

出國報告（出國類別：研習）

日本九州研習水稻育種及害蟲綜合管理等 相關技術研究

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所

姓名職稱：黃守宏助理研究員

吳泓書助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：中華民國 98 年 9 月 29 日至 10 月 6 日

報告日期：中華民國 98 年 12 月 18 日

摘要

日本水稻產業因時代變遷等因素，面臨稻米生產過剩、生產成本較高、農業人口高齡化及全球溫暖化等問題，水稻研究部門針對相關之問題，亦研究以開發水稻多用途品種，如青貯之飼料稻、低直鏈性澱粉、巨胚品種、有色米品種及酒米品種等，增加稻種之多樣性及利用性，以降低糧食生產面積與產量之壓力；開發直播農機具及種子調製技術，以節省育苗移植之人力及成本；選育耐熱之良質米品種，以因應全球溫暖化之趨勢，影響水稻生育及米質等問題。對於隨氣流遷入之長距離遷移性水稻害蟲種類及其媒介病毒病害，除長期進行偵（監）測外，並逐步發展出利用電腦之模擬系統，適時提供發生預測及模擬其遷出來源地區；對於遷入害蟲族群之特性，如生物小種及抗藥性等變化，進行長期監測及預警，作為日本蟲害管理政策擬訂之參考；另外對區域內主要作物害蟲發生及偵測基礎資訊，作定期且詳盡調查，確實掌控主要蟲害發生疫情及偵（監）測外來入侵種類；對於已入侵之有害生物，明令禁止人為攜帶，限制再擴散之情況發生；為保障消費者食用安心、安全，更逐步發展出對環境友善、經濟、安全等非農藥防治方法，此等水稻育種、栽培、有害生物等管理模式及制度之建立，有許多值得我方參考借鏡之處。

目 次

壹、前 言 -----	3
貳、行 程 -----	4
參、研習過程與心得	
一、研習過程 -----	5
二、研習心得 -----	17
肆、建議事項 -----	19
伍、誌 謝 -----	20
陸、附 錄 -----	21

壹、前言

台灣與日本均為主要食用梗稻為主，且九州地區為日本主要水稻產區，在水稻育種、田間栽培管理等方法及氣候條件等與台灣類似。目前日本水稻產業所面臨的問題如稻米生產過剩、生產成本較高、消費者對稻米消費習慣改變、農業人口高齡化、外來入侵雜草及動物及全球溫暖化等問題，均為水稻產業必須面臨亟待解決之課題。

而水稻害蟲之發生，台灣與日本除面臨當地局部發生之害蟲（如斑飛蝨），不當人為引入之入侵種（如福壽螺），甚至隨氣流遷入之長距離遷移性害蟲（如褐飛蝨及白背飛蝨）等，而對於長距離遷移性害蟲族群之特性改變，均會造成遷入地區糧食作物生產、安全供給及蟲害管理之問題，如何預防、減少及降低其發生為害，進而達到經濟、安全之稻作生產，成為水稻產業必須面臨之重大課題。

貳、行程

日 期	起迄地點	工作行程
2009/09/29 (二)	台北－福岡 九州沖繩地區農業 研究中心	一、搭乘 08:10 長榮航空 BR2106 班機， 11:20 抵達福岡。 二、搭乘 13:02 Kyushu Sanko Bus, 14:20 抵達 Nishigoshi (西合志) 三、再由 Dr. Otuka 接送至九州沖繩地區農 業研究中心
09/30 (三)	九州沖繩地區農業 研究中心	參訪 Dr. Matsumura 之水稻飛蝨抗藥性研究 及生物小種爲害性檢測研究
10/01 (四)	一、九州沖繩地區 農業研究中心 二、九州熊本縣農 業研究中心	一、參訪 Dr. Otuka 之水稻飛蝨遷移模擬研 究及其媒介病害之發生情況 二、參訪熊本縣農業研究中心之生產環境研 究所及田間試驗調查等研究
10/02 (五)	九州沖繩地區農業 研究中心	一、參訪 Dr. Wada 之水稻福壽螺發生生態及 防治研究 二、參訪 Dr. Takeuchi 之水稻椿象發生生態 與斑點米之研究
10/03-10/04 (六、日)	九州熊本縣	自由參觀及資料整理
10/05 (一)	九州沖繩地區農業 研究中心	參訪水稻育種及栽培管理研究小組之研究及 田間實務觀察等
10/06 (二)	福岡－台北	回 程

參、研習過程與心得

一、研習過程：

(一)、研習單位介紹：

1. 九州沖繩農業研究中心 (National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region)

隸屬於獨立行政法人 - 農業食品產業技術綜合研究機構 (National Agriculture and Food Research Organization, NARO)，為專責基礎性研究等，此機構主要包含有作物研究所、果樹研究所、花卉研究所、蔬菜及茶業研究所、畜產草地研究所、動物衛生研究所、農村工學研究所、食品綜合研究所；另外亦有包含以區域為主之中央農業綜合研究中心、北海道農業研究中心、東北農業研究中心、近畿中國四國農業研究中心、九州沖繩農業研究中心；另外亦有設立附屬之農業者大學校，提供進修研習農學之場所；而為因應農業技術與民間團體之產學合作等計畫之施行，設立生物系特定產業技術研究支援中心。

九州沖繩農業研究中心設立之目標為針對九州及沖繩地域之農業與農村發展、農業生產品質與產量之提升、消費者安全等目的，進行區域內農業相關研究。

此研究中心之研究項目包含能源作物、biomass 作物、水田輪作、水稻發酵、週年放牧、全球溫暖化、害蟲防除、功能性作物、低投施、糧食作物病害、土壤環境等；育種項目有大麥、小麥、水稻、蕎麥、花卉、甘藷、牧草及飼料作物等。

2. 熊本縣農業研究中心 (Kumamoto Prefectural Agricultural Research Center)

成立於 1989 年，為原本隸屬於縣立各獨立研究中心整併而成，為專門針對所轄區域內之農業，進行推廣性研究為主，其研究單位包含農園藝研究所、茶葉研究所、生產環境研究所、畜產研究所、林業研究所及果樹研究所。另外有針對特殊需求或區域而設立之研究單位，如燈心草（榻榻米之材料）研究所及高原農業研究所等。

(二)、研習內容：

1. 日本水稻育種近況

(1). 耐熱良質米品種育成：

受全球暖化影響，全球氣溫逐年上升，尤其在穀粒充實期，往往造成穀粒充實不完全，增加米粒心腹白率。日本現以利用雜交育種，利用 Haker 626 (Kinumusume) 與 Hokuriku 174 為親本所育成之 Nikomaru 品種，其成熟期與越光 (Hinokikari) 相近，雖然單一穗穀粒數略低於越光，但每公頃產量及千粒重均優於越光。Nikomaru 在高溫下具有優良的穀粒充實能力，並有較低之未熟穀粒發生的情形，相較越光時具有較高的產量及碾糙率，並與越光有相同低蛋白質含量，為一相當優良之品種，因此我國在因應全球暖化之情況下之水稻品種選育，對於上述相關問題，應多加注意與重視。

