经过1.5小时几乎全部死亡，在-7.5℃经12小时和-5℃—0℃间经48小时，仍有半数以上存活。因此，从前面的例子来说，智利小植绥螨在越冬中的数量减少，主要原因是由于低温死亡及因风雨从寄主植物脱落。

根据上述，象广岛县安芸津町那样温暖的地方，以匍匐性植物为寄主，而且食料充足的时候，智利小植绥螨即使在田间也可能越冬。在这些地方，智利小植绥螨在自然环

表6 低温处理后小植绥螨死亡率

处理时间 (天)	-10℃		-7.5℃		-5℃		-2.5℃		0℃	
	成螨 ^a	卵 ^b	成螨	卵	成螨	卵	成螨	卵	成螨	卵
1.5	95	34	—	—	—	—	—	—	—	—
3	100	66	5	14	—	—	—	—	—	—
6	100	48	25	8	0	8	—	—	—	—
12	100	92	15	12	0	8	5	2	—	—
24(1)	100	84	90	16	0	30	0	0	10	4
48(2)	100	94	100	38	20	22	15	12	0	2
96(4)	—	—	100	84	100	36	85	40	50	20
192(8)	—	—	—	—	100	84	100	82	100	76
384(16)	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100
768(32)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100

a: 供试雌成螨20个 b: 供试卵50个

境中能否定居，应考虑：越冬、食物是否充足、有没有交替食物以及夏季是否高温等重大问题。但在最低温低于-10℃的地方越冬可能性小。

即使在冬季，平均气温提高到智利小植绥螨发育起点温度(约12℃)的场所，对叶螨也有足够的控制效果。释放在低于这个温度的环境中时，提高释放时的气温对智利小植绥螨的定居是很重要的。

梁来荣译自《チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除》，折介六校

表1 温度与智利小植绥螨产卵量关系

温度	每天平均 产卵量	总产卵量	
35℃	5.2	64 ^a	Dosse (1958)
	4.1		芦原等 (1976)
30	4.2		Dosse (1958)
	3.6		Begljarov (1967)
	6.1		芦原等 (1976)
27	4.1		Begljarov (1967)
26		53.5	McClanahan (1968)
25	4	104 ^a	Dosse (1958)
	4.2	71.5	Hamamura et al. (1976)
	4.2		芦原等 (1976)
	3.7	79.5	Takabuji and Chant (1976)
20	2.4	53.5	Laing (1968)
		43.8	McClanahan (1968)
	3.1		芦原等 (1976)
18	0.8		Begljarov (1967)
17.5	2.3		芦原等 (1976)
15	1.2	64 ^a	Dosse (1958)
	1.4		芦原等 (1976)
10	0.4	26 ^a	Dosse (1958)
	0		芦原等 (1976)

a. 最大值

的温度, 结果是不一致的。Doss (1958) 指出, 每天产卵量在35℃最高为5.2个, 发育率和产卵量在37℃和40℃显著下降, 但芦原等 (1976) 的研究, 32℃时出现6.2个的最高值, 35℃时减少为4.1个, 因此认为繁殖最适温度是在30℃前后。可是根据McClanahan (1968) 报导, 30℃时的发育率和发育速度低于20℃, 而且F₁代不能产卵。这些不同的结果, 是否由于实验条件不同, 还是由于供试螨的品系不同, 对高温的耐性不一样, 至今尚不明瞭。关于雌成螨一生产卵总数与温度关系的报导不多, 计估在一定温度范围内几乎是一定的。Hamamura等 (1976) 和Takafuji与Chant (1976) 所得结果与其他报告不同, 或许是由于交配次数不同所致 (Hamamura等, 1976)。

雌成螨每天的捕食量也受温度影响, 在

一定温度范围内, 高温下的捕食力较低温下为大。芦原等 (1976) 以神泽氏叶螨卵作为食物, 调查了智利小植绥螨捕食量与温度的关系。如图1 (略), 10℃时每天平均捕食0.2个卵, 15℃时捕食9个, 直到30℃, 每天捕食量几乎成直线增加, 而到35℃时则降低。温度与捕食量关系和温度与产卵量关系很相似。因此, 以每一温度的捕食量为横轴, 以产卵量为纵轴作图, 它们几乎排列在一条直线上。产卵量对捕食量的比例几乎没有变化 (图2略)。这可能是为维持雌成螨生存所需的能量较少, 捕食所得的营养大部分消耗在产卵上, 因此掩盖了温度影响供维持生存所需的捕食量。

