

基本研究在制定有害生物防治策略中的任務

貢 穀 紳 譯

ROLE OF BASIC RESEARCH IN IMPLEMENTING PEST CONTROL STRATEGIES

Translated

By

Ku-Sheng Kung

抽印自臺灣省立屏東農業專科學校農藝學會會報

第四卷 第一期 民國64年5月

REPRINTED FROM

BULLETIN OF THE AGRONOMY ASSOCIATION

TAIWAN PROVINCIAL PING-TUNG JUNIOR COLLEGE OF AGRICULTURE

MAY 1975.

基本研究在制定有害生物防治策略中的任務

貢毅紳譯

貢博士毅紳，現任台灣植物保護中心主任，曾任國立中興大學農教系系主任及農學院院長。獲美國威士康辛大學植物病理學碩士及昆蟲學碩士，進而榮獲佛羅里達大學博士學位，對植物保護工作貢獻良多，對植物保護之研究更具深厚而獨到之見解與心得。本刊今獲此殊榮，蒙貢博士應允，將其三篇有關植物保護之譯稿由本刊登載，謹申誌謝意。

一、引言

在討論本題前，兩個名辭有略加說明的必要。一為「有害生物」(pest)，意指任何植物或動物的數量已達到我們不能容忍的程度。一為「管理」(regulation或management)，一般人士較喜歡用「管理」來替代「防治」(control)。顯然實施管理策略的一套學問，將繼續由基本研究產生，研討在各種不同的自然或人為的生態系內之棲群管理原則。研究有助於有關知識的獲得。基本研究包括自然系統內各種間生態動態(interspecific ecological dynamics)的調查及各別種類的分類、行為、生理及生物化學等。維持廣泛基本研究的努力，在特殊生態系內對管理特殊棲群的挑戰會獲致新奇方法或步驟。

二、分析及系統管理途徑

我們深信有害生物棲群及棲群的管理或克制者(regulators)，僅為整體生態系中之一部分。為了確定各部分對整體生態的作用影響，基本研究的任務應是檢討總生態系(total ecosystem)。由一種生物克制他種生物之策略，其成敗可能由整個生態系的其他條件來決定。一種棲群受另一種棲群的影響而達其穩定管理作用者，在實驗室中之單純條件下，可能達到此目的。但在自然環境下，則未必如此。本文中提出檢討的幾種過去企圖在生物管理(biological regulation)來決定一種管理策略的效果，如何為整體系特性所影響。在過去工作上所遭遇的問題，可為此等研究進行指出若干門徑。

以往嘗試在生物管理方面的幾個例子，被選做討論目標種類的，是無意間傳到澳洲的三種外地生植物，而且這三種植物在澳洲生長都成了有害生物。這三種植物：

- (1) 刺梨仙人掌(霸王樹)(Prickly-pear cactus)，屬*Opuntia*屬。
- (2) 聖約翰草(St.-Johns-wort)其學名為*Hypericum perforatum*。
- (3) 瞿麥牛蒡(cocklebur)其學名為*Xanthium strumarium*。

*Opuntia*與*Xanthium*兩屬植物均為新世界種類，但*Hypericum*是由歐洲引入澳洲及美國西部的。正如常發生的情形一樣，當一種生物被傳布到較遠的地區時，這些生物常不隨帶其通常的病菌或其有害生物(草食者或捕食)。漸增的證據(如上述討論)指出食物攝取棲群(food-extracting population)(不論其為草食者或捕食者)對捕食者之棲群均發揮了其克制的影響力。管理策略對上述各植物的各有害生物是在它們的原產地生態系內，從草食性生

*譯自 R.L. Bisplinghoff and J.L. Brooks "Role of Basic Research in Implementing Pest Control Strategies" p 36~43 In "Pest Control strategies for the Future" National Academy of Sciences 1972.

物的行列中，選擇取食這些植物種類的昆蟲，專取食於特定的植物，同時在引入區域的生態體系內，也能適應生存。

斑螟蛾（*phycitidmoth*）可用來防治澳洲刺梨仙人掌。其幼蟲群集蛀食仙人掌組織，是典型成功的生物管理（*biological regulation*）的例子。此例是較富戲劇性的，因為這些仙人掌（*Opuntia*）對澳洲確有嚴重地威脅。澳洲仍有約20種的*Opuntia*屬植物，大都是在19世紀的前半世紀內由不同地方傳入而生長於田野。刺梨仙人掌於1870年蔓延已呈威脅而難於防範之地步。1920年從美國引進草食性昆蟲之前，*Opuntia*植物已廣布於六千萬英畝（*acres*）地區而成爲顯要植物（*dominant plant*）。在美國雖然約有150種昆蟲是食害仙人掌的，有 $\frac{1}{3}$ 種類用在澳洲做試驗，最後僅12種是被引進的。幼蟲具群聚性的阿根廷種*Cactoblastis cactorum*對*Opuntia*的防治效果已被證實，且至爲有效。屬於*Dactylopius*屬的幾種粉介壳蟲顯示明顯的專食性（*specificity*），在*Opuntia*屬的不同種間具有明顯的差異，並爲有效的管理或克制者，在*Cactoblastis*不存在時，這也許是有決定性的（*Sweetman, 1958, Nat. Aca. of Sci, 1968*）