(2). 低直鏈性澱粉：

一般品種之直鏈性澱粉含量約在 17-23% 之間，而低直鏈性澱粉之品種含量較低約在 5-15%，其食味佳，為廣受一般消費者所接受之品種。在日本各地之常見主要品種如北陸地區為 Snow Pearl 及 Silky Pearl；東北地區為 Asatsuyu 及 Soft 158；九州地區為 Yawarakomachi；關東及西部地區為 Milky Queen, Milky Princess 及 LGC Soft；北海道地區為 Hanabusa 等品種，上述品種可作為臺灣稻作育種親本之參考。

(3). 巨胚品種：

利用誘變育種所獲得之品種 - Haimonori，其胚為絹光品種之 2-3 倍大，與一般之日本晴與絹光品種比較，由於巨大胚品種可產生較一般品種高 3.5-4 倍之 GABA (γ -aminobutyric acid)，在臨床醫學研究上，GABA 已經用來抒解高血壓、改善腦部機能、舒緩失眠、改善糖尿病及緩和情緒等功用，未來有相當大之發展空間。嘉義分所亦有利用台農 72 號誘變品系獲得巨胚品種，且已申請命名，然而巨大胚品種發芽率普遍不佳，造成水稻育苗及插秧作業相當大的困擾，建議除了增加播種密度外，亦可由育種親本的選擇進行改進，或利用種子前處理技術改善，目前日本已獲得發芽率較高的品種，但平均發芽率仍不如一般品種。

(4). 有色米品種之育成：

其稻穀經碾糙後糙米具花青素 (anthocyan) 而呈現紫色、或含單寧

(Tannin) 呈現紅褐色等之品種，日本已育成如紫米 - Asmurasaki、紅米 - Benizomemochi, Tukushi-Akamochi, Benigoromo 及 Akihikari 等品種，此類品種具顏色之品種富含維生素、鐵質及其他元素，為健康之食品材料來源之一，並已有製成商品如紅米製成之米酒、日式甜點及麵條。

(5). 適於直播之水稻品種：

隨日本九州地區栽培直播稻面積之增加，為配合直播農機之發展及克服因水稻直播產生之易倒伏問題，日本目前已開發出適合之稻種 Saikai 238，較日本晴品種具有強桿、不易倒伏等特性，該品種產量在試驗場內之產量亦高於日本晴及絹光等一般品種。

(6). 飼料稻品種 (whole crop silage) 育成：

飼料稻係於黃熟期進行全株採收，以作為飼料用青貯料，可減少畜牧用飼料的進口量。此類品種以抗病蟲、抗倒伏、適機械收穫捆紮作業、生質量大及產量高為選拔基礎，依據成熟期的不同，日本方面已選獲如早熟品種 - Kusayutaka；中熟 - Hoshiaoba；中晚熟 - Kusahonamir 及晚熟品種 - Kusanohoshi 等品種。另有 Taporuri 品種為台灣所提供之雜交親本所育成，可一年二收高產之優良飼料稻品種。日本飼料稻品種栽培面積已由 2000 年的 500 公頃，於 2004 年已提升至 6000 公頃，且相關作業均已機械化，可供台灣休耕地從事畜牧業稻草產業發展之參考。

(7). 酒米品種育成：

日本因消費者消費習慣改變，飲食偏好逐漸西化，造成食用米量減少，導致生產過剩，因此希望藉由開發多元化之稻種，以減輕食用米生產過剩壓力。以目前之傳統品種山田錦及西海 222 號作為雜交親本，已育成短桿、不易倒伏、產量高、大心白之新品種。

2. 日本水稻研究與新技術之開發

(1). 直播稻栽培技術之發展

日本直播技術可大分為乾田式及湛水式二種。乾田式之優點為播種深度足、不易倒伏，缺點為無法以湛水式達到雜草防除，且大雨後無法進行田間作業，因此目前以湛水式為主。依種植方式可區分為撒播、條播及點播，目前已開發直播農機，利用旋轉方式將種子加速以將種子射入濕潤之田土中，並為改善種子重量不足、播種深度淺之問題。開發種子披衣技術，配合鐵

劑，增加單一種子重量，改善播種深度至 3-5 公分，減少倒伏問題，但其仍有發芽率不良等問題仍待克服。

(2). 高溫對水稻充實期之影響研究

全球暖化影響日本地區梗稻在開花後充實之情況，影響的範圍與程度有逐年增加的趨勢，造成開花期不稔率增加、未成熟穀粒增加、降低穀粒重量等不利的影響。根據日本 Satoshi Morita 之研究，透過壓力探針技術 (pressure probe technique)，探討水稻在高夜溫條件下影響穀粒充實發育情形，發現高溫影響澱粉質體 (amyloplast) 堆疊較鬆散，推論可能的原因為抑制胚乳細胞的擴大所造成的，造成的原因為胚乳膨壓較低所導致的結果。

3. 雜草之現況與管理

日本之雜草問題為雜草抗殺草劑及入侵之優勢草種為亟待解決之問題，因日常期使用 Sulfonylureas (硫醯尿素類除草劑) 超過 20 年以上，目前已記錄有多種雜草產生對該種除草劑產生抗藥性之生理小種 (biotype)。而台灣地處亞熱帶氣候溫暖，雜草問題更形嚴重，國內對雜草之防治方法與日本相似，仍以除草劑為主進行防除，相對的也容易造成雜草抗藥性之產生。此外，九州之畜牧業發達，自美國進口牧草供畜牧業使用，但雜草種子（如旋花科之牽牛花、莧科之野莧、茄科之苦蕒與龍葵等熱帶雜草）隨牧草一同進入牛隻消化道，再隨排遺進入日本之農地，均造成雜草生態改變及管理複雜化。

4. 水稻斑飛蝨由海外遷入日本之研究分析

斑飛蝨 (Smaller brown planthopper, *Laodelphax striatella* (Fallen)) 為溫帶及亞熱地區之害蟲種類，廣泛分布於歐洲、西伯利亞及亞洲的台灣、中國、日本、韓國、菲律賓等水稻及小麥、大麥、甘蔗及玉米等栽培區。斑飛蝨雖然不似褐飛蝨及白背飛蝨對水稻直接吸取汁液之為害量那般大，但卻是水稻病毒病害一個相當重要之媒介昆蟲，其可傳播水稻縞葉枯病 (Rice Stripe Virus, RSV) 及水稻黑條皺縮毒病 (Rice Black Streaked Dwarf Virus, RBSDV) 等，特別是種植大面積小麥、玉米、大麥之國家 (如中國江蘇省)，因此縞葉枯病亦可交互感染此等作物而大量散佈，形成嚴重之病害大流行，嚴重影響糧食作物之安全生產。

