

誘殺劑應用上之數項問題

朱 耀 沂

臺灣大學植物病蟲害學系

摘要：誘殺劑為害蟲發生量之偵測或實際防治上利用價值甚高的資材。然為提高其應用時之準確度及防治效果，必須瞭解其與接觸性殺蟲劑之異同處。本文特就 1)誘殺蟲數與誘殺率，2)有效期間與有效範圍，3)誘殺速度及 4)誘殺曲線之分析等四項加以討論。誘殺率相當於一般殺蟲劑效果測試時之殺蟲率(死亡率)，為誘殺劑效果評估中不可忽略之項目。有效期間與有效範圍之測定上，必須要注意誘殺效果通常隨日期或距離之遠近或長短而逐漸消失，並非到了所定之有效日期或距離時效果突然全失。在過去的誘殺措施中，常只記錄誘殺蟲數而未重視誘殺蟲之內容及品質，即所誘殺蟲之性別、日齡等應也列入記錄事項才是。尤其在利用誘殺劑之滅雄處理中，必須將雄蟲在其未與雌蟲交尾前誘殺才能得到最佳之防治效果。即對雄蟲在交尾前之誘殺速度評估也為誘殺害蟲措施中不可忽略之一環。另在誘殺害蟲之過程中，誘殺蟲數之多寡常產生變化。從誘殺蟲數曲線之分析判斷誘殺措施之應變，乃值得深入討論之事項。

關鍵詞：誘殺劑、誘殺蟲數、誘殺率、有效期間、有效範圍、誘殺速度、誘殺曲線。

前 言

利用誘殺劑防治害蟲之嘗試在國內外已有多數年之經驗，其中有些防治工作確實收到相當令人滿意的成績，但也有不少工作未能得到預期之效果。究其原因無非是所用之誘殺劑成份、藥量、誘殺器之構造、懸掛數、懸掛位置之不當等等，甚至在使用時之氣候、植被條件等等都能影響誘殺效果。固然影響因子甚多，在此特就未能收到預期效果之工作實例中，找出一些可能常為我們所忽略之數項問題共同討論，以供將來改善誘殺方法之參考。

誘殺蟲數與誘殺率

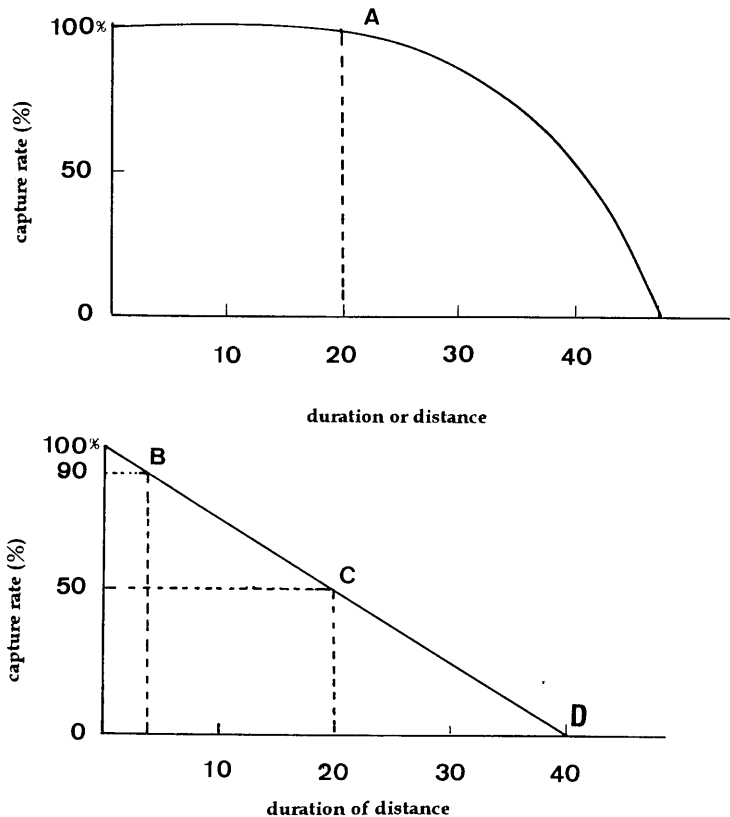
在誘殺法之效果評估上，我們常以誘殺蟲數為指標。即誘殺蟲數多時判定為該誘殺劑甚至該方法良好。反之，則認為該防治方法不佳。在試驗田中之害蟲密度確實是影響誘殺蟲數之關鍵因子，因為害蟲密度高時自然可誘殺較多之蟲數，反之則必然較少。從此亦知；誘殺蟲數之多寡，不但因誘殺方法而異，也因害蟲之發生量有很大的差距。換句話說，誘殺蟲數之多，是否由害蟲發生量之多所致，或是誘殺方法之適宜所致甚難判斷。總之；單憑誘殺蟲數僅能評估誘殺法之部份效果。

再從另一角度考量，誘殺蟲數相當於一般殺蟲劑效果試驗中之死亡蟲數。正如施用供試藥劑後，雖見到數百之死亡蟲，並不能判斷該藥劑為有效或無效，而仍必需調查未死的害蟲數，才能

判斷其殺蟲效果。即若發現數百之死亡蟲，而此等死亡蟲佔總蟲數之大部份，此時才可認定該殺蟲劑為效果極佳者。反之，若仍有數千、數萬之活蟲數，仍得認為該殺蟲劑之效果不佳。吾人必需以活蟲與死蟲之比率(死亡率或殺蟲率)評估該殺蟲劑之殺蟲效果。在誘殺劑之效果評估上也是相同的。雖然誘殺到數百之蟲，但在該誘殺劑誘殺有效範圍內到底還有多少未被誘到之蟲？若缺乏相當於死亡率之誘殺率資料，實在甚難評估其效果。

有效期間與有效範圍

誘殺劑的有效期間與有效範圍之測定是決定換藥期或誘殺器之設置數上不可或缺的項目。但以往吾人對此問題常保持全有或無(all or none)之概念。即文獻或某個資料上，記載其有效期間為20天或有效距離為20公尺時，往往即認為該誘殺劑在20天內或20公尺內之藥效完全相同，而超過20天或20公尺時，藥效即忽然全失。其實有效期間及有效範圍之測定法有多種，且所得數值依測定方法而異。有人以誘殺率降到90%或50%或以誘殺率開始明顯下降時為有效期間或有效範圍，由此亦可知誘殺率為應用誘殺劑時之重要指標。但藥效是隨時間及距離逐漸減少的，絕非到了某一定點或時間時就突然全部消失。有效期間及有效範圍不但因測定方法而不同，且隨當時之氣候、地形條件等有很大的差異。其影響情形大致如圖一，藥效隨日數及距離呈直線或曲線狀減少。



