第六篇　應用動物

第一章　水稻害蟲研究

鄭　清　煥

水稻爲台灣主要糧食作物，在日據時期栽植面積即達70餘萬公頃，光復後最高栽培面積曾達79萬餘公頃。由於台灣位居亞熱帶，高溫多濕，極適病、害蟲繁衍爲害，因此本所自(1895)年創立以來，對水稻害蟲之防治研究即積極展開。但由於害蟲種類繁多，主要害蟲隨時代之耕作制度及防治措施之演變而隨之變動，研究主題亦受主要害蟲之演變及防治技術與時代之要求而演變，爲方便起見，爰將本所在過去100年來水稻害蟲之研究成果區分兩個時期簡述如下：

光復前之研究成果

台灣從事水稻害蟲有系統之調查及防治研究始於1895年本所之前身試作所成立後。首篇水稻害蟲之報告於1897年由松村松年氏發表之台灣飛蝗(*Pachytylus migraorius*)之研究；此一害蟲之相關研究，其後有1923年之楚南仁博氏，1925及1926年之素木得一氏及1933年素木得一、稻村宗三及楚南仁博氏相繼發表報告。台灣飛蝗侵入台灣之時間一般出現於5月下旬至9月上旬間，由於發生種類與菲律賓種相似，且其發生時間常出現於菲律賓飛蝗大發生之前或後1－2年；另從其侵入期之氣流分析推測爲害台灣地區之飛蝗可能自菲律賓遷飛而來。除蝗蟲類外，一點螟蟲(*Schoenobius incertullus*)，亦爲此一時期研究重點害蟲之一。最早之研究報告爲1907年由堀健所發表之螟蟲在稻莖中之分佈調查；其後相繼有關利用誘蟲燈調查一點螟之發生時期，螟蟲爲害稻苗試驗等報告，但其中以素木得一氏於1917年之一點大螟之研究最爲完整，該報告對一點螟蟲之形態、習性、危害、發生經過、影響其發生之環境因子(含溫度、濕度、日光、水稻栽培法、寄主範圍、分佈、天敵(25種)以及防治方法均有詳細記錄，是爲相當完整之一篇報告。在這一時期，對一點螟之防治主要包括：⑴逃避法(含抗蟲品種之栽植及栽培期之調整；⑵採集卵塊；⑶稻株處理法(齊泥割稻，收穫後即耕地浸水4－5日後再乾燥以促進遺株腐敗)；⑷誘蟲燈誘殺法及⑸天敵之利用(特別鼓勵利用蟻類天敵)。此等利用非農藥之防治方法竟爲事隔70餘年後，台灣目前正積極鼓勵研究之方向。

二化螟蟲在日據時代除1930年由楚南仁博氏發表一篇有關其寄生蜂*Chelonus munalsatae*及*C. chiloms*外，竟未見有關其生態研究之報告。然而值得注意的是在1936年在台南發現台灣稻螟(*Diatraea auricilia* Dudgeon)，其爲害佔螟蟲爲害之40％，但該蟲於1942年在楚南仁博氏之報告，只採到2隻，其後即未發現到有關該蟲之報導。

飛蝨及葉蟬類在日據時代即被認爲水稻重要害蟲之一，其中尤以白背飛蝨(*Delphax furcifera*)之大發生報告較其他種類爲多，但較詳細而完整之生態研究則只有1928年由松田盛氏行對姬黃葉

蟬(*Zygina subrufa* Melich)及1934年福田計氏對褐飛蝨(*Liburnia oryzae* Mats.)發表之兩篇報告，前者爲當時飛蝨葉蟬類發生密度最高之種類而後者之發生數則較黑尾葉蟬及白背飛蝨爲低，但對白背飛蝨及黑尾葉蟬兩種則未見有基本研究報告。姬黃飛蝨及黑尾浮塵子每年均普遍發生，其族群密度頗高，但變動不大；而白背飛蝨與褐飛蝨則於平年發生很少，但一旦環境適合，可突然大發生而造成嚴重爲害。在上述兩篇報告，對該等害蟲之分佈、寄主植物、生活習性、發生經過、天敵、影響其大發生之因素以及防治方法均有深入之觀察。對褐飛蝨之防治，於水稻田以石油防蟲菊浸出液或石油水面灌注法效果最佳，在陸稻則以使用除蟲菊肥皂鹼水及煙草粉撒佈效果較佳。

