

出國報告（出國類別：研習）

前往國際稻米研究所(IRRI)研習

水稻農業生態系中

鼠害、蟲害及雜草之生態管理

Ecological Management of

Rodents, Insects, and Weeds in

Rice Agro-Ecosystems

服務機關：行政院農業委員會桃園區農業改良場

行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所

姓名職稱：楊副研究員志維

黃副研究員守宏

派赴國家：菲律賓

出國期間：106年9月25日至10月6日

報告日期：106年12月31日

摘要

全世界一半以上的人口以水稻為主食，特別是在發展中國家，然而在全球人口不斷增加、耕地面積有限的情況下，要確保糧食安全的目標，除提高作物單位面積產量外，另一方向為降低有害生物之危害。本次研習以生態為基礎進行鼠害、蟲害及雜草等有害生物之整合性管理，除觀摩及學習其他地區管理模式外，更加強認知各地區物種種類及生態性均有其特殊性，藉由深入探討其生態習性，才能制定更恰當的管理措施。其範圍包含強化水稻生態系之服務功能（如生態工法、抗蟲品種、生物防治及陷阱作物等），增強對有害生物族群之抑制能力，藉由耕作制度的操作（如水稻合理化施肥及水分管理、田間衛生及輪作等）及物理防治（阻隔、機械及誘集捕撈等）來增加防治成效。藥劑的施用具有快速、方便及有效等優點，但過度依賴藥劑則容易造成有害生物抗藥性、害蟲再猖獗及藥劑殘留等層面之影響，雖然新類型藥劑也一直被研發並釋出，可有效發揮防治作用，但也可以期待有害生物抗性亦隨之發展，最後失去防治效果。避免連續施用相同作用機制之藥劑種類，配合其他適當的防治措施，如耕作防治、生物防治及物理防治等，減少依賴以藥劑為主的防治策略。此外，管理策略的執行，有賴當地農民的認知及文化信仰等習性之配合，藉由社會學者的合作參與，調和研究理論與實際執行兩層面，以達到更經濟、快速及執行推行之成效。建立整合性的管理策略，並非消滅有害生物為宗旨，降低有害生物之族群於經濟危害基準之下即可，以達到經濟、永續及環境安全之管理目標。

目次

壹、前言	4
貳、行程	5
參、研習過程與心得	
一、研討會內容	6
二、研習心得	18
肆、建議事項	20
伍、誌謝	21
陸、附錄	22

壹、前言

水稻是亞洲國家主要的糧食，根據 2009 年統計，全世界口人取食約 74% 水稻生產量，遠超過小麥的 64% 及玉米的 14%，由此可見，水稻的安全生產對人類糧食供給佔相當重要之地位。然而全世界人口逐漸增加，但地球可耕地面積卻相當有限，人類一方面利用科技選育高產之水稻，另一方面也要追求降低生產損失，才能達到糧食供需之平衡，其中水稻重要之有害生物種類-鼠害、蟲害及雜草管理即成為重要課題。

此等有害生物對水稻生產之威脅除直接危害造成產量損失外，尚可藉由其（如老鼠及蟲害）排泄物污染穀物、影響品質；媒介（如老鼠）與人類共通之傳染病或寄生蟲等，危害人類健康；甚至因其生物特性（如老鼠嚙害器物）造成公共建設的危害與損失等方面，對此等生物之管理，在減少作物損失及降低危害有著密不可分之重要性。人類在追求水稻高產之操作情況下，所創造出之生態環境也相對適於有害生物之繁衍，如何一方面確保水稻高生產量外，另一方面減少有害生物造成之損失，達到生產與損失之最佳平衡，創造最佳收益，則為研究管理之目標。

藉由參與研習以生態為基礎之整合性管理課程，可更深入了解防治措施需考量管理目標的生物學及生態學等，建立以生態學觀點的措施考量，建立整合性的管理策略，而並非取代消滅。瞭解造成族群消長的生態因子及其影響，建立經濟、永續及環境安全之管理策略，配合各地區生產最佳耕作管理措施（如水位管理、輪作、耕犁、誘引等方式），強化生態系之天然防治（生物防治）能力，降低有害生物之族群於經濟危害基準之下，必要時再施以藥劑防治，以達到水稻安全之生產，並降低對環境及人類安全之影響，以達到永續經營與管理之目的。

貳、行程

日期	起迄地點	工作行程
9/24 (日)	桃園－馬尼拉 Los Baños (IRRI)	一、搭乘 13:30 中華航空 CI703 班機，15:45 抵達馬尼拉。 二、搭乘 IRRI 專車，18:30 抵達 IRRI。
9/25(一)-10/6 (五)	Los Baños (IRRI)	參加「Ecological Management of Rodents, Insects and Weeds in Rice Agro-Ecosystems」研習課程
10/7 (六)	馬尼拉－桃園	搭乘 10:35 中華航空 CI702 班機，12:35 抵達桃園。

