

蟲害管理策略與農藥評選*

陳 秋 男**

一、緒 言

自從合成有機殺蟲劑在 1940 年代問世以來，由於其具備廣效性及速效性，乃普遍受到全球人類的重視與應用，其需求量隨著人口壓力對食物、衣料、建材及保健等之迫切需要而逐年增加。大半用在農田的藥劑，常如投資保險般被大量而廣泛的作定期性的預防噴灑，因而在地球上普遍地引起了許多農藥的併發症 (pesticide syndrome)^(1,2)，例如抗藥性昆蟲之相繼產生，主要害蟲之再起，蟲相之更迭，天敵被殺害或被迫他遷，導致生態系之簡化而時常呈現不穩定，農藥殘留及環境之污染，經由食物鏈的濃縮、傳遞與擴大，終於危及野生生物及人畜等。這些併發症由於科學家之揭發，乃普遍喚起人類對生態學法則的覺醒與重視。這是廿世紀人類的大事，是大自然給人類一連串試誤之學習過程中一項寶貴的教訓。這個教訓將使吾人重新檢討人類對大自然所應採取的倫理態度，以及該如何對藥劑作明智的選擇與使用。

過去對農藥之濫用，可能要歸咎於人們普遍對藥劑所抱持的錯誤的觀念模式 (conceptual model)。一般人總認為農藥 (pesticide) 是用來對付有害生物 (pest) 的，他們可能也注意到一些副作用，可是却忽略了農藥具有普遍殺傷所有生物的可能性，是一種殺生劑 (biocide)，因而可影響到整個被施用的生態系。使用農藥時正確的觀念模式應該是：

農藥 (pesticide) → 有害生物存在的生態系

唯有徹底而普遍地矯正錯誤的觀念，才能談到明智的使用農藥。

環顧當今人口壓力的危機，毫無疑問地在未來的世紀中，殺蟲劑在人類的經濟活動中，仍將扮演著與目前相同，甚或更重要的角色。這使得植物保護工作，面臨進退維谷的困境——一方面要求豐衣足食，另一方面要求維持良好的環境品質 (environmental

quality)。不過，水可以載舟，也可以覆舟，農藥的問題多半要看用的得不得當而定了。固然從農藥毒性質上加以改進，如高度選擇性 (selectivity)，高度生物分解性 (biodegradability) 及協力劑 (synergist) 之應用等，可以增加安全性或增廣藥效，可是若能盡量避免使用它，或減少其使用量及次數，而不影響到人類的經濟利益，則應該是比較理想的辦法。

本文的重點乃在探討如何決定防治之需要性，防治效果程度之鑑定，以及在一系列有效的殺蟲劑中如何選擇最佳藥劑。至於用藥量，用藥適期，施藥方法及施藥次數等問題，則暫時從略。

二、經濟臨界之基本概念與實例

1. 經濟臨界之基本概念

為了解決上述困境，昆蟲學家先後提出了害蟲綜合防治 (integrated control) 及蟲害管理 (insect-pest management) 的新概念。實際上二者除了文字的強調有所不同之外，其內涵及目標可說是一致的，所使用的技術與策略也是相同的。兩者同時強調運用兩種或兩種以上的治蟲技術於一農業生態系 (agroecosystem) 中，以便維持害蟲之棲羣或其損失於人類所容許的經濟水平 (economic injury level, EIL) 之下。但是前者給人的印象是它強調治蟲技術的運用；而後者着眼在管理或經營上，在現今強調企業管理的風潮中，容易受到決策及撥款當局的重視。今日的蟲害管理無論在研究或推廣中均強調集體合作 (team approach)，採用田間偵測小隊 (scouting program)，尤其特別重視經濟臨界 (economic threshold, ET) 或經濟為害水平與取樣技術之配合運用。