鐵甲蟲(*Hispa similis*)爲當時另一嚴重危害水稻之害蟲，早於1904年即有由小貫信太郎氏發表之台灣稻害蟲－鐵甲蟲的報告，其後於1936年福田計氏及1937年素木得一氏相繼發表論文，就其形態、生態、危害及防治方法詳細介紹。此一害蟲一年可發生3－5世代，一般爲4世代，一、二期作均可遭受兩個世代爲害，尤以孕穗期同時遭受成蟲及次一世代幼蟲之爲害，常導致葉片全部白化，對稻穀產量影響至鉅。鐵甲蟲之寄生蜂有 *Derostenus* sp. ，*Pteromalus* sp. 及 *Microbracon hispa* 等三種。鐵甲蟲之防治方法包括赤手捕殺，網掃捕殺，驅鴨捕食，越冬期燒毀成蟲潛伏之稻草及田畔雜草，以及使用藥殺法(除蟲菊石鹼合劑、硫酸尼古丁、今津殺蟲劑、煙草粉以及水面石油灌注法)等，但效果有限。與鐵甲蟲同屬鞘翅目之另一種水稻重要害蟲－負泥蟲在台灣之發生生態竟然無研究報告，實不可思議；而對於水稻象鼻蟲 (*Echinocnemus bipunctatus*) 於1907年台灣總督府農業試驗場竟有專文加以介紹，可見後者在當時可能發生危害相當嚴重。

除上述較重要之專題研究外，在日據時代水稻害蟲之研究最大的成就是有關台灣水稻害蟲種類及其爲害調查，奠定了以後的研究基礎。1910年由堀健與素木得一氏合著之「台灣害蟲調查」包括150種害蟲，其中水稻害蟲即佔70種。該報告之續篇(農試特別報告 8：670 pp.)於1913年出版，其中記錄之水稻害蟲增至74種。1912年新渡戶稻雄氏在台灣農事報分七篇就螟蟲類、負泥蟲、鐵甲蟲、稻螟蛉、粟夜盜、浮塵子類、瘤野螟及稻苞蟲等作較詳細的介紹，其中第一篇中之台灣水稻害蟲目錄及索引中就各害蟲之爲害程度依輕、重之別加以敘述，其中屬於甚害者有三化螟；屬於大害者有小稻蝗、白背飛蝨、姬黃浮塵子、瘤野螟、粟夜盜、稻螟蛉、負泥蟲、鐵甲蟲、台灣稻象；屬於中害者有黑尾浮塵子、二化螟、白苞蛾、大螟、台灣挵蝶及褐瓢蟲等，其他包括褐飛蝨、姬黑椿象等則均列爲小害，而斑飛蝨則未列於報告中。

台灣水稻害蟲相之調查至日據時代後期之1943年由三輪勇四郎氏所著之台灣害蟲名彙中所列之稻蟲種類已有101種，其後增加種類不多，因此可說水稻害蟲相之調查在日據時代大致已相當完備。在此一時期，水稻之主要害蟲，最早是1904年由台灣總督府農試試驗場出版之刊物上列出二化螟、三化螟、黑尾浮塵子、斑飛蝨、負泥蟲及鐵甲蟲等六種，稱爲六大害蟲；1909年，長崎常氏將其中之三化螟、鐵甲蟲及負泥蟲等列爲三大害蟲。1939年三輪勇四郎氏發表之〞稻五大害蟲〞一文中列出三化螟、負泥蟲、鐵甲蟲、褐飛蝨及黑椿象等五種，即爲台灣光復初期俗稱之水稻五大害蟲。

總之，在此一時期，經過長期的調查與研究，對於台灣水稻害蟲相，重要害蟲種類之基本生態以及防治方法均已奠下日後良好的研究基礎，上述研究成果對於台灣光復後水稻害蟲之研究之影響至爲深遠。

光復後之研究成果

一、1945年至1950年

台灣於1945年光復，由於遭受第二次世界大戰之蹂躪，經濟凋蔽，百廢待舉。在此一時期恢復糧食生產，以供軍糈民糧、安定社會、爲國家施政重點。然本所因日藉研究人員之遣返，接替研究人員尚待培育，水稻害蟲之研究幾近停頓。在此時期之文獻中，只有1948年由林珪瑞氏發表之螟蟲在割株越冬之調查，及晚稻螟害調害，以及1950年由陳貴華氏發表之三化螟在誘蛾燈之調查報告。對於害蟲之防治措施，大體仍沿用日據時代推薦之辦法。