參、研討會內容與心得

一、研討會內容：

(一)、鼠害對農業造成之影響

1. 前言

老鼠為齧齒目 (Rodentia) 鼠科 (Muridae) 之哺乳動物，此等動物之特徵為上下顎各長有一對增長之門牙，因此必須藉咬嚙硬物以磨牙 (圖 1)，加上個體大、繁殖力強等特性，危害人類生產穀物，造成嚴重損失，現今估算對人類作物產量影響最高可達 25%。在印度，估算每年有五百萬美元的損失在儲藏食物及種子。老鼠導致的損失原因包含取食危害，其排泄物污染穀物、影響品質 (圖 2)；部份鼠體上之寄生蟲亦可感染人類、危害健康；另因其門牙不斷增長之特性，四處嚙咬硬物之結果，也會造成公共建設的危害與損失等。

2. 主要發生種類

在亞洲出現危害水稻田之老鼠種類有 *Mus musculus* (house mice) (圖 3)、*Rattus rattus* (Black rat)、*R. exulans* (Pacific rat, 緬甸小鼠)、*R. norvegicus* (Norway rat, 溝鼠) 及 *Bandicota indica* (Bandicoot rat, 鬼鼠)；臺灣常見危害一般農作物的野鼠主要為田鼯鼠 (*Mus formosanus*)、赤背條鼠 (*Apodemus agrarius*)、小黃腹鼠 (*Rattus losea*)、鬼鼠、溝鼠及緬甸小鼠等 6 種；薩哈拉沙漠危害水稻田之老鼠，不是 Black rat (*Rattus rattus*) 就是 Multi-mammate rat (*Mastomys natalensis*)。

3. 鼠害調查與損失評估

每種老鼠生態及危害習性不同，各地區對穀物收穫及儲藏管理方式亦不盡相同，均需各別注意考量。以緬甸而言，水稻收穫方式為收割後，先堆置於稻田中曬乾，再進行脫粒，稻穀於田中曝曬 10-30 天過程中，可致使穀粒損失 10-15%，稻穀品質亦隨之下降。穀物最後運到穀倉中儲放，產量損失調查方式就必須先評量堆置於稻田中之損失，再進行儲存期間之穀物損失調查，評估裝袋後之種子損失。

儲藏穀物損失程度的評估範圍，包含有儲藏物的結構、儲藏區域的環

境衛生、儲藏的時間及出現危害之老鼠種類等 (圖 4)。於東亞地區之柬埔寨等地研究調查，初步結果顯示設陷阱捕鼠及防鼠阻隔於儲藏倉庫、修補破損處、清除於儲藏庫四周 5 公分以上之植被及其雜物。在 3.5 個月間的調查與對照區相比，實驗組平均損失 6%，對照組達 17%；受到污染的情況也相對減少，實驗組平均每杯有 0.8 個排泄物，對照組高達 5 個。

未來針對鼠害調查與損失評估研究方向，主要於加強田間減少損失為主，可藉由引進早熟品種，及早進行收穫處置作業，避免下期作種植前遭受危害；穀物儲藏期間之措施包含整建村落之鼠害管理系統，建造防鼠儲物倉庫等方法，以期達到事半功倍之成效。

4. 殺鼠劑之發展與管理

最先發展出之殺鼠劑為速效型殺鼠劑，其特色為作用快速 (小於 24 小時)，沒有解毒劑，如磷化鋅 (zinc phosphide)、鈣化醇 (calciferol)。後期之殺鼠劑則發展出緩效性殺鼠劑，其作用時效長達 2-7 天，特性為單次取食即有效果，不需常常增加餌劑，第一代殺鼠藥之毒性較低且半衰期較短，需高劑量連續攝取數日才能累積到致死劑量，如殺鼠靈 (warfarin) 及剋滅鼠 (coumatetralyl) 等；第二代殺鼠藥毒性較高，所需之致死劑量較低，通常僅需食入一個毒餌便可達到致死劑量，如雙滅鼠 (difenacoum)、撲滅鼠 (bromadiolone) 及可滅鼠 (brodifacoum) 等藥劑。

雖然抗凝血劑為一種新類型殺鼠機制藥劑，但在老鼠接觸此等藥劑多之後，仍會發展出抗性機制。抗凝血劑殺鼠劑的抗性機制，主要為改變維他命 K 環氧還原酶 (vitamin-K-epoxide reductase, VKOR) 酵素結構，使殺鼠劑無法發揮抑制維他命 K 循環之作用，而失去殺鼠效用。是故，鼠害防治不要太依賴藥劑防治，密集施用藥劑進行防治之結果，往往造成抗性產生；倘若抗性產生，應立即停用相同或類似作用機制之藥劑種類；雖然新類型藥劑可有效發揮防治作用，但也可以期待有害生物抗性亦隨之發展，藥劑毒效終至和緩、崩解，最後失去防治效果。

5. 以生態為基礎之水稻鼠害綜合管理

早期速效型殺鼠劑雖作用快速，但對人畜毒害較高，到後期之殺鼠劑則發展出緩效性抗凝血劑的殺鼠劑，目前則強調防治措施需考量老鼠的生

物學，以老鼠為觀點的生態措施考量，到建立整合性的管理策略，而並非取代消滅。瞭解造成族群消長的生態因子及其影響，建立經濟及永續及環境安全之管理策略。

6. 社會學研究之參與

在東南亞鼠害防治管理，需要生物學家及社會學者的合作，才能達到更好的推行效果，因鼠害的防治需要農民參與及實踐（圖 5 及圖 6），管理策略執行結果必須要有經濟成效、方法及執行容易，並與當地文化、信仰及實際狀況相融合，如瞭解農民耕作行事曆，執行結果須評估（圖 7）。