水稻褐飛蝨及白背飛蝨於日本及韓國境內無法越冬生存，且已清楚證實其國內所發生之蟲源，為海外遷入所致，相對於斑飛蝨，其可在日本越冬、適應良

好，但日本仍對其境內嚴重發生之水稻縞葉枯病為當地族群所媒介傳播，導致流行病大發生之情況，保持高度懷疑態度。雖然早在 1977-1978 年，日本針對於 *Bai-u* 季節（6-7 月）遷入日本之斑飛蝨，進行攜帶水稻縞葉枯病病毒帶毒率之檢測，也有檢測出部分遷入蟲體有攜帶此病毒，但仍無直接證據指出其國內所發生之縞葉枯病是否與海外遷入蟲源攜帶病毒，引發國內水稻縞葉枯病大流行之相關證據，抑是此病毒病害之大流行由本地蟲源所造成。

而在 2008 年，九州長崎 (Nagasaki) 及鹿兒島 (Kagoshima) 地區，水稻縞葉枯病突然大發生，造成此區域內大面積水稻突然心葉捲曲、葉片不正常徒長而下垂、水稻不抽穗或雖然抽穗而穀粒不稔等病徵，田間之發病比例高達 68%（往年之田間發病率平均為 2%），因此等特殊狀況之發生，更引發對斑飛蝨由海外遷入，攜帶病毒引發病害大發生之懷疑。在 2009 年，而類似情況也在韓國沿海（東海）地區發生，韓國也有類似之懷疑心態。

日本分析於 *Bai-u* 季節每日誘蟲燈，突然誘捕到大量斑飛蝨遷入高峰之日期，配合數位氣象預測模式 (Numerical weather prediction model) - MM5 及飛蝨遷移模擬系統 (GEARN)，以每小時為間隔預測三度空間大氣氣流變化及飛蝨在大氣中移動相對的密度。初步證實 2008 於日本九州長崎地區 (Nagasaki) 及鹿兒島 (Kagoshima) 兩地所捕獲之遷入飛蝨，可能蟲源遷出地區分析之結果，其來源地區可能來自中國江蘇地區。而中國江蘇地區之斑飛蝨，蟲體攜帶縞葉枯病病毒之比率高達 9.2-10.0%，此情況更加合理推論海外遷出蟲源攜帶縞葉枯病病毒，隨著媒介昆蟲遷入其他地區，並引發此病害之大流行。

在韓國 2009 年 6 月，亦偵測到大量斑飛蝨於東海沿海地區遷入之族群，並引發後期水稻縞葉枯病突然大發生之情況，日本利用上述監測資料進行系統分析，初步結果指出其來源亦來自中國江蘇地區，但畢竟此分析結果並非為飛蝨遷入之直接證據，但由日本及韓國斑飛蝨於 6-7 月均有明顯遷入高峰族群，隨後縞葉枯病突然於兩地區大發生之情況，加上分析其主要來源地區均指向帶毒率甚高、且族群猖獗為害之中國江蘇地區，輔以當地及遷入日本族群對藥劑感受性結果相同等證據，而推測其族群來自中國江蘇地區之可能性甚高。

5. 亞洲地區水稻褐飛蝨抗藥性之現況

水稻褐飛蝨 (Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål)) 及白背飛蝨 (White-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath)) 以刺吸式口器於營養生長

期吸取水稻篩管汁液，致使葉片黃化、降低植株活力及阻礙生長發育；於生殖生長期，可造成穀粒數降低、穀粒短小、充實不完全及成熟期延緩等情況。其中以褐飛蝨群集於稻叢莖部大量吸取植物汁液，造成篩管運輸功能受阻，植株於短期間內迅速枯萎死亡（俗稱蝨燒“Hopperburn”），對產量損失最為嚴重。

此兩種水稻飛蝨於東亞地區主要越冬場所在越南北部紅河三角洲地區，此地區以往種植國際稻米研究所 (International Rice Research Institute, IRRI) 所培育出之水稻品種，但在 1980 年代以後，因為追求水稻高產之目的，逐漸改種植中國所培育出之雜交稻 (Hybrid rice)。在 2005 年，此區域內約有 77% 種植中國雜交稻，而雜交稻卻為褐飛蝨及白背飛蝨等害蟲感蟲性相當高之水稻品種，非常適於害蟲大量繁殖、猖獗為害，但為了確保雜交稻高產量之目標，也相對施用許多殺蟲藥劑防治害蟲之發生及為害，例如在 2000 年，統計此地區約使用 500 噸之殺蟲劑 (益達胺 - Imidacloprid) 防治害蟲，但至 2006 年，其總施用量急速增加至 3000 噸，也造成害虫對此藥劑抗性迅速增加。如泰國在 2003 年即有報告指出褐飛蝨對益達胺產生抗性之研究，隨後在 2005 年，印度、越南、中國及日本均有類似報告指出此現象之發生。

而各國對抗藥性檢測方法均不太一樣，大部分是利用植株浸藥法 (dipping method)，此方法之缺點為蟲體實際接觸到藥劑量無法真正確定，致使對害蟲真正抗性檢測之結果較不準確。日本研究建議以局部點滴法 (topical application) 為較標準之檢測法，以此方法為利用藥劑溶於有機溶劑中，直接局部點滴於蟲體上，如此可明確點滴於蟲體之藥劑劑量，得到較確切之抗性表現結果，所得檢測結果在各地區間之研究，才可供共同分析、比較。

在日本，其檢測之藥劑種類包含傳統（如撲滅松及加保利等）及新發展（如益達胺及芬普尼）且較常用於防治飛蝨之藥劑，以瞭解遷入日本之飛蝨族群對藥劑感受性之差異及變化其抗藥性變化，提供未來選用藥劑防治之參考。另外，其研究範圍亦伸展至整個東亞地區，藉由分析東亞地區內，各地區飛蝨抗藥性之檢測結果，初步可得知某些地區褐飛蝨對藥劑抗性表現趨於一致，如在越南北部、中國華南、日本及台灣西部等；而在菲律賓地區對益達胺之感受性相當高，明顯不同於上述地區，此結果與害蟲長距離遷移分佈區域之分析一致。

在越南北部及南部兩個地區，兩區域之褐飛蝨族群對益達胺、芬普尼 (Fipronil) 及賽速安 (Thiamethoxan) 等藥劑的感受性明顯不同，南越地區族群之感受性低於北越，其主要原因為南越水稻耕作制度，兩年可耕作七個期作水稻，

