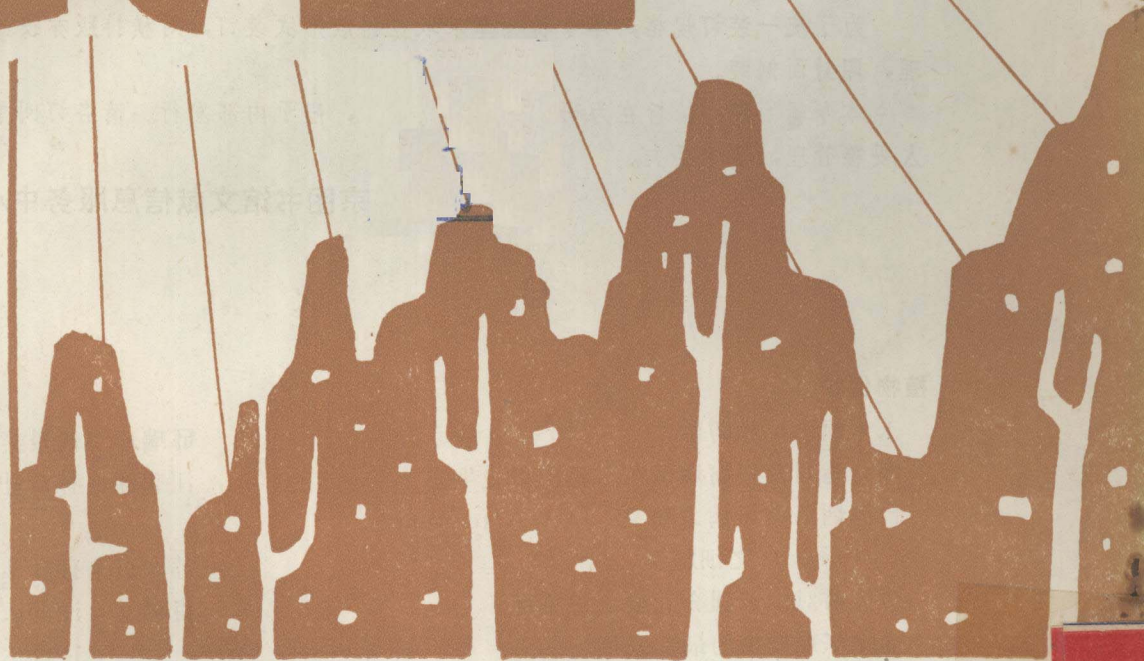


台港及海外中文报刊资料专辑

农业



书目文献出版社

第 6 辑

1986

农 业 (6)

——台港及海外中文报刊资料专辑 (1986)

北京图书馆文献信息中心剪辑

书目文献出版社出版

(北京市文津街七号)

北京百善印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 1/16开本 6 印张 154千字

1987年3月北京第1版 1987年3月北京第1次印刷

印数 1—2,000册

统一书号: 16201·1 定价: 1.55元

[内部发行]

出版说明

由于我国“四化”建设和祖国统一事业的发展,广大科学研究人员,文化、教育工作者以及党、政有关领导机关,需要更多地了解台湾省、港澳地区的现状和学术动态。为此,本中心编辑《台港及海外中文报刊资料专辑》,委托书目文献出版社出版。

本专辑所收的资料,系按专题选编,照原报刊版面影印。对原报刊文章的内容和词句,一般不作改动(如有改动,当予注明),仅于每期编有目次,俾读者开卷即可明了本期所收的文章,以资查阅;必要时附“编后记”,对有关问题作必要的说明。

选材以是否具有学术研究和资料情报价值为标准。对于某些出于反动政治宣传目的,蓄意捏造、歪曲或进行人身攻击性的文章,以及渲染淫秽行为的文艺作品,概不收录。但由于社会制度和意识形态不同,有些作者所持的立场、观点、见解不免与我们迥异,甚至对立,或者出现某些带有诬蔑性的词句等等,对此,我们不急于置评,相信读者会予注意,能够鉴别。至于一些文中所言一九四九年以后之“我国”、“中华民国”、“中央”之类的文字,一望可知是指台湾省、国民党中央而言,不再一一注明,敬希读者阅读时注意。

为了统一装订规格,本专辑一律采取竖排版形式装订,对横排版亦按此形式处理,即封面倒装。

本专辑的编印,旨在为研究工作提供参考,限于内部发行。请各订阅单位和个人妥善管理,慎勿丢失。

北京图书馆文献信息服务中心

目次

植物保护

玉米螟之生物防治	邱瑞珍 钱景秦	1
豌豆萎凋及根腐病菌在水稻田里之生态	汪碧涵 林益升	19
台湾烟草赤星病之研究, IV. <i>Alternaria alternata</i> 之细胞学	苏淑贞 孙守恭	27
红头菌对山茶圆介壳虫之感染性	肖素女 许洞庆	36
抗除草剂作物的最新发展	甘鲁生	47

林业

中华林学会七十四年度第五次学术演讲及专题讨论会纪要		48
林木之幼年期与成年期	王子定 郭幸荣	51
纪台湾柿树属之一新种植物	吕胜由	66
纪台湾新纪录科植物——钟萼木科	吕胜由等	69
防风林之机能		—

林木病害调查

台湾木本植物病害调查报告(10, 11)	谢焕儒	74
----------------------	-----	----

防風林之機能

一、防風林之構成及防風效果

1. 防風林附近風之流動

防風林由正面視之，如果枝、葉、幹佔防風林全面之約六〇%，而且間隙均勻分布於全面，則防風之效果大。此六〇%左右為防風林之最適密度。風遇到適度密度之防風林，則風之流動如圖1. A所示，風的一部分自間隙通過，而大部分則越過林之上部。此種場合，防風林並不是成為風的障礙物，而是具有過濾器之作用，使地表附近之風速減弱，風力變柔和。

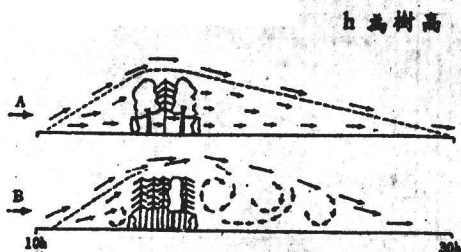


圖1. 適度密度林帶A，及過密林帶B，風之流動。

2 防風林密度及風速之減弱

具適度密度之防風林，其有效範圍在風上側為樹高之六倍左右，風下側則可達三至五倍左右，但如果林帶之密度過密，則風下側會產生大的渦旋風，風下林緣之直後，其風速雖能大減，但其後風速之回復較快，風速減低之範圍變小。相反的，如林帶過疏，風下側之風速減低較少，風速減低之範圍較大，如上層密而下層非常疏，則風下側較遠處之風速減低最多，但全體之風速減低較少。適度之密度則風速減低最多且減低之範圍也大。圖2所示為各種林帶風速之減少狀況，以未受防風林影響時之風速為一〇〇，地上一·五公尺附近風速之比率。

落葉之潤葉樹林帶，其風速之減低及減少之範圍的低於落葉之時。

3 林帶之幅度及防風作用

林帶之通風度，隨林帶之幅度而變，通常較厚的林帶其通風性比薄的低。據各國之研究結果，林帶幅度超過一定之限度致通風度在界限值以下，則風下側風速減小之範圍反而變小。一般如厚度為樹高之數倍程度，則通風度二〇%左右為其限度。

耕地防風林，應以多重列植為佳，僅一列則密閉度不夠，但幅度增加，則不僅佔用地多，而且防風效果亦會低下。

樹高一·五公尺，列距〇·八七公尺，列內株距一公尺，正三角形栽植之柳杉林帶，列數為一八列（幅度為樹高之九·八倍）九列（同四·六倍）

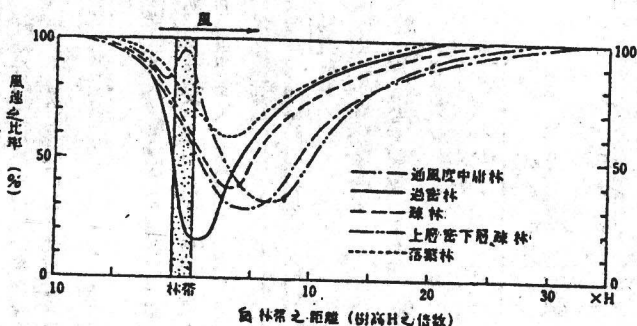


圖2 不同通風度之林帶與防風作用

六列（同二·九倍）湖地上高一公尺之風速結果，如以林帶風上側五H（H代表樹高，以下同）之距離為一〇〇%，則風速之變化如圖3所示。

4 防風林之間斷及風速之增加

林帶之間斷處，由於風之集中，使風速反而變大，並使風下側之風速變動大，對農作物等有不利益之影響。一般間斷之寬度超過樹高之二倍則為害加大。因此林帶之間斷處，應將林帶做成<形之彎曲