社會學研究亦為鼠害生態基礎管理之重要因素之一，透過社會學者參與，訓練當地工作人員，協助調查偵測，建立適當管理策略（圖 8 及圖 9），達到事半功倍防治成效。例如在越南，最主要危害稻田的鼠害為 *Rattus argentiventer*，瞭解其基本生態及造成之產量損失，由整個族群、群落共同討論出最佳的生態基礎管理方法。

其執行方向包含防治方法配合作物生產曆；避免田埂寬度超過 30 公分，誘引老鼠築巢；在作物種植後兩個星期即進行防治，降低老鼠族群來源；村落及其周圍，環境保持清潔，減少孳生危害等措施；甚至於嚴重發生地區，於稻田四周設置隔離塑膠布，減少及杜絕老鼠入侵稻田造成之危害（圖 10）。

（二）、蟲害管理研究

1. 前言

水稻田為人為之生態系，由單一作物（水稻）所構成之作物相（圖 11）。其生態系介於自然生態系（如森林、海洋）及人為製造生態系（如城市）。其主要能量來源為太陽，次要能源為石油，最主要影響為人類選汰，物種歧異度中等至低。

愈單一的農業生態系，且作物（水稻）一年種植 2-3 個期作，提供害蟲穩定、豐富的食物來源，更利於害蟲族群建立及發展，天敵越不喜於棲息；在歧異度大的環境棲所（圖 12），天敵作用力愈強，也能提供天敵更多資源，如花粉、花蜜。植食性昆蟲較喜停留在生長高密度且接近純林的寄主，在較單純的環境可維持相對較高的密度。

2. 以生態為基礎之水稻害蟲綜合管理

(1) 水稻田生物間之關係

基本上觀念是天敵捕食（寄生）害蟲，害蟲危害水稻，在稻田中最早出現的應該是植食性的害蟲，再者為天敵，但實際由田間之調查結果，卻發現天敵早在害蟲未發生之前即已出現，代表此一害蟲-天敵間之關係，有待進一步探討考量。害蟲之天敵（捕食性天敵）可捕食害蟲以外的食餌，如搖蚊（chironomid）（圖 13）、蚊子（culid）、跳蟲（collembolan）及水蠅（ephrydrid）等昆蟲，並非只倚靠害蟲本身立足於水稻田中。

(2) 昆蟲與寄主間之關係

特別是抗蟲或容忍性寄主與害蟲間之關係（圖 14 及圖 15），其與天敵之交互作用，亦為害蟲管理之重點。一般而言，所謂抗蟲品種，即顯示害蟲族群發育隨時間，比感蟲品種上明顯緩慢；相對於抗蟲品種，容忍抗性之品種，害蟲族群之發育則可能與抗蟲品種一樣緩慢，也可能與感蟲品種般相近。

抗蟲品種在大面積推廣種植後，害蟲族群逐漸適應，而發展出相對應適應於具抗性基因的害蟲族群（生物小種，biotype），而使原具抗性基因之水稻品種，不再具有抗性表現（崩潰），而呈現感蟲現象。相對於具單一抗性基因的品種，具多抗性基因的品種也會面臨害蟲族群逐漸適應而使抗性表現逐漸失去成效，只是其所花費的時間較長。相對於害蟲族群死亡率於抗蟲品種上的表現，若再加上捕食性天敵（圖 16），害蟲之死亡率更可提昇，顯示捕食性天敵的存在，似乎更可提供抗性品種在抵禦害蟲危害上，多一層的保護作用。

以生態為基礎之水稻害蟲綜合管理措施，以農業生態系設計為基礎，加強生態系服務系統。複雜的棲所環境，可保育更多的天敵，強化田間害蟲族群的調節作用，而在田埂種植的植物，農民偏好種植可販售、可食用之蔬菜種類，而較少選擇花卉種類，生態環境建置上，亦需考量農民之需求。一般田間操作項目包括：1. 利用耕作防治，避免害蟲族群達到經濟危害標準，如使用抗性或具容忍性的水稻品種（圖 17），合理施用肥料、水分管理模式及栽植陷阱作物等方法，大範圍操作更可結合鄰近植被及水域棲

所之管理、調節水稻種植之時間、空間模式等方式以避開病蟲害主要發生時期等操作方法。2. 水稻田環境棲所的調整，以強化天敵抑制害蟲族群的能力，如生態工法的執行與應用等方式。3. 強化生物防治能力。4. 利用選擇性藥劑，以抑制害蟲族群，但不傷及其天敵。