最近的研究報告一再指出，一種作物在其生長發育的某一階段中，往往能忍受一定程度的蟲害，而不致影響到最終的產量或品質。例如美國加州聖約昆山

* 臺灣植物保護中心昆蟲組綜合論述第1號

** 臺灣植物保護中心昆蟲組技正。

谷 (San Joaquin valley) 所產的湯普森無子葡萄，專供製葡萄乾或釀酒用，其最主要害蟲為一種葉蟬。據報導在蟲期的第一世代中，即使每片葉上有 10 隻葡萄葉蟬的若蟲為害是無關緊要的；若第二世代，則至少可忍受 5 隻若蟲而不受任何損失⁽¹⁵⁾。Green⁽¹⁶⁾報告說四季豆 (snapbean) 在開花之前可以一次容忍 66% 的葉片損失而不致顯著地影響其產量。Stern⁽¹⁶⁾ 提到加州的草棉，由於灌溉往往長出過多的花芽 (square)，其中有三分之一的花芽即使沒有盲椿象或其他取食花芽之昆蟲的為害也會自然掉落。由此可見，從人類的經濟觀點來看，只要能保障最大淨收益，植物所生產的多餘物質任由蟲子去取食是無所謂的，假若輕易採取任何防治行動，恐怕反而得不償失。

基於上述事實，加州大學的 Stern⁽¹⁷⁾ 等人早於 1959 年提出並界定了經濟臨界及經濟為害水平之具體概念。這兩術語的最大特色在於它們結合了蟲羣密度及作物受害損失兩者的關係，作為採取防治措施之可靠準據。如此使植物保護與防治行動的決定，由一向含糊而模稜兩可的措辭，變成有數量依據的敘述。Stern 等人當初的定義認為，EIL 比 ET 時的蟲羣密度高。EIL 是足以引起經濟損害的最低蟲羣密度；而 ET 是惟恐蟲羣可能增至 EIL 而必需防治的蟲羣密度。其關係可簡單以圖 1 表示如下：

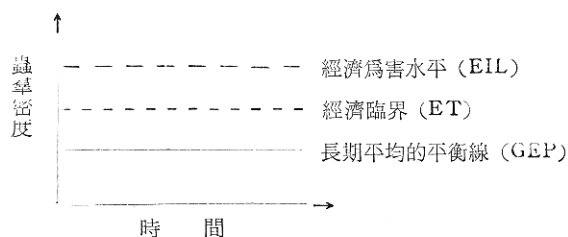


圖 1 蟲羣密度與作物損失的關係

EI=Economic injury level;
ET=Economic threshold;
GEP=General equilibrium position.
(Stern, et. al. 1959)

Headley⁽¹⁷⁾ 也曾專文討論經濟臨界，他認為 EIL 與 ET 二者可視為相同的定義。事實上 Stern 等人當初也認為 ET 是必需採取防治措施時的蟲羣密度，就實際應用而言最具價值。最近的文章似乎也把兩者混為一談。Headley 的討論比較深入而詳細，他指出 ET 應衡量保護後獲得產品之價值及防治時投入的資本來決定。也就是說考慮防治時投入的成本，能否自保護後多獲得的產品（與不防治的情況

比較）得到同值的補償。他所下的 ET 定義如下：「當估計某一害蟲棲羣即將造成的損失，等於避免該損失所需的防治費用時，則謂蟲羣密度已達經濟臨界」。

在訂定經濟臨界時，應該注意到一些有關因素，如產品價格的變動，時、地及消費者等相對價值之不同，人工及藥費之變動，以及難於預測的區域性氣象因子所引起的風險等都應列入考慮。至於如何訂定某一害蟲種類，特定產品、及特定季節之經濟臨界，待另文詳加介紹。

經濟臨界與經濟為害水平，在實際運用時很難區分。Allen 等人⁽²⁾ 從統計學的觀點認為「臨界」反不如「界域」(zone) 來得恰當。因為假設吾人訂定取樣 100 株平均每株有 10 隻蟲為經濟臨界，然實際上吾人只有 95% 的把握謂其平均值大概落在 5 到 15 隻蟲之間，則硬性限定 10 隻蟲為採取防治措施的準據，似乎不太切合實際。是故吾人若把這項概念翻譯為「經濟為害限界」或「經濟限界」似乎比較恰當。

2 經濟臨界的實例：

茲將筆者所收集的一些有關經濟臨界的敘詞列於表 1，作為今後本省植物保護之研究與推廣的參考。這些 ET 有些是經過實驗訂定的，有些則是憑著研究人員、推廣人員及農友之經驗推斷而得的。ET 之訂定目前仍在萌芽階段，利用累積的經驗加以推斷亦不失為一時權宜之計，也可給予研究人員一個研訂的參考。