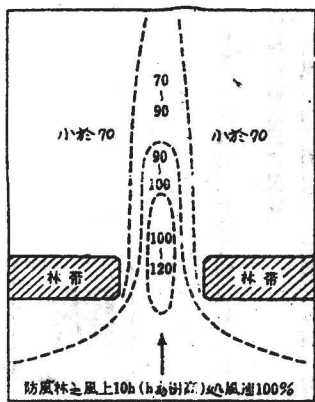


圖4. 防風林間斷處(間隔9公尺)風速之增加例

(即加設寬簾, 如圖4)或於風下側另加設一林帶

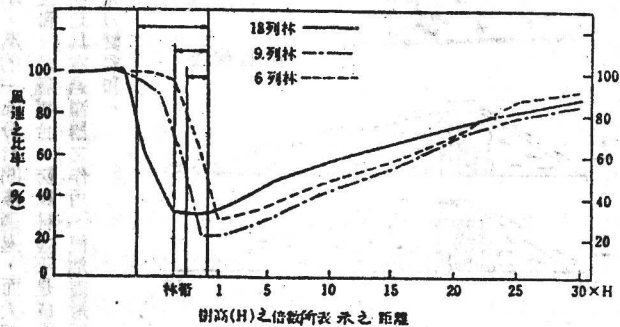


圖3. 林帶幅度及防風作用之關係

1 防風林過濾空中鹽分之作用
海岸防風林對海風中鹽分之過濾作用有二, 一是林木之枝葉捕捉空中鹽分, 一是森林造成風的亂

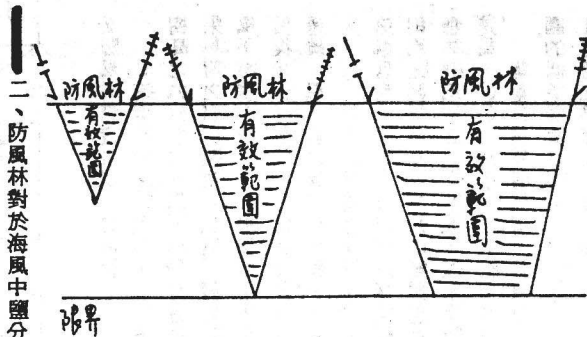


圖5. 防風林之長度及有效範圍

5 防風林帶之形狀及風速
林帶之形狀, 由側面視之成為矩形者為佳。斷面為山型或半圓錐體型者, 風之抵抗係數極低, 雖林帶本身所受之風害較少, 但防風之效果亦會減低。
6 防風林帶之長度
林帶之長度, 在保護對象之範圍內, 以一直線連續設置為原則。防風林帶如間斷, 則間斷處風速增加而有效範圍較小, 故以連續為宜。
林帶之長度與有效範圍之大小如圖5所示, 相差極為懸殊。

2 防風林及空中鹽分之關係
海風中經常含有鹽分, 可飛達內陸數公里之遙

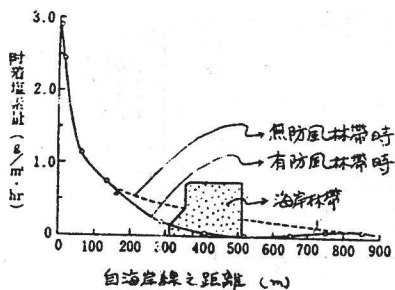


圖6. 海岸林帶對空中鹽分之濾過作用

流, 而減少鹽分濃度, 前者之作用遠比後者大。過濾作用之效果, 在森林之風下區域極為顯著, 其範圍與防風作用之範圍略同。
海濱空中鹽分之水平分布情形, 一般為海岸線附近呈最大值, 起初急驟減少, 然後以指數曲線和緩減少。其垂直分布, 近地表處極大, 隨着高度增加, 起初急減, 然後和緩減少。附着之鹽分量, 在進入林內後即急減, 在林之風下側近林緣處呈極小值, 然後越往後, 因越過林上之氣流所帶之鹽分量陸續下降, 與下層之氣流混合, 使附着之鹽分量開始增加。風下二五H—三〇H附近呈最大值, 其後又開始減少。
海岸林帶對空中鹽分之濾過作用如圖6所示, 圖中所示為青森縣之日本黑松林帶, 幅二〇四公尺, 風上部四四公尺之樹高為二一六公尺, 風下部一六〇公尺之樹高為一二公尺。鹽分量之測定高度為地上一公尺, 海岸線附近地上一公尺之風速為每秒一一.三公尺。

。風中之鹽分，因地點及時間而有很大之變動，在海濱之實測值，一平方公尺之框中，一小時通過之量為二〇一二、〇〇〇毫克，差異極大。

風時之空中鹽分，可達平常之一〇〇倍，對農作物、透配電、通信、防風林等有相當大的為害。林帶之枝葉可發揮捕捉鹽分之功效，以減少風下側之鹽分。

影響空中鹽分量最大的是風（風速），要使防風林發揮減鹽之作用，首先應考慮減風問題，即由於減風的作用同時產生減鹽的作用。

3 鹽風害之原因、現象及防止

海岸地帶，自海上吹來之風含有多量之鹽分，抗鹽力弱之植物即受害。

鹽分水滴粒子如附着於植物的葉、嫩枝，首先附着於枝葉上之鹽分將氣孔阻塞，妨碍呼吸作用等氣體之交換，其次鹽分自氣孔或表皮，甚至因風而造成之傷口，侵入枝葉內，使細胞內之濃度變高，細胞原生質分離而妨碍正常之生理作用，另外自傷口之脫水乾燥更促進鹽害之作用。如此由附着、侵入造成生理障礙，使枝葉變色，甚至枯死。

在海岸地帶生育之植物，一般對鹽分之抵抗力較強，平常並無顯著之鹽風為害，然而颱風來襲或在季節風之吹襲下，海風之鹽分量會比平常增加一〇〇倍以上，使樹木發生被害，但颱風時或颱風過後，如有三〇公厘以上之降雨，則可洗去附着之鹽分而減輕被害。風所造成之擦傷，使病原菌容易侵入，亦會成為病害之原因。因強風而造成莖葉損傷之作物、果樹、林木等，由於鹽分之附着，浸透會造成大為害。以溫州柑之葉子為例，無傷時附着鹽分量達每平方公分一二毫克始開始落葉，但有傷時，每平方公分〇·一—〇·四毫克，即有顯著之落葉現象。

在海岸地區營造防風林，通過海風中之鹽分，減少風下處空中鹽分爲防止鹽風害之惟一之方法。

三、防風林之其他機能

1 氣溫之上升

防風林之附近氣溫較高，此係防風林使風速降低後，由地表往上升空氣傳送之熱量減少之故。其影響範圍在風上側爲樹高之三倍，在風下側爲樹高之二〇倍，氣溫最高處爲風下側樹高五倍之處，晴天日間可上升攝氏二—三度。

2 濕度之增加

在防風林之保護區域內，近地面之空氣濕度會增加二—三%，此對乾燥期中之農作物極有助益。

3 地溫之上升

防風林使風速減弱後，由地面奪取之熱會減少，使地溫升高。此作用在風上側幾乎無影響，在風下側則影響至樹高十倍處，三—四倍處影響較顯著，然而在林緣約與樹高同距離之範圍內，因遮陰之作用，地溫會降低。

4 蒸發之減少

防風林對地面水分之蒸發，有正負兩方面之作用。因防風林使氣溫、地溫上升，會促進蒸發，但風速之降低會減少蒸發。在普通之氣象狀態下，風速之減少對蒸發之影響較大，故地面之蒸發量會減少。其影響範圍，風上側爲樹高之三—五倍，風下側爲樹高之二〇倍以上，但風速弱，而氣溫、地溫特高時，蒸發量亦可能增高。

5 土壤水分之保持

防風林使地面蒸發減少之機能，可減少保護區內土壤水分之損失，而預防土壤之乾燥。

6 風蝕之防止

在無植生之旱地或海岸之砂地，地上一公尺附

近之風速達每秒五—六公尺時，表面之土壤即開始轉動，每秒達一〇公尺時，則土壤會飛動，而防風林帶因減少風速之作用，可使風的運動力減小，而阻止來自風上側之飛砂，並阻止林內砂之移動，並使風下側之飛砂停止。而提高土地之利用度。

7 海霧濃度之減少

自海上吹到陸上之濃霧，會妨碍日照使氣溫下降，而影響農作物生育並妨碍交通，防風林之枝葉會捕捉霧粒並使氣流產生渦旋，使上層之霧下降而有助於捕捉，而地溫及地面附近氣溫之上升，有利於霧粒之蒸發而促進濃霧之消散，防風林捕捉之霧粒量爲草地之五—六倍。