自1927年引進*Cactoblastis cactorum*，1929年即已確定立足地位了。證明在田野已能自己繁殖，而不須在籠中予以特殊飼育。此種昆蟲在澳洲年生2代，幼蟲通常20~100頭在仙人掌組織內，僅於作繭時外出，化蛹於仙人掌附近之殘餘物內，幼蟲在仙人掌某一節內部取食破壞組織後，再蛀食其鄰近的一節內部，甚至蛀食地下莖及其根部，當植株組織被幼蟲蛀食破壞後，被寄生的植株常呈死亡，亦有因幼蟲食害後而遭致細菌及真菌等病原的侵入而致病腐爛者。

草食性昆蟲，通常使寄主植物的生長活力降低，同時使寄主植物的競爭成功的機會減少。經*Cactoblastis*爲害的植株，通常導致死亡，一如捕食性動物防治草食性昆蟲一樣。草食性昆蟲與致病的微生物兩者共同作用，無疑的是導致澳洲各種*Opuntia*棲群減少的原因。未來防除雜草的研究和發展策略，可能應尋求確立一種達到期望程度的寄主專一性（*host specificity*）的植物病原體，並利用專一性草食者而達成此項任務。

*Cactoblastis*幼蟲的毀損*Opuntia*的效果，隨生態系內的其他因素而異。事實上在澳洲南部（較冷處），*Opuntia*生長區土壤含氮量較少，*Cactoblastis*對*Opuntia*的控制作用較爲緩慢。氮素不足的土壤，*Opuntia*生長於樹蔭下的，其生長緩慢而帶黃色，若砍伐樹木加施氮肥，則仙人掌生長迅速，因而隨即爲*Cactoblastis*幼蟲侵襲毀損（*Sweetman 1958*）。

在澳洲，所有*Opuntia*種類的棲群由於*Cactoblastis*及多種粉介壳蟲（*Dactylopius spp*）的克制而維持可容忍的密度（*tolerable densities*）。此等粉介壳蟲的棲群被大雨沖刷而大爲降低，因此在低雨量地區或乾燥季節裡效果最大。同時在其他草食性昆蟲爲害後的*Opuntia*植株上，這些粉介壳蟲之克制效果更大（一種椿象及一種紅蜘蛛，二者均爲引入者）。被寄生的植株，其生長勢因此減少，而自其較低下的各節發生不定生長（*adventitious growth*），此不定生長部分特別適於粉介壳蟲的侵襲。*Cactoblastis cactorum*及*Dactylopius spp.*兩者都是有害植物*Opuntia*棲群的管理或克制者（*regulators*），其效果與有關目標植物系統的其他生物的影響極爲有關。

第二個例子，是有關企圖管理或克制由舊大陸傳佈到澳洲及美國西部的聖約翰草（*St. Johns-wort*）（其學名爲*Hypericum perforatum*）的棲群，此種植物生長於溫帶與適度冷季節兩區域，而在陽光普照，排水良好，牛羊取食後之青草地區特別繁盛。在此環境下，*Hypericum*可能成爲顯要植物而取代期望的牧草。聖約翰草對馬牛羊是有毒的（*Huffaker, 1959; Sweetman 1958*）。在1930年以前尚未引進數種草食性昆蟲時，僅澳洲Victoria一地就有三十餘萬英畝的廣大區域生長*Hypericum perforatum*而呈爲顯要植物。當吃*Hypericum*的昆