第3及第4選項，為視情況需要來執行，並非持續性操作，且此策略必須配合害蟲族群之監測、預測及危害限界等制度制訂與配合。

3. 利用藥劑進行蟲害管理造成之衝擊

農業藥劑的進口，在1980年到2010年呈現大幅度增長，因藥劑的過度使用，導致害蟲抗性的發生，並嚴重降低天敵族群，破壞食物網的完整，因大部分藥劑對天敵的毒性遠高於害蟲本身，使害蟲與天敵間之生態關係嚴重失去平衡（圖18），而藥劑亞致死劑量的使用，反而導致害蟲生殖力提高，若蟲期發育變短，亦會刺激害蟲的取食能力，造成更大的危害。

4. 天敵在水稻生態系之保育與防治研究

任何一生物在生態系中的族群恢復能力，受到諸多因子左右，最主要的因子為人為干擾（藥劑、耕作制度及品種等），造成害蟲族群呈現不穩定的動態平衡，而使害蟲族群容易突然大爆發，造成稻作生產嚴重損失（圖19），如褐飛蟲（brown planthopper）在印尼大發生造成蟲燒；水稻癭蚧（gall midge）、夜盜蟲（arm worm）及黑椿象（rice black bug）分別在越南、柬埔寨及菲律賓嚴重大發生。

如何建造害蟲族群在生態系中，呈現動態平衡之作法，例如中國大陸執行生態工法之建造，方式包含選擇於田埂種植芝麻提供天敵花粉及花蜜等食物來源；種植陷阱作物如培地茅，不僅可誘引螟蟲前來產卵，也可以當成天敵的庇護所；茭白則提供天敵（特別是卵寄生蜂）替代食物及庇護場所，藉此以保持寄生性天敵族群（圖20及圖21），特別是在害蟲族群減少或消失之際，而害蟲族群在水田中建立初期，即可進行產卵寄生，達到早期抑制害蟲族群的效果。

（三）、福壽螺在農業上之危害與管理

1. 前 言

福壽螺（Golden apple snail）原產於南美洲的阿根廷、烏拉圭及巴西等地

區，在 1960 年代開始，因人們攜帶引入為食用之目的，而擴散至全世界，而成為各地區之主要有害生物之一，在菲律賓預估其被引入後，前 10 年所造成的經濟損失達 12 億美元，其入侵不僅造成嚴重經濟損失，更造成當地生態之浩劫。

2. 福壽螺之生態

全世界福壽螺的物種超過 100 種，其中只有 *Pomacea canaliculata* 及 *P. maculata* 兩種 (圖 22)，具高度危害及入侵能力，造成水稻產量嚴重損失，只因其具高繁殖力 (卵塊大小分別為 14-500 及 522-4751 粒)，生長快速及食性廣等特性，卵孵化時間則分別為 7-28 及 7-21 天，可取食水生植物種類可達 51 及 46 種。

P. canaliculata 上可取食苔癬 (bryozoan)、絲狀藻類 (filamentous algae) 及一些水生附生生物 (periphyton) 等；*P. maculata* 則可取食其他螺類的卵，及一些水生附生植物等。

福壽螺對於直播稻秧苗之危害性相當嚴重，對於插秧之水稻苗之危害性亦強 (圖 23)，一般在水稻秧苗達 30 日齡左右，福壽螺不喜歡取食而免於受害，否則整株稻苗將被啃食殆盡，嚴重影響水稻產量 (圖 24)。然而在後期的水稻田中，由於福壽螺會取食各種水生植物，反而成為水田中良好的雜草清除工具，而成另類的雜草防治功臣。

福壽螺雖然為水生生物，但遇不適當環境 (乾燥季節) 仍可以利用休眠方式度過，一般可休眠達 6 個月。

3. 福壽螺危害管理之方法

(1) 物理防治

水田水源進出口的阻隔設施，減少螺體入侵本田之機會，但亦須注意阻塞之問題。另因螺體的移動，與水田水位高度有密切關係，於水稻秧苗在 30 日齡前，田間水位保持在 2 公分以下，而降低水稻秧苗被害之機率 (圖 25)。另因水位若控制的太低，易引發雜草萌發之問題，為另一必須注意考量因子。

(2) 耕作防治

因螺體於不良環境時，可潛入土中休眠達 6 個月，是故，可延長休耕期，

延長螺體休眠期，提高死亡率，或水田輪作旱田（大豆、玉米等），避免螺體出現，增長其休眠期，藉以控制田間螺體於次期作水田的危害機率，減少損失危害的效果。螺體一般潛入土中休眠的深度大約為 10 公分，可利用多次機械耕犁的方式，提高螺體於土壤中的死亡率，降低田區螺體存活密度。

(3) 誘引法

農民一般也會先行放置誘引物，如蔬菜葉或米糠混合物等，吸引螺體聚集，方便快速收集螺體。而在廣闊的水田或池水區域，可利用插植木條、竹竿等，誘引螺體產卵，利於收集（圖 26）。於水稻種植前及剛插秧種植後，為螺體活動最頻繁的時刻，可於螺體主要活動時刻（早晨及黃昏），來進行螺體清除工作。

福壽螺本身富含蛋白質，本身可提供人類及動物食用，惟人類要食用前，務必要完全煮熟，避免食入寄生蟲 - 廣東住血線蟲 (*Angiostrongylus cantonensis*)，而危及身體健康。多數人們收集螺體飼育魚、蝦、鴨及家禽食用，螺體來源也需注意沒有殺螺劑或其他藥劑的污染。