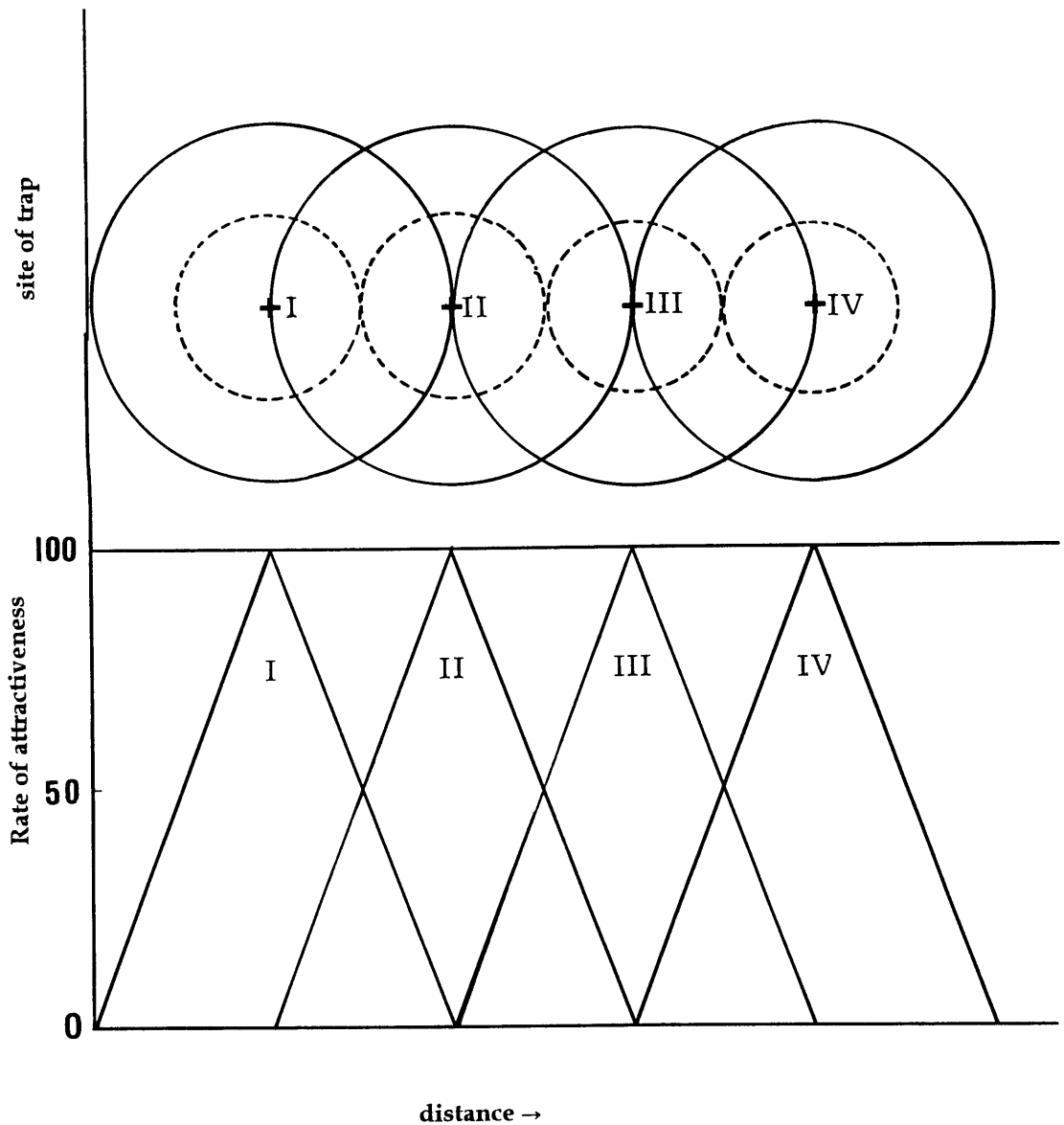
圖一、誘引藥效隨日數及距離之變化模式圖。

Fig. 1. The trend of the decrease of attractiveness with duration or distance.

在此只就有效期間而言，藥效(即誘殺率)如圖一之上圖，至某一時期(A)後開始突然降低。當然也有先下降然後保持穩定者，或略呈直線狀下降者，依有效成分、劑型而異。就誘殺率與日數或距離之對機數分析(probit analysis)結果，假設其關係呈直線狀逐漸降低時再加以說明；此時以誘殺率降到90%時(B)或降到50%(C)時—各相當於殺蟲劑致死量之 LD_{90} 及 LD_{50} (可能依試驗目的而異)，甚至誘殺率降到0時之D點為有效期間或有效距離也可視情形而決定的。然無論如何誘殺率及誘殺劑藥效是隨時間及距離逐漸降低是不容否定的事實，但絕不會如圖中之點線所示，到了某一定點或時段突然消失。此種概念在利用性費洛蒙劑於害蟲之大量誘殺時也甚為重要。吾等已知，在一定之性費洛蒙濃度範圍內，害蟲才會產生被誘引反應，過低時當然不反應，但過高時卻導致迷惑效果(confusion effect)。因此，在整個施用田中如何長期維持有效地誘殺害蟲而不致迷惑它們的固定濃度，是實施大量誘殺法時成敗關鍵之一。

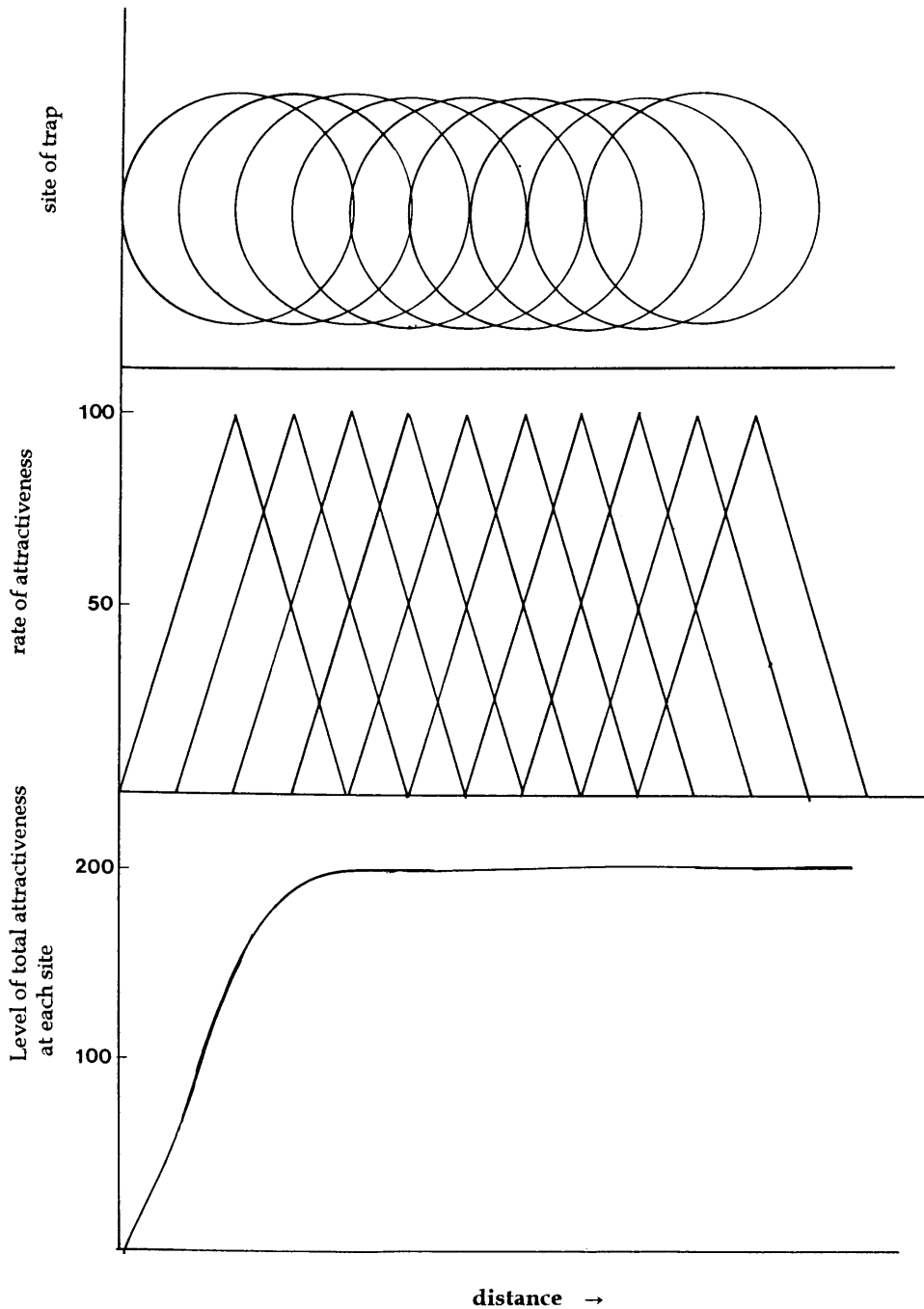
由於誘殺劑之有效範圍受到環境因子如地形、植被、風向等之影響，通常在田間並不呈圓形發散，然在此為方便說明起見，暫用圓形表示有效範圍，並假設誘殺效果為直線狀降低，另以點線及實線分別表示降至一半及完全消失的範圍。此時若以降至一半之範圍為它的有效範圍，而在各有效範圍的距離排列誘蟲器時，在施用地區點線範圍內之誘蟲指數皆為100單位，理論上可使人滿意(圖二)。然此種現象只發生於剛設誘蟲器時。隨時間之經過，有效範圍縮小，A線(圖一)表示之累積誘殺效果也逐漸降低，為了彌補此缺點，如果以誘殺率降到原來之75%時為有效範圍，並以有效範圍的二分之一距離設置誘蟲盒時即成圖三。此時就第4號之誘蟲盒而言；除它本身之誘殺效果外，在它完全消失誘殺力之有效範圍內(斜線部分)，還參有第1、2、3、5、6、7號誘蟲盒之誘殺力。如此第四號誘蟲盒有效範圍內之誘殺效果在誘置初期已遠超過單一誘蟲盒之誘殺效果，而致使害蟲發生迷惑現象。因此在應用大量誘殺法前，應先開發揮發速率極穩定的費洛蒙吸附劑，然後測定誘殺率降為50%之有效範圍才行。再若考慮誘殺效果之逐日衰退的原因，問題可能會更複雜。若20天後誘殺效果降到一半，而此間呈直線的相關時，如圖四(I)，施用當時有效範圍尚可涵蓋大部份的處理區，但隨施用日數之經過，所涵蓋之有效範圍逐日縮小(圖四II、III)。此趨勢也如圖五，以累積誘引效果表示更為清楚。即如圖五(I)，設置當天之累積誘引效果普遍的保持100，但10天後誘引器設置地點之效果減為原來之75%，而最低處只有原來之一半。至誘引效果減到一半之所謂有效期間到期時，在誘蟲器設置地點只有原來一半之效果，兩個誘蟲器有效範圍邊緣接觸地方之誘引效果成零，此時誘殺效果最高者為原來之一半，最低處即為零。如此由於誘殺劑有效範圍逐日縮減，在處理範圍內愈難保持一定之有效濃度。在日後之誘殺法應用上如何克服此等困難乃待以後之研究。但以超高濃度之性費洛蒙，使害蟲引起迷惑作用之交信擾亂法之應用上，則較無此方面之困擾。