8 誘鳥機能

防風林能引鳥類棲息，而利害蟲驅除。

9 風致、保健等機能

防風林爲夏季及冬季季風時農作業中之休息場所。在有防風林保護之農地耕作比在沒有防風林之農地耕作，比較不會疲勞，工作效率也較高。

10 對家畜之機能

防風林可防止家畜皮膚表面之體溫發散，可促進健康並節省飼料。

11 對波浪、海嘯之機能

由於防風林帶之抵抗，可將波浪、海嘯之能量吸收而減低破壞力，並降低波浪高度、強度及波浪進退時對土壤之侵蝕減少。另外並可阻止漂流物之移動，保護各種設施。

（原載：台灣農村

一九八六年二〇卷

玉米螟之生物防治¹

邱瑞珍 錢景棻

臺灣省農業試驗所

(接受日期：民國 74 年 10 月 14 日)

摘 要

玉米螟乃玉米栽培期中之首要害蟲，依其地理分布重要者有歐洲玉米螟 (*Ostrinia nubilalis* (Hb.)) 與亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis* (Gn.)) 兩種。前者分布於歐、美、亞及非洲地區，後者分布於亞、澳地區。該兩種玉米螟種名之鑑定頗有存疑之處，本文係依文獻使用者予以整理。

本文所論之玉米螟生物防治，係以歐洲玉米螟為主，分別列述其卵、幼蟲及蛹等之寄生性天敵（昆蟲、細菌、真菌、病毒、線蟲及原生動物等）與捕食性天敵（昆蟲、蜘蛛、鳥及嚙齒動物等）之種類及其應用於防治玉米螟之實例。並就其卵寄生蜂之飼育、增殖、釋放等技術及其改進加以檢討。玉米螟之微生物天敵因另有專題報告，本文不予列述。

(關鍵字：亞洲玉米螟、歐洲玉米螟、生物防治、寄生性天敵、捕食性天敵、赤眼卵蜂、飼育、增殖、釋放。)

ABSTRACT

Chiu, S. C. and C. C. Chien (1985) Biological Control of the Corn Borers. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 27: 299~316 (Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung Hsien, Taiwan 41301, R.O.C.)

The corn borers have been recognized as the most destructive insect pest of corn during its growing season. Two important species of the corn borers are known as European corn borer (*Ostrinia nubilalis* (Hb.)) and Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis* (Gn.)), the former species distributed in Europe, North America, western Asia and northwestern Africa, and the latter species distributed in Asia and Australia. The confusion on name identification has been existent between these two species in some literature. The names of corn borers presented in this paper is directly cited from its literature.

This paper reviews about the biological control of corn borers and with

1. 本文於民國 73 年 6 月 26 日在「稻田轉作玉米害蟲防治研習會」宣讀。

especial emphasis on the European corn borer. It concerns with the parasitoids (e.g. insect, bacterium, fungus, virus, nematode and protozoa), and the predators (e.g. insect, spider, bird and rodent) of the egg, larva and pupa of corn borers particularly the utilization of natural enemies for their control. The propagating and releasing techniques of their egg parasitoids and the factors effect on wasp liberation are also reviewed and discussed as follows:

1. The propagating techniques cover the species identification, use of alternative hosts, host eggs inviability, maintenance of the health stock of wasps, and the semi- or automated rearing procedure, etc.

2. The releasing techniques cover the understanding of the density and ovipositing period of host insects, release of various developmental stages of wasps, and the use of protecting container, tractorised apparatus or aircraft for the wasps liberation, etc.

3. The effectiveness of wasps liberation is closely related to the duration of the flight period of host moths, weather condition, corn variety, adequate numbers and times of wasps released, etc.

(Key words: *Ostrinia furnacalis* (Gn.), *Ostrinia nubilalis* (Hb.), biological control. parasitoid, predator, *Trichogramma*, propagation, liberation)

緒 言

爲紓解本省稻米生產過剩所引起之財政與倉容壓力及稻米外銷困難等問題，政府自民國73年起輔導稻田轉作雜糧作物以及轉營漁牧事業。同時調整農業生產結構，有效利用水土資源以提高整體糧食之供給率。該項計畫共分6年執行，前3年之稻田轉作玉米面積占全部轉作面積與休耕面積之48%，共約90,000公頃⁽¹⁾。隨著玉米栽培面積之增加，其蟲害之防治問題乃日見重要。玉米螟乃本省玉米之首要害蟲，其生物防治試驗過去雖有玉米中心⁽²⁾與花蓮區農業改良場⁽⁷⁾等着手辦理，但欲加利用尚待加深試驗。本所於73年初始參與利用赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma* spp., Trichogrammatidae) 防治玉米螟之技術改進計畫，筆者等爲此乃參閱國內、外有關玉米螟之生物防治文獻82篇，資料中以歐洲玉米螟 (*Ostrinia nubilalis* (Hb.)) 占絕大多數，茲整理如後，備供本省現階段玉米螟生物防治之參考。

據 Mutuura 與 Munroe 記載，爲害玉米之 *Ostrinia* 屬螟蟲共有3種，即分布於亞洲與澳洲之亞洲玉米螟 (*O. furnacalis* (Gn.))。

分布於歐洲、非洲 (西北部)、亞洲 (西部) 及北美之歐洲玉米螟 (*O. nubilalis*)。以及分布於北美之美洲玉米螟 (*O. obumbratalis* (Led.))。其中僅前2種具經濟重要性⁽⁵⁹⁾。可是該兩種螟蟲種名之鑑定混淆不清，而且多以 *nubilalis* 稱之。本省玉米螟之學名多年來如 Clark 氏 (1934) 與曾氏 (1974) 均稱之爲歐洲玉米螟 (*O. nubilalis*)^(2,21)，近年來本省從事玉米螟之研究者則認爲本省玉米螟應屬亞洲玉米螟 (*O. furnacalis*)。本文依據文獻所使用之學名爲準而作以下之簡介。

本文內容包括玉米螟之天敵種類及其應用於防治玉米螟之實例。並就其卵寄生蜂之飼育、增殖及釋放等技術之改進加以檢討。

亞洲玉米螟之生物防治

亞洲玉米螟天敵之資料甚少，可能係因學名鑑定不正確之故。筆者等查得之文獻僅中國大陸^(30,42,81)、臺灣 (邱與陳未發表資料)、菲律賓⁽²⁰⁾、馬來亞⁽⁸²⁾及新幾內亞⁽⁷⁷⁾等地略有記載。至於其生物防治方面之工作尚乏具體事例。本省自73年初起，因玉米之栽植面積增大，玉米螟又屬首要害蟲，乃正式展開玉米螟

之生物防治計畫。

亞洲玉米螟之寄生性天敵，全球記錄者共 4 科、10 種（表 1）。其中以卵寄生蜂赤眼卵蜂 *Trichogramma* spp. 最屬重要。其捕食性天敵已記錄者共 2 科、2 種（表 1）。菲律賓之 1 種蠅蝦，*Proreus simulans* (Stal)，能捕食玉米螟之卵與幼齡幼蟲⁽²⁰⁾。

本省於 73 年 1 至 7 月間共採得亞洲玉

米螟卵寄生蜂 2 種，先後經林珪瑞、Platner 與 Pinto 及洪章夫等鑑定為 *Trichogramma chilonis* Ishii 與 *Trichogramma ostrinae* Pang & Chen。近期又從採得之玉米螟被寄生卵塊飼育得 1 種寄生蜂，經林珪瑞鑑定為 *Trichogrammatoidea* sp. 但發生量不多（邱與陳未發表資料）。今後擬進行 *T. ostrinae* 之大量增殖，提供本省玉米螟生物防治之用。

表 1. 亞洲玉米螟之天敵

Table 1. Natural enemies of *Ostrinia furnacalis* (Gn.)

