

智慧蜂箱發展現況簡介

作者：陳本翰（助理研究員） 電話：(037) 222111 # 704

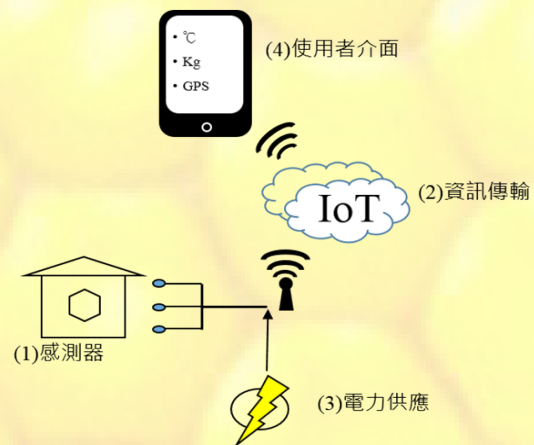
前言

蜜蜂是重要的授粉昆蟲，全球主要農作物約有 75% 仰賴蜂類 (Apoidea) 授粉。根據歐盟的統計，蜂類授粉每年約貢獻 220 億歐元；在美國，蜜蜂授粉每年貢獻超過 150 億美元。在臺灣，蜂產業主要飼養西方蜜蜂 (Apis mellifera)，每年蜂產品產值約有 30 億元。自 2006 年美國發生蜂群崩解症候群 (Colony Collapse Disorder, CCD)，全世界對蜂群消失的現象，產生糧食安全的疑慮，使得蜜蜂健康受到全球關注。研究指出，CCD 肇因於疫病、農藥、寄生蟎、營養、氣候變遷等多種因素，並非單一因子造成。因此監測蜂群面對逆境時的反應，進而發展增加調適的管理方法成為養蜂人與科學界的目標。

近年來科技發展，IoT (Internet of things) 廣泛應用在農業領域，進行田區環境監測與栽培管理，管理者不僅得以遠端監控減少勞力成本，並能透過環境參數分析提高作物產量及儲架品質。在美洲及歐洲，養蜂業以提供授粉為主，因地幅遼闊交通耗時，因此開發出應用 IoT 技術之智慧蜂箱，以利遠距監測蜂群活動，並透過監測蜂箱微環境，作為管理、疫病防治的基礎。臺灣近年來推動智慧農業，朝向「智慧生產」與「數位服務」發展，以跨領域結合之資通訊技術 (Information and Communication Technology, ICT)、大數據 (Big Data) 分析、區塊鏈 (Block Chain) 等技術，減輕勞動力需求並掌握消費者市場。然而，臺灣蜂產業仍仰賴勞力操作，需要導入新技術以提升產業以促進發展，本文將簡介智慧蜂箱發展現況，提供未來產業發展之參考。

智慧蜂箱基本架構

智慧蜂箱基本架構可區分為 (1) 感測器 (2) 資訊傳輸系統 (3) 電力供應 (4) 使用者介面等區塊 (圖一)。感測器裝置於蜂箱，其設計以不影響蜂群活動為首要，包含量測溫度、濕度、全球座標 (Global positioning site, GPS)、重量、音量、音頻等參數或其他客製化元件。資訊感測則由閘道器連結感測器，將感測參數上傳至雲端。無線傳輸具有不受地形限制的優點，適合在田間使用，依有效距離約為 10 至 100 公尺可分為 ZigBee、WiFi、藍芽等不同方式，具有低功率、穩定、資訊傳輸量大等優點；另一類低功耗廣域網路 (Low Power Wide Area Network, LPWAN) 通信技術，可分為免授權頻譜的 LoRa、SigFox 等；以及使用授權頻譜的 2/3/4G 蜂巢式通訊技術。其中 LoRa 可連接多台閘道器 (gateways) 與後端網路伺服器，涵蓋