蟲被引進到美國西部時，*Hypericum* 為顯要植物，其所在地區，從加州到華盛頓州及蒙特那州，超過五百萬英畝。

Hypericum 所含的有毒物是 di-anthrone 衍生物稱為 “hypericin”。凡含 “hypericin” 的植物，昆蟲及草食性脊椎動物多避免取食。雖然舊大陸記載有 600 種昆蟲取食聖約翰草，但最後挑選作為生物防治的是金花蟲科 (Chrysomelidae) 的 *Chrysolina* 屬的昆蟲，在澳洲及美國所釋放的兩種金花蟲是 *Chrysolina hyperici* 及 *Chrysolina quadrigemina* (= *C. gemsellata*) (Huffaker, 1959)。這幾種昆蟲很明顯地具有解 “hypericin” 毒的系統。在澳洲另一種昆蟲被應用於防治 *Hypericum* 植物的是一種吉丁蟲 (buprestid beetle)。此種昆蟲食害 *Hypericum* 植株根部，可能在根部的 “hypericin” 含量很低的緣故。Hypericin 是由葉部的腺體所分泌 (Whittaker and Feeny, 1971)。

這些生物管理的效果，祇有在美國加州地區是完全成功的，在該處聖約翰草棲群已被控制而大為減低，至今聖約翰草棲群已不及其全盛時期的 1%，加州以北的幾州，其成效則不一致而零散。在澳洲的情形亦同。在這兩大洲控制成功的地區是夏季高溫而乾燥的地方。甲蟲的幼蟲與成蟲兩個時期在春季及早夏取食量極大；植物受害至為嚴重，乾旱酷暑，難以生存。但受害植物，經適當灌溉則能生存 (Sweetman, 1958)。在較為涼爽多蔭而潮濕處，*Hypericum* 即使經嚴重的春季落葉，也能忍耐而生存。

食害 *Hypericum* 的昆蟲減低 *Hypericum* 生長活力，同時減低了 *Hypericum* 與其他植物的競爭能力。但當本地植物被牛羊取食時，即不能立即替代 *Hypericum* 植物的生長、繁殖與蔓延。

企圖引進澳洲進行生物防治之第三種植物是失敗的，瞿麥牛蒡 (cocklebur) 屬 *Xanthium* 屬的一種，其學名很可能為 *X. strumarium*。約在 1800 年以後不久從印度與棉花種子一起混進澳洲。此種植物確實發生地為密西西比三角區 (McMillan, 1971) 因為 *Xanthium* 植物最先在靠近 Brisbane 的 Noogoora Station 發現，所以通常叫做 Noogoora burr。*Xanthium* 植物在紊亂地區及澳洲的畜羊地區極易滋生，是一種特別討厭的東西，因為它的針毯黏在羊毛上，增加處理的困擾，且幼株對羊隻有毒。

雖然已知很多美洲昆蟲取食 *Xanthium* 植物，且有少數印第安種昆蟲變成取食這種植物的，最後所選的是一種美洲產的 *Euresta aequalis* 蠅，其幼蟲取食瞿麥牛蒡的特殊種子。瞿麥牛蒡的種莢內兩粒種子，一粒在成熟的當年即能發芽，另一粒須要經過一年的休眠期限。*Euresta aequalis* 於 1940 年即被釋放在澳洲，但並沒有使得 *Xanthium* 棲群發生顯著減少。這可能由瞿麥牛蒡種子古怪的發芽習性，使得這種種子不能在正常年年供應的緣故 (Huffaker 1959)。

未來基本研究 *Xanthium* 繁殖情形可能顯示出一個方向，瞿麥牛蒡種子將能繼續維持供應，以致瞿麥牛蒡種子蠅棲群達到確保管理能力的足夠數量。

最近報導 (McMillan, 1971) 瞿麥牛蒡在澳洲各緯度的開花有相同的臨界光週期 (critical photoperiod)，在北美瞿麥牛蒡產於廣闊不同緯度區域，且其光週期也不同。各緯度的臨界日照內，在一般良好情況下皆能發芽。在北美把瞿麥牛蒡從它正常生長的緯度地帶移植到另一地區時，其開花日照與其原生長區一樣，這樣基本研究的片段，如果能增加些重要資料，如包括有關萌芽的調節方法等在內，所有澳洲與北美洲的瞿麥牛蒡棲群相雜交，則其後代的光週期將介於其兩親本原有的之間。

此項資料，是否可以應用於管理 *Xanthium* 棲群，並非重要的重點。任何部分或全部生態系的基本研究，都能夠指出成功的管理策略有關知識。在管理 *Opuntia* spp. 及 *Hypericum* spp. 的情形是基於嘗試錯誤 (trial and error) 的方式而發現的。雖然極為小心的以

選擇種類來控制目標棲群，但生態系中很多小區，能嚴重影響其控制效果。根據全部生態系的基本知識，作一系統策略的設計，防治成果更為宏大，自可預卜。氣候學 (climatology)、氣象學 (meteorology)、生態學 (ecology)、生理學 (physiology) 及生物化學 (biochemistry) 等，都是研討發展有害生物管理的最有效系統策略的書籍。