2. 温度对生物防治效果的影响

前面已经指出, 本种的捕食量及增殖能力以30~37℃为上限, 温度越高就越大。发育速度也以一定温度为上限, 温度越高就越快 (Doss, 1958; Hamamura等, 1976), 所以在某一温度范围内, 温度越高, 智利小植绥螨种群捕食力就越大。但作为食物的叶螨发育速度及增殖力也随温度而增加, 因此应考虑到叶螨对温度的反应和捕食螨释放数与叶螨初期密度的比例对实际的生物防治效果有很大影响。

真梶与森 (1976) 为阐明温度对智利小植绥螨防治叶螨效果的影响, 在玻璃温室内, 每个季节的不同时期进行释放, 而在人工气候调节室内的几个变温条件下, 释放智利小植绥螨到有神泽氏叶螨寄生的菜豆上, 调查了叶螨和植绥螨两者的消长。在变温条件下, 智利小植绥螨吃光叶螨的时间列于表2, 13℃ (白天) ~8℃ (夜间) 的变温条件下, 没有吃光叶螨, 但高于此温度时, 释放的植绥螨对叶螨的比例越高, 吃光叶螨所需时间越短, 在试验的温度范围内, 释放比例相同时, 吃光叶螨的时间随温度增高而缩短。调查各个季节的结果也显示出同样的倾向, 在平均气温28.3℃的8月释放, 吃光叶

表2 温度与吃光叶螨所需时间的关系^a

释放比率	温度条件(昼~夜)℃			
(叶螨:植绥螨)	28—23	23—18	18—13	13—8
8:1	9日	9日	12日	60日<
32:1	15	15	18	60<
128:1	18	21	24	60<

a 每叶上叶螨在0.1个以下才算吃光

螨的时间最短。因此,在低于28℃的温度条件下,防治效果随温度增加而提高。而且,从表2来看,发挥生物防治效果的低温区介限在15°—12℃之间。

真握等(1975)为进一步阐明温度到什么程度才能控制叶螨,在25.5, 28, 30, 32和34℃的恒温条件下,以表2的比例释放。即使在25.5和28℃下也能吃光叶螨,但在30℃时,叶螨增殖力也增大,如图3所示,能发挥防治效果的仅是释放比例高的区(8:1),释放比例低于8:1的各区,叶螨不能早期被控制而产生灾害,由于寄主植物落叶,不能发挥天敌的防治效果。因此认为在30℃左右的高温条件下或者提高释放植绥螨对叶螨初期密度的比例,或者寄主植物的叶螨被害水平不高,防治效果才能充分发挥。34℃的高温对寄主植物及叶螨的繁殖不利,植绥螨的增殖也就不可能。

3. 湿度的影响

湿度条件不仅对捕食螨的发育率及捕食活动等有影响,而且也影响叶螨的活动及增殖,所以考虑防治叶螨效果时,湿度是应与温度同时考虑的重要环境因素。

Mori与Chant(1966)保持一定湿度条件,调查智利小植绥螨对二斑叶螨雌成螨的捕食量,知道在低湿(33%R.H.)及中等湿度(76%R.H.)条件下捕食力大,而在高湿(100%R.H.)时显著降低。森与真握(1970)调查5—37℃的6个温度组和31—100%R.H.5个湿度组组合条件下对二斑叶螨的捕食力,其捕食指数为

