

玉米秋行軍蟲之 整合管理



文 / 黃莉欣 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
農藥應用組

前言

新入侵害蟲-秋行軍蟲屬鱗翅目夜蛾科，與國內重要害蟲斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、玉米穗蟲同屬於 *Spodoptera* 屬的害蟲，具有相似的生活習性，均屬雜食性昆蟲。依據文獻報導，秋行軍蟲寄主植物範圍廣，多達76科約373種，偏好禾本科植物，尤其是玉米。目前入侵秋行軍蟲的防治工作進入第二階段，仍為官方防治，通報並確認疫情的田區全面強制噴藥防治，期能減少田間族群密度，避免其擴散，同時降低農作物的損失。若進入第三階段自主管理時，應要制定一套完整的害蟲整合管理(Integrated Pest Management, IPM)措施，提供農民用於田間防治秋行軍蟲。本文參考國際玉米及小麥改良中心(CIMMYT)及美國國際開發總署(USAID)於2016年秋行軍蟲由美國入侵非洲後發表的Fall Armyworm in Africa: A Guide for integrated pest management (Prasanna, et al., 2018)之蟲害管理指引，再依據國內可用之防治資材與方法提出簡單說明，提供自主管理應用上的參考。所撰擬之防治策略除了適用在玉米田外，也能用於防治其他作物上的秋行軍蟲。

秋行軍蟲之生物學

- 學名：*Spodoptera frugiperda*
- 英名：Fall armyworm
- 中名：秋行軍蟲、草地貪夜蛾

1. 分類地位

界	Animalia	動物界
門	Arthropoda	脊椎動物門
綱	Insecta	昆蟲綱
目	Lepidoptera	鱗翅目
科	Noctuidae	夜蛾科
屬	<i>Spodoptera</i>	
種	<i>frugiperda</i>	

2. 寄主植物

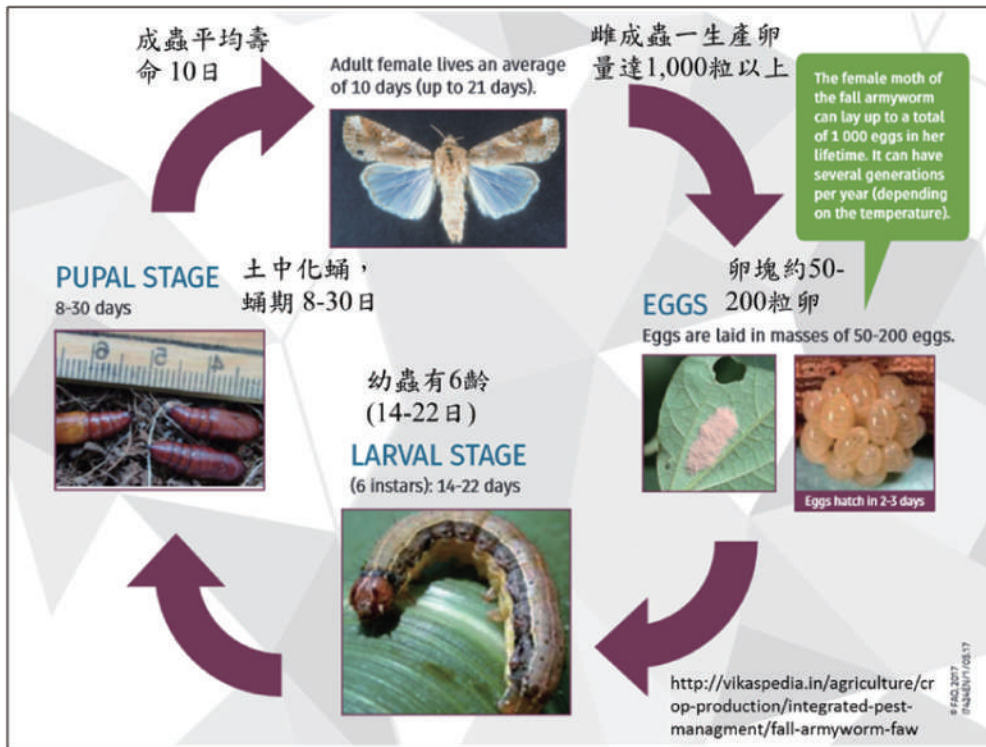
秋行軍蟲為雜食性昆蟲，寄主植物包括76科約373種，特別偏好禾本科植物，包括玉米、高粱、甘蔗、小麥等雜糧作物、稻米、雜草或栽培草皮等，棉花也為其主要寄主植物；其他寄主植物有大豆、落花生、菊科等作物。目前國內有受害紀錄的作物有玉米、高粱、薏苡、小米、落花生及雜草的百慕達草與狼尾草。