二、1951年至1965年

台灣於1949年秋，由當時之中國農村復興委員會，自美國引入10% DDT 粉劑，並於1950年在鐵甲蟲發生地區試用，效果良好，1951年復引入 1% BHC粉劑，1953年自德國引入富粒多(Folidol E 605)，其後兩年又引入PM孔劑、大淨濃乳劑及安特靈乳劑以防治水稻害蟲。因此在此一時期，本所從事水稻害蟲研究人員，包括李淳陽、梁同庭及陶家驊氏等之研究大都集中於藥劑防治害蟲有關之試驗工作。由於此一時期水稻害蟲仍以三化螟及鐵甲蟲爲主，研究對象亦以該兩種害蟲爲最多。爲提高防治效果，三化螟蟲蛀入稻株的行爲及途徑以及螟蟲的發生時期受到重視。如1956年梁同庭氏，1960年陶家驊與湯慶銓氏，1963年李淳陽氏及1966年湯慶銓氏等均有觀察三化螟之蛀入稻株行爲之報告，文中指出三化螟蟲在幼株期，大部份幼蟲可由稻株直接蛀入莖內，只有少數由葉鞘之開口處蛀入稻株內部；在分蘗後之稻株，大部份幼蟲則由最上部之葉鞘開口處侵入葉鞘內側，經一天再蛀入莖內，由上往下蛀食爲害。對三化螟之防治，1960年陶家驊及湯慶銓氏建議，在水稻分蘗期，藥劑應於大部幼蟲孵化期或發現稻株開始捲心時使用可獲最佳效果；在孕穗及抽穗期，防治應以預防爲上策，否則不易達到防治效果。1963年及1965年李淳陽與洪文堯氏研究藥劑對三化螟初齡幼蟲之殘效作用，認爲安特靈與巴拉松之殺蟲作用並非殘留於植株表面之藥效，而係由於該等藥劑之滲透殘毒所致；藥劑的殘效最長僅爲 8天，1－3齡幼蟲在施藥後1－3天內死亡。在使用藥劑後30分鐘下雨，對藥劑之毒效即不致產生影響。此外，1954年李淳陽氏發現在水稻收穫後使用氰酸鈣處理稻樁，可防治殘存於其內之三化螟蟲。

除藥劑防治外，三化螟蟲之發生生態在此一時期亦頗受重視，1960年及1966年陶家驊氏依據其七年之調查結果分析指出，該蟲之嚴重發生主要在於當時台灣水利設施不良，水稻栽培制度太複雜，在一、二期作間有延期作或中間作，使其食物不虞匱乏，得能繼續繁衍，而使二期作常遭嚴重爲害；凡12月至3月間溫度愈高，雨量愈少，爲構成螟害嚴重發生條件，第三世代螟蛾發生期(6月中旬至7月上旬)，如遇高溫乾燥或低溫多雨，二期螟蟲發生少。陶家驊氏在1958、1959 、1960及林珪瑞氏，在1966年田間調查三化螟卵寄生蜂 5 種，其中以 *Telenomus dignus* 及 *Trichograma japonicum* 較重要，寄生率通常維持在20至30%；使用殺蟲劑對其寄生率之影響並不明顯。

1966年鄭清煥氏觀察水稻對三化螟之抵抗性，結果共發現有若干屬於中等抗性品種。一般在水稻分蘗期秈稻較粳稻感蟲，但抽穗後則反之。報告中亦提及若干水稻農藝性狀與抗蟲性之關係。

在本時期中，除對三化螟之生態及藥劑防治有較深入研究外，1951年林珪瑞氏曾對白翅浮塵子(姬黃浮塵子)在田間發生生態有較詳細之調查報告，文中指出白翅浮塵子之主要寄主有水稻、大麥、小麥、燕麥；次要者有甘蔗、茭白、米草等，在水稻上以秧田期密度最高，佔飛蝨、葉蟬類總個體數之78.38至99.46％，秧田每平方公寸密度達1.75至9.32隻。其發生期以11月下旬至3月下旬發生密度最高，10月中旬至11月中旬及4月上旬至6月上旬次之。雨季不利於白翅浮塵子之繁殖，1958年林珪瑞氏及1963年陶家驊氏對稻飛蝨類及浮塵子之生態及其爲害亦分別發表報告，1963年至1965年間有陶家驊氏亦陸續發表二化螟之發生爲害與藥劑防治之研究報告，可見在長期大量使用藥劑防治水稻害蟲，業已引發害蟲相之改變。

1966年至1985年

1950年代末期至1960年代初期，台水利設施漸趨完善，一、二期水稻栽培期漸趨一致，導致一點螟蟲越冬困難，其族群密度與危害隨之下降，但因在此期中，斯值國家大力增產稻穀，農藥被過度使用，毒殺天敵，破壞田間生態平衡，而導致原屬於較次要害蟲之二化螟、褐飛蝨、黑尾葉蟬及稻心蠅等害蟲之嚴重發生。爲針對上述稻田蟲相之改變，本所水稻害蟲研究主題亦以上述害蟲爲主，而防治策略除藥劑之篩選外，亦更注重施藥適期發展抗蟲品種以及害蟲天敵調查及應用等。

