

# 蜂群溫度管理應用於蜂蟹蟎防治

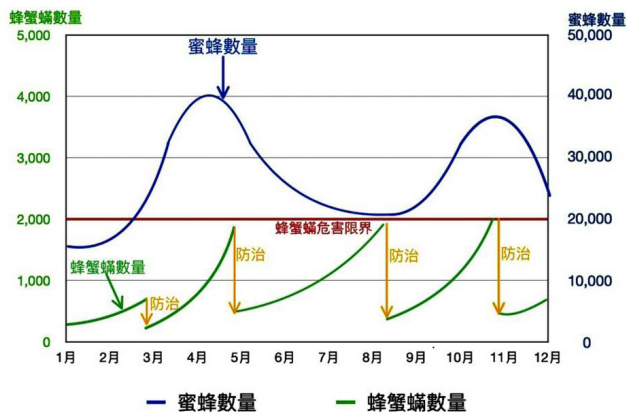
吳姿嫻（副研究員兼科長）

## 前言

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor*) 是主要危害西洋蜜蜂的外寄生害蟎、全球蜂產業的頭號敵害。牠吸食蜜蜂血淋巴及脂肪體，造成蜜蜂營養不良、發育不全、壽命縮短、甚至死亡，並傳播多種蜜蜂疾病，如畸翅病毒 (Deformed wing virus)、黑王臺病毒 (Black queen cell virus) 及以色列麻痺病毒 (Israeli acute paralysis virus) 等，發生嚴重時常導致蜂群衰弱逐漸滅亡。國際上多以化學藥劑防治蜂蟹蟎，常見的有福化利 (Fluvalinate)、三亞蟎 (Amitraz)、氟氯苯菊酯 (Flumethrin) 等，但因蜂蟹蟎寄生特性為潛入蜜蜂封蓋巢房內繁殖且繁殖迅速，使得化學農藥防治不易，另易延伸蜂蟹蟎產生抗藥性及蜂產品藥物殘留問題。為此世界各國為維護糧食供應安全，對具授粉功能之西洋蜜蜂無不投入心力，除以藥劑防治外，已有多數國家改採有機酸或精油類資材防治蜂蟹蟎，如甲酸 (formic acid)、草酸 (oxalic acid)、乳酸 (lactic acid)、百里酚 (thymol) 或薄荷醇 (menthol) 等，此類資材雖可減緩抗藥性發生，無藥物殘留問題，卻因多數為蒸散劑或燻蒸劑，其防治效果受限於環境溫度及相對濕度等因素，難有全方位的防治方式。因此許多國家仍建議採用整合性防治技術，依照蜂蟹蟎習性，搭配多種防治方法，特別是機械性或物理性防治方式，以提高蜂蟹蟎防治效率。本文將介紹利用溫度管理等物理性方式，抑制或降低蜂蟹蟎繁殖速率，另彙整國際上溫度處理殺滅蜂蟹蟎的裝置，供讀者參考。

