

農田裡的無限賽局－探討 環境因子與生物防治之關係

作者：蘇立中（好食機農業生態顧問） 電話：0961-056973

前言

「錢多、事少、離家近」想必對於絕大多數的人，是一種夢寐以求的生活型態，可以不用花那麼多時間，還冒著生命危險穿梭在車陣中，只為了去上班的地方努力賺錢，然後拼命地工作一整天，拖著疲累的身體回家，為的就是能養家活口，或是未來自己能過上比較好的生活。我們人類都會這樣想了，農田裡所謂的益蟲或是天敵，何嘗不是如此呢？

如何看待生物防治這件事

其實談到生物防治，多會是某某蟲害可以運用某某天敵在適當的時機點進行施放，以達到較佳的防治效果，施放時機還需考慮環境及人為因素的影響，評估是否會讓防治效果大打折扣。有時施放一次效果還不顯著，得需定期補充，以維持防治的力道。這樣的操作策略其實對於較緊急的案例是蠻有幫助的，例如荔枝椿象的大舉入侵，前期靠著平腹小蜂，搭配適當的卵片施放策略，多半有顯著效果。但這樣的策略，卻不適合用在長期的農田經營管理上，因為一般的人們，當然也包含農民，總會是希望有個一勞永逸的方法，而且長期使用生物防治資材也是一筆可觀的費用。

「生物防治」怎麼會跟「錢多、事少、離家近」扯上關係？在此，想先建立一個認知的概念，當我們在進入技術層面和策略方法的討論前，有沒有意識到當我們在做這些事的時候，是以一種跟害蟲對抗的競賽心態？還是讓彼此可以維持一個穩定的平衡關係？

這個出發點其實很重要，因為這將會影響接下來對於田間管理的決策和所有作為，套個商業或各企業近期在討論的用詞，這是一種賽局理論中的「有限或無限賽局的思維」。

田裡的賽局理論

有限賽局強調的是短期目標或快速得到的利益，充滿著競爭關係，只注重自身的利益得失；而無限賽局講的是長遠的願景，為了達到這樣的願景而不斷地讓自己及周邊相關的人、事、物更好，強調的是整體性的提升與永續。不論是商業或是農業，皆可以使用這樣的思維模式來檢視自己，以及思考自己接下來該如何進行下一步。

回到農業的生物防治裡，無限賽局是什麼？簡單一句話：「在田地裡，建立多樣性天敵版的錢多、事少、離家近的環境」，這一句話其實代表著我們看事情的角度應該要從「作物得到什麼蟲害（其實病害也一樣），我該怎麼處理他（有限賽局思維）」移開，轉而著眼在「我該如何讓田裡的環境變好（無限賽局思維）」。

前者雖然可以立即見效，但卻是一種惡性的軍備競賽，不論是有沒有用化學資材，還是使用生物防治都一樣；後者才是真正能解決問題的方法，因為改善了整體環境，提供了更多生物共生的資源，而這樣的田間環境就產生了「生態系統服務」，不僅蟲害程度可以降低，還可以獲得額外的附加效果，像是作物良率提升、風味層次更豐富、管理及使用資材成本降低等的好處，反映的不僅是

自己的收入更好，自己也多了點時間與別人相處，看待事物的心態上也會有所轉變。

生物防治前的田間環境解析力

前面花了將近一半的篇幅，都沒講到生物防治具體該怎麼做，其實是因為當今有太多人著眼的點，都在教具體如何去做的的方法，網路上隨便找都有一堆資料，多是以「方法論」為前提所進行的建議策略，「心態」的建立卻相當少人提及。若是田間管理的心態上已認知到環境整體性的重要性時，接下來就可以進入到該如何去做的階段了。

以無限思維的概念來擬定田間管理策略，環境評估將會是第一要務，生物防治則是最後補強的方法之一。年輕的台灣不論在地質、地形、生態，甚至是人文歷史的發展上都是相當多樣的，所以沒有固定一套準則適用所有地方，即便是同一塊田地，不同區域也會有不同的差異，不同的作物也都有自己喜好的生長環境條件。雖然沒有一套全適用的SOP，但還是可以有幾個大方向去作為環境評估的起點，分別是地質、地形、氣候、生態、土壤狀態、水的來源和草相分布。