水稻多以直播方式種植，耕作時期不一，加上周年種植水稻，提供水稻害蟲源源不絕之食物來源，水稻品種多為褐飛蝨感蟲稻種，及過量施用肥料等因素所致，造成害蟲猖獗為害，加上此區域內此害蟲所媒介之水稻病毒性病害（水稻草狀矮化病 Rice Grassy Stunt Virus, RGSV 及水稻皺縮矮化病 Rice Ragged Stunt Virus, RRSV）普遍流行發生，使得該地區內使用藥劑種類及次數相當多，害蟲抗藥性有因此迅速產生；相對於在北越地區，水稻種植期較一致，一年兩期作水稻，且以插秧種植為主，害蟲的發生相較於南越地區，較為單純且易控制，害蟲抗藥性的產生也較不似南越地區發展快速、複雜。

6. 亞洲地區水稻褐飛蝨在抗性品種上之為害性

抗蟲品種是指一種作物的品種因含有某些基因，使其在同一環境下對一種或幾種害蟲的為害較沒有含該種基因的品種為輕微，稱之。因此所謂抗蟲或感蟲為一種相對的特性，其抗蟲的程度是與感蟲品種被害程度相互比較的結果，並非絕對性的。利用抗蟲品種為作物害蟲綜合防治最大的優點有 1. 對害蟲的作用具專一性，且此特性可持續和累積於一種作物中；2. 配合其他防治方法之應用上具有互補性，而少有不良之相剋作用；3. 對人、畜、野生動物及生態環境無不良之副作用；4. 不增加生產者額外操作及費用等。由東南亞各國家利用抗蟲性品種作為主要防治策略，卻迅速引發生物小種改變，害蟲依然猖獗發生及為害。目前已鑑定出 9 個對褐飛蝨為抗性的基因，大多在秈稻及野生稻上。

亞洲地區之褐飛蝨主要分成三群，分別為南亞群 (South Asian Population)：主要分布區域為印度至孟加拉地區；東南亞群 (Southeast Asian Population)：包含南越、泰國、印尼、馬來西亞及菲律賓等地及東亞群 (East Asian Population)：包含區域有北越、中國、台灣、韓國及日本。在亞洲地區不同群之褐飛蝨，除因受氣流攜帶的不自主性遷移影響外，各群對各抗性基因品種水稻之表現，因長時間之共同演化結果，表現亦有所不同。

東亞群於 1980-1990 年後，褐飛蝨對具 *Bph1* 抗性基因之水稻品種產生抗性，可在此抗性品種上為害，即有生物小種第二型 (biotype 2) 產生。日本在 1987 年亦偵測到生物小種改變之情況，與亞洲其他地區呈現同步改變之情況。此地區之褐飛蝨族群主要由周年繁殖區，越南北部紅河三角洲越冬，於次年 3-4 月遷移至中國華南地區繁殖，經繁殖 1-2 世代後，於 6-7 月在遷移至日本及韓國等地，其主要是藉著低層噴射氣流 (Low Level Jet Stream, LLJ) 進行長距離遷移。

台灣雖不在低層噴射氣流遷移主要路線上，但可隨著 1. 鋒面型 (Frontal type)：例如冷鋒 (cold front) 及滯留鋒 (stationary front)；2. 低壓環流型 (Depression circulation)：例如颱風 (typhoon)、熱帶性低壓 (tropical depression) 及移動性低壓 (mobile depression)；3. 西南氣流型 (Southwestern airflow) 及 4. 副熱帶高壓型 (Subtropical high pressure) 等氣象條件遷入台灣，其中又以颱風為最重要之氣候條件。遷入蟲源可來自北越、中國華南地區及菲律賓呂宋島等地。

越南在 1984-1985 年開始種植 CR203 (IR8423) 品種，中國廣東在 1996 年開始種植 Jing xian 89，上述品種均含有抗褐飛蝨基因 *bph2*，在 1999 年，在越南、中國，已有褐飛蝨族群可在具 *bph2* 抗性基因之水稻品種 (ASD7) 上存活、適應良好，此結果顯示生物小種第三型已普遍存在該地區。

分析不同生物小種在抗性水稻品種上之檢測方法，乃利用分別帶有抗性基因之水稻品種 Mudgo (*Bph1*), H105 (*bph2*), Babawee (*Bph3*) 及 Rathu Heenati (*bph4*)，以蟲體能在此等抗性品種上存活者，視為相對應生物小種之產生。

7. 斑點米 (pecky rice) 之研究

在日本之稻米價格，與其品質、食味、外觀及安全無農藥殘留等特性有關。日本包裝米依其所含斑點米含量可區分成一等、二等、三等及等外米，其斑點米含量分別為 <0.1%, <0.3%, <0.7% 及 >0.7%，各等級間之價格差距甚大。換言之，一等米之標準在於 1,000 粒米粒中，斑點米出現之比率不得高於 1 粒。而其中造成斑點米出現之主要原因為椿象之為害，雖然椿象的為害甚少造成產量損失，但可造成斑點米之問題，卻是造就該蟲成為重要害蟲之主因。

在日本，可造成斑點米之椿象種類多達 50 多種，但嚴重發生、可造成重大為害者僅在少數，且在不同地區，主要發生種類也不同。椿象對穀粒造成之為害情況，依椿象種類之不同、齡期及穀粒成熟程度不同，而有所差異。

日本針對椿象之防治方式為在水稻齊穗期 (heading stage) 施用第一次藥劑，7-10 天後施用第二次藥劑。在日本，不只要研究何時為最適時間去施用藥劑防治椿象，而不是依椿象發生密度在決定是否防治。可能的話，其研究是以水稻成熟程度，來判定是否要進行防治措施。其研究方向有二，一、了解水稻穎花成熟度 (panicle maturity) 與被害穀粒數 (damaged grains) 間之關係。二、小穗成熟期 (ripening stage of spikelets) 與被害穀粒數 (damaged grains) 間之關係。藉由上述之研究，達到更精確防治椿象為害之時機及成效，確保水稻品質與安全之目的。

8. 福壽螺防治之研究

福壽螺 (Golden Apple Snail, *Pomacea canaliculata* (Lamarck)) 原產於南美洲的阿根廷，早期引進的目的在於取食其螺肉，但隨後因肉質不佳、螺肉製罐率低等因素而遭棄養，隨之擴散至各地區之水域。因此螺之食性甚雜、繁殖力大、適應性強，加上特別喜歡食用植物幼嫩部位，致使水域植物往往被啃食殆盡、受害嚴重，故又稱之為「綠色殺手」。在水稻田中，造成水稻秧苗嚴重受害、缺株，影響後期水稻生產至鉅。