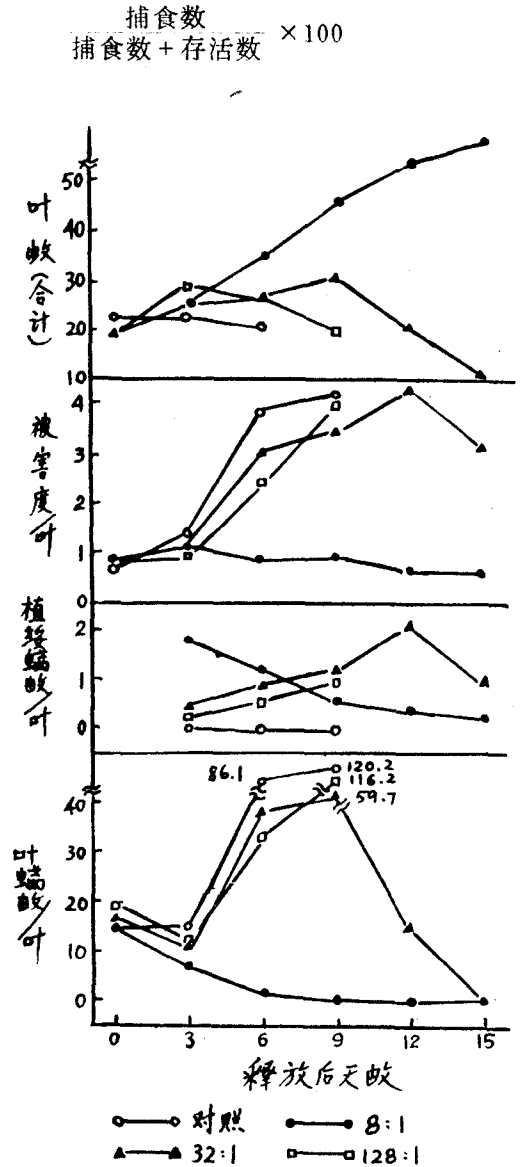


图3 30℃时智利小植绥螨的捕食效果

由测定结果得知在低湿中较高湿为大。Mori与Chant(1966)调查过调节一定湿度的皿中智利小植绥螨和二斑叶螨的活动性,这二种螨在低湿中行动活泼,而在高湿中行动不活泼,因此在低湿中两者相互接触的机会就多,可以推测低湿中较高湿中的捕食量大。

关于防治效果和温度的关系,由于难以建立实验条件,至今几乎尚不明瞭。相对湿

水稻钻心虫的生物防治

K. Yasumatsu

水稻的栽培历史至少有7000年，主要在亚洲种植，其面积占世界的90%以上。水稻的适应性很强，分布在温带、亚热带和热带，从海平面到海拔1200米以内的不同生态条件下都能生长。水稻害虫同样表现出对各种生态条件的适应能力。除少数例外，水稻主要害虫几乎在所有水稻种植区都有发生。

水稻的主要鳞翅目害虫就是钻心虫，即二化螟 (*Chilo suppressalis*)、稻多丽螟 (*C. polychrysa*)、三化螟 (*Tryporyza in-certulas*)、稻白螟 (*T. innotata*) 和大螟 (*Sesamia inferens*)。

当前重要问题之一是怎样在不破坏生态和不引起污染的情况下防治水稻害虫。1965年把生物防治水稻钻心虫作为国际生物计划 (IBP) 的一个组成部分。从那时以来，对水稻钻心虫及其天敌的生物学和生态学作了广泛的大田研究。本文旨在为综合防治水稻钻心虫特别对东亚和南亚地区奠定理论基础。

在IBP主持下，已召开了三次会议。1968年，首次在日本福岡拟定了研究水稻钻心虫及其天敌的方法；第二次会议于1969年在曼谷召开，讨论了保护水稻钻心虫天敌的重要性，综合防治这些害虫的可能性，并制订了定性和定量测定虫口的采样方法；1971

年在澳大利亚堪培拉第三次会上，提出了有关田间研究的结果。为了交流这方面的情况，已成立了国际水稻钻心虫生防协会 (IABCR)。

调查的地区

本文所包括的调查地区都是主要水稻种植国家，即菲律宾、马来西亚、泰国、印度、斯里兰卡和日本，还有澳大利亚的资料。这些地区的温度有很大的季节性差异，雨量和光照也影响水稻及其钻心虫。水稻品种各种各样，而品种的选择决定于若干因子，如对环境适应性和消费者的嗜好等。但在整个区域内，水稻害虫区系明显地一致。