1966年陶家驊氏之報告對二化螟蟲在田間之發生生態及防治有詳細的描述，該蟲在中南部地區年發生5－6世代，第一期作可遭受第1至3世代之幼蟲危害，第二期作可遭受第5至6世代幼蟲爲害，由於第四世代幼蟲出現於第一、二期作間，食物匱乏，加之二化螟蟲不耐高溫，因此在第一期作螟害恆較二期作嚴重。二化螟在第一期作水稻危害之嚴重性與越冬世代成蟲出現期具密切關係；在12月至3月間若平均溫度低於20℃而降雨量低於50mm，由於螟蛾出現期延後，其產卵量與卵之孵化率均提高，第一期作水稻可能遭受嚴重爲害。爲有效防治二化螟蟲，陶家驊氏建議在禾苗分蘗期中，當發現被害產生側黃葉鞘時，爲施藥最有佳時期；而在孕穗期及抽穗後期螟蟲防治，以於螟蛾出現盛期預防噴藥效果較佳；噴藥時需由下而上均勻噴佈，才能獲得佳效；噴藥次數則需視發生情形，在禾苗期爲間隔10天，1至2次；孕穗期爲間隔7天，1－2次。

爲減少施藥防治二化螟蟲數，1978年鄭清煥氏依據枯心率及白穗率所導致之產量損失與防治成本計算二化螟蟲之經濟爲害基準，在分蘗期爲枯心率5至10％，抽穗期白穗率爲2％。凡二化螟之爲害低於上述基準則無需施藥防治，使二化螟蟲是否應防治有一基準可供依循，減少見蟲爲害即行噴藥防治之弊病。

幾乎與二化螟蟲崛起之同一時期，褐飛蝨發生密度1950年代後期亦有逐漸增高之現象，終於1964年全省大發生，被害面積達25,000公頃以上，其後每年一期作被害面積達1－2萬公頃，二期作達5至10餘萬公頃，而成爲台灣之最重要害蟲。針對此一害蟲之嚴重發生，本所在1960年之主要研究工作以生態觀察及藥劑防治爲主，中後期則以抗蟲育種、發生預測、防治適期爲主。

1966年陶家驊氏及1970年周文德氏等報告指出，褐飛蝨在嘉南地區年可發生11世代，族群高峰出現於6－7月及10－11月；第二期作可遭受第8、9及第10世代爲害，而後兩個世代之爲害釀成災害期。若在8、9月溫高少雨之年，二期作水稻可遭受嚴重爲害。彼等除篩選藥劑外，並

建議於發現若蟲之早期，間隔10天連續噴藥 1至 2次可獲良好防治效果，若待誘蟲燈下發現成蟲密度增加時再行防治，則難獲防治效果。

鄭清煥氏於1978、1979年於室內及田間於各水稻生育期接不同數量之褐飛蝨爲害，以瞭解該蟲之爲害密度與產量損失之關係，並藉該項資料及防治費用等訂定褐飛蝨之經濟爲害基準爲水稻糊熟期前爲每叢稻5－10隻，其後爲每叢稻20 隻，另一方面，彼並藉褐飛蝨在二期作田間族群增殖模式發現在一期作褐飛蝨發生密度通常均在經濟爲害基準之下，無常施用藥劑防治；而在二期作水稻，訂定水稻孕穗末期爲防治褐飛蝨之最適當時期，在發生密度最高密度少於每叢50隻以下噴藥一次，而發生密度在每叢50隻至100隻以上，則間隔7－10天連續噴藥二次，即足以有效地抑制褐飛蝨在二期作造成經濟爲害損失。此項結果大幅提高藥劑合理化使用，使台灣地區水稻害蟲邁向綜合防治之開端。

爲瞭解褐飛蝨天敵之種類以及對褐飛蝨族群之影響，邱瑞珍氏於1978年及1979年發表報告指出，在多種褐飛蝨天敵中，六點狼蜘，裂頭小盤蜘，長腳蜘、綠盲蝽等捕食性天敵以及毛小蜂及魅小蜂等兩種卵寄生蜂最爲重要。鄭清煥氏1983年報告指出，上述天敵於田間之族群變動以綠盲蝽及卵寄生蜂與褐飛蝨之發生密度關係最爲密切，依據三年在無施藥田之調查結果，綠盲蝽之發生密度有時可高達每叢稻30隻以上，卵寄率在水稻生育後期亦可高達70至90％，但水稻於收穫前仍被褐飛蝨嚴重爲害而全面枯萎。此一結果顯示單靠天敵之力量並無法有效地抑制褐飛蝨之爲害，但由於天敵之捕食量與寄生率，顯示天敵對褐飛蝨族群之快速成長具很大的抑制作用。爲減少藥劑對上述天敵之影響，1976年邱瑞珍與鄭清煥氏及1983年鄭清煥氏報告指出Acephate，MTMC，及BPMC等對捕食性蜘蛛類較爲安全，大部份之有機磷劑與氨基甲酸鹽系劑對綠盲蝽則均具劇毒，但對褐飛蝨卵寄生蜂之寄生率影響並不顯著；田間試驗顯示使用短效性Acephate 或選擇性殺蟲劑Buprofezin 可有效防治褐飛蝨，但天敵並無顯著影響。