3. 生活史與生活習性

秋行軍蟲一年可發生多個世代，生活史可分為卵、幼蟲、蛹、成蟲(圖一及二)，各期發育時間視溫度高低而定。夏季時，卵塊約2-3日即可孵化；幼蟲晝伏夜出，發育時間於夏季時約14日，冬季則約30日；秋行軍蟲會在土壤深約2-8 cm處化蛹，幼蟲化蛹前會吐絲並用土壤團粒製作橢圓形之蛹室，蛹室長約20-30 mm。如果土壤太硬，幼蟲可能會將葉片和其他物質黏在一起，在土壤表面形成蛹室。在某些情況下，幼蟲也可以在玉米穗軸中化蛹。蛹期夏季約8-9日，冬季長達約20-30日。

成蟲喜於夜間活動，在溫暖潮濕的夜晚最活躍，並且會隨氣流進行長距離的遷移。壽命自7日至21日不等，平均壽命約為10日，雌成蟲產卵前期3-4日，產卵期約2-3日，後產卵期(卵留在雌成蟲體內時間) 4-5日。每卵塊平均卵粒數約100-200粒，一生平均可產約1,500-2,000粒卵，有時可發現卵塊中的卵粒會呈堆疊狀，但多數情形卵塊為平鋪一層不堆疊。雌成蟲產卵後會將灰色鱗片覆蓋在卵塊上，狀如發霉之絨毛塊狀物。雌成蟲一生平均交尾3.7次(0-11次)，雄成蟲交尾次數多於雌成蟲，平均6.7次(0-15次)，雄成蟲在羽化後3天內的交尾頻度最高。

幼蟲具有互相咬食的自殘行為，通常同株玉米中發現幼蟲數約為1-2隻幼蟲取食植株葉片。1齡幼蟲啃食一側的葉肉組織，殘留透明啃食的痕跡，2-3齡幼蟲自葉片外緣往內啃食形成孔洞狀受害痕(圖二)，特別喜歡鑽入玉米生長點內取食，造成新展開輪生葉片被蛀食，並排出糞便。老熟幼蟲危害玉米後造成大量落葉，留下中脈及莖稈，發生嚴重時，莖稈被蛀食破損，導致玉米倒伏。



圖一、秋行軍蟲生活史(圖片來源：Vikaspedia/ Agriculture / Crop Production / Integrated Pest Management / Fall Armyworm)



左圖：
皆為葉片被啃食痕跡



秋行軍卵塊
(圖片來源：by James Castner, UF/IFAS)



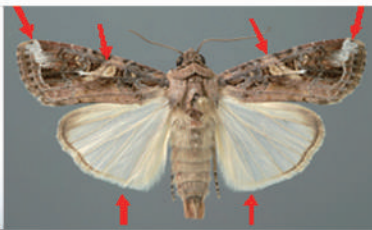
剛孵化1齡幼蟲
(圖片來源：by Lyle J. Buss, UF/IFAS)



幼蟲特徵
(圖片來源：SANBI)



蛹
(圖片來源：joelsartore.com)