(4) 天 敵

記錄種類繁多，取食螺體的有一種鷹類、鴨子與多種鳥類、魚類、鰻類、烏龜等；可取食卵者有蟹類、鼠類、火蟻及蚱蜢等，但這些天敵相同面臨人類濫用藥劑的毒性威脅。如何維持創造適於天敵的棲所環境，強化其控制福壽螺的能力，為未來發展的重要研究方向。

(5) 利用氮肥進行福壽螺之防治研究

研究指出，氮肥的施用也可用於防治福壽螺，特別是在水田灌溉水位控制在 2 公分左右時，而在生長初期，氮肥也可促進秧苗的成長茁壯。福壽螺的死亡率隨氮肥的施用量增加而提高，但相對的，高量的氮肥在僅 2 公分水位的水田中，也可能危及水稻秧苗的生長發育，且施用量也不宜超過推薦用量，是故，施用時期及施用量、方法亦需特別注意。

(6) 藥劑防治

殺螺劑的使用，為當下農民最喜於採用的防治方法，具有省時、省力的經濟效益，但須注意安全使用，避免危及人類健康及環境安全，現在也

有植物萃取物製劑，可用於防治。而一般進行防治的時期，僅需在秧苗日齡 30 天以內即可。聚乙醛相較於耐克螺有較低的魚毒性。

(7) 區域共同防治

福壽螺體的分佈包含整個水域區域，建議藉由整個社區的集體力量，於防治重點時期（種植前及水稻生長前期），進行全面區域防除工作，較能達到事半功倍的長久效力。

(四)、雜草管理研究

1. 前 言

從生態的立場，雜草只不過是尚未被人類有效利用的植物，與一般生活在大自然環境的植物並無不同，人們不應該將雜草視為異類除之而後快，雜草是環境中生物多樣性的一環，因此，當某雜草被納入農業生產體系時，其又將是農業生物多樣系統中的一份子。近年來基於生物多樣性的考量，適當的雜草定義應該為「尚未被發覺其特殊用途且予以經濟性栽培的植物」，而特殊用途，舉凡生態價值、生理機制、生活功能及生產價值等。

2. 依除草劑防除觀點分類

可將雜草區分為禾草、莎草及闊葉草等三類 (圖 27)。禾草的主要特徵是莖具有節，莖稈的橫切面為圓形或扁圓形，如兩耳草及牛筋草；莎草則不具節，其莖稈的橫切面為三角形，如香附子及短葉水蜈蚣。這兩類雜草均具有長且窄的葉型及平行之葉脈，屬於種子萌芽後具有一片子葉之單子葉植物。闊葉草主要特徵是葉型寬闊，為網狀葉脈，屬於種子萌芽後具有兩片子葉之雙子葉植物，如尖瓣花及藿香薊 (圖 28)。

3. 雜草在農業生態系統中扮演的角色

(1) 雜草存在的缺點

農田存在的雜草會對作物造成直接與間接的損失，直接的損失就如降低產量、品質及操作效率等，而間接損失則包括產生人、畜的過敏源，如豬草、銀膠菊及大花咸豐草的花粉；另部分雜草存在會造成病蟲草害的族群分布。在農業生態系中雜草為害蟲與病源之重要寄主，且在蟲害與植物病害之傳染途徑中亦擔任了將染病作物之病源傳至鄰近作物之媒介。

(2) 雜草存在的優點

雜草存在主要有覆蓋表土具水土保持的功能，雜草透過根系可以使土壤養分循環利用，並增加土壤有機質含量，即「養草肥田」的觀念；多數雜草也可當成野菜或開發成青香藥草；提供放牧；開發成生物農藥如除蟲菊等；具有耐逆境與抗病蟲草的遺傳資源；調節微氣候提供綠色的視覺享受等。

4. 以生態為基礎之雜草綜合管理

從生態觀點，防除或管理雜草的目的在降低農耕地的雜草族群數量達到低於臨界經濟損失的水準。唯有對雜草生態學的研究與瞭解，才能提供研擬合宜的雜草防除與管理的策略時的依據，強調兼顧農作生產、環境保護與社會責任的雜草利用與管理 (圖 29)。水稻不同耕作模式需要不同的雜草管理策略，因為單獨使用除草劑會造成雜草抗藥性的產生 (圖 30)，必須搭配預防性、物理性、生物性或是栽培管理的綜合防除方法來管理雜草族群，以獲取最佳的雜草管理效果。幾種常用的方法說明如下：

(1) 減少農田雜草種子庫

避免農田雜草種子的產生可降低雜草的壓力，並能減少往後雜草防除的成本，所採用措施是不允許雜草生長至開花結籽，若讓雜草產生種子，會加劇往後數十年的雜草問題。雜草種子的長久壽命，再加上單株雜草即能產生大量的種子（如馬齒莧或稗草，100,000 粒/株），導致長期積累在土壤中，形成龐大的雜草種子庫。

