

精準農業新篇章：斜紋夜蛾自動監測技術應用進展

農試所應動組 江明耀　農試所農化組 陳柱中 蔡正國 陳琦玲

一、前言

斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*) 是我國農業上的主要害蟲之一，為鱗翅目夜蛾科的廣食性害蟲，危害對象包括蔬菜、雜糧及豆類在內的多種經濟作物，幾乎所有綠色蔬菜都可能受到其侵害。這種害蟲的幼蟲食量驚人，當田間食物來源充足時，斜紋夜蛾能夠快速繁殖，每隻雌成蟲平均可產卵400至1,000顆，繁殖能力極強。根據長期密度監測調查及田間蟲害發生狀況，顯示每年6月至11月間斜紋夜蛾侵害農作物的問題較為嚴重，尤其在10月至11月的高峰期，可能爆發局部地區蟲害疫情，對作物的產量和品質造成了嚴重影響，進而影響農民的收益，甚至蟲數氾濫溢出田區而爬上道路或入侵民宅，造成民眾驚恐。

二、田間資訊輔助蟲害防治的重要性

為了有效控制斜紋夜蛾的數量，農民通常採用多種防治手段，包括使用誘蛾燈捕捉成蟲、利用性費洛蒙誘殺雄蛾，以及大規模噴灑化學農藥等措施。這些方法中，化學農藥防治是直接且效果顯著的手段，因此成為田間主要的防治方式。然而，若缺乏足夠的田間資訊輔助化學防治精準施用，容易導致農藥使用過量，不僅增加了成本，還可能有農藥殘留，進而引發食安的疑慮。因此，如何在確保農藥使用效果的同時，減少其對環境和食品安全的負面影響，成為了一項重要課題。

基於此背景，田間害蟲數量的即時監測顯得尤為重要。如果能在栽種區域佈署斜紋夜蛾的偵測裝置，農民便能掌握蟲害的發生趨勢和空間分布，根據即時監測資訊進行精準防治，從而有效減少農藥的使用量，降低農藥殘留風險。同時，還可以透過即時監測系統提供早期預警，幫助農民及時採取措施，減少蟲害對農作物損害的風險。

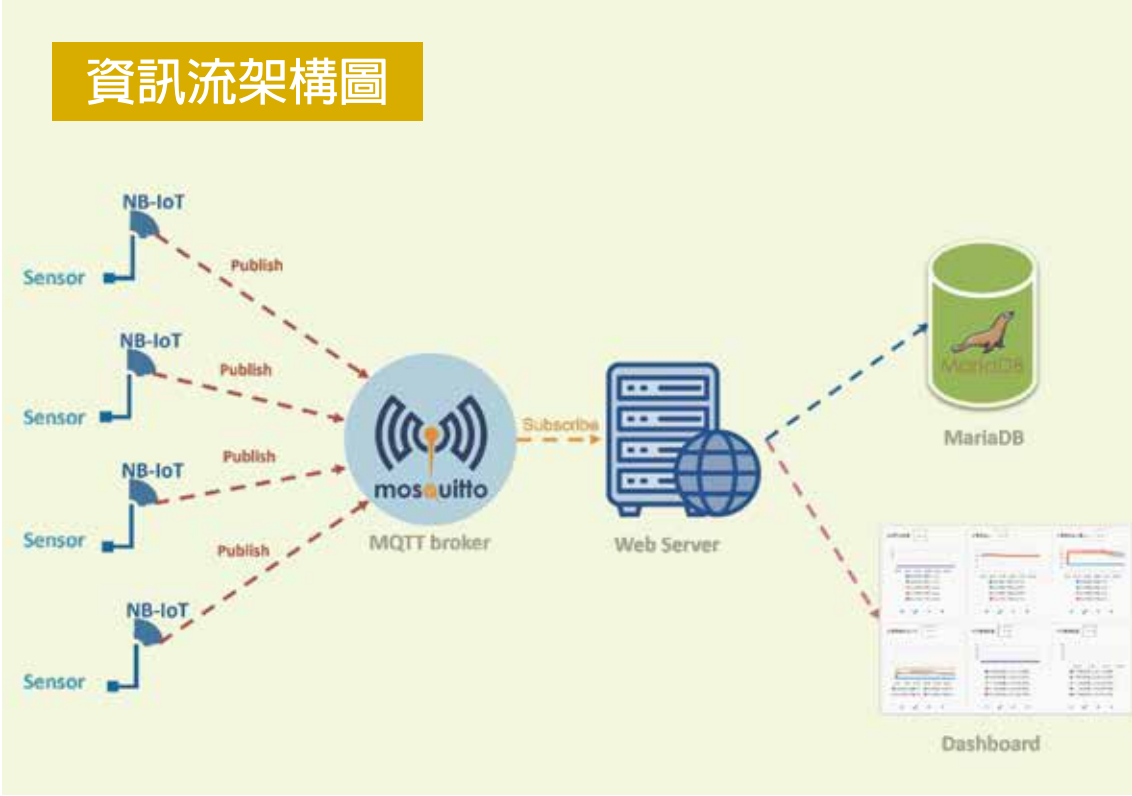
三、即時自動監測裝置的開發與應用的技術

為應對此一需求，農業試驗所以傳統性費洛蒙誘蟲器為基礎進行改良研

作　　者：江明耀助理研究員
連絡電話：04-23317633

發，開發出自動監測裝置。當斜紋夜蛾被監測裝置誘引進來後，這個裝置內置的紅外線感測器可以精準感測斜紋夜蛾通過的次數，並利用微控制器來處理信號和累計斜紋夜蛾的數量，達到自動計算誘捕數量的功能。並通過無線網路傳輸技術將監測數據傳輸到雲端資料庫，進行儲存及後續應用。此外，為了便於田間使用，該裝置主要依賴太陽能供電，無需透過電力網路，因此可以靈活設置於田間，而不受限於市電的供應。