雄成蟲
(圖片來源：by Lyle J. Buss, UF/IFAS)



雌成蟲
(圖片來源：by Lyle J. Buss, UF/IFAS)

圖二、秋行軍蟲取食危害及各蟲期外觀圖

蟲害管理

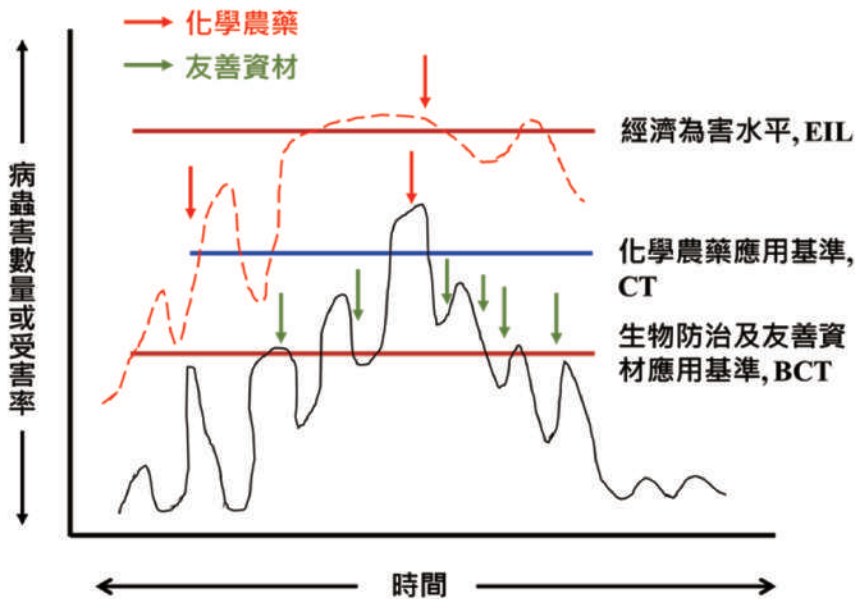
害蟲整合管理(IPM)是架構在生態學及經濟效益的基礎上，以生態學的原理為基礎，以經濟利益為目標，以融洽方式協調搭配適當的防治技術於一農業生態系中，抑制或調節主要害蟲族群於一經濟容許的限度之下。雖著重在經濟效益，但運用時則是以害蟲數量引起作物產量或產值損失為主，也包含防治費用。當害蟲密度到達一臨界值時，所投入的防治成本已無法減輕作物的損失，亦即無利潤可言，該臨界密度被定義為經濟為害水平(Economic injury level, EIL)。經濟為害水平係指害蟲族群密度到達足以使寄主植物受害，導致經濟損失的最低密度，亦即害蟲族群在該密度

下所造成的損害等於用於防範其所造成損害的防治費用，是生產者無法接受的損失程度。為了避免害蟲族群密度增加至經濟為害水平而必須採取防治措施時的族群密度臨界值，稱之為經濟限界或經濟閾值(Economic threshold, ET)，也有稱之防治基準(control threshold, CT)或行動基準(action threshold, ACT)。

防治時機的判斷取決於害蟲密度可能增加至EIL，害蟲密度監測調查是IPM極為必要的工作項目，透過監測調查作成記錄，瞭解害蟲發生狀態，再配合用藥記錄，研擬自主管理防治策略。防治基準是隨時空在變動，就經濟方面牽涉到產量、價格、防治費用等；就生態因素包括害蟲種類(主要害蟲或次要害蟲；常態性害蟲或偶發性害蟲)、害蟲密度、為害方式、為害程度、為害蟲期、除草、施肥、灌溉等。有時候害蟲數量多但造成作物的損失是可忍受的，故害蟲數量與作物損失的關係是複雜的，而防治基準的擬定也無法固定。害蟲密度調查後是否需要採取防治措施，每種農作物的條件不同，而每位農民的忍受度也不同，因此，防治基準的訂定及防治時機最好由栽培者自行判斷作決策，學研單位則扮演協助與諮詢的角色，提供科學性的預測警報及防治方法。