(2) 種植綠肥

前期作休耕或第二期作收割後種植綠肥作物，由於綠肥作物生長快速且茂密，可抑制雜草生存空間，所以種植綠肥可減少雜草的種類及密度。

(3) 整地法

提早於插秧前 15 日進行第 1 次整地(粗耕)，田間保持濕潤狀態，讓水田中之雜草種子提早萌芽，至插秧前 3 日再進行第 2 次整地(細耕)，將已發芽之雜草掩埋，耙平時應力求平整，以免較高處易滋生雜草。

(4) 湛水處理

整地後保持 2~3 公分水深，插秧後俟秧苗成活即行湛水處理保持 3 公分水深，可抑制雜草種子萌芽 (圖 31)。

(5)物理防治

在灌溉溝渠進水口設置紗網，可阻隔雜草種子進入田區，降低雜草族群密度。

(6)敷蓋除草法

水稻插秧成活後田間保持湛水狀態，每公頃施用穀殼 4~5 公噸，待穀殼吸收水分後下沉而覆蓋於田面，可抑制雜草種子發芽。培育覆蓋性滿江紅：水稻插秧成活後即施放滿江紅，每公頃 50~100 公斤，藉由飄浮在水田表面及快速之增殖，利用遮光原理防止雜草生長，同時可增進稻田肥力，特別是氮素提供，可達覆蓋及抑制雜草的效果 (圖 32)。

(7)水田除草機除草

使用水田除草機除草，插秧後約 10 日進行除草，但僅能剷除行間的雜草，株間的雜草仍須以人工拔除。

(8)利用生物防治

利用鴨子啃食幼嫩雜草，水稻移植後即開始飼養小鴨，待水稻達分蘖盛期時，將鴨群放養任其游走於田間，每公頃 200~400 隻，利用其活動造成田水混濁，導致雜草種子難以萌芽，而抑制雜草的滋生。

(9)人工除草

上述方法雖可降低雜草密度，但無法完全防除，須輔以人工除草，藉由人力拔除或利用人工除草器，於插秧後 10~15 日進行。人工除草的動作可將空氣帶入土壤中，對水稻生長具有正面效益。

(五)、有害生物抗藥性之管理

1. 前 言

自從 1950 年來大量使用合成藥劑防治病蟲害，抗藥性問題就此逐漸產生，至目前為止，已超過 700 種有害生物，已產生抗藥性問題，有些甚至產生多重抗性之問題，例如蟑螂、蚊子及家蠅等，故利用藥劑進行防治不能僅依賴新的藥劑種類。

2. 抗藥性之產生

抗藥性之定義為有害生物族群改變，對一藥劑之感受性，導致在正確的使用藥劑情況下，使藥劑無法有效控制害蟲族群之結果。而藥劑不正確

或無效使用之原因有，不適當的儲放劑量、目標或時間的不正確使用、不正常的氣候或環境條件、殺鼠劑的忌避或非目標取食、有害生物由鄰近地區之再侵入等情況。

因藥劑使用反而提高有害生物之適存值，有害生物的再猖獗，在藥劑施用後，消滅了天敵，而在藥劑的殘效降低的同時，導致害蟲族群迅速增加，次要害蟲的崛起，原本屬於不重要的害蟲種類，在藥劑消滅主要害蟲及其天敵後，其族群迅數增加而成為主要害蟲。

抗藥性的逐漸產生，為一族群中因藥劑的選汰，殺死了大部分的感性個體，而殘存的抗性個體逐漸被選汰出，而繁殖出的子代逐漸（帶有抗性基因），族群逐漸被選汰、增高，而最終使整個族群帶有抗性的比例增加所致，抗藥性的發展也可能因使用其相同（相似）殺蟲機制之藥劑而逐漸選汰產生。

抗藥性逐漸產生的原因有密集的使用藥劑、使用量低於或超過推薦用量、藥劑使用頻率過高（對整體世代短的族群）、對族群之幼蟲或成蟲使用單一或相同的化學藥劑、對害蟲的防治過度依賴藥劑所致。

3. 抗藥性的機制包含

- (1) 行為抗性：有害生物藉由改變其正常行為活動，來避免受到毒害，例如在非洲一些媒介瘧疾的蚊子，發展出停留在室外的偏好性，以避免接觸到噴灑於室內牆壁的藥劑。
- (2) 生理抗性：機制包含：
 1. 代謝毒性作用：抗性害蟲在解毒，或破壞毒性之能力，較感性族群快，此抗性機制最常發生在昆蟲上，在雜草及真菌上亦有。
 2. 減少藥劑作用部位之敏感性：改變有害生物對藥劑作用之位置的敏感性，使藥劑無法正常作用，達到毒殺效果，此抗性機制最常發生在老鼠、雜草及真菌上，在昆蟲上亦有發生。
 3. 減少藥劑之滲透性：抗性害蟲比感性族群吸收較少的藥劑，如昆蟲（抗性）表皮可形成阻礙層，減緩對藥劑之吸收。
 4. 隔離藥劑與作用部位：一些植物藉由限制（在細胞或組織）外來化合物（藥劑）的移動，來避免其所帶來的傷害。

4. 抗藥性管理對策

抗藥性管理對策包含：

1. 避免連續施用相同作用機制之藥劑種類，減

少抗藥性的快速產生，可使用適當的協力劑，增強藥劑效果，而不需提高藥劑使用量。2. 應用其他適當的防治措施，如耕作防治、生物防治、機械防治等，減少依賴以藥劑為主的防治策略，降低有害生物抗藥性快速產生。