水稻抗褐飛蝨之研究在本所嘉義分所有長遠而深入之探討，該項工作始於1969年一直持續到現今。台灣原本栽植之粳稻及在來稻均呈感蟲性，適合褐飛蝨之繁殖，因此常受嚴重危害。鄭清煥氏篩選台灣原保存之水稻品種，無法獲得抗蟲種源，其後自國際稻米研究所引入若干抗蟲種源，並與該分所及其他農業試驗研究場所育種人員合作進行抗蟲育種及抗蟲遺傳基因分析研究，業已鑑定 *Bph*-1 、 *bph*-2兩種抗蟲基因，並育成嘉農秈11號等15種抗褐飛蝨秈、粳、糯稻品種推薦農民栽植。種植抗蟲稻種，褐飛蝨之族群密度在整個水稻生長期中均甚低，藥劑只限於當其他水稻害蟲可造成濟損失時始需使用。

栽植抗蟲品種的缺失是可能因有害生物小種褐飛蝨的產生而使水稻的抗蟲特性失去作用。爲防有害生物小種之產生，有關褐飛蝨生物小種之形成，遺傳特性以及抑制方法，鄭清煥氏於1975、1983年曾有詳細之研究報告，文中指出田間採集之褐飛蝨如連續强迫飼育於某一特定抗蟲品種達 6個世代以上，則其殘存之個體即可在該稻種，以及由相同抗蟲因子所控制之稻種的植株上存活並造成爲害。生物小種無法由褐飛蝨的形態上加以區分，而只能由其對含有不同抗蟲因子水稻之爲害反應加以辨別。有害生物小種之能在抗蟲稻種上存活的特性係受隱性數量因子所支配，因此除非大面積連續栽植由同一抗蟲因子所控制之抗蟲品種，有害生物小種將不易產生。此項研究工作提供如何栽植抗蟲稻種以避免有害生物小種產生之資訊。進一步研究建議藉輪流或混合栽植不同遺傳因子所支配之抗蟲品種，可避免或緩和有害生物小種之產生。

在褐飛蝨崛起之同時，黑尾葉蟬類發生密度與危害亦漸趨嚴重，尤以在第一期作水稻抽穗

後，因其族群密度大增，常釀成稻穀10至30％之產量損失。爲釐定黑尾葉蟬之經濟爲害基準及防治適期，黑尾葉蟬在田間族群動態以及危害損失之研究曾有詳細研究。鄭清煥氏在1971年報告指出，黑尾葉蟬在嘉南地區一期作可遭受4個世代之危害，其中以第三世代出現於水稻抽穗期至糊熟期間，造成損失最大。在此時期若其發生密度達每一掃網10隻以上，即可造成4.9％之產量損失，若當其族群超過每掃網20、40、60隻成、若蟲始行防治，則損失量可分別達7.4、11.9及15.4％。經由本項研究釐定黑尾葉蟬之經濟爲害基準爲每掃網10至20隻，並建議水稻齊穗期爲其防治適期。

黑尾葉蟬之天敵在此一期間亦經調查、整理。1978年邱瑞珍氏綜述報告指出，黑尾葉蟬之天敵有6種卵寄生蜂，9種成、若蟲寄生蜂，7種捕食性天敵。在第一期作黑尾葉蟬卵被寄生率可達40.8至47％，在二期作爲21至44％，而寄生菌及捕食性天敵亦可增加黑尾葉蟬之死亡率。因此天敵被認爲有抑制黑尾葉蟬族群增長之功能。

水稻抗黑尾葉蟬之研究工作與水稻抗褐飛蝨之研究同時在本所嘉義分所實施。鄭清煥氏於1970年發現水稻對分佈於台灣之三種黑尾葉蟬之抵抗性並不完全一致，但亦有若干品種被鑑定爲同時可抵抗三種葉蟬；由於黑尾葉蟬之爲害不若褐飛蝨之嚴重，因此未專門從事水稻抗黑尾葉蟬之育種工作。然而由育成之抗褐飛蝨品種中檢定，其中有 8 個品種同時具有抗黑尾葉蟬之特性。