水稻钻心虫及其天敌的分类和分布

在南亚、东亚和澳大利亚已知有15种水稻钻心虫，经济重要性最大的是：*Chilo auricillia*、玉米螟 (*C. partellus*)、稻多丽螟、二化螟、稻白螟、三化螟以及大螟；次重要的有四种：稻巢螟 (*Ancylolomia chrysographella*)、*Bathytricha truncata*、稻粗角卷螟 (*Maliarpha separatella*) 和 *Niphadoses palleucus*。鉴定8种钻心虫的检索表，发表在《IBP手册》第14期上。

度低于70%时，产卵量降低 (Begjarov, 1967)，孵化率也低，32%以下完全不孵化 (浜村与真握，未发表)，因此可以认为湿度低于70%，对叶螨种群的防治效果是低的。可是大气中相对湿度即使很低，但植绿螨栖息的叶面因蒸腾作用能保持高的湿度，

所以湿度对防治效果的影响还有待今后加以详细研究。

梁来荣译自《チリカブリダニによるハダニ类の生物的防除》

析介六校

这次调查中记载了300种以上的水稻钻心虫的寄生性和捕食性天敌。但并非全部都对钻心虫有专化性。小蜂总科 (Chalcidoidea) 和姬蜂总科 (Ichneumonidea) 在调节钻心虫虫口方面显得很重要。有关的检索表除发表在《IBP手册》上外, 还发表在《IABCR 新闻》上。

赤眼蜂 (*Trichogramma* spp.) 寄生在 marsh flies (*Sciomyzidae*) 及水稻钻心虫的卵里。在稻田里, 特别在休耕没有钻心虫卵时, sciomyzid 卵块的存在是保持赤眼蜂虫口的一个重要因子。《IBP手册》第14期也发表了鉴定 *Sciomyzidae* 的检索表。

水稻的生态系

为制定防治水稻钻心虫的合理措施, 必须对水稻的生态系有全面的了解。这种生态系的最简单型式可被看作是不同的复杂程度的食物链, 如图1所示。

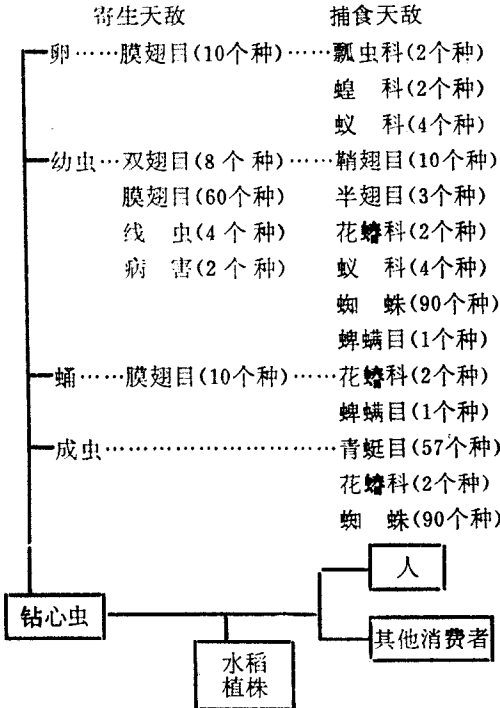


图1 有关水稻钻心虫的水稻生态系的简化食物链

当人们最初种植水稻时, 这种生态系的

昆虫组成可能是有限的, 只有少数几种草食、肉食和寄生性昆虫。当水稻扩展到更为复杂的条件下种植、而且品种增多时, 水稻的生态系也就随之更加复杂。种植水稻较晚的美国, 其动物区系组成就远比许多世纪以来就种植水稻的泰国北部简单得多。水稻成熟后收获, 植株残体被消除, 因此水稻的生态系极不稳定。

水稻害虫的种类随各地区种植水稻的历史、栽培措施和植株生育阶段而异, 种植历史短的地区, 种类较少。连续使用杀虫剂的地区, 害虫种类较少, 而且主要是叶蝉和水稻钻心虫。叶蝉、水稻钻心虫及其卵寄生天敌、蚱蜢、蜘蛛和蜻蜓出现在作物生长的早期, 钻心虫的幼虫和蛹的寄生天敌出现在后期。水稻钻心虫完全能在休耕季节生存。在温带地区, 在冬季到来之前, 它们完全滞育; 而在热带, 则在旱季进行夏蛰。