蟲害管理當時被提出來是為抗藥性及保育天敵，因此訂定防治基準的目的在必要時再使用化學合成農藥，為了農業的永續，有機或友善耕作受到重視，然而低風險防治資材如微生物農藥、免登植保資材(中和亞磷酸、葵無露、皂素等)，其防治效果往往不如化學合成農藥，因此，建議防治基準至少應設為2階，一個是給低風險植保資材或天敵應用，一個是給化學合成農藥使用，如下圖(圖三)所描述。

若屬有機或友善耕作之農田，建議防治基準應訂比較低，亦即生物防治限界。



圖三、防治決策之不同防治基準概念

在此再複習78期提到執行害物整合管理(IPM)的6個步驟(圖四)，包括(1) 檢查及監視(檢疫)、(2) 診斷及鑑定(確定害物種類)、(3) 監測(掌握害蟲族群密度作為防治決策(control decision-making)的依據)、(4) 選擇適當的防治方法(預防或抑制害蟲密度的方法)、(5) 防治效果評估(防治效果，有否需要再施藥或修正防治策略)、(6)教育訓練(IPM觀念及防治技術的教育訓練)。



圖四、害物整合管理(IPM)之6個步驟

秋行軍蟲在玉米田監測調查

一、費洛蒙誘引器設置：可利用性費洛蒙進行監測，秋行軍蟲性費洛蒙尚未正式取得登記，目前由政府提供監測用。

- 1.秋行軍蟲監測：每公頃懸掛性費洛蒙誘殺器1組，每7-10天蒐集並計數蟲數，掌握成蟲發生情形。
- 2.玉米螟及玉米穗蟲監測：玉米螟及玉米穗蟲為玉米上關鍵害蟲，秋行軍蟲為害習性與這二種害蟲非常相似，只是秋行軍蟲比較喜歡嫩葉，尤其是剛發芽的玉米苗，也導致防治時間較過往稍微提前。防治秋行軍蟲的策略，應包括玉米螟及玉米穗蟲。
- 3.斜紋夜蛾監測：利用市售斜紋夜蛾性費洛蒙進行族群密度調查，也可以依標示進行大量誘殺防治策略。

二、巡田受害率調查

- 1.受害率：秋行軍蟲的為害方式與斜紋夜蛾或玉米穗蟲類似，可不須刻意去分那一種夜蛾害蟲所造成，主要是其防治方法極為相似。受害率調查以目測方式檢視50-100株有無受害痕，計算受害率，例如調查100株，20株有被取食的食痕，受害率則為20%。
- 2.受害程度：受害率是看有沒有被害，受害程度則是看葉片被吃掉的程度，受害的葉片，被害的程度可分為輕微及嚴重。因此，啟動防治時可依為害程度做不同力道的防治策略。調查方法以目測方式檢視50-100株，依受害程度給予不同分數，在此分為0、1、2、3等4個等級(圖五)，調查每株的受害等級後，依下列公式計算受害程度比率。

$$\text{受害度}(\%) = \left(\frac{\sum \text{級數} \times \text{該級數株數}}{3 \times \text{總調查株數}} \right) \times 100$$