在 2007 日本水稻之生產，受此螺為害面積大約 100 萬公頃，其中的 60 萬公頃發生在九州地區，九州每一縣之被害面積均超過一百公頃，且目前被害面積仍在逐年增加中。

在日本近年為發展水稻省工栽培而推展直播稻之栽培方式，雖然目前種植面積約 1 萬 6 千公頃，佔水稻總栽植面積之 1% 左右。但在直播稻栽培初期，因不論任何大小之福壽螺螺體，均會取食水稻種子所長出之秧苗，造成水稻嚴重缺株，嚴重受害者，稻田幾近於廢耕，此螺因而成為此栽培法推行之最大阻礙；部分人士對於此螺之粉紅色卵塊出現於公共水域，形成另一種景觀污染，相當反感；加上此螺之入侵，亦會造成本土原生水域動植物相之生態改變，形成另一種生態上之浩劫。

日本政府對於此螺所造成之各種為害及影響相當重視，並積極研究防除，防治方式目前仍仰賴化學藥劑為主，但大量施用藥劑於水域之結果，又會擔心引發環境汙染等問題，且新型藥劑成本較高，如 Metaldehyde（聚乙醛）一公頃施用成本約 55,000 日圓，一般農民較無法接受及採用。目前推薦之防治方法有輪作、水份管理、機械防治及藥劑防治等方式為主，各種防治方法介紹如下：

一、輪作：此方法為利用不同作物生態環境交替種植方式，降低此螺之生態適應性，雖無法根除田中之螺體，但可有效降低其密度。一般推薦與旱作之大豆輪作，可達到相當成效之抑制效果。

二、水分管理：此螺之活動能力，完全憑藉著水份的輔助。水份管理之目的在利用低水位來限制螺體之活動力，間接降低其為害能力。但田區內若相對長期排水、乾燥，則易另外衍生雜草問題，施行此防治法需特別注意。

加上雨季期間，無法利用人為方式控制田間水位，來達到此

防治措施之成效，為另一必須考量因素。但可利用於水稻種子灑播至田區中後，立刻利用曳引機開鑿出一條排水溝，一方面利於田間排水管理，另一方面可使螺體自動集中在比較深水位之區域，方便施用藥劑等防治措施之施行。

三、機械防治：其實施方式為利用曳引機於田區中翻土的同時，將改良式耕犁刀片佩掛於曳引機後方，在耕犁土壤過程中，造螺體的傷亡而達到防治目的。

現今亦有部分地區（包含日本及韓國），發展利用螺體喜於取食植物幼嫩部位之特性，控制水田中其他之植物（雜草）生長，達到減少、甚至不施用任何殺草劑之經濟防治，特別是在有機栽培區中。此方法為在水稻植株生長至此螺不會取食為害之程度（約在水稻插秧 14 天以後）後，釋放此螺於田區中，進行稻田雜草之防除工作。但此方法僅限於此螺已入侵為害之地區（如九州地區），其他未入侵之地區，日本政府則強烈禁止使用此種方法進行稻田雜草之防除工作，避免引發另一種有害生物入侵為害等相關問題。

9. 九州熊本縣農業研究中心 - 生產環境研究所

此研究中心隸屬於熊本縣政府，管轄境內有關農業生產研究，其包含農園藝研究所、茶葉研究所、生產環境研究所、畜產研究所、林業研究所及果樹研究所。主要研究方向為推廣研究，研究方向與區域農業研究中心 (Region Research Center) 之基礎研究有明顯區隔。此行主要以參訪生產環境研究所為主。

生產環境研究所其研究目標為考慮環境、資源有效利用及「安全、安心、高品質」之農作物生產為主，並發展「省力」、「低投施 low cost」、永續農業發展等技術研究為目的，其研究所主要由四個研究室所組成，各研究室之主要研究項目簡介如下：

一、環境安全研究室：發展目標有（一）溫室土壤有益微生物之保護，以維持高產量之目標，例如用熱水消毒對土壤有益微生物之影響，以避免因高溫消毒有害病原菌之同時，對土壤有益微生物產生負面影響；（二）安全作物生產及土壤中重金屬之吸收及清除，以淨化土壤，如不同大豆品種對重金屬之吸收調查等；（三）農藥殘留性之調查，以達到安全農產品之供給為目的。

二、設施經營研究室：其可分成（一）低投施園藝設施、設備之開發，例如

利用簡易溫室種植茄子，提高茄子產能之研究；（二）優良生產環境、收益性高之生產技術改良與開發，例如農場簡易環境因子測量系統之建置與利用；（三）區域性農業經營評估、改善等技術，例如用不同堆肥施用方式、時間對其散佈效益，對於區域內主要作物（如大豆）產能等評估調查。

三、病蟲害研究室：可分成（一）病蟲害研究：研究方向為對環境友善 (environmentally friendly) 病蟲害防治技術之開發，例如利用捕植蟎防治其他害蟎之生物防治法。另外此工作內容包括新發現及其他新疫病蟲害生偵測及防治技術之開發；（二）疫病蟲害偵測調查技術：包含病蟲害發生情報之迅速診斷及訊息傳遞等，例如高空捕蟲網及誘蟲燈之長期偵測調查，作為疫情偵（監）測及預警研究之基礎資訊。

四、土壤肥料研究室：包含（一）土壤環境調查、資源循環有效管理利用生產技術之開發，例如土壤環境定期調查及區域內主要作物適當養分及水分管理研究；（二）利用新儀器進行植物營養診斷及品質提升，以達安全、安心農作物生產；（三）有機物等土壤改良資材之研究，例如不同型肥料（如緩效釋放型）之利用技術及開發，以提高肥料對作物效能之利用等。

病蟲害防除研究室之主要工作內容包含

一、防範重要疫病蟲害侵入之偵測調查，防止入侵及擴散，例如甘藷蟻象、西瓜果實細菌性斑點病等之偵測調查，以早期發現、偵測並滅絕。

二、病蟲害發生偵察及預警資訊系統：每個月由網路公佈調查結果，並發布訊息公報，但若發生緊急疫病蟲害之疫情，則立刻利用傳真等方式發出警報，提供相關研究、業者及農民等參考，以達到及早預警、有效防治之目的。

病蟲害發生偵查資訊系統與全國病蟲害疫情資訊網路系統相互結合，其資訊與其他研究中心、村落、農會等相關組織機構，進行資訊交流，達到訊息快速傳遞之目的。主要由調查員於該管轄地區主要作物，每個月定期調查，重要疫情發生時期，加強調