三、管理問題的系統策略應用

上述三例說明有害生物管理必須真正考慮系統策略 (“systems” strategy)。雖然此等工作，當時並未料到，能在有害植物棲群的生物管理 (biological regulation) 上達到此穩定的成功。過去在作物或樹木的草食性生物管理的成功，同理，此種策略，也可包括應用於捕食性昆蟲的發展。分析上述草食性昆蟲成功管理的例子，此種工作，也能在整個生態體系內管理生物作業上增強其防治效果。外來的 (非本地生的) 有害動植物，侵入本地生態系統時，此等有關生物防治的例舉，有些是極為成功的。本地種的生物管理的實施，由於管理或克制者 (regulators) 常不能達到期望的數量，因此也就不易成功。系統策略運用時，在生態系內的幾種重要因子同時實施，其效更宏。

此種系統性的防治方式，已證明在防治動植物疾病的媒介物 (agents 或 vectors) 上很有效果。作物及樹木的感染性疾病多由於真菌、線蟲、毒素、菌質及細菌等所引起，大部分的病原，其全部或部分生活史的過程，生活於土壤中。雖然存在於土壤中的有機體不易研究，但事實很明顯，由於多種的真菌、細菌、線蟲、原生動物與維管植物的根系，控制廣泛的土壤組成的種類，其間有化學上的頤頤與促進等的相互作用的存在。這可能顯示系統策略潛能活動範圍，對植物病源有所控制，或者有利於增進有用植物的生長。再也沒有比引用 McNew (1966) 在有害生物學會座談會中所發表的「抗衡植物疾病的進展」 (“Progress in the battle against plant disease”) 結論一節中所敘述的更為確當了。

“防除嚴重毀壞的土生病源處理，其作用一旦在土壤中生效，則防治該病源之可能性幾乎是無限的；尤其是靠近根部及根毛的地方為甚。在根圈 (rhizosphere) 範圍的作用是複雜的，但在過去廿年的進展中，貢獻最著者，仍為利用土壤中的自然力量 (Natural forces)”。

。

人類最嚴重的兩大傳染病，一為瘧疾 (Malaria)，一為吸血蟲病 (Schistosomiasis)。二者皆由動物寄生而形成的疾病，其生活史至為複雜，包括經由無脊椎動物寄主或媒介或傳遞者 (Vector)。此等疾病能夠存在且能持續的活，必須在生態系內人類棲群、寄生蟲及媒介者能夠常常保持接觸。這種需要常常接觸的作用，可由其常為地域性嚴重疾病來說明。系統策略可能包括人類棲群習性的改變，或改變系統的空間型式，而抑低寄生生物與主要寄主接觸的次數。另一種方法是減少媒介物的棲群。在第二次世界大戰瘧疾的減少，即由於在整個生態系中加了化學毒殺劑而減低瘧蚊棲群密度的緣故。

世界衛生組織認為吸血蟲病 (Schistosomiasis 或 bilharzia) 是在發展中國家的最大病害之一。淡水螺為其主要的中間寄主。有些區域，試圖改變人類活動習性，以減少與淡水螺接觸機會，以減低被寄主的可能。遷移接近河流及湖泊等地區的人群，並供以自來水作為沐浴及飲食之用，以減低人類感染其幼體寄生的機會。同時處理人類排洩之糞尿等不致直接流入河流及湖泊中，將降低淡水螺被感染及寄生之速率。然而很多地方，吸血蟲病至為流行，減低淡水螺的棲群數量發生的工作，亟待努力。

有關雙翅目，美翅蠅科 (Sciomyzidae) 生物學的基本研究亟待進展。美繫蠅科幼蟲以淡水螺為食餌，因此此等蠅類幼蟲可能控制某些作為媒介的淡水螺。美翅蠅科中百餘種的食害淡水螺的種類，其分佈及嗜好食餌，已被研究 (Berg, 1953; Berg and Neff, 1959; Neff,

1964)。資料顯示對淡水螺的生物防治可能頗為有望。並擬列為減低吸血蟲病嚴重性的防治系統策略的一部分。

這些例舉，表明系統策略的應用的廣潤範圍，發展系統防治方式需由基本研究做起。基本研究的實際工作上，生物化學（*biochemistry*）、生理學（*physiology*）及包括化學生態學（*chemical ecology*）等的生態學（*ecology*），在管理策略上皆為主要的。然而，實際研究在其他方面的訓練也同樣需要。有關植物與昆蟲的基本分類及進化的研究，必須積極從事。如此進行，新的有關資料可能被發現，同時新的系統策略可能被實施。