

校園生態管理-有害生物綜合防治策略(上)

臺北市立大學黃基森副教授

一、前言

臺灣地區氣候高溫多濕，蚊子、蟑螂、小黑蚊、蒼蠅、跳蚤、螞蟻、白蟻和老鼠(圖 1-圖 9)除居家危害外，也會發生於校園中。這些有害生物(Pest)帶來師生的滋擾(Nuisance)，也會傳播疾病，其中老鼠和蟑螂也是造成過敏的主要來源，對學校學童會增加過敏的風險外，也可能引發哮喘。此外，外來入侵物種也會帶來校園草皮或樹木的危害，例如秋行軍蟲、荔枝椿象等(圖 10、圖 11)。傳統上，校園對有害生物多依賴夏令或開學前的消毒來降低危害。但使用的殺蟲劑和殺鼠劑，其配方中的主成分與惰性成分，可能含有急性毒、已知或疑似致癌物、致腫瘤與生殖毒性的物質，這些物質在施灑後的殘留，可經由吸入、攝入或皮膚暴露接觸而吸收。目前確保學校兒童和其他建築居住者的健康及安全是健康城市最被關注的議題。

健康校園或永續校園已是國際間全力推動的目標，推動生態校園首要是大量減少環境用藥或農藥的使用。鑑於入侵紅火蟻與荔枝椿象已成校園環境危害物種，因此，推動校園有害生物綜合防治(Integrated pest management, IPM)來減少環境衛生用藥的施用，已成為校園的主流策略。此外，對於綠美化景觀的草皮、樹木等的維護管理也採用機械、物理或人工處理方法來替代除草劑，以達到生態化的校園環境。學校採用有害生物綜合防治，不能單純依賴或廣泛使用殺蟲劑，應考量減少有害生物的數量和殺蟲劑的使用，確保校園師生和兒童安全健康。美國與英國等先進國家的政府部門都會關注學校師生是否健康安全、明智地使用殺蟲劑，例如美國加州等多個地方政府都已制定了有關學校使用殺蟲劑的法律，因此，許多家長、社區組織和團體對兒童環境或周圍使用殺蟲劑的意識越來越強，也越來越謹慎。若能建立大量可應用的有害生物綜合防治資訊、一個熱心的推動或領導者和成立一個經驗分享的平臺，將利於所有的學校都可以成功順利地推動。

二、有害生物綜合防治(IPM)原理與策略

傳統的有害生物防治主要以殺蟲劑來滅蟲，相對的有害生物綜合防治的推動著重於有效、低風險的害蟲多元管理方法。有害生物綜合防治是一種宏觀方法，它在有害生物管理決策時也要考量人和環境。使用危害性最小的綜合防治已被證明可以顯著減少化學殺蟲劑的使用，同時提供更好、更持久的害蟲控制。綜合防治的主要目的在於結合數種治標與治本的方法，視當地病媒害蟲種類及其生態再合理選用，以期有效管制有害生物。綜合防治策略包括「措施綜合」與「對象綜

合」二種，前者是指同時或先後採用一種或多種措施的防治方法，後者是指同一措施盡可能防治多種校園害蟲。有害生物綜合防治是一種管理策略，著重於監測有害生物的存在和確定處理危害臨界值或防治密度等級(Threshold level 或 density)等技術的結合，長期預防或抑制有害生物的發生，應用非化學方法使環境不利於有害生物的生長與繁殖，包括改善衛生條件，並採用機械和物理方式進行控制，根據預先制定的指導方針落實監測，當有害生物已達危害臨界值或防治密度等級，而需要使用化學防治時，才選擇安全、有效且對人、財產和環境危害最小的藥劑。有害生物綜合防治方法包括定期清潔、封閉建築物的縫隙、修復漏水的管道、設置陷阱和選擇低風險的殺蟲劑。此外，有害生物綜合防治必須透過定期監測和記錄，來確定「是否需要」和「何時需要」進行處理，而後綜合運用各種防治策略和做法，使有害生物的數量保持在不造成滋擾的危害水平，同時防止不可接受的風險與危害，有害生物綜合防治並沒有完全消除化學農藥的使用，而是只在需要時使用。

