87-95, 2013

# 作物與農產安全的調適

林大淵、廖君達、劉興隆、陳世芳、白桂芳*
行政院農業委員會臺中區農業改良場

## 摘要

隨著氣候變遷，應用設施栽培蔬果已成爲生產主流，然不論露天或設施栽培，病蟲害已因氣候或栽培法改變，致農產品安全需全面考量作物、環境、病蟲害的交互作用與影響。已轉型爲設施栽培的作物須面對病蟲害相的轉變；露天栽培的作物則須同時面對極端氣候逆境與突發疫情，並修訂相應的防治策略，才能維護作物生產。此外，面對消費者對農產品安全性的要求日益提高，農友應用的防治策略已不能僅侷限於化學防治，而應加強對病蟲生態學的認知並搭配非農藥防治的策略，才能兼顧防治效能與農產品安全。
**關鍵詞**：氣候變遷、植物保護、作物健康管理。

## Crop and food production security and its adaptation

Da-Yuan Lin, Chung-Ta Liao, Hsing-Lung Liu, Shih-Fang Chen and Kuei-Fang Pai*
Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA

## Abstract

With climate change, protected cultivation has gradually become mainstream of fruit and vegetable production. Whatever field or protected cultivation, pests have already changed due to climate or cultivation change. Crop and its production security therefore need to take interactions of crops, pest, and environment in full consideration. As for protected cultivation, we have to face pest community changes. Field cultivation shall also have to face pest outbreaks and extreme weather change. Thus we should revise proper control strategies for crop production security. In addition, increasing demands of agricultural products from consumers make farmers could not confine chemical control as the only control strategy. They should promote knowledge of pest and non-chemical pest control strategies to balance control performance and security of agricultural products.
**Keywords:**Climate change, Plant protection, Plant health management

## 前言

近年來隨著氣候改變，許多蔬果栽培已轉型爲設施栽培(van Lenteren 2000)，設施不僅減低氣候因素對作物的

* 通信作者：Corresponding email: paikf@tdais.gov.tw

影響，還能提供部分作物產期調節的功能。對病蟲害而言，設施卻也提供相對穩定的環境及寄主來源(Morse and Buhler 1997)；產期調節的操作也可能招致病蟲害延續不斷(王等 1993, 陳等 2003)小型害蟲如粉蝨、薊馬、蟎類等發生情形愈趨嚴重，田間農作物常會面臨此類小型害蟲爲害，且大多數常見之小型害蟲具食性廣、族群高度擴散等特性，因而防治不易。因應栽培管理方式的改變，病蟲害整合管理早已成爲國內外植物保護研究的重心(NRC 1996, Kogan 1998)。

作物安全除了應重視病蟲害管理外，栽培環境與作物本身的生理狀態也是重要的影響因子，因此強調各領域整合的作物健康管理成爲近年來新興議題(Vereijken, 1989; USDA, 2009)。其目的不僅爲因應病蟲害管理策略的改變，更注重作物與環境的交互作用與影響，在全球關注的作物與農產安全議題下，植物保護工作不僅強調病蟲害管理效率，也留意到食品安全與環境友善等議題(Epstein *et al*. 2003; Mullen *et al*. 2003)。在此前提下，植物保護工作勢必以更精確的管理措施與開發友善環境的管理技術，才能因應未來的植物保護需求。

## 水稻病蟲害的變遷

### 一、水稻水象鼻蟲

水稻水象鼻蟲（*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel）是溫帶地區水稻的重要害蟲，原分布於美國加州，在當地可造成產量損失達10~30% (Godfrey 1999;,Way and Wallace 1992)。該蟲於1976年由美國傳入日本 (Tsuzuki and Isogawa 1976)，而後擴展至韓國 (Hirao 1988)、臺灣 (Shih 1991) 及中國 (翟等 1999) 等地，發生範圍逐漸由溫帶的單季稻區向亞熱帶雙季稻區擴展。該蟲以 10 年（1976-1986年）的時間擴展到全日本各地 (Saito *et al.* 2005)，擴展後期每年分別以 274 km及 113 km的速度向北及向南增加分布範圍 (Kiritani and Morimoto 2004)。此外，本蟲於1988 年在韓國及中國河北省被發現，在中國於1993年向南擴展至浙江省，1996 年在福建省被發現，2003年繼續南向至廣東省及廣西省，並以每年10-30公里的速度進行擴散 (Chen *et al.* 2005)。