寄生性天敵 (Parasitoids)	
膜翅目 Hymenoptera	
毛小蜂科 Trichogrammatidae	
<i>Trichogramma</i> sp. ⁽⁷⁷⁾	
<i>T. chilonis</i> (邱與陳未發表資料)	
<i>T. forcipiformis</i> ⁽⁸¹⁾	
<i>T. ostrinae</i> (邱與陳未發表資料)	
<i>T. tielingensis</i> ⁽⁸¹⁾	
<i>Trichogrammatoidea</i> sp. (邱與陳未發表資料)	
姬蜂科 Ichneumonidae	
<i>Trichomma</i> sp. ⁽²⁰⁾	
<i>Xanthopimpla stemmator</i> ^(20,80)	
大腿小蜂科 Chalcididae	
<i>Brachymeria obscurata</i> ^(20,80)	
綠殭菌	
<i>Metarrhizium anisopliae</i> (邱與陳未發表資料)	
捕食性天敵 (Predators)	
膜翅目 Hymenoptera	
細腰蜂科 Sphecidae	
<i>Sceliphron madraspatanum conspicillatum</i> ⁽²⁰⁾	
革翅目 Dermaptera	
蠅蝦科 Labiduridae	
<i>Proreus simulans</i> ⁽²⁰⁾	

歐洲玉米螟之生物防治

歐洲玉米螟源自歐洲，乃玉米栽培方面深具歷史之重要害蟲。早期其生物防治工作僅限於天敵之種類調查及其習性觀察等。美國為防治歐洲玉米螟，自 1919 年至 1939 年即自歐洲與滿洲、韓國、日本及臺灣等地引入大量之歐洲玉米螟越冬幼蟲及一些寄生蜂之繭與蛹。擬使用其生物天敵如幼蟲與蛹之寄生蜂或寄生蠅等防治玉米螟⁽¹²⁾。而蘇聯亦早在 1969 年進行歐洲玉米螟之卵寄生蜂 *Trichogramma* spp. 利用之田間試驗⁽⁴⁵⁾。目前除蘇聯外，西德、法國、瑞士、羅馬尼亞、保加利亞、美國及我國大陸等地利用卵寄生蜂 *Trichogramma* spp. 防治玉米螟均已獲得成效^{(16,19,27,31,32,33,}

41,43,45,47,54,65,70)。本省於民國 20 至 21 年曾在新營、新化、永康及屏東等地採得歐洲玉米螟並記錄一些天敵⁽²¹⁾。61 至 62 年本省臺南區農業改良場玉米中心曾進行玉米螟卵寄生蜂 *Trichogramma* sp. 之田間釋放，惜結果不理想，玉米莖之被害率在寄生蜂釋放區與對照區間無顯著差異⁽²⁾。

歐洲玉米螟之寄生性天敵

全球記錄之歐洲玉米螟寄生性天敵共 107 種（表 2），依寄主之被寄生蟲期區分，則卵期之天敵 17 種，幼蟲與蛹期之天敵 93 種。但此類天敵中仍以卵寄生蜂 *Trichogramma* spp. 最為重要。

本省記錄歐洲玉米螟之寄生性天敵 5 種，包括赤眼卵蜂、姬蜂及寄生蠅等。民國 60 年 3

月在臺南鹽水發現其卵寄生蜂 *Trichogramma* sp. 之寄生率約為 32%⁽²⁾。幼蟲至蛹之 3 種姬蜂為 *Xanthopimpla stemmator* (Thunb.)、*X. punctata* (Fab.) 及 *Trichomma cnaphalocrosis* Uch. 其中之前兩種在民國 20 至 21 年被 Clark 氏混為 1 種，其在臺南地區之寄生率分別為 39.4% 與 15.4%，新營地區曾高達 81%，但兩種中，仍以 *X. stemmator* 為優勢種⁽²¹⁾。曾與侯氏報告民國 57 年該兩種 *Xanthopimpla* 蜂在嘉義朴子之寄生率各為 0.8 與 0.12%⁽⁴⁾。*X. stemmator* 之寄主除玉米螟外尚有為害甘

蔗之黃螟 (*Argyroproce schistaceana* Snell.)、二點螟 (*Chilo traea infuscatellus* (Snell.) Kapur)、條螟 (*Proceras venosatus* Walk.) 及為害甘藷之甘藷螟蛾 (*Omphisa illisalis* Walk.) 等⁽²¹⁾。*Trichomma cnaphalocrosis* 雖不若 *X. stemmator* 之重要，但每年都有發生，民國 21 年春季在新營、永康兩地其寄生率約為 2.9%，最高為 7%⁽²¹⁾。據曾氏報告，秋作玉米時發現寄生蠅（學名未定）之寄生率可達 60%⁽²⁾。

表 2. 歐洲玉米螟之寄生性天敵
Table 2. Parasitoids of *Ostrinia nubilalis* (Hb.)

膜翅目 Hymenoptera	<i>Scambus hispae</i> ⁽³⁷⁾
姬蜂科 Ichneumonidae	<i>S. pterophori</i> ⁽³⁷⁾
<i>Agrypon</i> sp. ⁽³⁷⁾	<i>Trichomma cnaphalocrosis</i> ⁽²¹⁾
<i>A. prismaticum</i> ⁽³⁷⁾	<i>Xanthopimpla stemmator</i> ^(4,21,37)
<i>Campoletis erythropus</i> ⁽³⁷⁾	<i>X. punctata</i> ^(4,21)
<i>C. perdistincta</i> ⁽³⁷⁾	小蘗蜂科 Braconidae
<i>Campoplex albae</i> ⁽³⁷⁾	<i>Agathis agilis</i> ⁽³⁷⁾
<i>C. crassifemur</i> ⁽³⁷⁾	<i>Apanteles awanomeigae</i> ⁽³⁷⁾
<i>C. multicinctus</i> ⁽³⁷⁾	<i>A. gabrielis</i> ⁽³⁷⁾
<i>C. pyraustae</i> ⁽³⁷⁾	<i>A. pyralidis</i> ⁽³⁷⁾
<i>C. rufifemur</i> ⁽³⁷⁾	<i>A. thompsoni</i> ⁽³⁷⁾
<i>Centeterus</i> sp. ⁽³⁷⁾	<i>Bracon atricornis</i> ⁽³⁷⁾
<i>Cremastus flavoorbitalis</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. brevicornis</i> ⁽³⁷⁾
<i>C. minor</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. caulicola</i> ⁽³⁷⁾
<i>C. ornatus</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. gelechiae</i> ⁽³⁷⁾
<i>Enicospilus purgatus</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. hebetor</i> ⁽³⁷⁾
<i>Eriborus terebrans</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. mellitor</i> ⁽³⁷⁾
<i>Exeristes roborator</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. simonovi</i> ⁽³⁷⁾
<i>Gambrus bituminosus</i> ⁽³⁷⁾	<i>Chelonus annulipes</i> ⁽³⁷⁾
<i>G. ultimus</i> ⁽³⁷⁾	<i>C. inanitus</i> ⁽³⁷⁾
<i>Hemiteles coriarius</i> ⁽³⁷⁾	<i>Macrocentrus abdominalis</i> ⁽³⁷⁾
<i>Itopectis conquisitor</i> ⁽³⁷⁾	<i>M. gifuensis</i> ⁽³⁷⁾
<i>Melanichneumon brevicinctor</i> ⁽³⁷⁾	<i>M. pallipes</i> ⁽³⁷⁾
<i>M. rubicundus</i> ⁽³⁷⁾	<i>M. robustus</i> ⁽³⁷⁾
<i>Phaeogenes nigridens</i> ⁽³⁷⁾	<i>Meteorus campestris</i> ⁽³⁷⁾
<i>Pimpla nuda</i> ⁽³⁷⁾	<i>M. nigricollis</i> ⁽³⁷⁾
<i>P. turionellae</i> ⁽³⁷⁾	<i>Microgaster epagoges</i> ⁽³⁷⁾
<i>Pristomerus pacificus melleus</i> ⁽³⁷⁾	<i>M. globata</i> ⁽³⁷⁾

表 2. (續)