誘殺劑誘引效果之逐日衰退之概念在東方果實蠅之誘殺上也甚為重要。利用含毒甲基丁香油之誘殺方法大致可分兩大類，一為燈型誘蟲器之利用，另一為誘殺板。前者將誘引劑置放於容器中，較不易受風吹雨打之影響，但有效成分之揮發受到誘蟲器外壁之阻礙也較不易外溢。因此，就使用同一劑量之誘殺板比較，燈式誘蟲器之有效期間較長為其一大優點。有些誘蟲器甚至採用較小的揮發面更可延長其有效期間。一般認為此種誘蟲器之有效期間至少有2個月，甚至達3個月之長。至此時即更換誘蟲器中之誘引劑，使它恢復原來之誘引力。由於此時只更換或添加誘殺用之藥劑，對誘蟲器之設置數未有任何變化。並如圖六，此間誘殺效力之變動，在設置當天時之100單位至50單位之間。若要減小誘殺效力之變化範圍並維持高單位之誘殺效力，必需縮短換藥



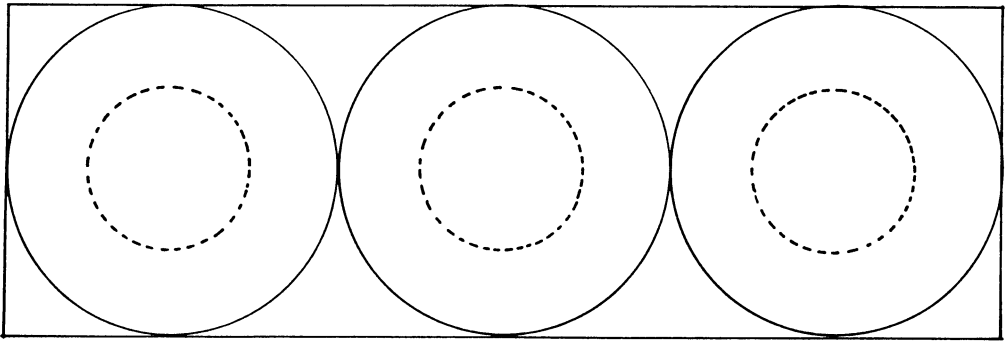
圖二、以誘蟲率降為50%時為有效半徑(以虛線表示)。以直徑為間隔排列誘蟲器時，每一地點之累積誘蟲效果。實線表示誘蟲效果全失之範圍。

Fig. 2. The rate of attractiveness at the treated area where 4 traps are set in the grids of attractant efficacy decrease to half. Steaded line show the range all the efficacy disappeared. Dotted line show the range efficacy decrease to half.

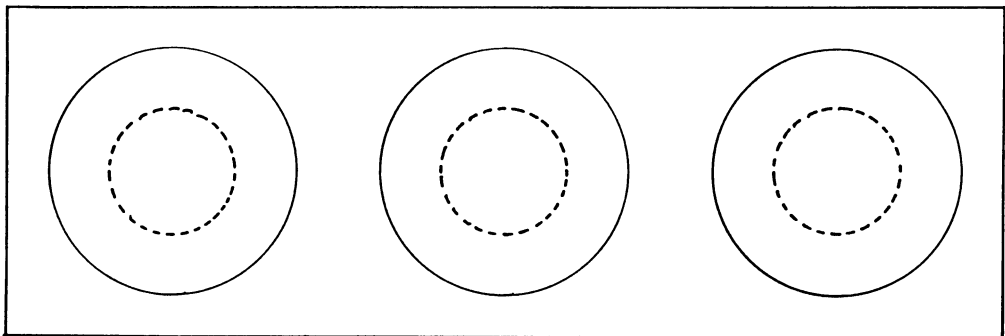


圖三、以誘蟲率降為75%時為有效半徑，以半徑二分之一之間隔排列誘蟲器時，每一地點之總誘蟲效果指數(模式圖)。

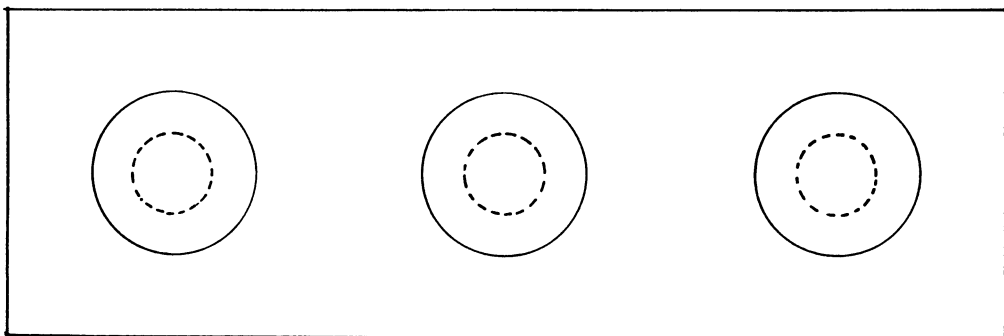
Fig. 3. The rate and level of total attractiveness at each site of the treated area where traps are set in the grids of attractant efficacy decrease 25%. In the almost treated area, the level increase to the double of single trap.