水稻钻心虫的生态学

人们可根据水稻钻心虫的生物学特点, 推测其发源地。如三化螟几乎只对水稻有专化性, 二化螟除水稻外仅发生在2—3种寄主植物上, 其余的包括大螟和稻多丽螟, 有广谱的寄主范围。各虫种之间对寄主专化性的差异, 可表明其不同的发源地。这一点也已被其它的生物学差异所证实。例如二化螟分布在从热带到温带的地区, 在温带的冬季完全滞育, 它似乎喜欢排水良好的稻田, 收割水稻时, 幼虫在茎秆的上部。而三化螟分布在热带到温带的南部地区, 它喜欢排水不良的环境, 幼虫潜入根部甚至深水处。这种差异表明, 二化螟源于干旱的温带地区, 而三化螟源于潮湿的热带地区。

寄生性天敌的专化性也与这种假定的螟虫起源地相一致。卵-幼虫寄生性天敌 *Chelonus munakatae* 对二化螟有专化性, 但仅发生在有寄主存在的温带地区; 而卵寄生性天敌螟卵啮小蜂 (*Tetrastichus schoenobii*) 对三化螟有专化性, 它的分布与寄主相一致。

邻近水稻发源中心的地区，水稻钻心虫虫口密度低，这可能是有天敌的缘故；另一原因可能是在长期栽培中农民已选育出了抗虫品种。品种间残株分解速度的差异也可能影响虫口密度。有些品种的残株不生再生苗而且很快分解，在这些品种上的钻心虫如三化螟存活不良。

虽然水稻钻心虫分布很广，但仍有些地区无此害虫或数量很少。但其原因尚不清楚。

水稻钻心虫的自然防治

有许多地方，尽管使用了杀虫剂，但并未影响到水稻钻心虫天敌的活动。自然天敌的防治作用是不够的，必须增加寄生性和捕食性天敌的区系。在定期施用农药的地方，这种辅助特别需要。为了取得满意的防治结果，结合应用几种天敌的作用是很理想的。因为稻株的迅速生长，稻田的小环境条件在光照、湿度和温度方面迅速改变，同样钻心虫的龄期组成和密度也发生变化。此外，随着稻株的生长，总的区系组成和密度也在改变。

在调查中记录了钻心虫的病害，一般死亡率很低。但却表明应用能大规模培养的微生物剂的可能性。已知有几种微生物能浸染水稻钻心虫，如著名的线虫-细菌复合体DD-136（由线虫 *Neoplectana carpocapsae* 及细菌 *Achromobacter nematophilus* 组合而成）。Torri 在有二化螟的水稻残株上喷洒上述稀释液，已取得令人鼓舞的结果。

生防工作者常对害虫的原产地感兴趣，因大多数天敌是与害虫长期结合发展的结果，所以在害虫原发地发现有效天敌的可能性较大。但这种原发地难以找到。钻心虫及其天敌在柬埔寨、泰国、缅甸、印度北部、尼泊尔和中国南部这个区域最多，而在邻近地区或更远的地区较少。

就天敌的防治作用来说，在一定时间寄生百分率不能完全说明它的有益效应。在马来西亚的沙撈越，三化螟，二化螟和大螟从

卵到蛹的致死率高达99%，其中主要是天敌引起的，该地区不使用农药，钻心虫幼虫虫口很难超过每英亩30,000头。在日本和菲律宾等国，定期使用杀虫剂，每英亩幼虫数从80,000到200,000，这种差异不能不完全是由于杀虫剂对天敌的作用，而是一种可疑的作用。在其它东南亚国家的观察指出，天敌的情况与沙撈越相似。因此直到控制钻心虫数量的机理完全搞清之前，必须小心使用杀虫剂。