查次數，加上由長期監測之誘蟲燈、高空捕蟲網等資訊相互配合，而提供適期、適時防治等資訊。

三、另外提供病蟲害防治及諮詢輔導，藉由調查病蟲害發生生態、抗藥性情況監測、新型藥劑藥效測試等結果，提供適當防治參考之建議。

二、研習心得：

（一）、因應全球溫暖化及多元利用之水稻育種

日本為因應全球溫暖化之問題，積極著手研究耐熱良質米品種，期望能再氣候環境變遷，仍然能生產品質優良的水稻；日本面對國內稻米消費量降低、生產過剩等問題，進行特殊用途之有色米、低直鏈性澱粉、巨胚品種及酒米品種等育成，增加稻米品種多樣性及利用多元化。台灣亦有相關品種之育成，但未來研究利用及發展方向，可參閱日本之經驗，進一步改良、研發適於台灣之特殊用途水稻品種。

（二）、農業人口高齡化及稻田轉作之研究

對於農業人口高齡化及稻田轉作之政策，日本方面研究選育飼料水稻品種、適於直播之水稻品種及相關直播稻栽培技術，以減少稻田轉作之壓力及水稻耕作人力成本等支出，台灣亦面臨相同情況，如何利用水稻生產過剩之休耕田，轉供其他利用途徑，日本之發展情況，可供我們未來政府政策擬定重要之參考。

（三）、入侵雜草之問題

台灣與日本有相同之入侵雜草種類，許多輸出國家之雜草種子，亦隨相同輸入途徑入侵台灣。台灣地處熱帶及亞熱帶地區，入侵雜草之問題更加嚴重，對於雜草可能入侵之管道，國內應加強注意防範，避免入侵、立足及擴散，如目前已成功入侵、立足並擴散之小花蔓澤蘭及香澤蘭等，已造成另一種生態之浩劫。

（四）、長距離遷移性害蟲族群之特性及其媒介病害之問題：

台灣三種水稻飛蝨類害蟲，雖然每種均有部分族群可在台灣越冬存活，但海外遷入族群仍為主要造成為害之蟲源，未來對於此類由遷移性害蟲及其所媒介病毒病害之研究、抗藥性及生物小種等特性之改變，均對遷入地區蟲害管理政策之擬定，造成相當大之困擾。未來除在遷入地區進行長期偵測調查及建立預警制度外，另外也需要對遷出地區當地族群之發生、遷移等特性，及媒介之病毒病害（如縞葉枯病）病毒分子序列差異比較，多方證據彼此相輔相成，方可得到較確切之遷出來源地區結果，再擬訂適當蟲害管理政策之擬定，提供重要之防治研究等資訊。

台灣水稻育種學者，針對選育抗褐飛蝨水稻品種，必須注意體認水稻褐飛蝨生物小種第二及第三型產生及擴散之情況，冀望引進具 *Bph3* 及 *bph4* 等抗性基因之品種，進入水稻育種體系中，培育其他具不同抗性基因之品種，甚至將其他不同來源之抗性基因，利用其他之生物技術（如分子輔助育種），引入於水稻優良品種中，可作為我們對於褐飛蝨生物小種為害管理技術之參考與應用。

害蟲於遷出地區之抗藥性變化，亦會影響到遷入地區（台灣）施用藥劑進行防治之成效，為能迅速、有效利用藥劑進行防治工作，除須持續監測台灣本身族群抗藥性表現外，亦須持續偵測海外遷入族群之變化，收集遷出地區之相關資訊，以達到事先防範、事半功倍之防治成果。

（五）、水稻斑點米之問題：

台灣水稻未來生產研究方向，勢必朝向品質優、米質佳為主，面對影響米粒外觀（斑點米等）之相關問題，應事先加強研究於台灣之發生現況，了解造成斑點米害蟲種類之發生生態及為害機制等，並由此生態基礎，尋求如何及早預防、研究，抑制及減少此類問題之解決方法，達到水稻安全生產等目的，日本此方面之研究，可供我們借鏡、參考。

（六）、水稻福壽螺之研究：

福壽螺所引發之相關問題及防治方法，在台灣之情況與日本類似，雖然台灣水稻栽培系統與日本大致相同，目前也是以藥劑防治法為主，但仍需發展適於台灣之耕作栽培及防治體系，特別是非農藥防治方法，以達到永續生態經營及水稻經濟、安全之生產。

（七）、病蟲害之偵（監）測調查研究：

對於各縣政府研究所主要研究方向為基礎及推廣研究，各研究室成立及執行計畫目標相當明確，執行工作也長久持續執行，期間雖因時空背景及病蟲害發生改變，而歷經多次小幅修正，目前累積多年成果，已獲相當豐富之經驗及資訊。而對於區域內各種主要作物病蟲害之調查方式、取樣調查、資訊累積及預警警報系統整合等研究發展純熟，可供我們未來疫情監控、通報體系發展之參考。

肆、建議事項

- 一、透過本次考察研習，可明顯了解日本研究發展，多以整合各領域專家為一研究團隊，針對所面臨之問題，各方面研究學者一起分工合作、定期討論，對於問題之解決較能面面俱到、事半功倍。我們應多加強跨領域合作研究，集各研究專家一同為特定研究，作完整且深入之研究，達到真正實質之成效。
- 二、日本各研究室、研究專家之均有主要研究項目，例如溫暖化之水稻育種、飼料稻、水稻直播栽培、水稻害蟲研究、福壽螺防除研究等，工作項目明確且研究長年持續，並不會因為人員調動而中斷，對於研究項目之資料累積及研究深度及廣度，有著相當重要之影響。此種研究及人事制度之建立，可確保基礎及重要研究成果及經驗能長久累積，對於往後新科技及技術之應用，提供良好的基礎資訊背景。
- 三、日本各縣政府（督道府）均有設立研究中心，目的在於輔導其所轄區域內，有關應用及推廣之農業發展研究；另外也有設立國家農業研究中心 (National Agricultural Research Center)，專責跨領域之基礎等研究，兩者分工、相輔相成，研究成果可迅速累積、容易彰顯，此制度值得我們研究參考。

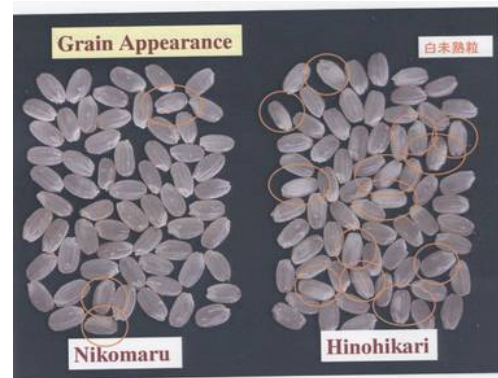
伍、誌 謝

此次研習承蒙行政院農委會及農業試驗所提供研習經費及機會，^職等才能順利出國研習日本水稻育種、栽培管理及害蟲管理等相關研究，在與日本學者訪談及參觀相關技術發展、實務操作、機械設備及經驗中，得到許多有形及無形的知識與學識，對於本職學能助益良多，謹此致謝。