再者合乎實際需求的 ET 敘詞，最好能結合下列三項資料，即 (a) 時期（日曆期或作物的生長發育期），(b) 單位樣品之蟲數（即蟲羣密度）或受害程度，以及 (c) 區域性氣象狀況。

表 1 中 Dr. Petty 所列有關美國玉米地帶每一時期之主要害蟲之臨時性經濟為害限界，堪值吾人效法，且可作為蟲害管理之一個典範。可是有了這些資料以後，要運用到田間則應配合適當的取樣方法。

三、害蟲田間取樣技術之運用

取樣的目的是想利用少數代表性的樣品，來估計整個族羣的特性。因此準確、易行、省力、省時是採樣的基本要求。田間取樣方式可大略分為兩種，一種是有固定樣品數目的 (fixed sample size)；另一種沒有樣品數的限制，只要依序採樣的累積值，達到能够下決定的程度即可停止採樣，這是最近逐漸受到

蟲害管理策略與農藥評選

表1. 一些重要作物害蟲的經濟為害限界

作物	地區	昆蟲種類	經濟為害限界	資料來源
棉花	美·加州	棉實蛾 (Bollworm)	100 株草棉有 15 隻一齡及二齡棉實蛾幼蟲時即應防治。	(18)
棉花	美·加州	盲椿象 (Lygus bug)	(1)6月初—7月底： 50 次掃網得 10 隻盲椿象時 (adults + nymphs × 2) (2)7月底—8月中： 25 隻/50 次掃網 (同上) 或 10 隻/50 次掃網 (adults + nymphs)	(15)
玉米	加拿大魁北克	玉米螟 (European corn borer)	100 株玉米桿可發現 40 隻蛀蟲時，大約有 45% 的桿已受到損害，估計將會損失 10% 的雌花穗 (Ear)。	(8)
玉米	美國伊利諾州	同上	當伸展的玉米葉長達 35 吋時，隨機取 100 株玉米，若葉片上之螟卵塊達 50 塊時，則需準備防治。	(10)
玉米	美國玉米地帶	A. 播種前/時 a) 鱗 蟻 (White grubs) b) 西部食根金花蟲 (Western corn rootworms) c) 食根金花蟲 (Corn rootworms) d) 北部食根金花蟲 (Northern corn rootworms)	2-3 鱗蟻/平方呎土壤 5 隻成蟲/株 連續三週發現平均每株有一成蟲。 10 隻成蟲/株	(11)
		B. 5月—7月 a) 切根夜蛾 (Cut worms) b) 食根金花蟲幼蟲 (Corn rootworm larvae) c) 普通桿蛀蟲 (Common stalk borer) d) 春夜盜蟲 (Spring armyworm) e) 玉米螟 (European corn borer)	平均每 25 株有一 cutworm，或 10% 的玉米嚴重受害時。 平均每株有 10 隻 rootworm 幼蟲，或 50% 的玉米根受害時。 10% 的玉米桿受害時。 平均每平方呎土壤有 2-3 隻夜盜蟲，或 1/3 的株受到中度—嚴重損害時。 75% 的玉米株有卵塊，或頂葉有被害之疤痕時。	
		C. 7月—9月 a) 食根金花蟲 (Corn rootworm adult) b) 西部豆切根蟲 (Western bean cutworm) c) 玉米螟 (European corn borer) (第二世代) d) 秋夜盜蟲 (Fall armyworms)	當柱頭 (silk) 出現時，若平均每株有 10-15 隻成蟲時，則應防治；(若玉米田受乾旱之壓力時，則為 5-10 成蟲/株)。 當 90% 的玉米長出雄花穗 (tassel) 時，若有 5% 以上的株有卵塊或幼蟲，則應防治。 馬齒玉米 (Dent corn)：在晚生的輪生葉 (whorl) 至早出的柱頭出現時，平均每株有一卵塊則防治。 Sweet corn：平均每 10 株有一卵塊以上時，即應防治 (卵孵化期防治)。 (1)10-20 % 的桿受害時，或 (2)株高 3 呎以下而有 25% 顯出中度至嚴重的受害時，或 (3)25% 的輪生葉受害時，或 (4)株高在 2-3 呎時，每株輪生葉上有 3-6 隻幼蟲時，即應防治。	