<i>M. meridiana</i> ⁽³⁷⁾	<i>Euexorista futilis</i> ⁽³⁷⁾
<i>Microplitis xanthopus</i> ⁽³⁷⁾	<i>Eumea caesar</i> ⁽³⁷⁾
<i>Vipio inscriptor</i> ⁽³⁷⁾	<i>E. mitis</i> ⁽³⁷⁾
大腿小蜂科 Chalcididae	<i>Exorista civilis</i> ⁽³⁷⁾
<i>Brachymeria</i> sp. ⁽³⁷⁾	<i>Lixophaga diatraeae</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>B. hammari</i> ⁽³⁷⁾	<i>L. variabilis</i> ⁽³⁷⁾
<i>Spilochalcis side</i> ⁽³⁷⁾	<i>Lydella</i> sp. ⁽³⁷⁾
黃金小蜂科 Pteromalidae	<i>L. parasitica</i> ⁽³⁷⁾
<i>Dibrachys cavus</i> ⁽³⁷⁾	<i>L. thompsoni</i> ⁽³⁷⁾
釉小蜂科 Eulophidae	<i>Nemorilla floralis</i> ⁽³⁷⁾
<i>Eulophus</i> sp. ⁽³⁷⁾	<i>N. pyste</i> ⁽³⁷⁾
<i>Miotropis clisiocampae</i> ⁽³⁷⁾	<i>Pseudoperichaeta insidiosa</i> ⁽³⁷⁾
<i>Sympiesis viridula</i> ⁽³⁷⁾	未定名 ⁽³⁾
毛小蜂科 Trichogrammatidae	細菌 Bacteria
<i>Trichogramma</i> sp. ^(4,37)	<i>Bacillus megaterium</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>T. dendrolimi</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. thuringiensis darmstadionsis</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>T. euproctidis</i> ⁽⁶⁵⁾	<i>B. t. galleriae</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>T. evanescens</i> ⁽³⁷⁾	<i>B. t. kenyae</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>T. japonicum</i> ⁽⁵⁴⁾	<i>B. t. kurstaki</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>T. maidis</i> ⁽¹⁴⁾	<i>B. t. thuringiensis</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>T. minutum</i> ^(37,55)	<i>B. t. tolworthi</i> ⁽⁵⁸⁾
<i>T. nubilale</i> ⁽²⁶⁾	真菌 Fungi
<i>T. ostrinia</i> ⁽²⁷⁾	<i>Beauveria bassiana</i> ⁽⁶⁶⁾
<i>T. perkinsi</i> ⁽³³⁾	<i>Metarrhizium anisopliae</i> ⁽⁶⁶⁾
<i>T. pretiosum</i> ⁽³⁶⁾	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> ⁽⁶⁶⁾
<i>T. rhenana</i> ⁽⁷³⁾	病毒 Viruses
<i>T. schuberti</i> ⁽⁷³⁾	<i>Autographa californica</i> ⁽⁵¹⁾
雙翅目 Diptera	<i>Rachiplusia ou</i> ⁽⁵¹⁾
黃潛蠅科 Chloropidae	原生動物 Protozoa
<i>Polyodaspis ruficornis</i> ⁽³⁷⁾	<i>Nosema pyraustae</i> ^(52,75)
寄生蠅科 Tachinidae	<i>Vairimorpha necatrix</i> ⁽⁵⁰⁾
<i>Digonochaeta setipennis</i> ⁽³⁷⁾	線蟲 Nematode
<i>Eriothrix penitalis</i> ⁽³⁷⁾	DD-136 ⁽⁷⁵⁾

歐洲玉米螟之捕食性天敵

歐洲玉米螟之捕食性天敵包括有昆蟲、蜘蛛、鳥及啮齒動物等21種(表3)。在美國其重要者有 *Ceratomygilla fuscilabris* (Muls.)、*Hippodamia convergens* Guer. 及 *H. tredecimpunctata* (L.) 等瓢蟲。其幼蟲與成

蟲均能捕食玉米螟之卵與幼齡幼蟲，且以捕食卵最為有效。在俄亥俄 (Ohio) 州，*C. fuscilabris* 出現較早，可捕食玉米螟卵達 50% 或更多，而後兩種則在玉米螟產卵後期出現。*C. fuscilabris* 與 *H. convergens* 經常在一些玉米田活動，可使玉米螟之卵塊與幼蟲大量減少

(12)。此外，又發現草蜻蛉之幼蟲與蜘蛛亦可捕食玉米螟之卵⁽¹²⁾。

鳥類在捕食玉米螟越冬幼蟲方面似乎亦頗重要。美國曾記錄 9 種，但其中以啄木鳥 (downy woodpecker, *Dryobates pubescens medianus* (Swain.)) 與紅翅黑鳥 (red-wing blackbird, *Agelaius phoeniceus phoeniceus* (L.)) 為最重要⁽¹²⁾。加拿大之紅翅黑鳥 (*Agelaius phoeniceus* 在秋末時可捕食多量之玉米螟幼蟲，而使次年玉米上之玉米螟族群密

度趨降，但其捕食玉米螟所獲效果僅可彌補其食害玉米所致損失之 20%⁽¹²⁾。日本記錄步行蟲 (*Plochionus* sp.) 與啄木鳥乃玉米螟之捕食性天敵⁽²¹⁾。

至於捕食性天敵在防治玉米螟方面之價值，美國認為很難評估，特別是一些夜間活動之捕食種類，如啮齒動物與甲蟲之幼蟲與成蟲，均能捕食正在遷移或正圖侵入玉米莖內之玉米螟幼蟲，或玉米螟成蟲⁽¹²⁾。

表 3. 歐洲玉米螟之捕食性天敵
Table 3. Predators of *Ostrinia nubilalis* (Hb.)

半翅目 Hemiptera	脈翅目 Neuroptera
花椿象科 Anthoridae	草蜻蛉科 Chrysopidae ⁽¹²⁾
<i>Orius insidiosus</i> ⁽³⁷⁾	蜘蛛 Spiders ⁽¹²⁾
<i>O. sauteri</i> ⁽³⁷⁾	鳥 Birds
<i>Scolopocelis parallelus</i> ⁽³⁷⁾	<i>Agelaius phoeniceus phoeniceus</i> ⁽¹²⁾
鞘翅目 Coleoptera	<i>Corvus brachyrhynchos brachyrhynchos</i> ⁽¹²⁾
步行蟲科 Carabidae	<i>Dryobates pubescens medianus</i> ⁽¹²⁾
<i>Chlaenius pictus</i> ⁽³⁷⁾	<i>Euphagus carolinus</i> ⁽¹²⁾
<i>Plochionus</i> sp. ⁽²¹⁾	<i>Penthestes atricapillus atricapillus</i> ⁽¹²⁾
瓢蟲科 Coccinellidae	<i>Phasianus colchicus torquatus</i> ⁽¹²⁾
<i>Ceratomegilla fuscilabris</i> ⁽¹²⁾	<i>Quiscalus quiscula quiscula</i> ⁽¹²⁾
<i>Coleomegilla maculata</i> ⁽³⁷⁾	<i>Sturnus vulgaris vulgaris</i> ⁽¹²⁾
<i>Hippodamia convergens</i> ⁽³⁷⁾	<i>Turdus migratorius migratorius</i> ⁽¹²⁾
<i>H. tredecimpunctata</i> ⁽³⁷⁾	啮齒動物 Rodents ⁽¹²⁾

歐洲玉米螟生物防治實例

卵寄生蜂之利用：赤眼卵蜂 *Trichogramma* spp. 之寄主範圍甚廣，有記載者約近 200 種，其中以鱗翅類最為主要⁽⁶⁾。就玉米螟而言，該蜂亦屬其重要天敵。在歐、美國家均有利利用赤眼卵蜂防治玉米螟之事例。茲分述如后。

蘇聯 歐洲玉米螟對玉米之嚴重為害已有多數年，蘇聯曾使用耕作方法防治之，效果並不令人滿意。因此 1969 至 1974 年乃在烏克蘭森林-草原地帶進行寄生蜂 *Trichogramma evanescens* Westw. 之釋放試驗，以探求該蜂防治玉米螟之適當釋放數量與釋放次數。每公頃釋放 40,000 至 150,000 隻寄生蜂，計分 6 種處理，分別在玉米螟產卵之初期與尖峰期各釋放半數

。結果發現釋放數由每公頃 80,000 增為 100,000 隻時，其防治效果約增 55%。但釋放數再增加時，其防治效果並未增加。釋放數為每公頃 80,000 至 150,000 隻時，每莖幼蟲數可降低 83%，破莖數可減半，穀粒受損也減少一半以上。由防治費用觀之，最佳之釋放蜂數為每公頃 80,000 至 100,000 隻。釋放次數須依玉米螟產卵期之長短而定。如 1972 年當地玉米螟產卵期比常年延長，此時每隔 6 至 8 天即須釋放 1 次，釋放 3 次最為經濟而有效。而在 1973 至 1974 年因玉米螟在短期內產下大部分之卵，該時僅釋放 2 次寄生蜂，即可獲防治效果。因此，Klok 氏認為不論玉米之生產是作青飼料用或食用穀粒，其玉米螟之防治均以利用寄生蜂最

為理想⁽⁴⁸⁾。又烏克蘭 Cherkess 地區常利用 *Trichogramma* 寄生蜂防治蔬菜害蟲及玉米螟，其效果可達 75~92%。Dvirnyak 氏認為將該蜂列入綜合防治作業，可大量減少藥劑之使用量⁽⁴⁹⁾。

西德 1977至1980年間在10處玉米田進行歐洲玉米螟之生物防治。用麥蛾 (*Sitotroga cerealella* (Ol.)) 卵繁殖寄生蜂 *Trichogramma evanescens*，再依據田間害蟲之發生密度而決定其釋放時間、釋放數量及次數。結果使玉米螟族群密度降低61~93%，防治獲得成功⁽⁵⁰⁾。1979年 Neuffer 氏利用 *T. evanescens* 蜂防治為害食用玉米之玉米螟，未防治前玉米產量損失達80%，時或更高。後經利用粉斑螟蛾 (*Ephestia kuehniella* Zell.) 之卵繁殖寄生蜂，於田間玉米螟產卵時期，每隔1星期，每公頃釋放 50,000 至 100,000 隻寄生蜂蛹體，共釋放 1 至 3 次。其結果可使玉米螟之為害減輕，不堪出售之玉米比率亦見減少。尤其在寄生蜂釋放數最多之處理，其生物防治效果特別顯著⁽⁶⁰⁾。