臺灣於1990年首先在桃園縣新屋鄉發現水稻水象鼻蟲 (施 1991, Shih 1991)，並以每年 35 km的速度向南擴散至苗栗縣，成爲該區域重要的水稻害蟲（施 1992）。直至2000年二期稻作，於台中市梧棲區及沙鹿區交界處，發現小面積農田之田埂兩側水稻受害(林及廖，2000)。2001年則在彰化縣線西鄉首次有該蟲爲害的紀錄(廖等 2003, Liao and Chen 2005)。此外，花蓮縣富里鄉於2001年亦有發生的報導（廖 2002），該蟲在東臺灣的擴展速度爲10-13 km/yr，時至今日幾乎已涵蓋花東兩縣的水稻栽培區 (許 2005, 廖 2009)。

水稻水象鼻蟲在中臺灣的擴展遭逢 2 次停滯期，第一次爲1994年侷限於大安溪北岸 (鄭及朱 1999)。2001年侵入彰化縣線西鄉，初期擴展速率爲 4.2 km/yr，隨後出現爲期 7 年的第二次停滯期。而後，2008 年及 2012 年接續侵入彰化市及花壇鄉，其擴展速率也遞減爲 2.2 及 0.7 km/yr (廖 2013)。然而，同一調查點的成蟲數量均以首次發現時爲

最高，隨著時間的增加，族群密度呈遞減的趨勢，甚至在 2012年多個調查點已未發現成蟲 (廖 2013)，顯示該蟲在中臺灣地區的擴展明顯地受到某些因子的限制。

對照中央氣象局網頁 (www.cwb.gov.tw) 提供之臺灣溫度分布圖，發現水稻水象鼻蟲在較低的溫度區域內，其擴散速率高於較高的溫度區域。而且，該蟲最適的發育溫度介於22 ~ 25℃，卵的孵化率爲84.2%，幼蟲存活率爲 87.5%；但在 ＞ 32℃的條件下，卵的孵化率及幼蟲的存活率顯著降低，且隨著發育齡期增加其死亡率則增高 (肖铁光等，2007)。由於水稻水象鼻蟲在彰化縣的族群數量呈逐年降低的趨勢，且族群向外擴展速率也出現遞減的情形 (廖，2013)，明顯低於北臺灣及東臺灣的族群擴散速率，推測該蟲目前仍然無法完全適應彰化縣以南的農業環境。復以臺灣氣溫持續上升，等溫線分布亦逐漸向北偏移，若依前述學者研究及本蟲族群在中臺灣拓展情況推估，氣候變遷將緩和水稻水象鼻蟲對臺灣農業的危害潛勢。

二、水稻細菌性病害

白葉枯病 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) 是水稻重要的細菌性病害，典型白葉枯病曾在臺灣造成約6萬公頃的危害 (張 2003)；近年來陸續加入新的成員，熱帶黃化型白葉枯病原分布於東南亞(Goto 1965)，1997年二期稻作於彰化縣大村、花壇及秀水鄉等地被發現，罹病面積約500公頃，罹病叢率約1% (陳等 1998)。2000年一期稻作，宜蘭縣已有危害的紀錄 (張 2003, 謝等 2007)，2000年8月下旬，碧利斯颱風侵台，彰化縣北部秈稻栽培鄉鎮，罹病面積約2,500公頃，罹病叢率約25% (廖及林，2000)。此外，原分布於中國 (福建、廣東、海南、湖南及浙江省)、印度、東南亞各國及澳洲等地，熱帶地區水稻栽培重要病害的水稻細菌性條斑病 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*)，於2007年首度在臺灣被發現 (陳等 2008)，2008年隨即大範圍發生 (廖 2008)。此外，細菌性條斑病原本僅發生於二期稻作，2013年卻於台東縣池上鄉、彰化縣線西鄉及臺中市潭子區爲害一期稻作 (郭及廖，未發表)。而2013年康納颱風帶來的強降雨，則於臺灣中南部造成二期稻作普遍發生白葉枯病及細菌性條斑病。