## 蜂蟹蟎寄生與繁殖

蜂蟹蟎雌成蟲在蜜蜂幼蟲封蓋前躲於幼蟲下方，待幼蟲發育進入封蓋期後約 70 個小時雌蟎開始產卵，其所產下的第一顆卵為雄性個體。雄性子代發育成熟後會與隨後在同巢房產出的雌蟎子代交尾。雌成蟎每 30 個小時即可產下 1 顆卵，直到蜜蜂羽化。因此當 1 隻雌成蟎進到工蜂房繁殖，等到該工蜂羽化可產出 1~2 隻具繁殖能力之雌成蟎，但若進到雄蜂房繁殖，則可繁衍出 2~3 隻具繁殖能力之雌成蟎，因此蜂蟹蟎偏好寄生於雄蜂房。原先進入巢房產卵的雌成蟎仍有機會隨著蜜蜂出房，再次找到下個即將封蓋的幼蟲寄生，由此進入第二輪的繁殖週期。荷蘭學者 De Ruijter 1987 年的研究指出，在實驗室控制條件下，蜂蟹蟎的雌成蟎一生最高可重複寄生繁殖 7 個週期。蜂蟹蟎驚人的繁殖能力，其族群以等比級數增殖，數量倍增僅需約 1 個月的時間，也因蜂蟹蟎躲藏於蜜蜂封蓋房內繁殖，其族群增長的趨勢會隨著蜜蜂族群的增長而上升。所以蜜蜂繁殖季節前，若未能將蜂蟹蟎數量控制於低點，經過 1~2 個月的增殖，很可能導致蜂蟹蟎族群隨蜜蜂增殖而超過經濟損壞限界，蜂群可能在短時間內迅速崩潰瓦解 (圖一)。再者若要有效控制蜂蟹蟎族群等比級數增加，每 2~3 個月內需進行一次有效的防治作為，但化學防治很可能因長期使用造成蜂蟹蟎抗藥性，終致無法有效防治，防治週期與安全採收期長也會影響蜂農的生產時間。若可利用物理性或機械性防治方法，可隨時進行防治作為，不影響產品生產週期或衍生蜂產品藥物殘留疑慮。



圖一、臺灣養殖西洋蜜蜂有效防治蜂蟹蟎與蜜蜂數量消長關係圖。

### 溫度管理對蜂蟹蟎繁殖影響

健康蜂群巢內溫度及濕度多處於恆定狀態，主要是因為蜜蜂幼蟲需在 33~36°C 的環境溫度發育，若低於或高於恆定溫度範圍，則易造成蜜蜂發育不全，甚至死亡。巢內幼蟲圈溫度的恆定是藉由內勤蜂胸部肌肉收縮所產生之代謝熱來維持。以紅外線熱像儀觀察，產熱工蜂胸部溫度可達 47°C，並藉由探視幼蟲或護脾行為將熱能傳導至蜂房內。若巢中溫度太高時，內勤蜂則趨向分散及搧風，減低高溫對幼蟲的傷害。一般而言，幼蟲圈多位於蜂巢中心，此處為溫度最高區域，溫度逐漸向外遞減，巢脾外圈溫度可能僅有 30~33°C。Dr. Koeniger 指出當雄蜂蛹處於 36°C 的溫度發育時，雄蜂精子數量會減少，正因雄蜂幼蟲發育所需要的溫度較低，當蜜蜂繁殖旺季，可觀察工蜂在巢片邊緣建造雄蜂房，以符合雄蜂發育條件。此特性正與蜂蟹蟎繁殖條件相符，德國學者 Dr. Rosenkranz 發現蜂蟹蟎的雌成蟲偏好寄生於 32°C 或低於 32°C 的低溫。因此在養蜂管理操作上，應盡可能保持工蜂幼蟲脾溫度於 33°C 以上，除使用保溫性優良的蜂箱外，蜜源不足時，補充足夠飼糖，才能提供產熱工蜂足夠熱量維持幼蟲脾溫度；當內勤工蜂數量不足時，

也應適當併群或抽掉空巢脾，以確保工蜂能完全護脾。另雄蜂幼蟲封蓋期長，增加蜂蟹蟎繁殖機會，其所在巢脾區域溫度又最適合蜂蟹蟎繁殖，利用蜂蟹蟎偏好寄生雄蜂房的特性，多數國家推行整合性防治會採用雄蜂誘殺技術，即是在蜂箱內插入雄蜂片，誘引蜂蟹蟎寄生，待其封蓋後整片移除，以減少蜂蟹蟎族群，或割除工蜂巢片下緣 1/4 的巢脾，此法須搭配外界食物條件，當蜜粉源充足時可有效降低蜂蟹蟎族群。Dr. Rosenkranz 發現當溫度超過 40°C 對蜂蟹蟎會產生熱傷害，Dr. Engels 指出相較之下，蜜蜂的幼蟲能忍受短時間的高溫，其溫度耐受性比蜂蟹蟎多出 2~3°C，引起學者研究如何在不傷害蜜蜂的前提下以短時間高溫處理殺滅蜂蟹蟎。希臘亞里斯多德大學 Dr. Goras 團隊設計了一個可送入加熱空氣的蜂箱，將溫度控制在 42.3~46.5°C 之間，隨著處理時間的增加落蟎率逐漸升高，蜂房內的蜂蟹蟎在處理 480 分鐘後死亡率可達 100%。近期德國烏茲堡大學研究團隊利用雄蜂誘集的蜂蟹蟎進行熱處理實驗，證實在 42°C 下處理 3 小時可殺滅所有蜂蟹蟎，但卻也會造成部分蜜蜂損傷；而溫度控制於 41°C 處理 2 小時，則不會影響雄蜂繁殖能力，可使未成熟的蜂蟹蟎死亡，中斷蜂蟹蟎的繁殖。現今熱處理殺滅蜂蟹蟎的研究結果逐漸明朗，許多處理裝置的研發也就應運而生。