I The 1st day of the application



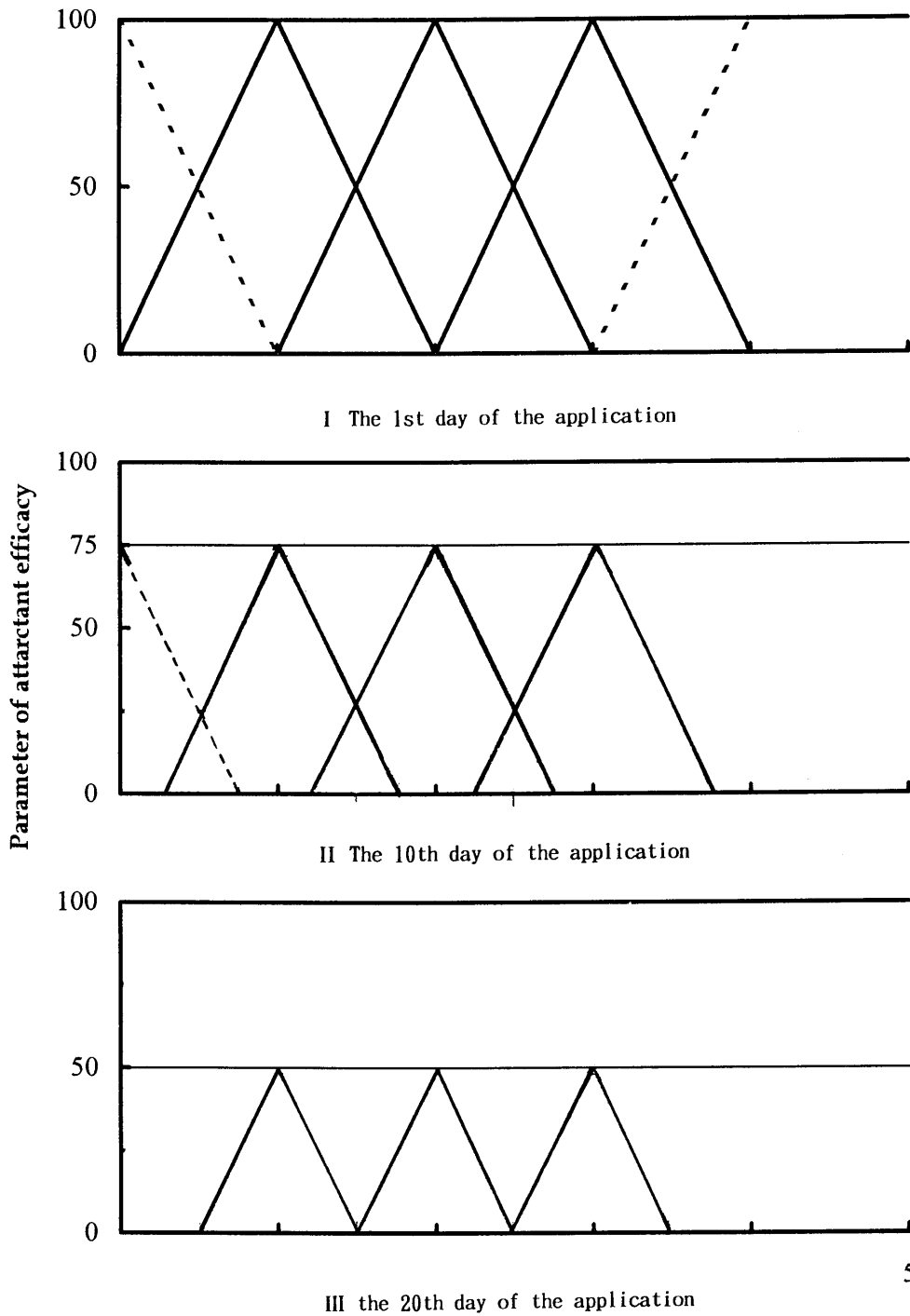
II The 10th day of the application



III the 20th day of the application

圖四、當有效期間設定為20天時，設置當天、10天、20天後誘殺範圍之變化。實線表示誘蟲力全失之範圍，點線表示誘蟲力降低一半之範圍。

Fig. 4. The change of active range with the duration passed. Steaded line show the range all the efficacy disappeared. Dotted line show the range efficacy decrease to half. The range is imagined to decrease to half after 20 days.

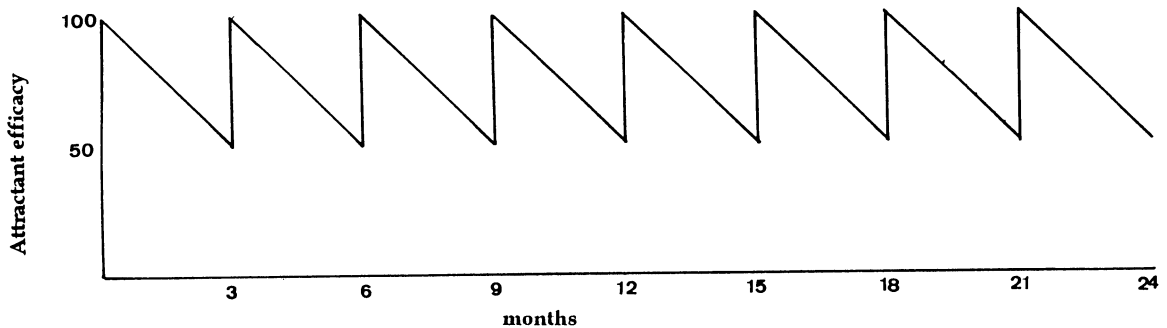


圖五、當有效期間設定為20天時，設置當天、10天、20天後誘殺範圍內累積誘殺效果之變化(模式圖)。

Fig. 5. The change of total attractant efficacy at the each site of the treated area on the 1st, 10th and 20th day after the application.

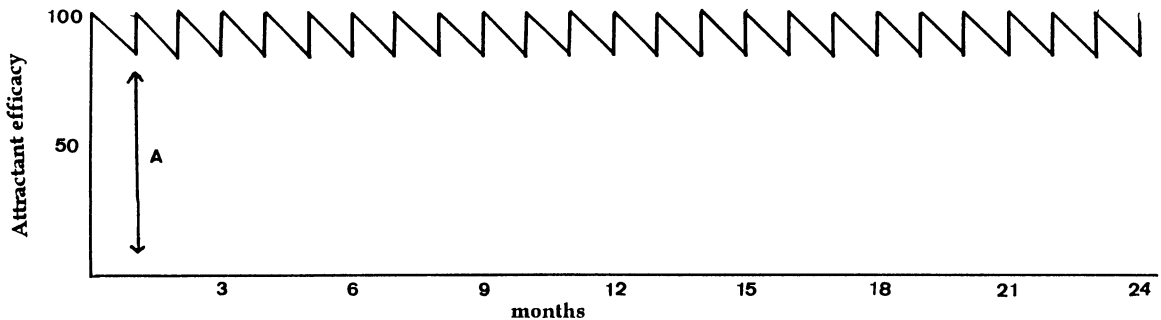
期間而將換藥期間縮短為一個月時之情形如圖七，大多維持100~80單位之高度誘蟲效力，但此時已失去誘蟲器本身之長效性，並每次換藥時尚有85%之誘蟲劑尚未揮發，勢必產生誘蟲劑之大浪費。