由臺灣水稻病蟲害近年來的發生趨勢與族群拓展，在在顯示氣候變遷造就不同以往的生態環境，也促使病蟲害與其寄主作物間的相互關係產生明顯的變化。

## 因時制宜的植物保護工作

目前諸多經濟作物如葡萄、花胡瓜、番茄等，多採設施栽培爲主要的生產方式，其目的爲隔離病蟲爲害與調節產期。然溫、網室環境卻也提供部分病蟲相對穩定的發生條件，致原本露天栽培時的次要害蟲轉爲溫、網室內的主要害蟲屢見不鮮，或因連作或調節生產而導致主要害蟲不斷孳生而終致猖獗。多數設施栽培作物因採收期較長，衍生採收期管理施藥及農藥殘留等安全問題，因應此類由露天栽培轉爲設施栽培之作物，植物保護之首要工作爲釐清設施栽培後之主要管理對象，並整合現有管理技術與資材，依不同栽培期及防治標的

規劃防治工作，方能有效因應設施栽培之病蟲害管理。

一、葡萄設施栽培

溫室葡萄之栽培期爲每年11月至隔年6月，由於氣溫較低且有設施保護，病蟲害相對較少，僅白粉病及蟎類等(表一)。以往露天栽培下各期病蟲害發生相對嚴重，管理上稍有疏失即會顯著影響葡萄產量與品質。然溫室栽培確可有效阻隔諸多病蟲害，但也相對地使白粉病及蟎類不易管理。根據調查發現，許多採用設施栽培的農戶仍依循過去露天栽培之經驗與時程防治病蟲害，此舉不但流於農藥濫用，也徒增生產成本及藥劑殘留的風險。

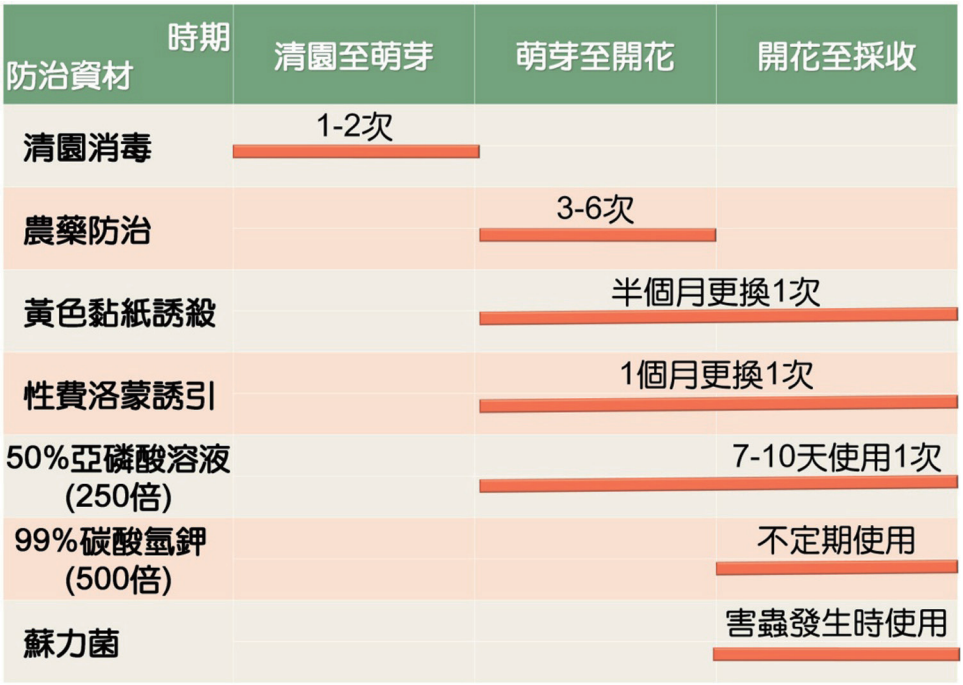
爲達設施葡萄安全生產之目的，可根據設施葡萄生長特性及病蟲害發生情形，將防治工作分爲3階段。第一階段自清園至萌芽，此時期可修剪葡萄枝條、清除殘體，並以硫磺、夏油進行全園消毒。第二階段爲自萌芽至開花，針對?類等可依植物保護手冊推薦之藥劑，進行3-6次防治，使園區病蟲族群無法立足。第三階段自開花至採收，期間視病蟲害種類及發生密度，配合應用非農藥資材，如亞磷酸、碳酸氫鉀及蘇力菌等，此外，於栽培全期配合懸掛性費洛蒙以誘殺斜紋夜蛾及甜菜夜蛾，即可建立溫室葡萄病蟲害綜合管理模式(圖一)。因應設施葡萄生產而研發的溫室葡萄病蟲害綜合管理，可確保果品產量並有效控制病蟲的爲害，不但大幅減少農藥施用成本，且生產的葡萄其農藥殘留量皆符合國家標準，創造生產者與消費者的雙贏。