綜合而論，確定學校實施的有害綜合防治策略，包括(1)聚焦在有害生物的監測與預防；(2)只在必要時才使用殺蟲劑。因此，有害生物綜合防治提供了一種更有效、更環保與更生態的一種多元方法。校園有害生物綜合防治計畫是利用所有適當的管理策略，包括明智地使用殺蟲劑與有限的使用殺蟲劑，因為學童接觸殺蟲劑的危險可能超過防治所帶來的好處，特別是當採用非化學方法能夠提供同樣的結果時。校園有害生物綜合防治的原則和優勢，是適用於任何校園類型的建築物結構和綠美化景觀區。目前入侵紅火蟻已訂定了危害校園必須定期監測和上網記錄的規定，即是推動綜合防治的策略之一。

三、有害生物綜合防治的目標與實施項目

(一)防治目標

學校在訂定防治計畫前先了解根除(Eradication)與撲滅(Elimination)的不同，前者是指完全除盡，即便有孳生條件也不會再出現，而後者是指控制害蟲的族群數量在傳播臨界值之下或師生能忍受的程度。抑制有害生物族群(Suppression)的成長為另一種層次的害蟲管理目標，亦即運用各種防治方法將害蟲族群或其危害降低到可以容忍的水平或密度之下。

綜合防治的基本是一種常識性有害生物的管理方法，只在必要時才需要進行噴藥防治行動，並且使用危害最小的方法。許多有害生物管理方法，例如耕作技術、物理、生物和化學方法，透過各方式整合成一綜合防治計畫，即可將危害控制至最小。而預防蟲害首先要正確識別有害生物種類，瞭解其習性、食性與棲息

環境，藉由教育推廣來強化害蟲預防觀念，以支持綜合防治計畫，並在需要時才使用對害蟲有效且對環境最無害的化學防治法。

(二)綜合防治實施項目

有害生物防治係指安全有效地預防(Preventing)、抑制(Suppressing)、或驅除(Eliminating)有害生物的科學。有害生物防治一般需遵循綜合害蟲防治的法則，除了瞭解害蟲的種類外，尚需決定何種害蟲為主要害蟲(Key pests)，偶發害蟲(Occasional pests)或二次性害蟲(Secondary pest)。綜合防治並不是單一的病蟲害防治方法，是一種以一般民眾可理解防治害蟲的方式，如修枝、整理環境等環境友善的方法來防治害蟲，而不是只有依賴化學藥劑方法，因此，必須根據多種方法獲得的現場資訊，綜合多種的防治方法，從事人員通過清除害蟲孳生的條件，在種群增長之前及早發現害蟲，並建立紀錄以便預測暴發，從而預妨害蟲問題。

有效之病媒防治必需詳細衡量能抑制病媒繁殖與生存潛能之各種要素。通常這些都與殺蟲劑之使用互相配合。近年來病媒防治專家們逐漸重視環境整潔之重要性，並加重環境防治方法之份量。食物、水源以及繁殖場所之消除對防治效果有極大之幫助，為了長期抑制有害生物，首先必須清除其食物、水源、藏身地和出入口。因此，環境防治方法與適當之化學藥物能密切配合時，便可得到更持久之防治效果。

一般而言，學校關注的問題包括環境衛生、清潔維護和能源使用等，均可以透過實施適當的綜合防治來解決。成功的綜合防治計畫是使用四個面向與流程：

1.有害生物種類的偵察、鑑定、與紀錄監測

(1)偵察(Inspection)：是為了瞭解受害狀況及收集所有相關資料，如繁殖場所、適宜繁殖之溫濕度及光線、食物、水源、病媒侵入途徑、受害或發生之證據(受損情況、排泄物、路徑、脫皮等)。偵察結果可決定何種防治方法可行以及應注意事項，因此，周詳的偵察對尋求防治對策非常重要。

(2)鑑定(Intification)：鑑定有害生物種類，並以確定最佳預防措施；同時減少不必要的殺蟲劑使用。病媒一旦被發現後，其分類地位、種類，必需被確實地鑑定。然而在有些情況下不易發現病媒本身，而必需依靠受害情形、排泄物及脫皮等加以判斷鑑定。一旦病媒種類被正確地判定後，運用已知之生物學資料便容易偵查其他的發生跡象，繁殖地點以及侵入之途徑等。鑑定後對不同有害生物種類產生的危害，訂定適當的控制措施與危害臨界值或防治密度，以確定何時必須實施改善措施。