法國 該國 Alsace 地區之歐洲玉米螟年發生1代。其於1974年即大量繁殖寄生蜂 *Trichogramma maidis* Pintu. & Voeg.，並釋放於玉米田，據稱玉米螟蟲口可以減少 9~95%，且其效果較之藥劑為有效。Stengel 氏認為某地區玉米螟之為害是否嚴重，可由其前一年秋季之玉米螟蟲口預測而得知，故能及時繁殖寄生蜂 *T. maidis* 備供釋放以資抑制⁽⁷⁰⁾。法國國家農業試驗所 (INRA) 報導 1979 年之寄生蜂釋放面積僅幾百公頃，並推測 1980 年將擴增為 2,000 公頃⁽⁴⁰⁾。

瑞士 Bigler 等氏 (1975) 在室內用粉斑螟蛾 (*E. kuehniella*) 卵繁殖寄生蜂 *Trichogramma evanescens*。並定期釋放於玉米田。可使歐洲玉米螟之卵被寄生率高達95%。該蜂在1979年繁殖至110代後，玉米螟即顯著地被滅除⁽¹⁰⁾。Krehbiel 與 Wittwer 兩氏於1978年開始進行寄生蜂 *Trichogramma* 之大量繁殖與大面積之田間釋放。結果在釋放區玉米之受害率僅 9%，而對照區則高達 24%⁽⁴⁷⁾。

羅馬尼亞 卵寄生蜂 *Trichogramma*

evanescens 乃羅馬尼亞歐洲玉米螟之本地天敵，其寄生率之高低與其棲息環境有關，Rosca 與 Barbulescu 兩氏報告，如果玉米田之四周有森林時，其寄生率可達 21.2%，若在 300 m 外才有森林時，則其寄生率僅 0.65%⁽⁶⁷⁾。又 1971 年 Manolache 與 Tien 兩氏在田間釋放其本地種寄生蜂 *T. evanescens* 與自越南引進之 *Trichogramma japonicum* Ashm. 蜂以防治歐洲玉米螟，結果後者顯得較為活躍，而且生活史短，產卵量多，使玉米產量每公頃增加 1190.77 kg，而 *T. evanescens* 之釋放區，玉米產量每公頃僅增加 297.43 kg⁽⁶⁴⁾。

保加利亞 保加利亞南部地區栽培之玉米受歐洲玉米螟為害嚴重，經釋放寄生蜂 *Trichogramma euproctidis* (Gir.) 後，釋放區與對照區內玉米植株之平均受害率為 19.4 與 48.6%，每株玉米上之玉米螟幼蟲數分別為 1~1.2 與 2.8~3.6 隻。釋放區內之玉米螟卵被寄生率為 73.2~76.8%。保加利亞西北部部分地區玉米受歐洲玉米螟之為害亦頗嚴重。經釋放卵寄生蜂後，釋放區與對照區內之植株受害率分別為 15 與 38.5%。釋放區內之玉米螟卵被寄生率平均為 68.3%⁽⁶⁵⁾。Ivanov 氏亦認為利用寄生蜂 *Trichogramma* spp. 防治玉米螟之效果甚佳，寄生率可達 70~80%，可使 60~85% 之玉米不受玉米螟之為害⁽⁴¹⁾，Karadjov 氏又云釋放 *T. euproctidis* 蜂乃防治玉米螟之主要方法，在有利環境下，其寄生率可高達 90% 以上。而 *T. evanescens* 蜂則效力較差，其寄生率不會超過 69%⁽⁴²⁾。Ivanov 氏認為 *Trichogramma* 屬之寄生蜂在植物保護之害蟲綜合防治方面頗具潛力，實屬有效之生物防治因子⁽⁴¹⁾。

美國 歐洲玉米螟在美國亦屬玉米之重要害蟲，但其卵塊之被寄生率變化很大，一年中常自 0.5 至 70% 不等。且各個卵塊內卵粒之被寄生數偏低，僅 0.5~20%。自 1931 至 1949 年之文獻查知，該國為提高玉米螟卵之被寄生率，曾經釋放室內飼育之寄生蜂如 *Trichogramma minutum* Riley 與 *Trichogramma pretiosum* Riley，但結果未獲成效。1971 年乃加強玉米螟卵寄生蜂 *Trichogramma* 之蒐

毒，後在德拉威州 (Delaware) 之羊蹄草 (dockweed, *Rumex* spp.)、甜椒 (*Capsicum annuum*) 及甜玉米 (*Zea mays*) 等作物上發現寄生蜂 *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis, 其對爲害甜玉米玉米螟之寄生率爲 5% (6月) 至 70% (9月)。尤其 1971 至 1972 年田間採得之玉米螟被寄生卵塊，約有 90% 卵粒全數被寄生⁽²⁶⁾。

Burbutis 與 Goldstein 兩氏用歐洲玉米螟卵，以每 1 卵塊配 6 隻蜂之比例繁殖寄生蜂 *T. nubilale*，計繁殖 1,000 隻蜂需美金 0.12 元，每工 1 天可生產 262,000 隻。按每公頃釋放 59,000 隻 *T. nubilale* 蜂計算，其成本費用約爲 14.16 美元。此項費用與 1982 年利用 Carbofuran 防治玉米螟每公頃需耗費 25~30 美元相較，顯然較爲經濟⁽¹⁹⁾。

我國大陸 Feng 等氏報導 1974 年在山東省釋放卵寄生蜂防治歐洲玉米螟。每畝釋放 10,000 隻寄生蜂包括 *Trichogramma dendrolimi* Mats. 與 *Trichogramma ostrinae* Pang & Chen 等，其寄生率可達 80%，又云寄生蜂釋放次數可視寄主產卵期與當時田間溫度下寄主昆蟲之發育情況而定。氏等發現每 1 代玉米螟之發生，釋放寄生蜂 3 至 4 次即可達到防治之目的。若在寄生蜂釋放後，再施用蘇力菌 *Bacillus thuringiensis* 與白殭菌 *Beauveria bassiana* 更可獲得進一步之防治效果⁽²⁷⁾。Yu 氏等報導近年來於北平市郊進行大面積玉米田釋放寄生蜂 *T. dendrolimi* 防治玉米螟，其寄生率已達 70~80%⁽⁷⁹⁾。

臺灣 本省玉米中心在民國 61 至 62 年間，將採自田間之玉米螟卵寄生蜂 *Trichogramma* spp. 作爲蟲源，用外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stain.) 爲代用寄主，進行卵寄生蜂之大量繁殖並釋放於田間。其試驗係於玉米種植後之 40 天 (61 年) 與 25 天 (62 年) 起，在面積約 0.03 ha 之兩處試驗田釋放卵寄生蜂 5,000 至 7,500 隻，每隔 3 至 4 天釋放 1 次，直至玉米雄花完全抽出爲止。結果其防治效果欠理想。春作時寄主卵塊發生較多，每株上約有 1.7~8.0 及 0.8~7.8 塊，又因平均溫度在 26°C 以上之影響，釋放寄生蜂後，田間玉米螟卵塊

之被寄生率可由零升至 95%。但其莖之被害率 (79~82 與 69~59%) 與未釋放寄生蜂之對照區 (87 與 80%) 間並無顯著差異。而秋作時因田間玉米上之玉米螟卵塊數較少，每株 0.3~0.8 與 0.2~0.7 塊，經釋放卵寄生蜂後，釋放區內玉米螟卵塊之被寄生率低於 5%，而其玉米莖之被害率 (36~31 與 30~39%) 與對照區 (34%) 亦無顯著差異⁽²⁾。

幼蟲與蛹寄生性天敵之利用：歐洲玉米螟幼蟲與蛹之寄生性天敵包括有昆蟲、細菌、真菌、病毒、線蟲及原生動物等。其中以寄生蠅 *Lydella thompsoni* Hert.、姬蜂 *Eriborus terebrans* (Grav.) 及小菌蜂 *Macrocentrus grandii* Goid. 較爲重要，且在美國、加拿大、關島等地釋放後均獲立足。茲分述如后：