1975年台灣中南部地區突然發生水稻不稔症，被害稻之上葉鞘鬆弛，穗頭扭曲，穀殼變黑不稔，稻穗直立，剝開葉鞘，可見內側有微細之蠕類爲害，該蠕經本所應用動物系鑑定爲稻細蠕(*Steneotarsonimus spinki* Smiley)。對本害蠕之發生爲害，羅幹成及何琦琛氏於1979年至1987年有一系列之研究報告發表，文中指出本害蠕僅寄生於水稻，在第一期作水稻之抽穗期有少量發生，收穫後，於再生稻及二期作秧苗均可發現稻細蠕之爲害，其族群密度於二期作水稻抽穗期達到最高峰，糊熟期後密度始行下降。密植稻本細蠕之發生密度顯著較寬植稻爲高；稻品種間稻細蠕之發生密度差異頗大，在嘉農秈11號，高雄139號及台農67號發生密度較低，而在台中秈2號，嘉農秈8號，嘉南8號及高雄秈2號密度最高；以產量比較，則以嘉農秈11號，高雄秈1號，及台農67號之不稔率最低，產量最高，推薦於發生地區種植。調查稻細蠕之天敵，經記錄者有10餘種之多，其中以捕植蠕類(Phytoseiids)，蠅(Cecidomyiide)及一種類似原生動物(protozoa)最爲重要。

水稻遭受稻細蠕之爲害，常同時發生嚴重之葉鞘腐敗病，爲此引起水稻不稔之主因受質疑。爲釐清此項混淆，以水稻分別接種經以消毒之稻細蠕，未經消毒之稻細蠕，葉鞘腐敗病孢子懸浮液，結果顯示不稔率及每穗含蠕數與每分蘗含蠕數呈極顯著之正相關，穗莖長及不稔率與每分蘗蠕數呈顯著之負相關，每穗含蠕率及分蘗數與穗重呈顯著負相關，每分蘗蠕數及穗重與分蘗數呈負相關。此一結果顯示，稻細蠕應爲導致水稻不稔症之主要誘因，而葉鞘腐敗病則可加重不稔症之嚴重性。

水稻各生長期遭受稻細蠕之爲害，其可溶性蛋白質，乾物氮素及非結構性醣之含量均與稻細蠕之爲害密度呈顯著相關，尤以非結構性醣之含量受影響最爲顯著。此項結果顯示，水稻受高密度稻細蠕之爲害，醣之輸送系統遭受阻礙，在葉片和葉鞘內堆積大量之醣分，而使稻穗含醣量顯著下降，致形成大量的空穀粒，不充實穀粒及不充實米。

試驗調查目前常用於水稻害蟲防治藥劑對稻細蠕之防治效果，結果顯示大部藥劑對稻細蠕

無防治效果，但此類藥劑對其天敵卻具强烈之毒性，篩選有效防治稻細蟎之藥劑結果表示，以乙基巴拉松與大克蟎效果最優，大利農及亞殺蟎次之。

在本時期內，另一原爲台灣偶發生水稻害蟲－瘤野螟蟲，常於二期作水稻造成嚴重危害，爲有效防治此一害蟲，本所嘉義分所鄭清煥氏有詳細之觀察報告。室內飼養該蟲年可完成10個世代。卵、幼蟲及蛹發育低溫臨界分別爲12.3、11.1及13.9℃，有效積溫分別爲60.2、204.8及88.3日度，成蟲壽命隨溫度之升高縮短，在30℃，其壽命達13日左右，可產卵260粒。田間調查，在嘉南地區一年可完成九個世代，在第一、二期稻均可遭受三個世代之幼蟲爲害，其成蟲高峰則分別出現於 6 月中間及10月中、下旬；幼蟲危害最烈時期則出現於水稻抽穗至齊穗期間。每一幼蟲可捲食稻葉3－5片，隨稻株之生育期而增加，取食面積由19.8cm^{2}至34.0cm^2，其中以第5齡蟲之取食面積約佔全幼蟲期取食面積之50 至70％隨溫度而異。田間成蟲密度使用吸式誘蟲燈或處女蛾誘蟲器偵測之效果較傳統式漏斗式誘蟲燈增加10倍以上。依據田間幼蟲發生密度、被害葉率之進展與產量損失計算瘤野螟之經濟爲害基準，其經濟防治基準估算爲每平公尺有成蟲 1 隻，或每叢稻幼蟲 1 隻以上或被害葉 3片以上。按此一基準及田間瘤野螟之爲害情況發現在一期作瘤野螟並無防治之需要，而二期作則於第七世代幼蟲期(出現於10月上旬)爲防治之重要時期。