二、花胡瓜設施栽培

花胡瓜爲連續採收之作物，轉爲

表一、葡萄於露天栽培與溫室栽培下之病蟲害消長

| 病蟲害名稱 | 露天栽培 | 溫室栽培 |
|---|---|---|
| 白粉病 | ＋＋ | ＋＋＋ |
| 露菌病 | ＋＋＋ | － |
| 晚腐病 | ＋＋ | － |
| 銹病 | ＋＋ | － |
| 黑痘病 | ＋ | － |
| 小黃薊馬 | ＋＋＋ | ＋ |
| 葉蟎類 | ＋ | ＋＋ |
| 夜蛾類 | ＋＋ | ＋ |
| 粉介殼蟲 | ＋＋ | － |
| 葡萄捲葉蛾 | ＋ | － |




圖一、設施葡萄不同生育期之病蟲害綜合管理策略

設施栽培後主要受白粉病、露菌病、番茄斑潛蠅、蚜蟲、銀葉粉蝨、南黃薊馬等危害；但花胡瓜在採收期仍有病蟲害管理之需求，防治資材的效能與安全性不僅攸關產量與品質，瓜實的安全性也直接影響國人的消費意願。國人對鮮食花胡瓜的品質及安全性要求甚高，然採收期間幾近每日至少採收一次的生產方式，如施用化學農藥則易發生瓜實殘留農藥，因此結合非農藥資材的防治技術實屬迫切。

鑒於花胡瓜採收期病蟲害的防治，首要規劃降低全期病蟲密度的防治措施。根據設施花胡瓜栽培及病蟲發生情形，仍將防治工作分爲3階段。第一階段自清園至播種前，此時期力求清除設施內殘存之病蟲源，可將前期作植株殘體清除乾淨，並於種植前進行1-2次病蟲消毒工作，消毒藥劑可選用可濕性硫磺或前期作物發生嚴重之病蟲害防治藥劑進行全園噴施。第二階段爲從播種至花芽形成，工作重點在降低病蟲族群密度，此時期選擇植物保護手冊推薦之花胡瓜可使用的化學藥劑進行1-2次防治，以即時抑制園區內之病蟲爲害。第三階段自花芽形成至採收結束，目的爲有效控制病蟲並生產農藥殘留合於國家規範之花胡瓜，此時期可選用亞磷酸管理露菌病、白粉病，另搭配蘇力菌、礦物油、性費洛蒙、黃色黏紙等非農藥資材防治夜蛾類、蚜蟲、銀葉粉蝨、斑潛蠅及南黃薊馬等小型害蟲，即可有效管理花胡瓜採收期之病蟲害。

花胡瓜於設施栽培後雖可選擇不同季節之適種品種而全年生產，卻也因此造成設施內的病蟲害不易根除，因此管

理策略須由過去的「將病蟲完全防除」轉爲「降低病蟲密度、降低經濟損害」的觀念，以減少病蟲防治成本並提升管理效能。



圖二、應用病蟲害整合管理技術，設施花胡瓜產量穩定、品質均一。

三、露天栽培豌豆

部分作物因栽培特性或考量季節因素，無法因應氣候變遷而轉型爲設施栽培，僅能依據田間變化調整植物保護工作。露天栽培下，作物與病蟲害均受氣候因子影響，然而病蟲有別於作物，可快速因應天氣及環境變化選擇避開逆境或遷徙；而作物不僅需承受天氣逆境，同時可能遭受突發病蟲害害之侵擾，因此露天栽培作物的植物保護工作除需完整規劃外，亦需備有因應突發疫情或天氣逆境的策略。