大多数调查证明，钻心虫的卵寄生现象比其它阶段的寄生率高。泰国的研究揭示了卵寄生率高的原因。在水稻收获后的较长时期，蛾羽化出来，并在非寄主植物上继续产卵，在这些植物上幼虫不可能发育。卵寄生天敌侵害这些卵块和转主寄主的卵块，这样在未种植水稻时卵寄生天敌就形成和保持较高的数量。当下次种植水稻时，已有大量的卵寄生天敌存在。另一方面，水稻收获后，幼虫和蛹的寄生天敌只能找到很少的寄主，以致它们的数量不断减少，结果到下次开始种植水稻时，数量很低。

水稻钻心虫的天敌是很多的（表1—2），而保护天敌对防治钻心虫有很大的作用，应尽可能合理的施用农药和采取其它手段来保护天敌。稻田中及其周围存在的其它植被对保护天敌可能有重要作用。收获后大面积烧毁残株有可能不利于保护天敌。水稻钻心虫的幼虫和蛹寄生天敌似乎不如卵寄生虫有效。这可能是由于钻心虫后期阶段隐蔽较长，而且缺乏寄生性天敌的幼虫和蛹所需要花粉和花蜜型食物，再加上如上所述收获后的不利条件。如 *Apanteles chilonis*（一种绒茧蜂）、蔗螟绒茧蜂（*A. flavipes*）、茧蜂各种（*Bracon spp.*）〔包括中华茧蜂（*chinesis*）〕、*Tropobracon schoenobii*、*Temelucha biguttula* 和姬蜂各种（*Xanthopimpla spp.*）等寄生天敌常逗留在产生花粉和花蜜的植物上，以获取卵巢发育所必须的食物，由此证明在稻田周围应该保持或种植上述作物。

表 1 各种生态区域内水稻钻心虫的主要寄生性天敌的分布及其侵害寄主的时期

生态 区域	侵 害 的 虫 种	
	卵	幼 虫 + 蛹
热 带	48, 51, 52, 53,	2, 3, 4, 11, 12, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 26, 27,
(37种)	54, 55, 56	28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 50
亚热带	48, 51, 52, 53,	2, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 18, 22, 24, 25, 26, 27,
(29种)	54, 55, 56	28, 29, 31, 33, 34, 41, 42, 49
温 带	51, 52, 53, 54,	1, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 24, 28,
(25种)	55	30, 33, 34, 35, 37, 44

姬蜂科

- 1 *Agrothereutes lanceolatus* (Walk.)
- 2 *Amauromorpha acceptri schoenobii* (Vier.)
- 3 *A. a. metathoracica* Ashm.
- 4 *Centeterus alternicoloratus* Cush.
- 5 *Diadegma akoensis* (Shir.)
- 6 *Enicospilus sakaguchii* (Mats. et Uch.)
- 7 *Eriborus sinicus* (Holm.)
- 8 *E. terebrans* (Grav.)
- 9 *Gambrus ruficoxatus* (Son.)
- 10 *G. wadi* (Uch.)
- 11 *Goryphus apicalis* Holm.
- 12 *G. basilaris* Holm.
- 13 *G. mesoxanthus maculipennis* (Cam.)
- 14 *Gregopimpla kuwanae* (Vier.)
- 15 *Ischnojoppa luteator* (Fab.)
- 16 *Isotima dammermani* (Rohw.)
- 17 *I. javensis* (Rohw.)
- 18 *Itoplectis narangae* (Ashm.)
- 19 *Lampronota mandschurica* (Uch.)
- 20 *Scambus annulitarsis* (Ashm.)
- 21 *Temelucha biguttula* (Munak.)
- 22 *T. philippinensis* (Ashm.)
- 23 *T. stangli* (Ashm.)
- 24 *Trathala flaviorbitalis* (Cam.)
- 25 *Xanthopimpla flavolineata* Cam.
- 26 *X. modesta* (Smith)
- 27 *X. pedator* (Fab.)
- 28 *X. punctata* (Fab.)
- 29 *X. stemmator* (Thunb.)

小茧蜂科

- 30 *Apanteles chilonis* (Munak.)
- 31 蔗螟绒茧蜂 (*A. flavipes* Cam.)
- 32 *A. schoenobii* Wilk.
- 33 *Bracon chinensis* Szépl.
- 34 *B. onukii* Wat.
- 35 *Chelonus munakatae* (Munak.)
- 36 *Chelonis* sp.
- 37 *Microgaster russata* Hal.
- 38 *Rhaconotus oryzae* Wilk.
- 39 *R. schoenobivorus* (Rohw.)
- 40 *Spathius helle* Nix.
- 41 *Stenobracon nicevillei* (Bingh.)
- 42 *Tropobracon schoenobii* (Vier.)