0級：沒有明顯食痕

1級：小針狀-小窗格(不一定有孔洞)受害痕1-5片葉



2級：明顯不規則孔洞食痕6-10片葉或輪生葉上有延伸不規則之孔洞

3級：輪生葉上有數個延伸不規則之孔洞或心葉受害嚴重

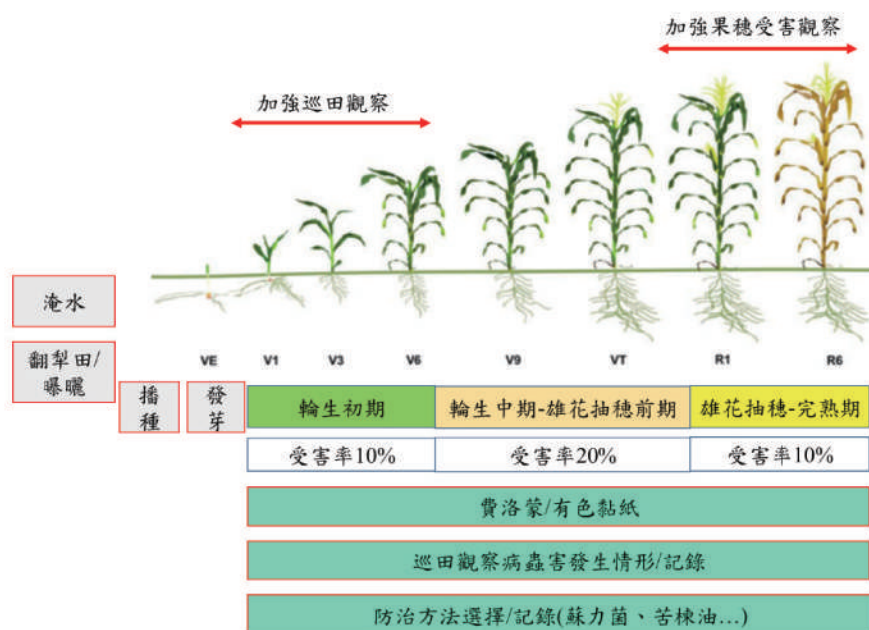
圖五、秋行軍蟲為害玉米葉片之受害等級(Prasanna, et al., 2018)

玉米田秋行軍蟲防治策略

一、依害蟲生長期之防治策略

巡田時觀察作物上是否有卵塊或幼蟲或受害食痕，建議1週調查1-2次。每田區調查50-100株，調查時可採以「行」為單位，每行隨機選取5-10株或10-20株目視觀察，依田區狀況，自行調整以系統取樣法(等距取樣法)調查。

1. 卵塊：當發現卵塊且未孵化時，可先利用徒手摘除葉片上的卵塊，約3-5天後建議先施用蘇力菌控制剛孵化的幼蟲。若卵塊密度高時，可再添加1種殺蟲劑混合使用。若為有機或友善耕作農田，建議在蘇力菌施用後3-4天再巡田一次，評估是否有需要再施用蘇力菌。
2. 幼蟲：幼蟲期第3-6齡幼蟲白天棲息植株上較隱密處或田邊雜草上，晚上出來取食為害。由於幼蟲偏好棲息於玉米生長點處，發現時可先徒手摘除。可再參考FAO甜玉米防治秋行軍蟲之防治行動基準參考值，配合國內栽培面積可忍受的損失範圍，以玉米生長期圖初擬防治基準參考值，讓農友可清楚判斷生長期與防治基準參考值的關係(圖六)。農友可依玉米品種(食用玉米、硬質玉米等)對危害忍受度的大小，自行調整防治基準。
3. 蛹期：老熟幼蟲入土化蛹，化蛹深度2-8公分，採收後建議耕犁後田區淹水3-7天，以殺死土中的蛹體。若無法淹水時，可翻犁土壤，再進行土壤曝曬，同時提高鳥的捕食機會。