美國 自 1919 至 1939 年分別自歐洲與滿州、韓國、日本及臺灣等地輸入越多之歐洲玉米螟幼蟲 23,796,713 與 3,070,895 隻及一些寄生蜂之菌與蛹。由輸入之幼蟲與蜂菌飼育得 24 種天敵。在 1920 至 1940 年間共釋放 21 種，計 2,993,605 隻。其中獲得立足者 6 種，即姬蜂 (*Eriborus terebrans* 與 *Phaeogenes nigridens* Wesm.)、小菌蜂 (*Chelonus annulipes* Wesm. 與 *Macrocentrus grandii*)、黏小蜂 (*Sympiesis viridula* (Thoms.)) 及寄生蠅 (*Lydella thompsoni*)。依據其立足數量及分散力之評估，認爲姬蜂 *Eriborus terebrans*、小菌蜂 *Macrocentrus grandii* 及寄生蠅 *Lydella thompsoni* 較有價值⁽¹²⁾。此後每隔 10 年即進行 1 次天敵釋放後之評估，發現 *Eriborus* 姬蜂與 *Macrocentrus* 小菌蜂均逐年減少，而 *Lydella* 寄生蠅則未發現。Andreasdis 氏認爲康州 (Connecticut) 除小菌蜂 *Macrocentrus* 外，其它引進天敵及本地天敵在歐洲玉米螟自然防治中均屬不重要角色⁽⁹⁾。Hill 等氏認爲內布拉斯加州 (Nebraska) 偶而除了一些玉米田外，引進天敵也非影響歐洲玉米螟蟲口消長之因子⁽²⁸⁾。至於前述寄生蜂生存量之減少與寄生蠅消失之原因，則被認爲主要由於 1962 至 1965 年秋季歐洲玉米螟受幼蟲微粒子病 (*Nosema pyrausta* Pail.) 流行之影響^(9,10,28)。目前有關寄生蠅族群之重建與其田間

之應用尚在研究中⁽¹⁸⁾。

加拿大 自1923年開始，先後27年間自歐洲、美國及東方引進並釋放玉米螟幼蟲與蛹之天敵凡26種，約4,900,000隻。其中僅姬蜂 *Eriborus terebrans*、釉小蜂 *Sympiesis viridula* 及寄生蠅 *Lydella thompsoni* 獲得立足，而且逐漸分散至玉米螟為害之地區，但其寄生率仍無法達到足以影響玉米螟蟲口之程度。另有數種寄生蜂在釋放後雖可在當季回收，但因不能持續繁衍而告失敗。因此就整個生物防治計畫而言，僅能略獲效益或全無成效。又在釋放寄生蜂之初，歐洲玉米螟多半是年發生1代，可是1940年則因情況改變，歐洲玉米螟1年竟發生2代，此種現象有益於天敵族群之建立，尤其對寄生蠅 *Lydella thompsoni* 而言，能使之在1年中繁殖1代或多代⁽²²⁾。

關島 該地在1911年首次發現歐洲玉米螟，遂即迅速繁衍成為玉米之重要害蟲。其生物防治工作自1926至1931年由美國、日本及滿洲等地共引進4種幼蟲及蛹之天敵，包括姬蜂 (*Campoplex alkae* (E. & S.))、*Exeristes roborator* (F.) 及 *Cremastus flavoobitalis* Cam.) 及寄生蠅 (*Lydella thompsoni*)。其中僅 *Exeristes* 姬蜂與 *Lydella* 寄生蠅在室內繁殖成功並數以千計地釋放於田間。1952與1954年又自美國輸入歐洲玉米螟幼蟲2批，分別為32,400與50,000隻，飼育得天敵5種，即姬蜂 (*Eriborus terebrans*)、小齒蜂 (*Macrocentrus grandii*、*Chelonus annulipes* 及 *Agathis agilis* (Cress.)) 及寄生蠅 (*Lydella thompsoni*)。均不經過室內飼育即直接釋放於田間。由調查資料顯示1954年在不適宜之情況下釋放，僅有少數玉米螟蟲被寄生。1956年又自美國引入姬蜂 *Eriborus terebrans*、小齒蜂 *Chelonus annulipes* 及寄生蠅 *Lydella thompsoni* 至塞班島 (Saipan Island)，但是否釋放或立足則無所悉⁽²²⁾。

前述之引進天敵中，僅寄生蠅 *Lydella thompsoni* 獲得立足，而且快速地散布於整個關島，寄生率亦高。據1936年之調查顯示該蠅對玉米螟之防治效果頗令人滿意。但1951年之調查却顯示50~85%之玉米均受玉米螟

為害或致死。採自田間之數千隻玉米螟中，僅發現1隻寄生蠅，且自1954年後即未再發現此蠅。可是文獻中對此蠅在早期之生存數量多且能有效地防治玉米螟，而在後期却出現消滅之情形，未作任何說明⁽²²⁾。

玉米螟卵寄生蜂利用之檢討

由上述利用天敵防治玉米螟之實例中，實可認定卵寄生蜂在玉米螟生物防治中居重要地位，茲為謀求其能充分發揮其潛力，乃對其飼育技術、釋放技術以及影響釋放效果之因子等分項檢討如次：

卵寄生蜂之飼育技術

寄生蜂在大量繁殖中常隨著繁殖代數之增多而出現蜂種退化現象，如營養馴化、羽化不整齊、羽化率減低、體型大小不一，甚至畸形，飛翔力弱、壽命短以及雌蜂數量增多等現象。因此為確保蜂種之品質，在卵寄生蜂繁殖中必須注意以下各點。

1. 種類之正確鑑定：欲利用害蟲之生物天敵防治害蟲，則其天敵種類之正確鑑定最為首要。*Trichogramma* 屬卵寄生蜂因體形甚小，種之特徵又難分辨，因此在飼育期間應該嚴密防患，避免有其同胞種 (sibling species) 或其它蜂種之混入，而影響及寄生蜂之品質及飼育作業⁽⁷¹⁾。

2. 代用寄主之使用：大量增殖寄生蜂常用鱗翅類之倉儲害蟲為代用寄主。但有些寄生蜂可以使用代用寄主飼育，有些種類則否。如 Hassan 氏等報告，寄生蜂 *T. evanescens* 可用麥蛾 (*Sitotroga cerealella*) 或粉斑螟蛾 (*Ephestia kuehniella*) 繁殖之，而所繁殖得之蜂種在品質上並不因代用寄主之不同而有所差異。兩種代用寄主繁殖得之寄生蜂釋放玉米田後，對歐洲玉米螟之為害率分別可降低75.5~94.8%與77.6~89.8%⁽⁸⁸⁾。而寄生蜂 *Trichogramma nubilale* 對歐洲玉米螟之選擇性則較強，依據美國 Ertle 與 Davis, Curl 與 Burbutis, 及 Burbutis 與 Goldstein 等氏近10年來之經驗，均認為該蜂仍以使用原寄主，即歐洲玉米螟，飼育最為成功⁽⁸⁹⁾。Ertle 與 Davis 兩氏報導用麥蛾為代用寄主繁殖該蜂

，結果失敗⁽⁸⁶⁾。

3. 殺卵處理：室內大量增殖寄生蜂常使用鱗翅目昆蟲為代用寄主。如繁殖 *Trichogramma* 屬寄生蜂時，未曾被寄生之寄主昆蟲卵若不預作殺卵處理，一旦孵化，其幼蟲常捕食正在發育中之寄生蜂，使寄生蜂之大量繁殖受到干擾。Goldstein 氏等估計繁殖 *Trichogramma nubilale* 蜂時，此種損失可達 25%⁽⁸⁹⁾。又 Voegelé 等氏認為死卵比較適於貯存⁽⁷²⁾。因此寄主昆蟲之卵不論供冷存或供寄生蜂寄生用，均宜先做殺卵處理。一般常以低溫⁽⁸⁹⁾、藥劑 (tepa)⁽⁷⁸⁾、 γ 射線⁽⁵⁵⁾ 及紫外線⁽⁷²⁾ 等處理之。

玉米螟卵對紫外線特別敏感，Goldstein 等氏報告卵齡為零至 4 小時之玉米螟卵經 30 分鐘之紫外線處理後，致死率可達 100%，其對卵寄生蜂 *Trichogramma nubilale* 及其寄生能力而言，並無害處，而且至少可以連續繁殖 5 代。其第五代成蜂除壽命略短外 (3.12 vs 3.66 天)，其它如產卵量、羽化率、性比及每 1 寄主卵羽化出之蜂數均無差異⁽⁸⁹⁾。本省臺糖公司繁殖寄生蜂 *Trichogramma chilonis* 使用外米縱蛾為代用寄主，其寄主卵用 15 W 紫外線照射 1 小時，即達殺卵之目的⁽⁸⁾。本所為節省外米縱蛾卵片接受紫外線處理之時間與空間，目前正試以 0°C 低溫處理寄主卵，發現經 4 小時之低溫處理後，殺卵率可達 100% (邱與陳未發表資料)。