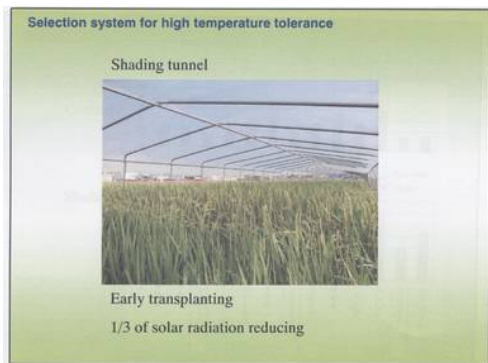
陸、附 錄



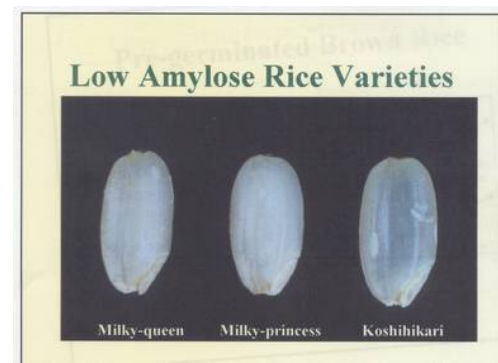
圖一、耐熱稻 Nikomaru 之親本圖



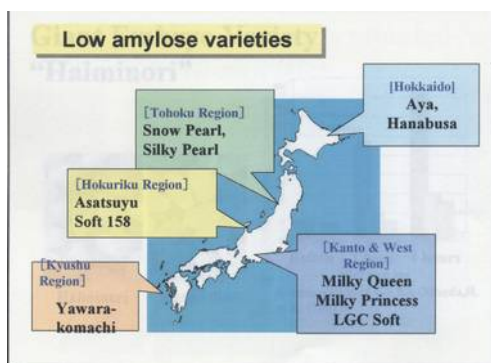
圖二、耐熱稻 Nikomaru 與 Hinohikari 米粒



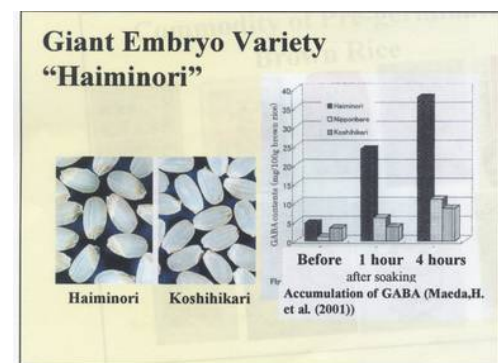
圖三、耐熱稻利用塑膠溫室進行耐熱選拔



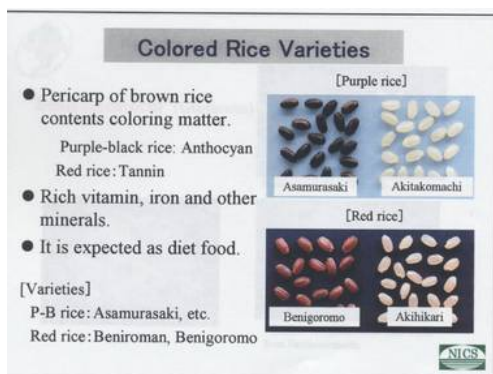
圖四、低直鏈性澱粉品種右至左為 Milky Queen、Milky Princess