圖六、秋行軍蟲在玉米上之整合管理

二、防治技術

- 耕作防治：田區淹水7-14天，以降低土壤內幼蟲及蛹的存活率；若無法淹水區域，建議翻犁土壤並曝曬於陽光下1-2次，期能降低土壤內幼蟲及蛹的蟲數。
- 物理防治：徒手摘除卵塊或有幼蟲的葉片；燈光誘集，可於田區架設燈光誘集器，以誘捕晚上活動的成蟲。
- 生物防治
 - (1) 寄生性天敵：
 - a. 卵寄生蜂：赤眼卵寄生蜂(*Trichogramma chilonis*) (曾應用於甘蔗及玉米螟蟲類)；漿黑卵蜂(*Telenomus spp*)，臺灣有紀錄的物種為 *Telenomus remus* Nixon，對秋行軍蟲專一性高，但我國尚無相關研究。
 - b. 幼蟲寄生蜂：在國外有寄生蠅(Tachnidae)如 *Palexorista zonata*、小繭蜂科(Braconidae)如 *Cotesia icipe*、姬蜂科(Ichneumonidae)如 *Charops ater*、*Coccygidium luteum* 等多種寄生性天敵之記錄(FAO, 2018; Sisay et al., 2018)。大量繁殖寄生性天敵釋放至田間，防治秋行軍蟲的可行性尚待評估。目前可由保育田間天敵著手，選用對天敵殺傷力較低的藥劑，於害蟲達到防治基準時才施藥，減少不必要的用藥。
 - (2) 捕食性天敵：黃斑粗喙椿象、草蛉，捕食能力不強，應用面較薄弱，但對有機農法仍有多一種防治資材的選用。
- 微生物防治：除蘇力菌外，目前登記白殭菌防治小菜蛾，對秋行軍蟲的防治效果尚待確認。目前由苗栗場提供的罹病幼蟲樣本，經中興大學鑑定病原為綠殭菌，罹病率達50%以上。綠殭菌為鱗翅目害蟲常見的病原菌。
- 天然素材植保資材：目前可用之天然素材有苦參鹼、印楝素，但因其具有特別味道，是否會影響取食風味，請農友自行判斷。
- 化學合成殺蟲劑：請參考防治基準參考值，依害蟲發生密度適時合理地用藥。為了減緩抗藥性的產生，建議輪替選用不同作用機制的殺蟲劑。目前防治秋行軍蟲之緊急防治用藥種類請參考表一。

結語

秋行軍蟲入侵臺灣後快速蔓延至各地造成經濟損失，尤其是玉米及高粱。為了控制秋行軍蟲的為害程度，目前仍採官方防治策略，請各位農友配合執行，同時也藉此時間學習掌握秋行軍蟲的為害方式與時機，透過78期害物整合管理的觀念，應用在秋行軍蟲的防治策略上，也期望藉由秋行軍蟲整合管理的介紹，各位農友可以將此技術延展至其他害蟲上，讓作物蟲害管理的觀念自然而然融入各種害物的防治，朝向農藥減量的目標邁進。

表一、玉米秋行軍蟲緊急用藥與禾本科、豆科、十字花科作物用藥對照表

藥劑名稱	作用機制	小麥	高粱	落花生	大豆 (乾豆類)	大豆 (豆菜類)	甘蔗	十字花科 包葉菜類	十字花科 小葉菜類
5.87% 賜諾特 SC (spinetoram)	5	V	V	V	V			V	V
11.7% 賜諾特 SC (spinetoram)	5	V	V	V	V			V	V
100 G/L (10% W/V) 諾伐隆 DC (novaluron)	15	V	V						
20% 氟大滅 WG (flubendiamide)	28							V	V
18.4% 剋安勃 SC (chlorantraniliprole)	28				v			V	V
5% 護賽寧 SL (flucythrinate)	3A								
10% 依芬寧 EC (etofenprox)	3A		V						
20% 依芬寧 WP(etofenprox)	3A		V						
75% 硫敵克 WP (thiodicarb)	1A			V	V	V		V	V
48.1% 蘇力菌 WG	11A							V	V
54% 黏溼蘇力菌 NB-200 WG	11A			V	V	V		V	V

參考文獻

- 1.FAO, 2018. Integrated management of the fall armyworm on maize: A guide for farmer field schools in Africa. 139 pp.
- 2.FAO and CABI. 2019. Community-Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Earlywarning and Management, Training of Trainers Manual, First Edition. 112 pp.