二、研習心得：

老鼠在農業上造成的損失原因包含取食危害、排泄物污染、媒介寄生蟲及公共建設的毀損等。其生活範圍廣，除農田環境外，甚至可擴及居家住所。加上此為社會性動物，與人類生活相當緊密，在許多地方亦為當地信仰的一部分，對於此等動物之防治，不在單只是個人區域，必需包含整個區域及村落等，需要區域農民參與、實踐及擬定適當方法。防治措施必需瞭解當地發生種類及其基本生態，由整個區域（群落）共同討論出最佳的生態基礎管理方法。整合防治策略包含配合作物生產曆，於重要時期加強監測與防治；避免稻田田埂寬度超過 30 公分，誘引老鼠築巢；村落及其周圍，環境保持清潔，減少孳生為害等措施；甚至於嚴重發生地區，於稻田四周設置隔離塑膠布，甚至誘捕等措施，降低其危害為目標。

水稻田為人為之生態系，由單一作物（水稻）所構成之作物相，此生態系中物種歧異度 (species diversity) 對於自然生態系為中至低等，提供植食性昆蟲（害蟲）穩定、豐富的食物來源，利於害蟲族群建立及發展，但相對不利於天敵的棲息與族群發展。整合管理方式包含以農業生態系設計為基礎，加強生態系服務系統，操作項目包含利用耕作防治，避免害蟲族群達到經濟危害標準，如使用抗性或具容忍性的水稻品種，以減輕害蟲對水稻之適應與危害；合理施用肥料及水分管理模式，及栽植陷阱作物等方法，間接降低害蟲族群之發展；水稻田環境棲所的調整，以強化天敵抑制害蟲族群的能力，如生態工法的執行與應用等方式，提供天敵食物及棲所，強化生物防治能力；利用選擇性藥劑，以抑制害蟲族群，但不傷及其天敵，以達到水稻生產與損失之最佳平衡，創造最佳收益之管理目標。

外來入侵種福壽螺為全球檢疫上最重要之有害生物，因人們攜帶引入而擴散至全世界，不僅造成嚴重經濟損失，更造成當地生態之浩劫。因其分布以水域為主，管理措施必需包含整個水域區域，建議藉由整個社區的集體力量進行共同防治，除於田區中利用阻隔、誘引捕捉、輪作及耕犁等方式，於防治重點時期（種植前及水稻生長前期），進行全面區域防除工作，較能達到事半功倍的長久效力。

雜草管理策略的訂定必須針對不同雜草種類來訂定不同的防治管理方法，而水稻不同耕作模式需要不同的雜草管理策略，因為單獨使用除草劑會造成雜草抗藥性的產生，必須搭配物理性、生物性或是栽培管理的綜合防除方法來管理雜草族群，以獲取最佳的雜草管理效果，最終目標應該超越單純保障作物生產的限制，而加入諸如土壤保護及提

高農田生物多樣性等多重目的，進而改善對農田生態系之動態平衡有益的生物相。

藥劑防治因具有速效及方便等優點，為農民最常採行的防治方法，但自從 1950 年來大量使用合成藥劑防治病蟲害，抗藥性問題就此逐漸產生，至目前為止，已超過 700 種有害生物，已產生抗藥性問題，雖然新型藥劑持續被開發，但相對的抗藥性問題也依然會逐漸被篩檢出。永續性管理對策包含有避免連續施用相同作用機制之藥劑種類，減少抗藥性的快速產生；應用其他適當的防治措施，如耕作防治、生物防治、機械防治等，減少依賴以藥劑為主的防治策略，降低有害生物抗藥性快速產生，達到藥劑使用之有效管理目的。

肆、建議事項

- 一、目前政府在推行農藥使用減量政策，強化生物防治效能為重要方向之一，建議於水稻田四周，可以加強營造適於水稻害蟲天敵棲息及繁衍之棲所，在害蟲入侵水稻田、族群建立之初期，天敵即能發揮抑制效果，降低及延緩後期害蟲族群成長及危害，提高防治效果。此策略必須配合害蟲族群之監測、預測及危害限界等制度制訂與配合。
- 二、福壽螺為全球最成功之外來入侵種類之一，為防範此風險性高的外來入侵種，避免造成國內農業上嚴重危害與損失，及生態上之重大衝擊，建議應加強有害生物檢疫及監測工作，防患於未然。
- 三、傳統耕作與有機耕作的農民大多數仍以生產成本為考量，很多有利於永續農業落實的雜草管理法，如利用草生栽培、保育邊行、綠籬與草畦等農田布局，除可增加土壤有機碳庫貯量，並能提高農田生物多樣性，進而改善對農田生態系之動態平衡有益的生物相，建議政府部門對於基於農業永續經營的雜草管理訂定獎勵措施及補貼政策。
- 四、藥劑為未來有害生物管理之防治方法之一，如何有效利用藥劑進行有害生物之防治，避免藥劑帶來之危害與衝擊，抗藥性監測工作亦相對重要，建議成立長期對藥劑感受性監測變化，以期了解各地族群對相同藥劑抗藥性情況，提供輪流施用藥劑及有效防治用藥之基礎資訊。