地質是指較大區域的岩石或礦物的種類、性質、成分、分布和結構，例如黏土地、砂地、礫石地等；地形是評估水分、養分移動狀態的參考點，像是山坡地、凹地、平地等；氣候則搭配地質和地形，以及植物相共同塑造出某地區的生態環境。前面幾點是評估自然環境形成的過程，而接下來要評估的則是「人為因素」改變了原有環境的結果。

土壤狀態會因過往人為的影響，而將原本的土壤質地改變成不同的狀態，例如土壤壓實、形成板結及土壤鹽鹼化等；水的來源則是指作物水分從何而來，是從溪流、水圳引

入、抽取地下水，或是伏流湧泉，甚至是單靠霧氣或降雨供給；草相狀態則是反映出前面幾項因素，包含自然與人為的總合結果。

當我們可以建立環境整體性的認知，以及透過環境評估的方向去改善並調整成適合作物生長的環境，那基本上關於蟲害防治這件事，就已經省去大半的功夫，因為降低作物成長過程的環境阻礙，等於提供一個讓作物健康的基本盤。

良好的環境基本盤建立之後，接下來就可以更細部的去操作，如何讓多樣的天然天敵們住進來的「居家規劃」。居家規劃若是以生態學的用法叫「做棲地營造」，在農業中的「棲地營造」不見得要大動土木，例如造林或挖水池。其實只要顧好田裡的草相及土壤，有時再增加些隔離帶或緩衝區，自然就會形成天敵喜歡的「錢多、事少、離家近」的環境。

蟲、草、土關係的建立

一般的生物防治之所以長期的效果有限，是因為天敵們缺乏可以在田間立足，建立起穩定族群的棲息地，簡單來說就是「沒辦法在田裡養家餬口及過好的生活」。以小繭蜂為例（一種寄生蜂），小繭蜂媽媽會找尋肥嫩的毛毛蟲，作為寶貴長大的食物來源，但小繭蜂媽媽本身卻不是以毛毛蟲為食物來源，而是田裡的各種花粉花蜜。

不僅小繭蜂會這樣，絕大多數天敵也都需要靠各種花粉花蜜作為食物的來源，像是瓢蟲、草蛉、胡蜂、各種寄生蜂等，所以維持「田裡野花草多樣性」就成了草相管理的重點。而且這樣不僅提供了這些天敵多樣的食物來源之外，也會形成各種微棲地，供給這些天敵多樣的居住條件。不用大老遠奔波只為養家餬口，對於天敵來說，豈不是最夢寐以求的選擇？



圖一、草相種類豐富的茶園，也同時居住著多樣的蜂類。

顧好土壤基本上是以形成「有結構的土壤團粒」為目標，因為有結構的土壤團粒是由多種土棲小動物、微生物與植物的根系共同塑造而成，這樣的土壤結構具有多種調節的功能及增加作物適應環境的韌性，而且土壤裡還會住著各式各樣的土棲性天敵，協助農民抑制作物的有害生物。

整合上述的環境評估條件，可以形成一個更為簡便的結構，以利於實做上方便思考的概念，我稱之為「農田生態的金三角：蟲、草、土」（詳細內容可參考專文：<https://pse.is/3n27zb>）。每個地方的三角型都會隨著環境、作物和管理方式而有所不同，而且每一個角都可以連結出農民施作與作物和環境之間的因果關係，也讓環境評估可以有更簡單的施力點。

結語

最後，當整個環境生態與農民建立起協作的能量後，多樣性天敵與蟲害就自然會形成一個動態的平衡關係，農夫也不用那麼的忙，只需要在適當的時機，協助維持這個田間的大有機體的運作就可以了，因為田裡的每個成員各司其職，努力貢獻出自己的才能，共同維持「農田裡的無限賽局」。



圖二、擁有健康的土壤及多樣的花草的果園，就是天敵喜歡的環境。