e) 蟎類 (Mites)	當株上端 1/3 以上部分的葉子有霉爛在，而且葉片呈乾燥狀時。
f) 西北部玉米螟 (Southwestern corn borers)	25% 的玉米株有卵塊或幼蟲時。
g) 玉米葉蚜 (Corn leaf aphids)	(1) 在輪生葉晚期至開雄花穗之早期時，若有 50% 的玉米株有輕度到中度的受害即應防治。 (2) 10% 以上的玉米株在開雄花穗之前，若每株有 500 隻以上蚜的蟲為害時，即應防治。
h) 夜盜蟲 (Armyworms)	夜盜蟲開始取食雌花穗及其以上的葉片時，即應防治。

* Dr. Petty 的這些資料是臨時性的，可能最近幾年內會有更可靠的資料補充或修訂。提供資料的州計有：Illinois, Indiana, Ohio, Missouri, Oklahoma, Tennessee, Wisconsin, Arkansas, Minnesota, South Dakota, Kansas, North Dakota 等 14 州的推廣人員。

重視的順序採樣法 (sequential sampling)。茲分別以實例介紹如下：

1. 固定樣品數之取樣法：

茲以表 1 中玉米害蟲為例。在美國依利諾州，判斷需不需要防治玉米螟 (European corn borer)，可利用下述的採樣方法來決定：當玉米葉伸長達 35 吋左右時，檢查者走進田間 50 步然後開始以逢機取樣，計算每株葉片上之螟卵塊數，共取 100 株檢查，若總數達 50 塊卵塊時，則知已達經濟為害界限，一俟螟卵開始孵化即行噴藥⁽¹⁰⁾。這是簡單的逢機取樣法。表 1 中的其他例子大都可以同法行之，不再贅述。

2. 順序取樣法：

(1) 簡介 順序取樣法之最大特色，在於它對樣品數不加限制，只要依序取得的樣品，其累計值落入任何一預先設定的蟲羣等級或為害等級之區域時，採樣即可停止。因此在人力及時間上很經濟。據報告，此法比其他方式的取樣法要節省 50% 到 80% 的時間^(6, 12, 10)。

但是從研究開始到能利用順序取樣法，倒是需要一段時間，因為採用此法需先：a) 確立蟲羣等級或

受害等級或經濟為害界限；b) 要探求該害蟲在田間的空間分佈型 (spatial distribution pattern)，然後根據搜集的數據，求出符合該分佈型的統計學分佈型 (statistical distribution pattern)，一般常見的如常態分佈 (normal distribution)、卜瓦松分佈 Poisson distribution)、二項式分佈 (binomial distribution)、負二項式分佈 (negative binomial distribution) 等及其他型⁽¹¹⁾。關於如何探究昆蟲或其田間為害的分佈型，以及有關順序取樣法更詳細的介紹，容下次專文討論。本文先就有了完整的資料以後如何利用來加以介紹。

(2) 取樣決定值的訂定 茲以表 1 中美國加州棉花盲椿象的例子來說明。第一、據報告盲椿象在棉田呈叢狀分佈，符合負二項式分佈，其 K 值等於 9.05⁽¹⁴⁾ (K 值是測定聚集程度的介值，K 值愈小聚集度愈大)。第二、盲椿象為害棉花之經濟臨界值已確定⁽¹⁵⁾，茲轉錄如下：(表 2)。

第三、判斷錯誤的可能情況有兩種。一種是根本不必防治而却建議要防治，其機率是 α ；另一種是應該要防治而建議不必防治，其機率是 β 。現設定 α 與 β 同為 0.10，亦即 100 次的判斷中有 10 次錯誤的可能性。

表 2. 決定需不需要防治盲椿象的經濟臨界值 (Sevacherian & Stern 1972,6)