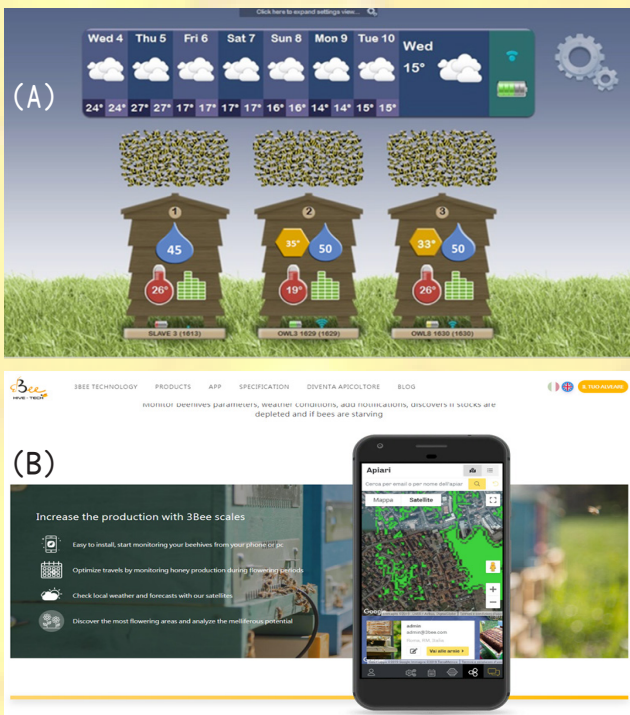


圖一、智慧蜂箱基本架構，可區分為感測器、資訊傳輸系統、電力供應與使用者介面等四大區塊。

範圍達 2 公里以上，並且使用 1GHz 以下的頻段，較不會受到其他無線通訊的干擾，已應用在智慧電表、倉儲冷鏈等領域。

受惠於科技進步，感測器與傳輸系統電力需求大幅降低，一般鹼性電池即能維持系統運作，如使用鋰電池、鉛蓄電池可維持系統運作達1個月以上。近年來有小型太陽能板結合蓄電池之設計，儘管有設備昂貴的缺點，但可長時間維持電力供應，達到在田間全年運作之目標。

目前國外智慧蜂箱商品化產品如 Arnia、3Bee 等，均提供視覺化介面呈現蜂箱溫度、濕度、二氧化碳濃度、氣象資料等資訊(圖二A)，或有提供線上工作日誌、蜜粉植物分布資訊等功能(圖二B)，使用者在行動裝置使用APP，即能隨時掌握蜂群狀態。