所謂誘殺板之使用，為將纖維板浸漬於含毒甲基丁香油，以鐵絲懸掛於樹枝上，如此任它風吹雨打，由於其表面積(揮發面)較大，易喪失效果，一般認為其有效期間頂多為兩個月。因此兩個月後在必須加掛一些誘殺板。如此經第一次之加掛，以後每兩個月加掛一次。由於此時第一次懸掛之誘殺板仍在原地，並還有一半(50單位)之誘蟲效力，與加掛誘蟲板之100單位，共可揮發150單位之誘蟲效力。此後誘蟲效力又逐漸減低，兩個月後降為一半之75單位，但經第二次加掛後增加到175單位，如此理論上在每次加掛中誘蟲效力呈階段式升高(圖八)。誘殺板與燈式誘蟲器之誘殺效力變化比較時即得圖九。從圖中可知，後者之誘殺效力於開始設置1~2個月，略高於前者，其後之效力則遠不如誘殺板。以往我們曾使用燈式誘蟲器防治東方果實蠅，其部分原因源於誤認誘殺效果到了有效期間後就忽然全失之錯誤觀念。



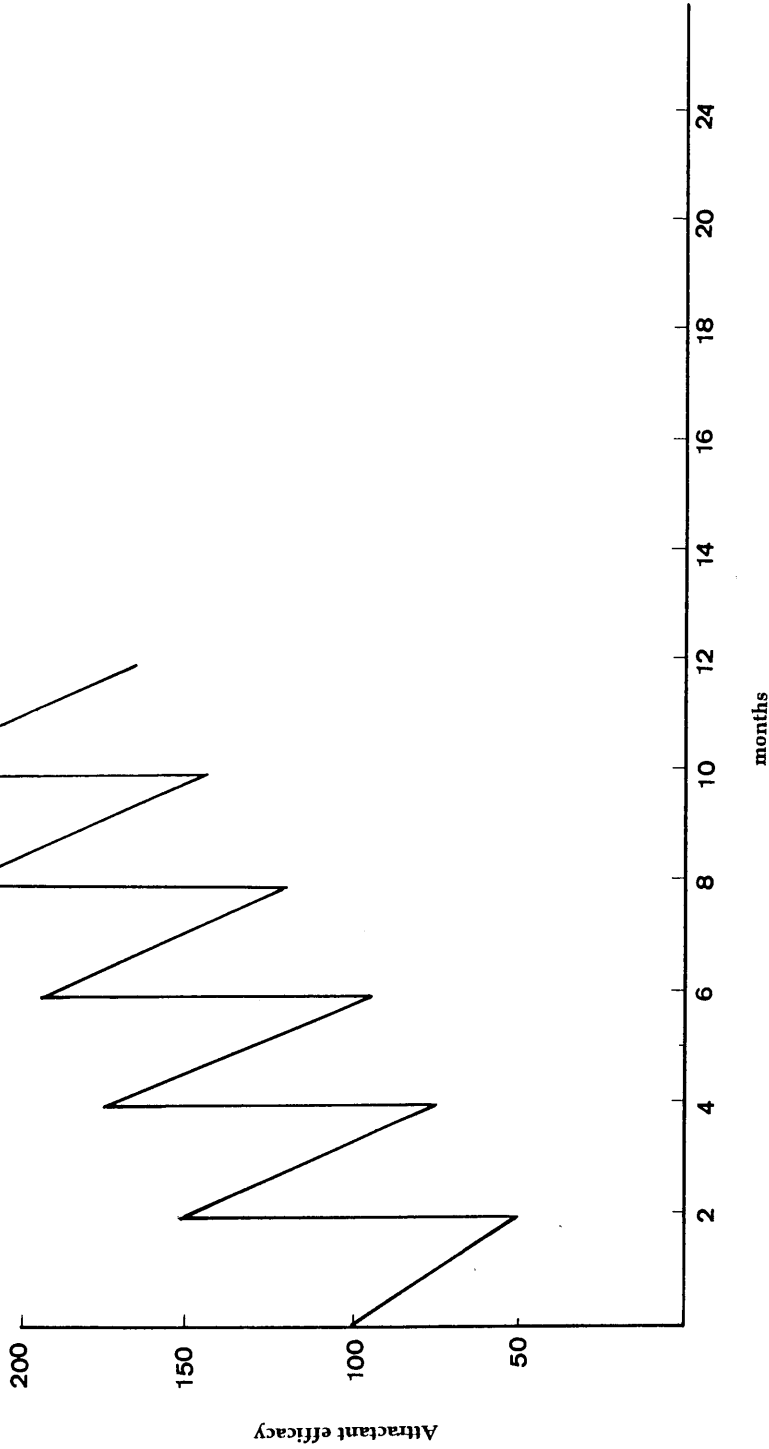
圖六、燈式誘蟲器誘蟲效力之變化。誘蟲效力經三個月後減為一半，並每三個月換藥一次時之變化。此時誘蟲效力在100至50單位間變化。

Fig. 6. The change of attractant efficacy of lantern type trap. The efficacy is imagined to decrease to half after 3 months. The attractant is renewed every 3 month. Then the efficacy fluctuate between the level of 50 and 100.



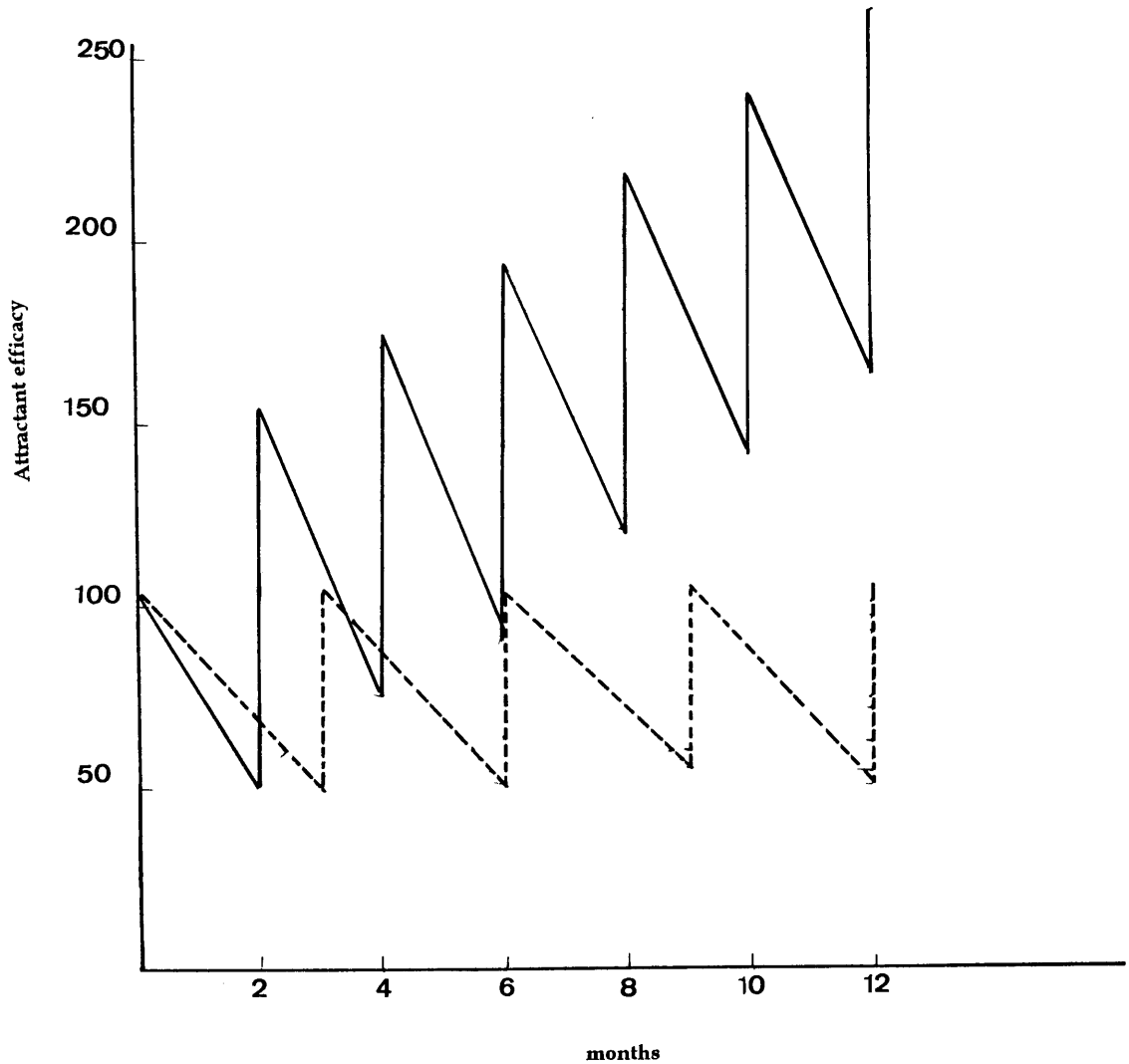
圖七、燈式誘蟲器誘蟲效力之變化。誘蟲效力經三個月後減為一半，並每一個月換藥一次時之變化。此時誘蟲效力可維持在100至85單位之間。但此時仍約有85%之誘蟲劑存在，換藥造成誘蟲劑之浪費(A部份)。