時 期	計 數 法	決 定 值 (50 次掃網之盲椿象數)		
		不 必 防 治	繼 續 取 樣	建 議 防 治
6月初—7月下	成蟲數 + 若蟲數 × 2	≤ 8	中間值	≥ 0
7月下—8月中	(同上)	≤ 5	"	≥ 25
7月下—8月中	成蟲數 + 若蟲數	≤ 8	"	≥ 10

偵測小隊，由一督導員負責分配偵測員的調查區域，作定期的作業。臺灣也有類似的病蟲害預測員，為著將來植物保護推廣工作的方便，謹提出表 4 的樣張，作為將來植物保護研究的方針之一。

表 4. 田間蟲害調查的順序採樣表格*

地點：	田主：	日期：	天氣：	
作物：棉花	期作：	對象害蟲：盲椿象	調查員：	
樣品 編號	每一樣品中蟲數之累計總數			
	不必防治 (下限)	實得蟲數	累計蟲數	建議防治 (上限)
1	0	14	14	29
2	0	20	34	37
3	7	11	45	46
4	16	19	63	55
5	25			64
6	34			73
...
19	150			190
20	159			198

* 以美國加州棉花盲椿象之順序採樣法修改而成。

注意事項：

1. 採樣須於無露水時行之。
2. 每一樣品以 50 回掃網為準。
3. 調查區以 40 英畝左右為準。
4. 標區不可局限於一隅，田邊及田內均應採樣。
5. 至少要連續取完三樣品以上才下決定。
6. 若累加蟲數大於或等於上限的值則停止採樣並建議防治。
7. 若累加蟲數小於或等於下限的值亦停止採樣並建議不必防治。
8. 本法判斷錯誤的可能性有 10%。

四、蟲害管理用農藥之評選

根據上節的取樣方法，認為需要緊急防治的話，一般是免不了要使用殺蟲劑的。可是有效、無藥害、容易購得而價錢又不貴的殺蟲劑可能有很多種，為了

兼顧農產品之質量及避免或減少農藥的併發症，如何選擇藥劑以配合應用於綜合防治系統中是蟲害管理中一項很重要的問題。

關於殺蟲劑的評選問題，美國伊利諾大學的 Dr. R.L. Metcalf 曾於 1971 年初步擬定一套方法，後來更專文詳加討論⁽⁹⁾。茲介紹如下，並稍加補充整理，以供國內同行參考。

首先是設定一套安全等級的區分法（如表 5），以為劃分藥劑安全等級的標準。其評選的主要標準，第一是考慮藥劑的毒性，包括對哺乳類動物及非標的（non-target）動物的毒性，前者以白鼠（rat）之口服半數致死量（oral LD₅₀）為代表值；後者以毒理資料較全的鱒魚（trout）之 LC₅₀、雉雞（phasant）之 LD₅₀ 及蜜蜂之 topical LD₅₀ 為準。第二是考慮環境污染的持久性（environmental persistence），這項資料以藥劑在土壤中的半衰期（half-life）為準。

接著就按照上述的評分標準，把一些毒理資料較全的殺蟲劑加以評分列表 6。在總分的計算上，麥氏把對哺乳類動物之毒性（A）、對非標的動物之毒性的平均值（B）及在土中的半衰期（C）這三者加起來，即 $(A) + (B \text{ 之平均}) + (C) = \text{總分}$ 。個人認為這三項若分別賦予不同的比重再權衡，也許要更符合實際需求。從安全的角度來看，C 項最令人關切，因為這是農藥經由食物鏈之傳遞及濃縮而危及野生生物及人類的主要特性。而 A 項其次，B 項又次之。因此若以 $(B \text{ 之平均值}) + (A \times 2) + (C \times 3) = \text{總分}$ 來計算，則比平等權衡（equal weighing）更易分出農藥之優劣。當然這只是個人的管見，見仁見智讀者不必苟同。

最後一項必需設定的標準是，如何從各藥劑經評選後的總分，評判其在蟲害管理系統中之適用性。此項標準列表 7。

表 5. 殺蟲劑安全等級之劃分標準 (Metcalf, 1972)