Eulophidae

- 43 *Elasmus albopictus* Craw.
- 44 *Sympiesomorpha chilonis* Ishii.
- 45 *Syntomosphyrum israeli* Kur.
- 46 印度小齿蜂 (*Tetrastichus ayyari* Rohw.)
- 47 *T. israeli* (Mani & Kur.)
- 48 螟卵齿小蜂 (*T. schoenobii* Ferv.)
- 49 *T. sesamiae* Yosh.
- 50 *Trichospilus diatraeae* Cher. et Marg.

赤眼蜂科

- 51 澳洲赤眼蜂 (*Trichogramma australicum* Gir.)
- 52 *T. chilonis* Ishii.
- 53 *T. japonicum* Ashm.

缘腹卵蜂科

- 54 *Telenomus dignoides* Nix.
- 55 短腹黑卵蜂 (*T. dignus* Gah.)
- 56 长腹黑卵蜂 (*T. rowani* Gah.)

表 2

各国水稻钻心虫的捕食性天敌

虫 种	侵 害 阶 段	国 家
色蟱科		
<i>Ischnura terresiana</i> Tillyard	成 虫	澳大利亚
螽斯科		
<i>Conocephalus longipennis</i> (Haan)	卵	马来西亚(沙撈越)
<i>Anaxipha</i> spp.	卵	马来西亚(沙撈越)
花螳科		
<i>Xylocoris galactinus</i> (Fieber)	越冬幼虫、蛹,新出现的成虫	日 本
<i>Lyctocoris beneficus</i> (Hiura)	越冬幼虫、蛹,新出现的成虫	日 本
瓢虫科		
<i>Micrapis discolor</i> (Fab.)	卵	泰 国
<i>Micrapis vincta</i> (Gorham)	卵	泰 国

生防的经典方法之一是在有害虫而无天敌的地方输入天敌。已注意到,在短距离内而且条件明显一致时,天敌并不一定均匀分布,或许这是因稻茬烧毁的时间或与周围植被的连续性有关。直到更多解释这种差异的环境资料被利用以前,人工助迁仅是一种投机。在某些情况下助迁能成功,而在另一些情况下助迁则失败,却无任何明显的道理。但假若结合助迁进行精确的研究工作,可能制定出有用的防治计划。

综合防治的可能性

为了提高水稻产量,可能把主要注意力放在农药的使用上,同时还应注意,要把农药对非有害生物的不利效应降到最低限度。对自然防治和人工方法作到合理的协调。

有选择地使用杀虫剂。在本研究中使用的颗粒内吸杀虫剂对水稻钻心虫的天敌似乎无害。澳大利亚李氏1972年为防治稻白螟进行了下述试验。将乳化丹林浓缩液滴入流向稻田的灌溉水中,结果防治了叶鞘和茎里的钻心虫,经两次施用丹林后,钻心虫后代的

卵寄生现象并未减少。这种处理与叶面施药相比,可在较大程度上保护天敌。

减少使用杀虫剂和保护天敌的方法之一是定期监测钻心虫数。以连续采样的定期检测法来实现。只有在钻心虫损害超过了预定的阈限时才施用农药,此阈限随环境而异。用上述方法还可监测天敌虫口数。

抗虫水稻品种和天敌结合使用是较为理想的方法之一。最好是对害虫免疫的品种。不完全或部分抗性品种与天敌结合使用,也可将钻心虫口减少或保持到经济阈限以下。大多数长期使用的品种,对钻心虫均有一定程度的抗性。

复种水稻也可为天敌提供更好的环境条件,特别是对卵寄生天敌。但问题是复作也有可能使钻心虫严重起来,或者其它因子更有利于害虫,这就抵销了寄生性天敌增加的有益作用。关于这方面的资料很少。

刘义思、邓文轩摘译自《Studies in biological control》(International Biological Programme 9), 1976, 121—135