Fig. 7. The change of attractant efficacy of lantern type trap. In the case, the attractant is renewed every month. The change of efficacy become more stable and fluctuate between the level of 85 and 100. But much attractant (A) is wasted.



圖八、誘殺板誘蟲效力之變化。誘蟲效力經二個月後減為一半，並每二個月加掛一次時之變化。由於採加掛式，並不造成誘蟲劑之浪費，且誘蟲效力呈階段式的增加。

Fig. 8. The change of attractant efficacy of poisoned fiber board. The efficacy is imagined to decrease to half 2 months. New fiber board is added every 2 month. In this manipulation, the previously applied board still remain in the field. Therefore, not only did not induce the waste of the attractant, but also the total efficacy increase as each additional application.



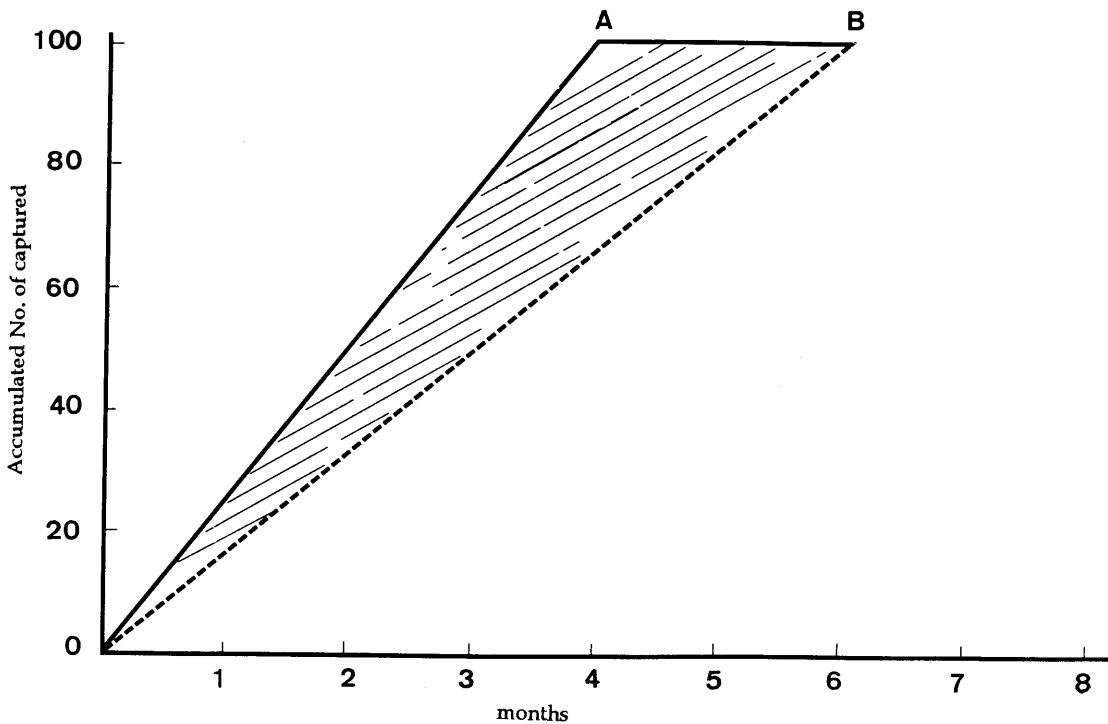
圖九、燈式誘蟲(虛線)與誘殺板(實線)誘蟲效力變化之比較(採自圖六與八)。

Fig. 9. The comparison of total attractant efficacy between poisoned fiber board (stead line) and lantern type trap (dotted line).

誘殺速度

在害蟲防治之過程，我們常重用速效性之殺蟲劑，因為速效性殺蟲劑在短時間內殺死害蟲，使為害量不致繼續增加。在東方果實蠅之滅雄防治過程中，則是將東方果實蠅雄性成蟲在它與雌蟲交尾前誘殺，以減少交尾雌蟲率為目的。換言之，必須在雄蟲交尾前將之誘殺才能收效。更具體的說；雄蟲之被誘殺蟲數固然重要，但更重要的為誘殺更多的未交尾雄蟲。如此可知；在它交尾前如何迅速誘殺它，才是滅雄法成敗之關鍵。就曾經一段時期推廣使用之燈式誘殺器與誘殺板

比較其利弊，誘殺板的揮發面積大；即如前述在短期內揮發大量的有效成份，因此雖然有效期間較短，但具有較強力及廣大的誘殺力和誘殺範圍。而燈式誘蟲器的揮發面小且部分揮發成分之分散為容器所阻，影響有效成份之外溢。如此雖可延長有效期間，但必然縮小有效範圍。由此可預期誘殺板之誘殺速度遠大於燈式誘蟲盒。如果使用相同的藥量且預期最後之累積誘殺蟲數是相同時，累積蟲數之增加趨勢卻有明顯差異(圖十)。圖中之實線部份為誘殺板之誘殺蟲數曲線，由於有效範圍較大，誘蟲數急速地增加，但到了A點，大致耗盡有效成分，累積蟲數不再增加。然於燈式誘蟲器有效成分之揮發較為緩慢，誘殺蟲數之增加亦較慢但維持較久，一直增加到B時才失去誘殺效果。雖然最後之誘殺蟲數是相同，如斜線部份表示，以兩種方法誘殺時每一時段仍在活動的雄蟲數上就有差異，此種雄蟲在被誘殺前無疑地就與雌蟲有交尾的機會，如此大幅影響滅雄之效果。從此亦知，在我們的誘殺策略中未能注意誘殺速率及誘殺蟲之內容而只考慮誘殺蟲數與有效期間之長短，使得滅雄法往往無法得到預期之效果。特別是當田間果實蠅族群快速增加的時期，更需要利用誘殺速率較大的誘殺板予以誘殺。



圖十、利用燈式誘蟲器(虛線)與誘殺板(實線)之累積誘殺蟲數之增加趨勢。燈式誘蟲器之誘蟲效力三個月後減為一半，六個月後全失。誘殺板之誘蟲效力二個月後減為一半，四個月後全失。但使用相同之劑量，因此最後之劑量，因此最後之累積誘殺蟲數應相同。

Fig. 10. The comparison of number of accumulated captured male in the case lantern type trap (dotted line) and poisoned fiber board (stead line) are used for the male annihilation technique. The attractant efficacy of lantern type trap is imagined to decrease to half after 3 months and entirely disappeared till 6th month. Such of fiber board decrease to half after 2 month and disappear within 4 month. The shade area show the difference of No. of alive male used those techniques.