等級	對哺乳類之毒性	對非標的動物之毒性			在環境中之持久性
	白鼠 (口服 LD ₅₀ , mg/kg)	鱒魚 (LC ₅₀ , ppm)	雉雞 (口服 LD ₅₀ , mg/kg)	蜜蜂 (Topical LD ₅₀ , mg/kg)	在土中之半衰期
1	1000以上	1.0以上	1000以上	100以上	<1個月
2	200-1000	0.1 - 1.0	200-1000	20-100	1- 4個月
3	50- 200	0.01 - 0.1	50- 200	5- 20	4-12個月
4	10- 50	0.001-0.01	10- 50	1- 5	1- 3年
5	10以下	0.001以下	10以下	1以下	3-10年

蟲害管理策略與農藥評選

表 6. 一些殺蟲劑的評選結果*

藥劑名稱		A. 對哺乳類毒性	B. 對非標的動物毒性				C. 在土中半衰期	總分		總評	
			魚類	雉雞	蜜蜂	平均		麥氏	筆者	麥氏	筆者
Trichlorfon	三氯松	2	1	2	1	1.3	1	4.3	8.3	優	優
Methoxychlor	甲氧基氯松	1	3	1	1	1.7	2	4.7	9.7	優	優
Malathion	馬拉松	2	2	1	4	2.3	1	5.3	9.3	優	優
Naled	乃力松	2	2	3	4	3.0	1	6.0	10.0	優	優
Carbaryl	加保利	2	1	1	4	2.0	2	6.0	12.0	優	優
Chlodaie	氯丹	2	3	2	2	2.3	3	7.3	15.3	優	優
Dicofol	大克特	2	1	2	1	1.3	4	7.3	17.3	優	良
Dimethoate	大滅松	3	1	4	5	3.3	2	8.3	15.3	良	優
m-Parathion	甲基巴拉松	4	1	5	5	3.7	1	8.7	14.7	良	優
Phosphamidon	福賜米松	4	2	4	4	3.3	2	9.3	17.3	良	良
Carbophenothion		4	2	4	4	3.3	2	9.3	17.3	良	良
Zectran (R)		4	1	5	5	3.7	2	9.7	17.7	良	良
Diazinon	大利松	3	2	5	4	3.7	3	9.7	18.7	良	良
Tetraethyl pyrophosphate		5	2	5	5	4.0	1	10.0	17.0	良	良
Demeton	滴滅通	5	2	5	2	3.0	2	10.0	19.0	良	良
Mevinphos	美文松	5	3	5	4	4.0	1	10.0	17.0	良	良
Azinophosmeth		4	3	2	4	3.0	3	10.0	20.0	良	良
Lindane	靈丹	3	3	2	4	3.0	4	10.0	21.0	良	可
Toxaphene	毒殺芬	3	4	4	1	3.0	4	10.0	21.0	良	可
Parathion	巴拉松	5	4	4	4	4.0	2	11.0	20.0	可	良
Endosulfan	安殺番	4	4	4	4	4.0	3	11.0	21.0	可	可
DDT	滴滴涕	3	4	2	2	2.7	5	10.7	23.7	可	可
Phorate	福瑞松	5	4	5	2	3.7	3	11.7	22.7	可	可
EPN	一品松	4	2	3	4	3.0	4	11.0	23.0	可	可
Disulfoton	二硫松	5	3	5	2	3.3	3	11.3	22.3	可	可
Dieldrin	地特靈	4	4	3	4	3.7	5	12.7	26.7	可	劣
Heptachlor	飛佈達	4	3	4	4	3.7	5	12.7	26.7	可	劣
Aldrin	阿特靈	4	4	4	4	4.0	5	13.0	27.0	可	劣
Endrin	安特靈	5	5	5	2	4.0	5	14.0	29.0	劣	劣

* 摘錄 Metcalf 1972 資料重新整理而成

** 藥劑中名依照廖龍盛、孫定國 1972 實用農藥之名稱

表 7 農藥之評分與其優劣之評判標準*

總分幅度		總評	評語
麥氏	筆者		
4.0-7.5	8.0-15.5	優	最適用於蟲害管理。
7.6-10.5	15.6-20.5	良	可予推薦，但需小心使用。
10.6-13.5	20.6-25.5	可	僅在有限制情況下使用。
13.6-15.0	25.6-30.6	劣	非萬不得已不要用。