以中部地區重要冬季裏作豌豆爲例，近年因秋冬季連續高溫或持續陰雨等異常天氣因素，導致病蟲害突發疫情及苗期死亡率提高，造成豌豆產量大減及市場價格上揚。部分農友開始選擇提早栽培以避開環境因子的傷害，及施用大量化學藥劑管理猖獗的病蟲害，此等管理方式的改變卻衍生出豌豆農藥殘留量不符國家安全標準之風險，此外，粗放的管理措施造成豌豆品質低落等問題接踵而至。分析台灣秋冬季水田裡作豌豆栽培，植株間距過密且豆蔓匍匐地面，病蟲害易孳生且發生潛勢大，此外，二期作稻田慣行不整地直接點播豌豆，則因連續降雨造成田區積水導致種子腐爛或植株根部浸水死亡，復因疏忽田間衛生使病蟲害快速蔓延，終至全園無收成。因此，面對異常天氣之豌豆生產策略可由品種、改善栽培方式、病蟲害綜合管理等方向著手。



圖三、豌豆密植易導致通風不良、孳生病蟲害。

豌豆病蟲害管理首要避免病原傳播，立枯病爲重要的土壤傳染性病害，而白粉病則嚴重影響中後期植株生長與豌豆品質。因應策略爲選用抗病品種及健康種子，目前以「臺中12號」具抗白粉病、耐寒耐濕及豐產等特性，種子點播前先以藥劑披覆處理；發芽後搭配澆

灌有益微生物(如枯草桿菌)；田間作畦或開溝以避免長期降雨積水，即可有效控制全期病害的發生率。蟲害則分爲薊馬與夜蛾類管理，豌豆栽培前、中期薊馬密度常因氣溫升降而突發疫情，採收時期薊馬密度因低溫而減少；因此前、中期應以藥劑加強管理薊馬，而採收期只需配合其他蟲害進行一般管理即可。夜蛾類應於豌豆栽培全期以性費洛蒙誘殺防治，據調查，夜蛾類成蟲密度約在二期水稻收割前後達到高峰，因此在水稻收割後尚未點播豌豆前就應全面設置誘殺盒，以提前降低夜蛾類成蟲密度，避免豌豆苗期嚴重受害。此外，豌豆應搭配直立式栽培、加大株距等措施，將可強化通風、有利各項蟲害防治之效果，更可提高豌豆產量與品質。



圖四、田間排水不良及肥傷致植株枯黃(左)，田間開溝排水及適量施肥，豌豆生長健壯(右)。

## 結語

作物病蟲害相及危害程度的變化不一定會造成作物嚴重的災情，但若未及時因應卻將導致農產一定程度的損失及增加生產成本。因此，分析作物栽培方式與特性並瞭解病蟲害發生原因，適時調整栽培方法及病蟲管理策略，才能使植物保護工作在氣候變遷中作調適。當我們討論作物及農產品的安全時，不僅要面對農作物及生產環境，也需考量消費者對農產品安全要求的社會層面，並積極開發更安全有效的防治資材與技術，方能在環境快速變化的農業生產中與時俱進。

## 參考文獻


王雪香、柯忠德、陳文雄。1993。簡易設施蔬菜害蟲防治。中華植物保護學會特刊(1)蔬菜保護研討會專刊 209-219頁。

肖**鉄**光、周社文、李姣、孟祥建、李建和、何建云。2007。稻水象甲的生物學特性。**作物研究** 41-43。

林正賢、廖君達。2000。水稻水象鼻蟲已遷入台中地區。**台中區農情月刊** 13: 4。

施錫彬。1991。台灣新發現之水稻水象鼻蟲生態 **桃園區農業改良場研究報告** 7: 61-67。

施錫彬。1992。水稻水象鼻蟲族群變動及防治。**桃園區農業改良場研究彙報** 11: 33-46。

陳文雄、陳昇寬、張煥英。2003。蔬菜害蟲的管理。植物保護管理永續發展研討會專刊 **中華植物保護學會特刊新五號**305-322頁。

陳純葳、許秀蕙、謝麗娟、張義璋。2008。台灣水稻新病害-細菌性條斑病。**植保會刊** 17: 82。

陳慶忠、陳啓吉、趙佳鴻、黃秀華、劉興隆、廖君達、柯忠德、白桂芳、陳榮五。1988。1997年中部地區農作物重要病蟲害疫情後紀。**農業世界** 173: 52-58。