在實際應用中，該裝置利用性費洛蒙的專一性誘引力來引誘雄性斜紋夜蛾。誘蟲器部分採用傳統的性費洛蒙監測陷阱，通過物理性結構設計，讓斜紋夜蛾一旦進入陷阱後，便無法逃脫，最終落入底部的收集桶(圖一)。為了準確計算進入陷阱的斜紋夜蛾數量，誘蟲器的下方安裝了一個由3D列印技術客製化開發的轉接環。在這個轉接環的兩側，分別安裝了紅外線感測器，一側為紅外線發射端，另一側為接收端。當斜紋夜蛾通過轉接環模組時，紅外線被遮斷，裝置可以此判斷斜紋夜蛾是否通過感應處。微處理器在接收到紅外線遮斷訊號後，便自動記錄通過感測器的害蟲數量。經過田間測試驗證，比對人工計數與紅外線自動偵測數量的結果，該裝置



圖一、斜紋夜蛾自動監測陷阱系統資訊流架構圖。

的準確度可以達到85%以上，足以滿足實際應用的需求。

NB-IoT (Narrowband Internet of Things) 是一種基於4G網路的窄帶無線通信技術，具有低功耗、廣覆蓋、低成本、高可靠性和強安全性的特點，適合大量物聯網設備的應用情境。它可以提供空間上的深度覆蓋，即使在信號較弱的環境下也能穩定運作，並支持大量設備同時連接，且利用獨立頻段降低干擾，確保數據傳輸可靠性，並採用電信級加密和身份認證技術提升安全性，是環境監測應用的理想選擇。因此，這款斜紋夜蛾自動監測裝置採用了NB-IoT技術進行網路通訊，使得每個監測點都具有獨立的聯網能力，藉由NB-IoT技術的良好的穿透性和覆蓋能力，即使在信號較弱的農田邊緣，也能保持穩定的數據連接，降低了監測點布建的空間限制。這些數據經由NB-IoT模組透過4G行動通訊網絡連接至網際網路，並以MQTT（訊息佇列遙測傳輸）網路協定將數據傳送至雲端伺服器。收集的數據可以通過網頁瀏覽器採用視覺化圖表即時呈現，並儲存於資料庫中，完成整個數據傳輸流程(圖二)。

四、監測預警服務功能

目前，這款自動監測陷阱已在雲林縣麥寮鄉、二崙鄉、崙背鄉及褒忠鄉等地區進行佈署測試(圖三)。測試範圍涵蓋面積約達100平方公里，在測試區內選擇作物田區密集處共設置了26組監測裝置。監測系統會以15分鐘的間隔自動上傳數據，使用者可以通過電腦或智慧手機，隨時查看斜紋夜蛾的即時誘捕數量及密度變化動態。



圖二、斜紋夜蛾自動監測陷阱設置於田間。



圖三、斜紋夜蛾自動監測點佈署分布圖。



圖四、系統於LINE推播之斜紋夜蛾密度預警訊息。

除了自動監測資料收集及雲端資料儲存外，該系統還可以結合推播應用服務。基於事先設定的警示閥值，當單日累計數量超過該閥值時，系統會自動通過LINE Notify進行即時推播(圖四)，通知農民最新的田間害蟲族群密度與發生熱區空間分布概況，以利及時採取防治措施，避免蟲害在高風險區域擴散，進一步減少農作物損失。這種即時通報的方式以快速且視覺化的方式提供空間預警資訊，可以協助農民更有彈性的調度蟲害防治資源，而能更好地應對斜紋夜蛾帶來的威脅。

五、自動監測陷阱技術應用的效益與展望

利用自動監測及4G NB-IoT技術開發的斜紋夜蛾長期監測系統，適合於遠距離和大範圍的監測佈署。該技術不僅能節省通訊費用，還能顯著降低傳統監測方式所需的人力成本，並提供自動化的害蟲數量計算功能。此外，該系統的警示通報功能進一步為農民提供了更準確的防治時機和區域性蟲害風險評估資訊，有望減少化學農藥的使用量和殘留風險，既節省了農藥成本，也確保了農作物的收成不受蟲害影響。而且該系統還能根據不同害蟲的特性進行模組調整更換，擴展應用至其他害蟲的監測防治工作，為農業害蟲防治提供了一個更全面和智慧化的解決方案。

總結來說，斜紋夜蛾自動監測系統的推出，為我國農業的害蟲防治工作帶來了嶄新的技術支援。它不僅提升了監測的精確性和效率，通過即時數據分析和警示通報功能，還可以有效降低農藥使用的依賴度，兼顧作物品質和食品安全。隨著技術的進一步成熟和應用範圍的擴大，這一系統有望成為未來農業害蟲防治的主流關鍵決策輔助系統之一。