* 據 Metcalf 1972 意見列表而成。

筆者將表 7 的評判標準應用於表 6 中，而增列總評一欄。茲將麥氏及筆者之評選結果作一比較。麥氏認為地特靈、飛佈達及阿特靈尚可，而筆者評選為劣級。其次靈丹及毒殺芬筆者的評選也較差，主要都是考慮到其在環境中的持久性。再者，大滅松、甲基巴拉松及福賜米松應該是優等的藥劑，其他的評選大略一致。

筆者認為若目前臺灣常用的農藥，能够比照上述方法，或變通評選準則，一一加以評選，則在農藥的

推薦上，除了考慮到藥效、藥害之外，還有更可靠的標準可循。

五、結 語

農藥之使用在當今的社會情況下是不可偏廢的。為了兼顧農產品的質量及避免農藥引起的併發症，除了應該竭力探求不用藥劑的植物保護技術之外，還應在明智的使用農藥方面力求改進。同時也應該矯正一般人對農藥的錯誤觀念，俾使農藥之應用能達到安全有效而經濟的地步。

欲達到上述目標，則有賴於害蟲經濟為害限界的訂定與應用，以作為需不需要採取防治措施的可靠準據。而此準據應該配合適當的取樣技術，尤其是最經濟的順序取樣法，才能實際應用。這是本省植物保護方面亟待研究的方針之一。同時在推廣方面，現階段似可召集有關作物病蟲害研究小組、推廣人員及有經驗的農民，共同擬定主要作物主要害蟲之經濟為害限界，以作為進一步研訂的基石及推廣的依據。

鑒於本省當前推廣農藥之繁雜，推廣及應用時難於抉擇，有關當局似可採用本文介紹的農藥評選標準與方法，將常用的農藥一一加以評選，並列於植物保護手冊中，作為推廣之參考。

本文完稿後，承蒙本中心主任貢毅紳博士、邱瑞珍技正、謝豐國博士及古德業博士惠示卓見、助理洪淑珍小姐繕寫文稿，特此致謝。

引 用 文 獻

1. 廖龍盛、孫定國 1971 實用農藥 (修訂三版) 448p. 2. Allen, J., D. Gonzalez and D. V. Go-

khale. 1972. *Environ. Entomol.* 1:771-780.
 3. Douth, R. L. and R. F. Smith. 1971. *Biological Control*. (Plenum Press.) 3-15. 4. Gonzalez, D. 1970. *Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Control Habitat Manage.* No. 2:83-101.
 5. Green, G. L. 1971. *J. Econ. Entomol.* 64:673-674. 6. Harcourt, D.G. 1966. *J. Econ. Entomol.* 59:1190-1192. 7. Headley, J.C. 1972. *Nat. Acad. Sci.-Nat. Res. Council. Pest control strategies for the future.* vii+376 pp. 8. Le Roux, E. J., R. O. Paradis & M. Hudon. 1963. *Mem. Entomol. Soc. Con* 32:67-82. 9. Metcalf, R. L. 1972. *Choice of insecticide for pest management.*
 10. Moore, S. III; D.E. Kuhlman & R. Randell 1970. *Ill. Nat. Hist. Surv.: Twenty-second Illinois custom spray operators training school.* 244pp.
 11. Petty, H.B.(ed.) 1973. *Corn pest management program procedures-Preliminary report.* 17 pp. 12. Pieters, E. P. and W. L. Sterling. 1974. *Environ. Entomol.* 3:102-106. 13. Rudd, R. L. 1964. *Pesticides and the living landscape.* (Wisconsin Press.) Xvi+320 pp. 14. Sevacherian, V., & V. M. Stern, 1972a. *Environ. Entomol.* 1:695-704. 15. Sevacherian, V. & V. M. Stern 1972b. *Environ. Entomol.* 1:704-710.
 16. Stern, V. M. 1973. *Ann. Rev. Entomol.* 18: 259-280. 17. Stern, V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch, & K. S. Hagen. 1959. *Hilgardia* 29:81-101. 18. Van den Bosch, R., *et al* 19. *Biological control.* (New York: Plenum) 37: -594.
 19. Waters, W. E. 1955. *Forest Sci.* 1:68-79.