誘殺曲線之分析

在害蟲發生量之偵測中，誘殺法是吾人常用之方法之一。若不改變誘殺方法及效率時，誘殺蟲之增加表示害蟲發生量之增加，誘殺蟲之減少反映發生量之減少。但整個誘殺曲線之變化，不但表示該害蟲發生量之變遷，曲線之形狀更可以提供一些應變防治對策之訊息。以下即以東方果實蠅之誘殺曲線為例敘述我個人之淺見。

利用含毒甲基丁香油對東方果實蠅雄性成蟲的誘殺曲線大致可分如圖十一之A、B、C、D、E、F六個類型。即：

A：誘殺曲線高居不下，表示所用的誘殺方法雖佳但誘殺壓力不夠，改變誘殺方法應增加誘蟲器設置數目。

B：誘殺曲線一直保持低水平，表示該地區之發生量少，可繼續現行之方法或減少使用量，甚至暫時可停止。但考慮雄蟲具多次交尾之習性，應繼續施予誘殺壓力，以維持現況為上策。

C：開始時誘殺蟲數甚多，但短期內降低，然後保持低水平。表示該法效果甚佳，以後之應變方法大致與B相同。

D：開始時誘殺蟲數甚多，但短期內降低到某一程度，其後一直維持其水平不再下降。

E：誘殺蟲數雖然有下降趨勢，但下降速度緩慢。

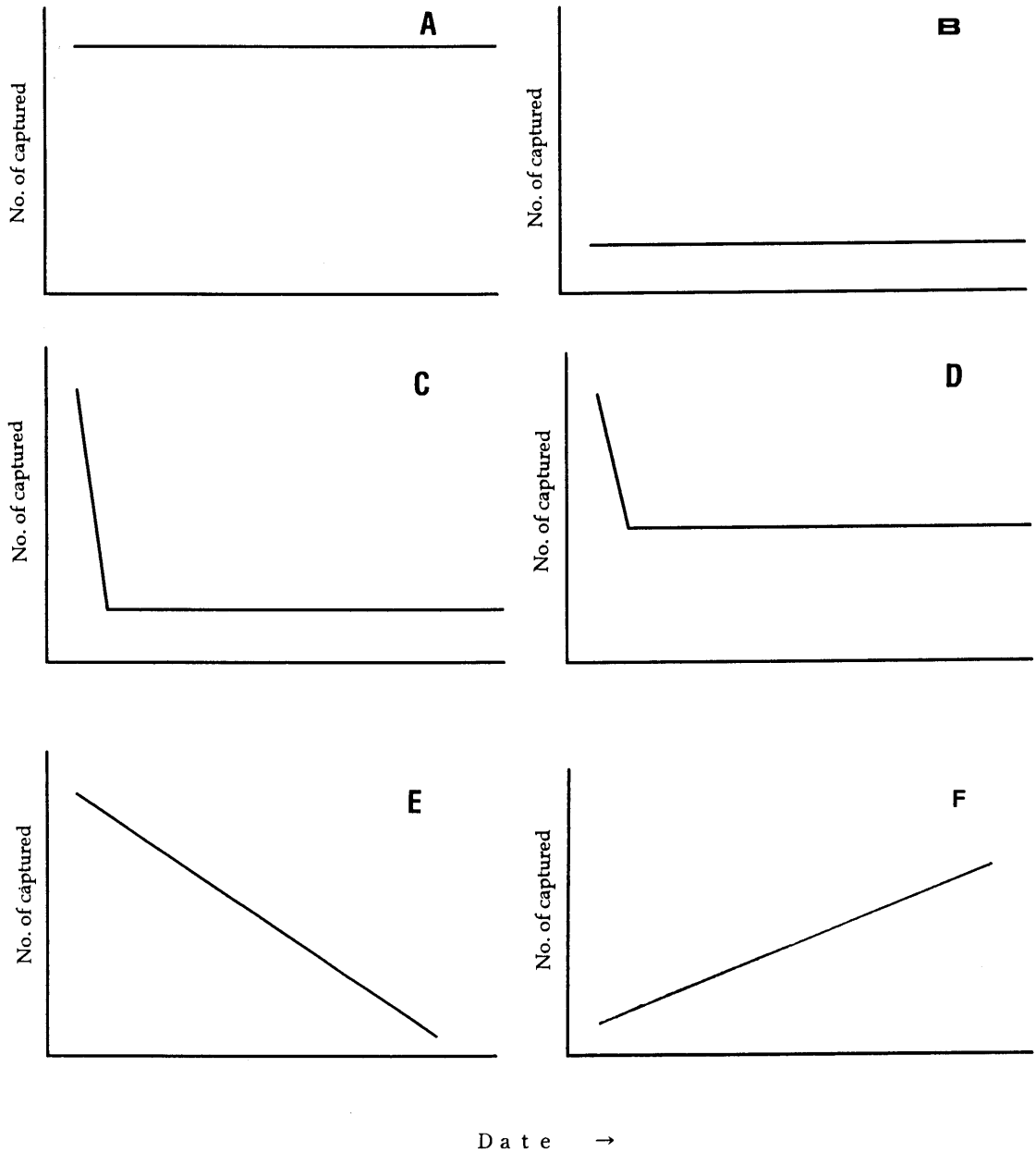
F：誘殺蟲愈來愈增加。

以上六種類型中較複雜的為D、E之兩種。在此推測產生此種誘殺蟲數曲線之原因，但為說明方便，各以圓圈表示雄蟲之密聚棲所（hot spot）及誘殺器材之有效範圍。但如第二項所述；有效範圍內之誘引效果隨與設置位置之距離增加而漸減。雄蟲之棲息密度也相同，在密聚棲所愈近中心點處之密度為最高，愈離中心點密度愈降低。無論是誘引劑之誘引效果或是雄蟲密度，在所示的圓圈內並非均勻存在的，這是在誘殺曲線之分析上必須要留意的。

先就D的情形而言；極可能誘蟲器之設置位置極接近密聚棲所之中心點，即密聚棲所之中心部位在誘蟲器之有效範圍內。因此在誘蟲器設置初期馬上可誘致多數之雄蟲，但雄蟲之棲息範圍較廣，誘蟲器之有效範圍未能涵蓋整個棲息範圍。由於密聚棲所中心部之環境條件比其外緣部更適合東方果實蠅之棲息，在中心部之多數雄蟲被誘殺後，本來被迫聚於外緣部之雄蟲便向中心部遷入，然中心部又為誘殺劑之有效範圍內，如此產生雄蟲陸續被誘殺（圖十二）。如果密聚棲所的範圍較窄，完全包括在有效範圍內即形成C之誘殺曲線（圖十三）。