### 熱處理防治蜂蟹蟎裝置與應用

使用熱處理防治蜂蟹蟎裝置的研發需非常精準地控制加熱溫度，促使熱能傳到達蜂房內破壞蜂蟹蟎體內生化反應所需之蛋白酶，進而造成蜂蟹蟎停止發育、不孕或死亡。其溫度的控制須留意加熱源至封蓋巢房之間的溫度梯度分佈，不可超過蜜蜂體內生化反應能承受的 49°C 或高溫處理時間過長，過高

的溫度亦會造成蜂蠟軟化及崩壞。國際上已商品化的裝置有 Mite Zapper、Thermosolar Hive、The Victor、Mighty Mite Killer、Bienen-Sauna、Varroa Controller (圖二) 等，裝置的加熱原理、處理條件及市售價格整理如表一。這些裝置尚未普及，共通的問題莫

過於售價過高，一次能處理的蜂群數有限，雖能有效防治蜂蟹蟎，但對於飼養蜂群數多的蜂農來說，防治成本太高或處理耗時。未來若能修正裝置結構或材料，降低成本及克服野外電源供應等問題，以乾淨安全的熱處理方式防治蜂蟹蟎仍具發展潛力。



圖二、國際販售防治蜂蟹蟎用之熱處理裝置 Varroa Controller (圖片來源：<https://www.varroa-controller.com>)。

表一、國際上商品化熱處理防治蜂蟹蟎裝置列表

商品名	加熱原理	處理條件	市售價格 (換算新臺幣)	防治效率
Mite Zapper	電阻式加熱特製巢片置入處理蜂箱中	43~45°C (1~5 分鐘)	約 1,500 元	100%
Thermosolar Hive	太陽輻射能加熱特製蜂箱	40~47°C (150 分鐘)	23,100~29,700 元	100%
The Victor	電阻式加熱特製蜂箱蓋及風扇，使熱能由蜂箱上方向下傳遞	42°C (150 分鐘)	6,000 元	85~95%
Mighty Mite Killer	電阻式加熱電板安裝於蜂箱底部	43~45°C (160 分鐘)	9,210 元	未知
Bienen-Sauna	電阻式加熱電板及加濕器安裝於蜂箱底部	41~42°C (3~4 小時)	42,900 元	75~85%
Varroa Controller	特製加熱箱，將巢片放入處理	40~47°C (120 分鐘)	96,600 元	100%

參考資料來源：Tapia E., H. Jarimi, and S. Riffat. (2019) A review on green and sustainable technology in protecting honey bees against Varroa destructor. 18th International Conference on Sustainable Energy Technologies.

### 結語

蜂群溫度維持與蜂蟹蟎繁殖息息相關，透過蜂群溫度管理創造蜂箱內不利於蜂蟹蟎繁殖之微氣候，能降低蜂蟹蟎繁殖速率。未

來若能開發價格低且處理效率高之熱處理裝置，期能有效防治蜂蟹蟎，有助於改善全球蜂蟹蟎抗藥性問題及蜂產品農藥殘留風險。