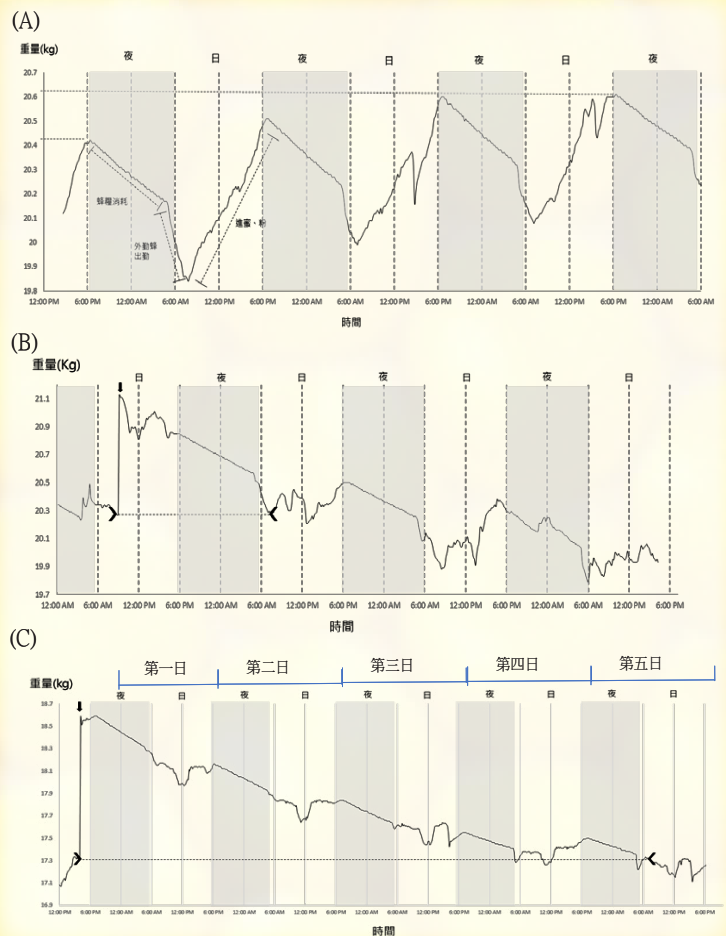


圖二、國外商品化智慧蜂箱使用者介面。(A) 視覺化設計同時顯示多組蜂箱內環境與當地氣候資訊。(資料來源：<https://www.arnia.co.uk/>) (B) 提供使用者建立工作日誌、蜜粉源植物分布等功能。(資料來源：<https://www.3bee.it/en/>)

蜂箱參數簡介

本場利用蜂箱監測設備觀察西方蜜蜂，每10分鐘記錄溫度、重量等參數，並利用4G頻譜上傳雲端資料庫。圖三A為7脾之蜂群於109年5月份紀錄4天之重量變化。蜂箱每日下午6:30達最大重量20.5kg，至翌日清晨4:30

之間緩慢減少約300g，可能為夜間蜂糧消耗；早上4:30至7:00又減少約300g，依中央氣象局觀測紀錄，本場所在地苗栗公館日出時間為清晨5:18，故推測為外勤蜂開始離巢所致。以每隻蜜蜂約0.1g估算，約有3,000隻外勤蜂於此段時間離巢，當外勤蜂攜回花蜜、花粉等，以及出勤率逐漸降低，蜂箱重量約於傍晚6:30回到最大重量。



圖三、蜂群每日重量變化趨勢。(A) 2020/5/9至2020/5/11共4日重量變化，箭頭分別代表夜間蜂糧消耗、外勤蜂開始出勤以及攜回蜜、粉等，虛線表示重量增加，可藉此評估蜂群活動及蜜粉儲增減量。(B) 蜂箱在連續降雨的季節，重量變化趨勢，箭號表示飼糖約800g，虛線表示飼糖消耗時間。(C) 蜂箱在晴朗無降雨季節，重量變化趨勢，箭號表示飼糖量，虛線表示飼糖消耗時間。

圖三A顯示4天內約增加200g，本場鄰近區域5月份有相思樹、蒲公英、無患子等植物處於開花期，惟種植面積小，其重量增加來源

可能是蜜粉儲糧增加或族群增長。109年5月下旬梅雨季連續降雨，蜂群難以從外界獲得蜜源，為維持蜂群，進行蜂群管理時飼糖約800g，但僅能維持蜂群1天所需（圖三B），並且重量持續降低，顯示蜂群消耗巢內儲糧。當季節進入6月，氣候炎熱無降雨，外界雖有零星蜜粉源可利用，但依監測結果顯示，蜜粉源仍不足以維持蜂勢發展，需補充飼糖。相同蜂群飼糖約1,200g後，約可維持5天消耗（圖三C）。使用者藉由重量變化，並綜合氣象資訊，判斷蜂糧消耗情形（圖三A、B），藉此調整飼糖量以及評估蜂勢消長，將有助於估算飼養成本及避免缺糧。