在關瘤野螟蟲天敵之調查，陳健忠及邱瑞珍氏於1983年發表報告指出，在台灣13個地區之稻田調查共採得瘤野螟之天敵25種，包括21種寄生天敵， 2種病原菌及 2種捕食性蜘蛛。寄生性天敵中以赤眼卵蜂(*Trichogramma chilonis*)與小繭蜂(*Apanteles cypris*)發生最爲普遍；寄生蜂之族群變動與瘤野螟各蟲期發生期具密切關係；在未施藥田，寄生率可達50％以上，但仍無法有效地遏止瘤野螟之增殖爲害。

稻心蠅(*Hydrellia sasakii*)爲本時期另一可導致稻作損失之重要害蟲，尤以二期作晚植水稻受害最爲嚴重。依據本所嘉義分所鄭清煥氏在1974年之報告指出該蟲於夏季18至25天可完成一個世代，一年約可發生10個世代。成蟲之族群高峰在一期作出現於水稻移植後50天左右；在二期作則出現於移植後35天左右；但被害葉率最高則出現於水稻孕穗期，顯示稻心蠅之爲害以分蘗期爲主。田間取樣試驗顯示，在水稻移植後2－3週，其爲害呈負二式分佈，其後漸趨二項分佈。當取樣精密度要求爲D＝0.2時，每叢稻被害葉率爲 3、6及 9時，所需最小之樣品分別爲60、20及13叢。水稻受稻心蠅爲害時，水稻株高顯著受阻，被害葉率超過10％以上，其分蘗株數增加，但被害者較無被害株之抽穗期延遲3－7天。被害葉率在10％以下對產量無明顯影響，但被害葉率在15％左右時，約可導致 3％之稻穀損失。經濟爲害基準在普植稻訂定爲水稻移植後20天被害葉率10％以上，但對於晚植稻田被害常較普植稻嚴重，建議移植前使用秧苗箱藥劑處理方法實施預防防治。

綜合上述研究成果，可見在本時期內，本所對各種水稻主要害蟲之發生生態，均有深入之研究，且對各主要害蟲之爲害基準以及防治適期等均已釐定，此等研究已爲台灣水稻害蟲之綜合防治奠下良好基礎。在此一時期害蟲之防治，以利用抗蟲品種防治水稻最重要害蟲，而利用短效性或選擇性殺蟲藥劑防治水稻不具抗性之其他害蟲，大幅地減少藥劑的使用，使已往因頻頻使用廣效性殺蟲劑而受抑制之天敵得能於田間立足，發揮其抑制害蟲的效果，此可能爲1986年度以後水稻害蟲少有猖獗發生之主要原因。

四、1986至1994年

台灣在1983年因稻米生產過剩，政府勵行稻田轉作制度；其結果導致一向被認爲次要害蟲之斑飛蝨(*Laodelphax striatellus*)發生密度大爲增高，並於一期作水稻抽穗後麇集稻穗吸食汁液而造成爲害。爲防治此一新堀起之害蟲，本所嘉義分所鄭清煥氏對該害蟲之發生生態，寄主範圍、爲害損失、經濟爲害基準、防治適期、抗蟲品種以及發生預測等進行一系列之研究，結果顯示斑飛蝨在嘉南地區一年約可完成10至11世代，卵、若蟲之發生低溫臨界分別爲12.1及9.8℃，有效積溫分別爲98.7及207.2日度。以秧苗飼育，雌蟲壽命在10℃可達40天左右，30℃平均爲17天每雌蟲產卵量在10℃平均爲3.9粒，30℃爲 52.6粒，但最高產卵數可達182粒。以孕穗期稻株飼育則最高產卵量可達434粒。斑飛蝨亦可在高粱及玉米葉片上存活；在高粱上，其存活率與水稻上飼育者無顯著差別；但在玉米上，其若蟲能在老熟葉片上存活，在3－4葉期之幼株期葉片則無法存活。以誘蟲燈誘殺斑飛蝨族群一年出現兩次高峰，第一次出現於4月下旬至7月下旬，第二次出現於 9 月下旬至元月上旬。在稻田，則無論在第一或第二期作水稻均可遭受 4 個世代爲害，其族群高峰均出現於水稻乳熟期至糊熟期間。在水稻生育期中，以藥劑控制法，測試其每掃網之密度(x)與產量損失($\hat{y}$)之關係，可由$\hat{y} = 1.0442 + 0.09648x$表示，每掃網有斑飛蝨10、20、40隻可分別導致稻穀損失達2.0、3.0與5.0％之稻穀損失，經濟爲害基準訂定爲每掃網10至20隻。斑飛蝨在一期稻之發生量可由12月至元月氣帶式捕蟲網捕獲蟲數，12月至3月間之有效積溫，及3月份之降雨量等加以預測，早期提供訊息供防治之參考。在水稻抗斑飛蝨方面，目前栽培稻種中，對斑飛蝨具抵抗性者有粳稻 3 種，秈稻16種，糯稻 2 種。