伍、誌謝

本次赴菲律賓參加研習之費用承蒙行政院農業委員會協助支應，使得此行能更加順利完成，並獲得相當多的資訊與交流學習機會，特此誌謝。

陸、附 錄



圖 1. 老鼠取食危害水稻狀。



圖 2. 老鼠排泄物造成穀物汙染。



圖 3. 危害水稻之老鼠種類。



圖 4. 水稻鼠害損失之調查與評估。



圖 5. 農民防治措施之社會學參與研究。



圖 6. 管理措施之農民訪談。

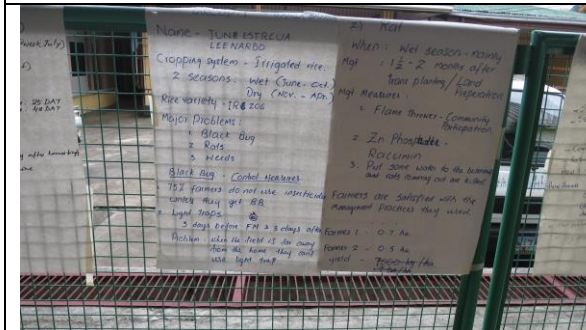


圖 7. 有害生物防治措施之擬定。



圖 8. 農民參與之防治策略擬定。

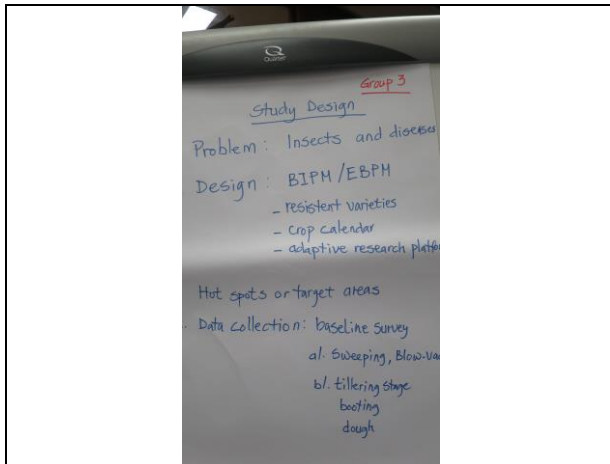


圖 9. 農民參與之防治策略擬定。



圖 10. 利用塑膠布阻絕老鼠入侵稻田為害。



圖 11. 水稻田之農業生態系。



圖 12. 營造適於水稻害蟲天敵之棲所環境。



圖 13. 水稻田之中性昆蟲-搖蚊。



圖 14. 耐 (抗) 性水稻之秧苗檢定篩選。



圖 15. 耐 (抗) 性水稻之成株檢定篩選。



圖 16. 水稻害蟲之捕食性天敵-狼蛛。



圖 17. 水稻對飛蟲抗性檢定情形。



圖 18. 藥劑為農民主要採行之防治方法。



圖 19. 水稻飛蟲造成之蟲燒危害。

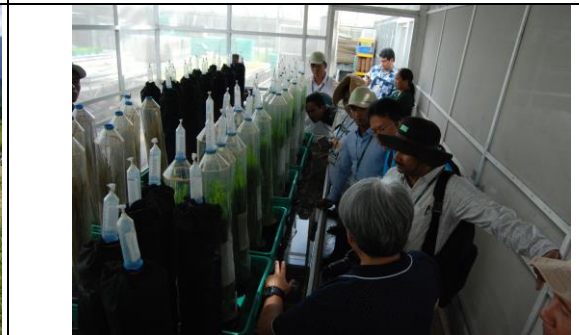


圖 20. 水稻害蟲卵寄生蜂之調查。



圖 21. 水稻害蟲之寄生性天敵-蜂類。



圖 22. 不同福壽螺之種類與形態。



圖 23. 福壽螺嚴重危害水稻秧苗之情形。



圖 24. 福壽螺取食水稻秧苗之情形。



圖 25. 水位管理有效降低福壽螺危害。



圖 26. 福壽螺之卵塊。



圖 27. 雜草依除草劑防除觀點分類。



圖 28. 認識水稻田雜草。



圖 29. 田間雜草取樣調查。



圖 30. 除草劑噴施技術。

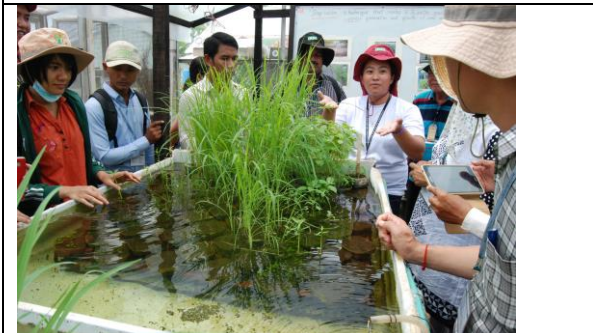


圖 31. 淹水高度對雜草發芽之影響。



圖 32. 播種深度對雜草發芽之影響。