- (3) 監測(Monitoring)：成功的綜合防治計畫必須進行例行性監測，包括害蟲密度、易受蟲害的地區預防和控制方法的有效性等三項。監測技術常依據害蟲種類而異，除監測有害生物之狀況，防治時應防止殺害有益生物。推動防治計畫前應根據監測結果更新綜合防治計畫，包括：(a)對每種蟲害種類進行現場評估；(b)建立巡查或檢查流程，監測有害生物的數量及危害程度。學校在進行監測時，必須先了解在哪裡可找到害蟲，因此，監測地點包括建築物內、建築物周邊環境與綠美化景觀區，其中如害蟲食物、水源與孳生繁殖場所，包括：
- (a) 餐廳與飲食場所：食物和水會吸引害蟲到這些場所，例如電器箱和櫥櫃內。
 - (b) 教室與地下室：例如桌子和壁櫥內等不整潔的地方。
 - (c) 儲物櫃：堆置雜物處或儲物櫃中，為害蟲提供了一個安全的棲息所和孳生地。
 - (d) 運動場所與其更衣室：這些溫暖，通風不良處所，為害蟲提供了孳生地。
 - (e) 資源回收與垃圾堆置貯存區：垃圾區和周邊地區很容易受到害蟲的侵害，尤其接近學校建築的處所。
 - (f) 地下室與出入口：建築物所有出入口都為害蟲提供了方便的進入通道。
 - (g) 綠美化與景觀區：包括操場、運動場和花圃或菜園等，樹木花圃區常見有白蟻的危害(詳如表 1：校園有害生物檢核表)。
- (4) 紀錄保存與報告(Reports)：綜合防治計畫都是根據病蟲害防治目標和消滅病蟲害的需要而設計的，對監測所得的資訊應建立檔案並進行管理留存，將監測紀錄之結果與建議納入防治報告中。偵察、鑑定與監測工作完成後，始能對該病媒之有效防治作成建議，此項建議包括治標之防治步驟及治本之改善環境衛生與消除繁殖場所等，雙管齊下始能達到良好成果。評估綜合防治的效果，並根據需要進行修正或調整。記錄害蟲防治行動是評價成功與否的關鍵，應包括：
- (a) 每個害蟲防治作業的現場紀錄，包括所有殺蟲劑使用，在一個可搜尋的、有組織的系統中。
 - (b) 確認已優先考慮使用非化學防治法或措施。
 - (c) 保存每棟建築物的詳細記錄：包括監測技術與方法、監測位置和檢查時間表。
 - (d) 預防未來蟲害問題的建議。

2、訂定危害臨界值或防治密度等級

有害生物根除(Eradication)是要求完全消滅某一地區之害蟲。事實上在一般的害蟲驅除工作甚難做到，亦無必要，此種危害水平(Threshold)有時甚難決定，例如某些優良製造規範(GMP)的藥廠，害蟲危害水平要求極嚴；但某些場合，如一般家庭則似乎較寬，有時亦因生活水準及個人的習性而有差異。但在某些場合，如 GMP 工廠、醫院、港區或食品貯存的場所，此種要求亦非少見。除了完全消滅害蟲外(如利用燻蒸的方法)，對於害蟲可能孳生的環境需加以清除，害蟲可能侵入的途徑亦需加以阻隔，才能確保防治的成果。

設定危害臨界值或防治密度等級，對指導害蟲控制決策至關重要，一個危害防治臨界值或防治密度等級將會影響有害生物綜合防治計畫的規模大小、範圍和強度。一個危害臨界值或密度等級的族群水平，在這個水平上，害蟲的存在是已會造成(1)滋擾(Nuisance)；(2)健康危害(Health hazard)；或(3)經濟損失(Economic threat)。

3、有害生物預防

在住宅、建築物、學校、工廠等害蟲管理工作中，預病害蟲侵入為一最重要的方法，也是經費最少的方法。利用此種方法可避免或減少實質上經濟的損失和時間的消耗。某些建築物在設計時即有防蟲入侵之設備，如密閉的食品或藥品工廠，大門以氣幕(Air curtain)阻止害蟲侵入的設計均可達有效的預防效果。此外，門窗加裝紗窗門，下水道排水口或熱水器通風口加裝鐵絲柵欄均可有效預病害蟲侵入，以收事半功倍之效。