4. 變溫處理：寄生蜂之大量飼育一般都使用恆溫，寄生蜂釋放於田間時，常因溫差不同而影響及其在田野之存活率，尤其對成蜂之交尾與產卵能力影響更為明顯。Pargamin 與 Grigorenko 兩氏認為確保寄生蜂之品質，飼育時不應使用恆溫，否則釋放後蜂群無法適應田野之自然環境，例如日、夜溫差之變化，即會影響及其釋放後成蜂之生存及產卵寄生等情況。蘇聯在繁殖 *Trichogramma evanescens* 蜂時，其飼育之溫度定為白天 26°C，晚上 14~16°C⁽⁶³⁾。蒲墊龍亦認為長時間在室內穩定之溫、濕度下連續多代繁殖寄生蜂，會使蜂種出現退化現象，氏等乃主張在適宜之室內溫、濕度下接蜂，1 至 2 天後將被寄生卵片移至室外接

受自然環境之適應，待其子代發育至蛹期時，再移回室內，如此可使寄生蜂釋放後在自然環境下更能適應而發揮其寄生效果⁽⁶⁾。

5. 寄主昆蟲與代用寄主昆蟲之交替使用：單獨使用 1 種寄主昆蟲繁殖寄生蜂，常因連續多代之近親繁殖，而使寄生蜂之生長勢趨弱。蘇聯為避免此弊之發生，繁殖 *Trichogramma evanescens* 蜂時，在 1 年中除一向使用之代用寄主 (麥蛾或粉斑螟蛾) 外，間以原寄主昆蟲如 *Mamestra brassicae* (L.) 繁殖 2 代，或用 *Ostrinia nubilalis* 繁殖 1 代，即可使繁殖寄生蜂之品質保持正常⁽⁶³⁾。

6. 接蜂時間：寄主昆蟲卵供寄生蜂產卵時間之久暫，將直接影響其卵之被寄生率。若能確定寄生蜂產卵之盛期及所需時間，則可使其產卵率達高峯。Pargamin 與 Grigorenko 認為寄主卵供寄生蜂產卵約 8 小時後即予移開，可使蜂卵與其幼蟲之發育及成熟狀況趨於一致⁽⁶³⁾。我國大陸繁殖 *Trichogramma* 屬寄生蜂時，其每一次接蜂時間不超過 10 分鐘。亦即發現寄主卵片上約有 70% 卵已被寄生時，即將之移開，如此，可避免寄主卵之被過量寄生 (superparasitism)⁽⁶⁾。

7. 接蜂空間：供寄生蜂產卵寄生之空間太大自然影響及寄生蜂之交尾及產卵機會，使受精率降低，而致其後代蜂之雄性占多數。於是性比因而改變。但若空間太小，繁殖多代之後，亦會減弱其成蜂之尋偶與交尾，以及雌蜂尋找寄主產卵之飛翔能力。因此用適當大小之空間接蜂也是飼育寄生蜂之重要條件。

美國 Burbulis 與 Goldstein 兩氏將玉米螟卵塊放在木箱 (45×43.1×53.8 cm) 內供寄生蜂 *Trichogramma nubilale* 產卵寄生，連續 4 年後發現雌雄蜂之性比由原來之雌：雄為 6:1，減為 2:1，後將該蜂放在玻管 (4×25 cm) 內任其交尾，其產生後代之性比又恢復至雌：雄為 7:1⁽¹⁹⁾。蒲墊龍報告，為防止蜂種之退化與復壯，寄生蜂繁殖至一定數量後應改用較大之蜂箱飼育，並將寄主卵片置於箱之上方有玻璃之一面，使飛翔力較弱之雌蜂產卵機會減少，藉此淘汰生活力較弱之蜂體⁽⁹⁾。

8. 寄生蜂與寄主卵數之比例：為避免繁殖

中寄生蜂發生太多之過量寄生現象，應根據不同蜂種之特點與其接蜂之先後次序而決定寄生蜂與寄主卵數之比例。如美國繁殖玉米螟寄生蜂 *Trichogramma nubilale* 時，係用 6 隻蜂與 1 個寄主卵塊之比例繁殖之⁽¹⁹⁾。本省臺糖公司則用已被寄生之蜂卵 1 片（約 1,200 粒卵），配以尚未被寄生產卵之寄主卵 6~8 片繁殖 *Trichogramma chilonis* 蜂⁽⁵⁾。蒲鰲龍認為首次接蜂時，其寄生蜂與寄主卵數之比數應較第二次接蜂時為小⁽⁶⁾。

9. 冷藏處理：大量繁殖寄生蜂並予釋放田間防治害蟲時，經常發生繁殖蜂、釋放蜂及寄主昆蟲三者之供應不相配合。因此在害蟲大發生之前，必須有計畫地繁殖寄生蜂並冷藏之，待累積至一定數量時，才能適時予以釋放。不同種類之昆蟲其需要之適宜低溫、能耐冷藏之發育期以及冷藏時間之長短均不相同。蘇聯在繁殖 *Trichogramma* 蜂時，每年 9~10 月即開始準備儲藏 15~20 百萬隻蜂之前蛹，使之於 7~8°C，75~85% RH 之環境下休眠⁽⁶³⁾。本省臺糖公司將寄生蜂 *Trichogramma chilonis* 蛹貯存於 6°C，發現其蜂之羽化與寄生能力隨貯存日數之增加而趨降，最長不得超過 20 日⁽⁵⁾。故知適當之冷存處理可使蜂群發育正常，寄生率高，而獲得良好之治蟲效果。

總之，在上述各例之寄生蜂飼育過程中，若能發展出自動化或半自動之流程^(34,71)，才能大量生產寄生蜂，同時降低成本，比之使用農藥更為經濟。

卵寄生蜂之釋放技術

卵寄生蜂釋放於田間之方式，有釋放成蜂或釋放含有寄生蜂蛹期之寄主卵。如欲增加其釋放效果，釋放天敵時應注意下列各點。

1. 害蟲密度與其產卵期之瞭解：進行田間釋放寄生蜂之先，必須瞭解其寄主害蟲之田間發生情況，如寄主害蟲之發生密度及族群消長等，尤其是其產卵盛期。如此才能掌握最佳時機，而配合以最適當之寄生蜂釋放時間、釋放蜂數及釋放次數。

2. 放蜂容器之使用：為確保寄生蜂片釋放於田間後不受到任何之損害與敵害，最好使用放蜂器或給予特殊處理，以免已被寄生之寄主

卵片釋放後被風吹、雨淋、日曬或受螞蟥、蜘蛛等天敵之侵害。德國釋放寄生蜂時即使用放蜂器⁽⁸²⁾。我國大陸把玉米葉片之半邊從中點撕斷，沿中肋向基部撕開一段，將蜂片放在葉片下面，向基部方向捲成小卷，並予紮牢，做成保護器而保護之⁽⁶⁾。

3. 釋放不同羽化期之寄生蜂：釋放卵寄生蜂之時期若與其寄主昆蟲之產卵期不相配合，則無法充分發揮其產卵寄生之防治效果。Hassan 與 Heil 兩氏主張 1 次釋放不同羽化期寄生蜂之蛹，不但可以延長該蜂對田間害蟲卵期之抑制效果，也可減少寄生蜂之釋放次數。德國在 1980 年使用此種釋放方式，能將釋放次數由原來之 3 次減為 1 次。每公頃釋放 *Trichogramma evanescens* 蜂 135,000 隻，同時加用放蜂器之設置而資保護，結果其田間玉米螟幼蟲數比對照區減少約 75%⁽³⁵⁾。

4. 機械代替人工釋放寄生蜂：用人工釋放卵寄生蜂比較費力、費時而且釋放點較為集中，其蜂群搜尋寄主之能力亦較弱。使用機械釋放寄生蜂則不但省力、省時而且釋放點比較分散，較易獲得防治效果。

蘇聯 Zilberg 等氏在 1976 年使用曳引機釋放卵寄生蜂。將已被寄生之寄主昆蟲卵裝入球形紙袋，裝在曳引機上，釋放時，機械會將紙袋撕開 1 小孔（孔徑約 0.8~1 mm）。拋散於距離約 10 m 之各方位置。此種釋放法已證實不至影響及成蜂之活力。在玉米田用此法防治歐洲玉米螟，釋放寄生蜂 *Trichogramma euproctidis* 3 次，總計每公頃釋放 50 點，共約 100,000 隻，其效果較用人手釋放為優。使用機械與人力釋放寄生蜂之寄生率分別為 67% 與 57%，而未曾釋放寄生蜂之對照區寄生率僅為 19%⁽⁸³⁾。

由於避免卵寄生蜂 *Trichogramma* spp. 搜尋寄主之能力過弱，故須發展大面積之釋放方法。1976~1978 年保加利亞由蘇聯協助下在 Plovdiv 地方自空中用直升機釋放卵寄生蜂以防治歐洲玉米螟。初步試驗顯示使用直升機釋放方式對寄生蜂並不造成傷害，此法若與誘蟲器併用，則其防治效果更佳⁽⁸⁾。1980 年 Pasko 等氏在 Moldavian 將寄生蜂 *Trichogramma*