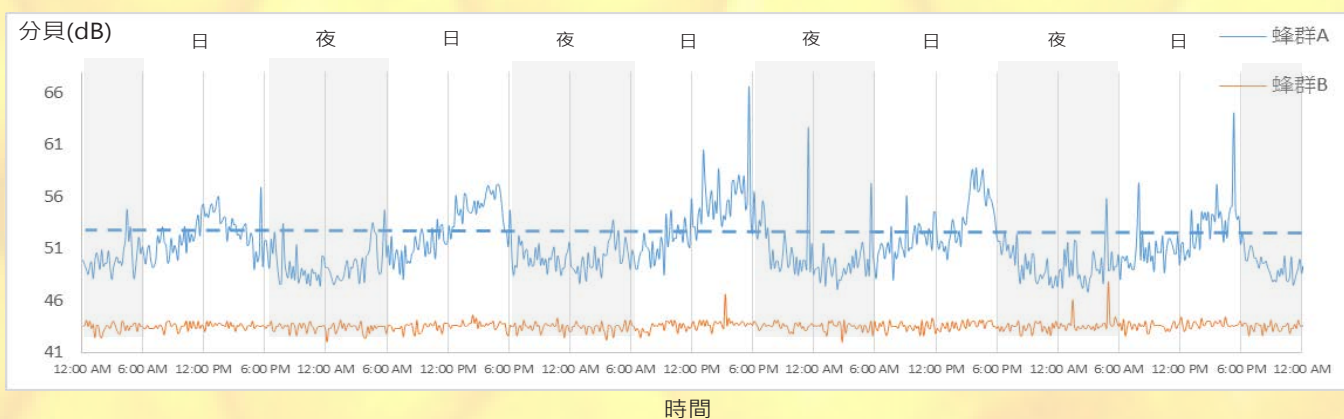
監測設備可同時記錄音量，蜂群A有6脾蜂，群勢旺盛有贅脾，平均音量約為51.3分貝；蜂群B為4脾蜂，音量平均約為43.5分貝（圖四），顯示音量與群勢有關。蜂群A每日下午3:30至5:00會產生超過56分貝之波峰，晚間8:00至隔日清晨5:00則為相對為安靜期。由於成熟工蜂常於下午學習認巢飛行，可能是A蜂群產生聲音較大波峰的原因，B蜂群可能因群勢較弱，波幅產生不明顯，可待群勢提升後持續觀察。研究指出蜜蜂在失王、敵害時，會改變振翅頻率，是蜂群傳遞訊息方式之一，若監測蜂箱能有音頻監測功能，則應可觀測此結果。音量與音頻是蜜蜂群體反應之總和，可能受到外界溫度、敵害、蜜粉量、蜂王等因素影

響，未來如能透過邏輯分析與賦予定義，即能利聲音觀測來判斷需介入之管理措施。

未來展望

人類利用養蜂的歷史悠久，但我們對於蜂群調適環境的行為仍缺乏詳細的科學研究。智慧蜂箱目前已具備成熟穩定監測技術，但除環境參數未能進一步提供病害、敵害發生等資訊；又因養蜂需進行飼糖、病蟲害防治、敵害防治、蜂產品生產等頻度較高的操作，更增加開發蜂箱自動化操作機具的難度。

臺灣目前蜂產業仍仰賴勞力生產，如何導入智慧科技，將是提昇效率與品質的關鍵。智慧蜂箱可視為資訊連結的應用平台。在田間若能連結自動化養蜂機具、或開發敵害排除裝置，將有助於管理效能的提升。後端資訊平台，除提供使用者即時資訊外，透過多方資訊的連結，具有提升蜂產品品質的潛力。以蜂蜜出口大國阿根廷為例，蜂農線上註冊溯源系統，使用衛星定位裝置追蹤放養區域，提供消生產資訊建立消費者信心，蜂農亦可利用系統查詢出口證明與產品檢驗結果，透過資訊服務創造生產者與消費者雙贏的局面。臺灣資訊產業技術成熟，未來能跨界整合，建構完整的智慧養蜂架構，將有益於蜂群健康，達到提升蜂產品產量及品質與活絡產業發展之目標。



圖四、蜂群音量紀錄，蜂群A為6脾蜂，群勢旺盛，音量每日周期性變化，虛線為平均音量；蜂群B為4脾蜂，音量表現穩定。