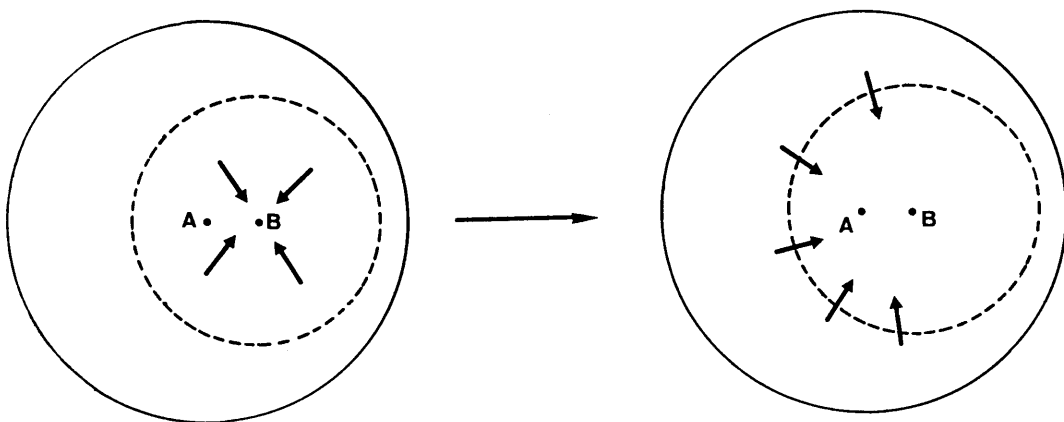
就E之曲線而言；可能會聯想到數種情形。第一為有效範圍只涵蓋棲息範圍之一部分，而棲息中心點不在有效範圍內，此時誘蟲器之設置地點與中心點之距離較近時，曲線之形狀愈近D型。但無論如何，大部份的雄蟲仍在中心點，在此只能誘到自中心部分或有效範圍附近偶而飛進之雄蟲（圖十四）。如果誘蟲器之有效範圍涵蓋兩個以上之密聚棲所時也可能發生類似的現象（圖十五）。因此，若誘蟲數形成E形曲線時不能因誘蟲數之漸低而感到興奮，因為此時誘引劑之有效範圍未能涵蓋多數雄蟲棲息之場所，即誘蟲數之減少只反映有效範圍內雄蟲之減少，並不代表整個雄蟲族群之減少。至於F的情形，表示新羽化或遷入雄蟲數超過誘蟲數，並在有效範圍內出現新的密聚棲所。以上說明為了簡化內容幾未考慮在誘殺過程中新雄蟲之羽化，而密聚棲所的範圍也設定不變化。其實棲所範圍也隨族群之盛衰而改變，若是考慮此項或可做更正確之分析。由於目前尚無東方果實蠅雄蟲選擇何種場所為它密聚棲所之有關資料，在D、E、F曲線下，只能以增設誘

殺板對付它，至於在何處增設及增誘多少量等具體之應變方法仍待日後之研究。



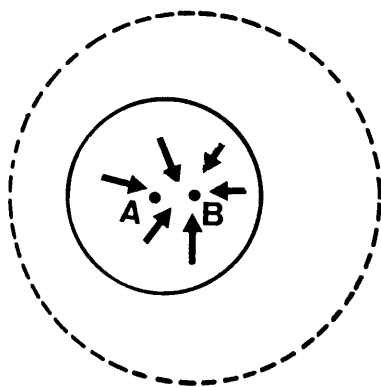
圖十一、以甲基丁香油誘殺東方果實蠅雄蟲時誘殺曲線之六大類型。

Fig. 11. Curves of number of captured male oriental fruit fly attracted by methyl eugenol.



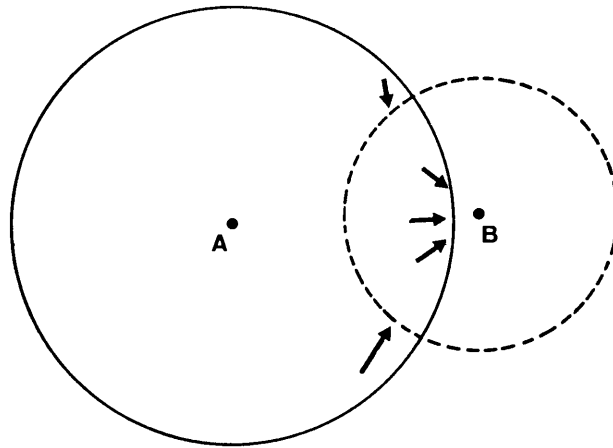
圖十二、雄蟲密聚棲所之中心在誘蟲劑之有效範圍內，但有效範圍未涵蓋整個棲所時之雄蟲移動方向。實線及虛線各表示雄蟲之棲息範圍及誘蟲劑之有效範圍
A：密聚棲所中心，B：誘蟲器之設置位置。

Fig. 12. The migrating movement of male fruit fly. In the case, the active range of the attractant cover the main area of hot spot, but not cover whole the hot spot. Stead and dotted line show the range of male hot spot and active range of A : center of hot spot, B : site of trap.



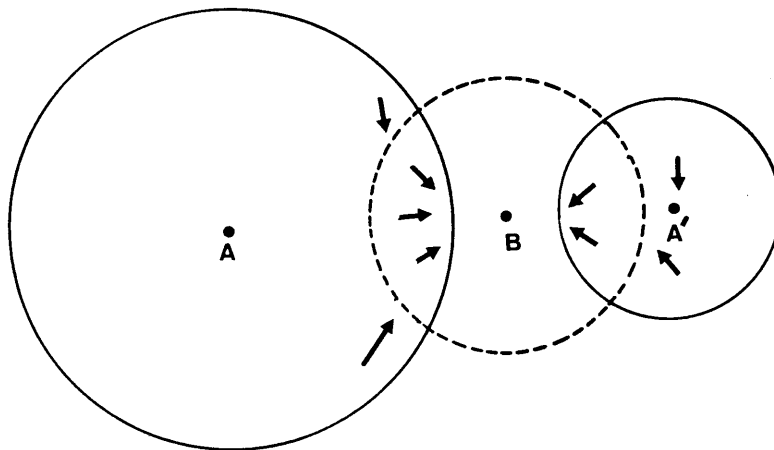
圖十三、雄蟲之棲息範圍完全被涵蓋在誘蟲劑之有效範圍時雄蟲移動方向。說明參考圖十二。

Fig. 13. The migrating movement of male fruit fly. In the case, the active range of the attractant covers whole the hot spot. Also refer note of Fig12.



圖十四、誘蟲器之有效範圍未涵藝雄蟲棲所中心部時之雄蟲移動方向。說明參考圖十二。

Fig. 14. The migrating movement of male fruit fly. In the case, the active range of attractant only cover a part of hot spot of male. Also refer note of Fig12.



圖十五、誘蟲器之有效範圍涵藝兩個雄蟲棲所之一部分時雄蟲移動方向。說明參考圖十二。

fig. 15. The migrating movement of male fruit fly. In the case, the active range of attractant cover a part of 2 hot spots of male. Also refer note of Fig12.

謝 辭

本文之撰寫承蒙農業試驗所應用動物系陳健忠博士多方指正及提供寶貴意見，特此致謝。

Some Consideration in Practical Use of Insect Attractants

Yau-I Chu

Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University

Abstract

Attractant is highly useful materials for the monitoring of insect occurrence or pest control. While in purpose to obtain the expected effect on the monitoring or control operation, through the application of the attractant several factors should be take into the consideration. In the present paper, special notes are made on the following 4 items : 1) No of trapped insects and percent trapped, 2) Active duration and range, 3) Velocity of the trapping action and 4) Analyses of the data in the trapped insect.

Although number of trapped insect can show the trends of abundance of target insect. The accurate efficacy of trapping should be indicated by the ratio between the number of trapped and untrapped insect. This is quite a same way that the effect of contact insecticide should be evaluated with the mortality of the treated insect. The activity of the attractant do not suddenly disappear after the certain duration or distance exceed. Usually the effectiveness of the attractant is gradually decrease as the duration or distance passed. This is extremely important consideration in the case the sex pheromone or attractant is used in mass trapping method. Also such conception is indispensable to dicide the trap grid in the field either the monitoring or pest control use. When the attractant is used for the male annihilation, velocity of trapping is another key factor to influence the final effect. As in this method, male insects should be trapped and killed before their mating. Therefore, the trap or dispenser with large evaporating surface which show big active range and high trapping velocity become the preferable material for this use. The survey on the population changes of pest insect is sometimes made by attractant. The data obtained is almost use for the analysis of the influence of the climatic factors on the population in the past studies. However if short-term scrutiny is conducted on the data, the result will afford some suggestion to study the dynamic situation of the habitat or hot spots of the target insect pest. Such work undoubtedly provide the available information for the improvement of the further control operation of the pest insect.

Key words: attractant, attractiveness, percent attracted, active duration, active range, velocity of attracting, curve of attracted insect.