與上述辦理斑飛蝨中長期發生預測之同時，褐飛蝨之中長期發生預測工作亦於本所嘉義分所進行研究。鄭清煥氏於1990年發表報告指出，褐飛蝨與白背飛蝨係屬於長距性遷移害蟲，每年由 4 月至 8 月間可自海外遷入台灣，主要遷入期爲 6 月下旬至 7 月間，每一遷入波由 2 至 4 日不等，每年遷入波次由 6 至15次，在遷入期中，利用氣帶式捕蟲網捕獲之蟲數，年度間差異可達20倍以上；利用誘蟲燈偵測遷入蟲數，則年度間差異可達73倍。分析導引褐飛蝨遷入台灣之氣象條件，可類歸爲鋒面型、低壓環流型、西南氣流型及副熱帶高壓型；而在嘉南地區偵測到較顯著的遷入波的氣象條件爲在850毫巴等區面圖爲在華南地區存有西向氣流，風速在9km/hr以上，並延伸至嘉南地區；或呂宋島北部存有南至西南氣流並延伸至台灣西海岸，溫度在17℃以上；在地面氣象條件爲具有西或南分向氣流，最大風速在19km/hr以上，溫度在22℃以上，且具有下雨之記錄。

依據上述褐飛蝨於 7 月至 8 月間之遷入蟲數以及 8 月之溫度條件及降雨量爲變數，10月份中、下旬褐飛蝨發生最高族群密度爲依變數，若干迴歸方程式已建立供作預測二期作褐飛蝨可能之發生程度，由於其決定係數高達0.997顯示具實用價值。經1990至1994年之試測結果預測值與實際發生蟲數頗爲吻合所建立之預測式可於 8 月旬即可預測10月間褐飛蝨發生高峰之密度，對於提早訊息供農民準備防治事宜及相關業務人員準備防治器材具有很大幫助。

1991年以後台灣爲準備加入國際貿易總協，鑑於稻作將重大衝擊，爲降低生產成本，積極獎勵水稻直播或再生栽培法。爲因應此一耕作制度之演變可能引起稻蟲發生相之更動及策定防治設施，本所嘉義分所積極從事直接田及再生稻田害蟲之調查，初步結果顯示於第二期作之再生稻田，飛蝨及葉蟬類與瘤野螟田可自一期稻殘留繼續繁衍，其發生密度較移植田爲高，且發生高峰亦較後者提早25至30天，但於再生稻田天敵密度在水稻生育早期則顯著地較移植田爲高。爲避免傷害天敵以及高密度之葉蟬及飛蝨類之傳播水稻毒素病，建議於再生稻割椿前使用選擇

性殺蟲劑，如佈芬淨防治葉蟬及飛蝨類等害蟲，其他則可按原推薦於二期作水稻害蟲之防治策略實施。至於直播稻栽培，則因禾苗早期即暴露於田間，飛蝨及葉蟬類之遷入量顯著地較移植田爲高，其族群高峰期之出現亦較移植田提早10天左右。爲此建議於直播田之種子播種前需用粉衣法或直播田種植前使用藥劑土壤混拌法來防治早期遷入之害蟲；此外於種子萌芽後晒田至土壤龜裂再行灌水，亦可減少飛蝨、葉蟬類害蟲之遷入量。

未來展望

台灣水稻之害蟲，在過去百年來之研究，已累積雄厚的研究成果，對台灣水稻生產有不可抹滅的貢獻。惟如上面所述，水稻害蟲之發生爲害常隨耕作制度，外圍環境以及人爲之病蟲防治策略而改變，因此對各種害蟲之生態、發生預測爲害損失以及防治方法等均應持續研究改進。由於過去偏重於化學藥劑的使用，導致諸多副作用，並引起害蟲發生相及其族群之劇烈變動，因此積極發展非農藥的防治方法，以期進一步的減少農藥的使用將成爲今後之研究重點。另一方面害蟲的經濟爲害基準是爲發展害蟲綜合防治的基石，在過去雖然對各別主要害蟲之經濟爲害基準業經訂定，但此一基準隨稻種之抗蟲性，產量以及產品市場價格而變動，且於田間常幾種害蟲同時發生爲害，因此修訂各主要害蟲之經濟爲害基準並研定多種害蟲聯合爲害之經濟爲害基準，已成爲重要的研究課題。除此之外抵抗多種害蟲水稻品種之育成以及對主要害蟲之中、長期發生預測方法之建立均有待繼續努力。期望藉上述之研究成果能使台灣之水稻害蟲防治非但能達到經濟、安全、有效且對生態之衝擊達到最小之境界。