圖五、低直鏈性澱粉品種及栽種地區



圖六、巨胚品種 Haiminori 及其 GABA 含量



圖七、有色米之育成品種



圖八、不同米質外觀之水稻品種



圖九、適於直播之水稻品種 saikai238 與對照品種日本晴



圖十、飼料稻新品種 Tapouri，約 180 公分



圖十一、飼料稻收穫機械化



圖十二、飼料稻收穫後捆紮包裝情形



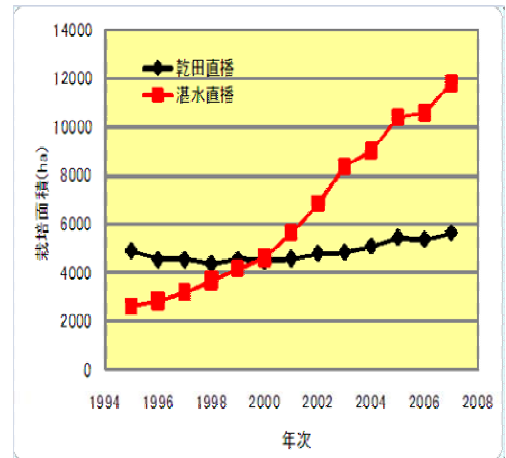
圖十三、飼料稻在收穫地上部後生育旺盛



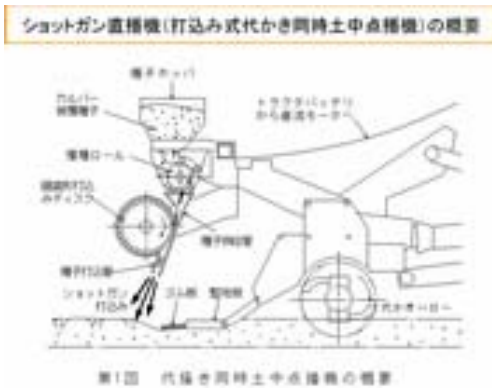
圖十四、新育成之酒米品種紹介



圖十五、利用不同水稻品種釀造出之米釀酒



圖十六、日本直播稻栽培面積



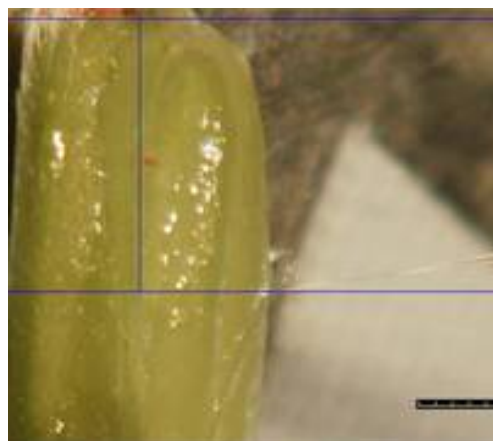
圖十七、直播農機之設計圖



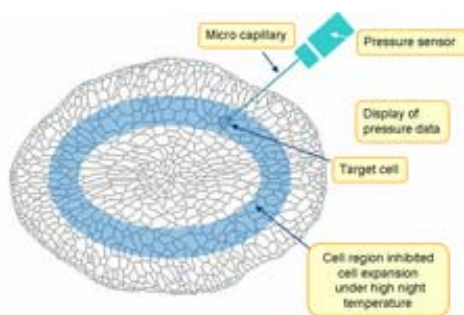
圖十八、水稻直播機之種子播種器



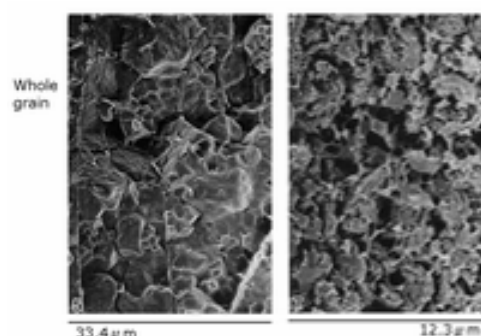
圖十九、種子披衣技術用於水稻直播栽培



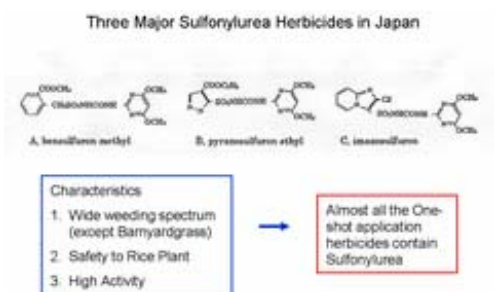
圖二十、壓力探針技術



圖二十一、壓力探針技術模式圖



圖二十二、高溫對穀粒充實期澱粉堆疊的影響



圖二十三、日本常用之 Sulfonylurea 除草劑

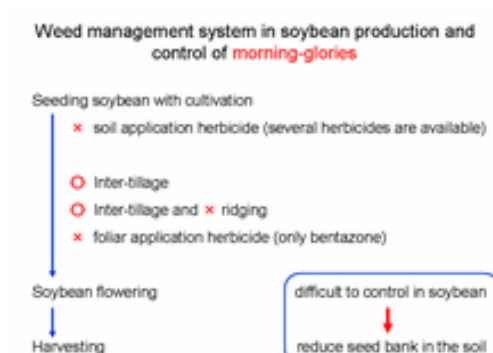
Table 2. Weed species reported Sulfonylurea resistant biotypes.

Weed species	published
<i>Monochoria korsakowii</i>	1996
<i>Vandellia angustifolia</i>	1997
<i>Lindernia procumbens</i>	1997
<i>Lindernia dubia</i>	1997
<i>Lindernia dubia</i> var. <i>tipica</i>	1997
<i>Limnophyla sessiliflora</i>	1998
<i>Elatine triandra</i>	1998
<i>Rotala indica</i>	1998
<i>Scirpus juncoides</i>	1998
<i>Monochoria vaginalis</i>	2000
<i>Scirpus mallichii</i>	2001
<i>Sagittaria trifolia</i>	2002

圖二十四、雜草發生抗藥性情況



圖二十五、外來入侵雜草之路徑模式



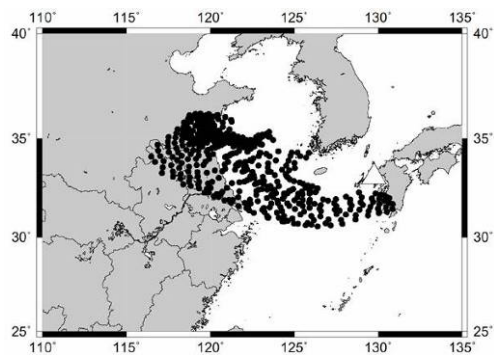
圖二十六、外來入侵雜草防治之策略



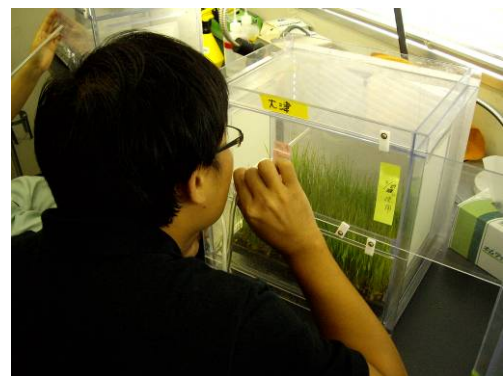
圖二十七、水稻縞葉枯病於田間發生之情況



圖二十八、水稻縞葉枯病病株（左）及健株（右）之比較



圖二十九、利用電腦模擬水稻斑飛蝨遷出之來源地區



圖三十、大量飼育水稻飛蝨供抗藥性篩檢用



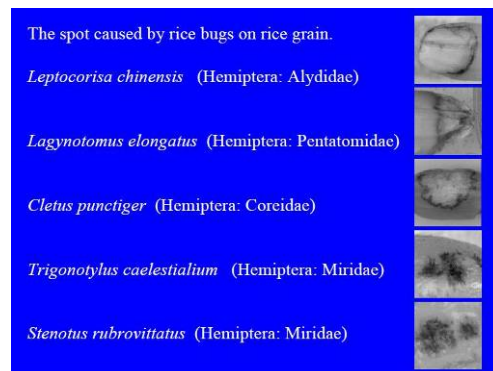
圖三十一、利用局部點滴法檢測水稻飛蝨之抗藥性情況



圖三十二、水稻飛蝨對藥劑感受性之檢測



圖三十三、造成斑點米之主要椿象種類



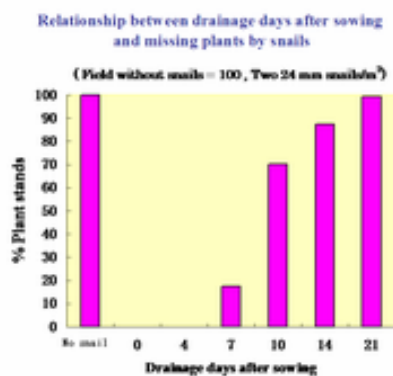
圖三十四、不同椿象種類為害造成之斑點米型態



圖三十五、福壽螺於日本之分布及為害情形



圖三十六、福壽螺之卵塊造成景觀污染



圖三十七、水田播種後延遲灌排水時間提高
稻株減少受福壽螺影響



圖三十八、水田整田後耕犁出排水溝，利於
排水及控制福壽螺之分布



圖三十九、利用改良式耕犁刀片控制稻田之福壽螺



圖四十、利用福壽螺控制田間雜草，減少藥劑施用所生產之稻米



圖四十一、長距離遷移性害蟲偵測用之高空捕蟲網



圖四十二、田間害蟲調查用之黏紙



圖四十三、田間害蟲偵測調查用之誘蟲燈



圖四十四、大量飼育害蟲用之飼育箱