張義璋。2003。水稻白葉枯病水稻保護植物保護圖鑑系列8。325-340頁 動植物防疫檢疫局出版。

許迪川。2005。臺東地區水稻水象鼻蟲的發

生、移動和防治對策。**臺東區農業專訊** 51: 17-19。

廖君達。2002。蓄勢待發的水稻水象鼻蟲。**植物保護通訊** 1: 1-2。

廖君達。2008。水稻新病害-細菌性條斑病。**臺中區農情月刊** 111: 3。

廖君達。2009。躊躇不前的水稻水象鼻蟲。**農業世界** 311: 38-43。

廖君達、林金樹。2000。識水稻熱帶黃化型白葉枯病。**臺中區農情月刊** 13: 3。

廖君達、陳慶忠、林正賢、方敏男。2003。中臺灣新侵入水稻水象鼻蟲族群動態與危害評估。臺中區農業改良場百週年場慶農業科技研討會專集 臺中區農業改良場特刊 60: 133-144。

翟保平、程家安、黃恩友、商晗武、鄭雪浩、吳建、呂旭劍。1999。稻水象甲(*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel)的卵子發生-飛行共軛。**生態學報** 2: 242-249。

鄭清煥、朱耀沂。1999。台灣光復後水稻害蟲之發生演變及防治研究之回顧。**植保會刊** 41: 9-34。

謝麗娟、張義璋、謝廷芳。2007。水稻品種對淡黃化型白葉枯病之抗感病性。**台灣農業研究** 56: 1-10。

Chen H, Z. Chen, and Y. Zhou. (2005) Rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) in mainland China: invasion, spread and control. **Crop Prot.** 24: 695-702.

Epstein, L., and S. Bassein. (2003) Patterns of pesticide use in California and the implications for strategies for reduction of pesticides. **Annu. Rev. Phytopath.** 41: 351-375.

Godfrey, L. D. (1999) A demonstration of refined pest management strategies for rice water weevil in California rice. Pest management grants final report No. 97-0246. Univ. California-Davis. p 16.

Goto, M. (1965) A technique for detecting the infected area of bacterial leaf blight of rice caused by *X. oryzae* before symptom appearance. **Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.** 30: 37-41.

Hirao, J. 1988. Invasion of the rice water weevil into Korea in (1988) **Plant Prot.** 42: 583-584.

Kiritani, K., and N. Morimoto. (2004) Invasive insect and nematode pests from north America. **Global Environ. Res.** 8: 75-88.

Kogan, M. (1998) Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annu. Rev. Entomol.** 43: 243-270.

van Lenteren, J. C. (2000) A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? **Crop Protection** 19: 375-384.

Liao, C. T. and C. C. Chen. (2005) Spreading, seasonal migration and population fluctuations of the rice water weevil (*Lissorhoptrus oryzophilus*) (Coleoptera: Curculionidae) in central Taiwan. **Plant Prot. Bull.** 47: 305-318.

Morse, S., and W. Buhler. (1997) IPM in developing countries: the danger of an ideal. Integ. **Pest Manag. Rev.** 2:175-185.

Mullen, J. D., J. M. Alston, D. A. Sumner, M. T. Kreith, and N. V. Kuminoff. (2003) Returns to University of California pest management research and extension. Overview and case studies emphasizing IPM, University of California, Agriculture and Natural Resources, ANR Publication 3482.

National Research Council. (1996) Ecologically based pest management: new solutions for a new century. National Academy Press, Washington, DC.

Saito, T., K. Hirai, and M. O. Way. (2005) The

rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel (Coleoptera: Curculionidae). **Appl. Entomol. Zool.** 40: 31-39.

Shih, H. P. (1991) The newly found rice water weevil (Lissorhoptrus oryzophilus Kuschel) on rice plant in Taiwan. Bull. **Taoyuan Agric. Improv. Stn.** 7: 61-67.

Tsuzuki, H., and Y. Isogawa (1976) The occurrence of a new insect pest the rice water weevil in Aichi prefecture. **Plant Prot.** 30:341.

USDA. (2009) The Practice of Integrated Pest Management (IPM). The PAMS Approach. [Online]. Available: www.ipmcenters.org/Docs/PAMS.pdf.

Vereijken, P. (1989) From integrated control to integrated farming, an experimental approach. Agric. **Ecosyst. Environ.** 26: 37-43.

Way, M. O., and R. C. Wallace. (1992) Rice water weevil integrated pest management in the United States with emphasis on the south. Pp. 58-82. In: Hirai, K. (ed.) Spreads and control measures of rice water weevil and migratory rice insect pests in east Asia. NARC, TSUKUBA.