有害生物綜合防治首先要監測並確定有害生物族群在何處、何時，以及應採取何種防治措施來減少化學藥劑的使用。防治人員應先了解各類有害生物的習性與其孳生棲息環境，進而清除所有吸引有害生物的環境、食物與水源。有害生物的預防措施或環境管理措施包括：

- (1) 減少堆置雜物：建築物內陳設力求簡單，減少堆積雜物，包括儲藏室、櫥櫃，地墊、夾板等處所確保通風、光亮與乾燥的環境。此外，院牆四周也需經常打掃保持乾爽與清園措施，減少雜草等有機物堆積。
- (2) 密封進入建築物的管道：確保門窗緊密並密封住建築物中任何可入侵管道及空隙，例如曬衣竿、水管、電線、纜線設施、樹枝與藤蔓等天然通道，防止各類有害生物找到入口進入建築物室內之危害。

- (3) 每日清除垃圾：廚餘每天清除，垃圾桶不要殘留食物。地面保持清潔，清理掉在地板上的食物和碎屑，寵物的食品與水源每日定期清理。
- (4) 保持餐廳和食品儲存區域的清潔：設置飲食專區，食物用容器盛裝密蓋或妥善保存於冰箱內，地面保持清潔，每日清理掉在地板上的食物和碎屑，並定期清除積水，斷絕有害生物的食物、水源及蛋白質等來源。就螞蟻而言，糖類的食物收藏於封閉容器內以避免吸引其來覓食。
- (5) 設置防蟲措施：在建築物入口處可安裝有害生物屏障，門窗週邊縫可加裝以蓋縫條(Weather-strip)，防杜有螞蟻等有害生物的入侵。房屋內外的孔洞、室內地板、牆壁之縫隙可用矽膠、樹脂糊或矽藻土等堵塞。
- (6) 去除積水或積水容器：避免建築物牆面或水管或水龍頭漏水，減少有害生物所需之水源，此外，應定期清理校園內的積水容器，避免蚊蟲孳生。
- (7) 定期清除雜草與修剪草坪：校園內的草坪應定期修剪，同時定期清除雜草，以免供給有害生物躲藏與築巢的處所。將草皮、植物和護根物質遠離建築物 15 公分以上，避免螞蟻等進入建築物內築巢或覓食。此外，定期修剪樹木和灌木叢，保通風、光亮與乾燥的環境，樹木枝條遠離建築物，避免接觸建物而成為有害生物進入的橋樑。新購之盆栽需詳細檢查避免蟻巢藏於盆內，且經常檢查植物或盆栽及其附近有無螞蟻群活動，發現有蟻群或築巢之植栽應立即搬至戶外。
- (8) 教育使用者綜合防治概念：配合各級政府或專業團體辦理的研習營或訓練班了解有害生物綜合防治策略與方法。

表 1、校園有害生物檢核表

巡檢地點				病媒害蟲種類
	滿意	普通	不滿意	
1.建築物內：				
(1)教室內(教室/辦公室)				
a.天花板				
b.牆壁				
c.地板				
d.燈光				
e.通風設備				
f.其他(垃圾桶/置物櫃)				
(2)廚房/餐廳				
(3)貯存室				
(4)地下室				
(5)屋頂				
(6)病媒預防設施 (封條)				
(7)其他：				
2.建築物周邊環境：				
(1)垃圾貯存區				
(2)資源回收貯存區				
(3)污/排水系統/天溝(病媒蚊或流通)				
(4)停車區				
(5)其他(堆置雜物)				
3.綠美化景觀區：				
(1)草皮(生長狀態)				
(2)灌/喬木區(修剪與病蟲害)				
(3)花圃				

(4)青苔				
(5)病媒蟲害或入侵種				
(6)其他				
4.入侵種或植物病蟲害				
(1)入侵種				
a.紅火蟻				
b.其他				
(2)植物病蟲害				
a.褐根病				
b.其他				

	
圖 1、白線斑蚊	圖 2、德國蟑螂帶卵鞘
	
圖 3、小黑蚊	圖 4、大頭金蠅
	
圖 5、黃果蠅	圖 6、跳蚤(雌)

	
<p>圖 7、入侵紅火蟻</p>	<p>圖 8、白蟻(兵蟻)</p>
	
<p>圖 9、溝鼠</p>	<p>圖 10、秋行軍蟲幼蟲</p>
	
<p>圖 11、荔枝椿象</p>	