

# 水稻田常用農藥對稻株生育之影響

蔣永正

農委會農業藥物毒物試驗所

## 摘 要

本研究主要針對鐵鉀砷酸銨(MAFA)及克枯爛(tecloftalam)，於水稻不同生育期施用對產量及產量成份之影響，同時以胡瓜、萵苣及水稻三種測試作物之胚根伸長反應，檢測臺灣水田常用農藥引起作物藥害之潛力，做為農藥安全使用的參考和依據。於水稻幼穗分化期、孕穗期及抽穗始期，噴施 2000 倍之 6.5% 鐵鉀砷酸銨溶液，會引起會稻穗扭曲、雌蕊柱頭乾枯之異常現象；幼穗分化期處理導致穗長、單穗重、每穗粒數、稔實率及千粒重均達 20% 以上之抑制，其中千粒重高達 35%。噴施 1000 倍之 10% 克枯爛可濕性粉劑，稻株發生鞘葉自葉尖及葉緣向葉基及中肋部分黃化，穀粒內外穎褐化、空穗等異常；對稻穗生長之影響程度亦以幼穗分化期最為明顯，千粒重減少達 25% 左右。鐵鉀砷酸銨及克枯爛會造成幼穗分化期，及孕穗期的水稻單株產量降低，其中穗數的差異較小，每穗粒數、稔實率及千粒重則明顯減少，以幼穗分化期施用之影響最大。由胚根伸長抑制反應之殺菌劑藥害潛力，依序為鐵鉀砷酸銨、克枯爛及撲克拉最高，次為亞賜圃及滅達樂，快得寧之植物毒性最低，免賴地及賓克隆對水稻較安全，比多農及多得淨則對水稻及胡瓜均較安全。由胚根伸長抑制結果推估，6.5% 鐵鉀砷酸銨溶液稀釋 2000 倍，及 10% 克枯爛可濕性粉劑稀釋 1000 倍之田間登記使用量，遠低於 50% 胚根伸長抑制劑量(鐵鉀砷酸銨為 20ppm，克枯爛為 25ppm)，因此避免於穀粒發育之敏感生育期施用，應不致發生產量降低之藥害現象。測試殺蟲劑藥害潛力依序為滅克蟲、益滅松、亞滅寧、美文松及陶斯松最高，次為納乃得，四氣異苯腈、螞離丹、護賽寧、丁基加保扶及芬普寧之植物毒性最低，護粒松對水稻極為安全，對萵苣之毒性較高。測試除草劑藥害潛力依序為免速隆、百速隆、丁基拉草、巴拉刈及撻乃安最高，次為樂滅草，固殺草僅在萵苣之表現較敏感，伏寄普及施得圃對水稻之毒性高，在胡瓜及萵苣極為安全。

關鍵詞：藥害，鐵鉀砷酸銨，克枯爛，水稻，產量，產量成分。

## Phytotoxicity of Pesticides Used in Paddy Field on Rice Growth and Yield

Yeong-Jene Chiang

*Taiwan Agriculture Chemicals and Toxic Substances Research Institute,  
Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.*

### Abstract

MAFA and tecloftalam are widely used fungicides for controlling sheath blight and bacterial leaf blight on transplanted rice in Taiwan. It shows inadequate use at sensitive growth stages could result in phytotoxicity of rice plant. A study was conducted to investigate the effect of MAFA and tecloftalam applied at various developmental stages on the performance of yield and yield components of rice plants. Tested fungicides were sprayed over-top to potted plants at panicle initiation stage, booting stage and heading stage. Symptoms of panicle twisting and stigma necrosis appeared after tested fungicides spraying at panicle initiation stage and booting stage. Plant yield was significantly affected by MAFA and tecloftalam treatments at different stages except that at heading stage. Among the yield components, filled-grain percentage and 1000-grain weight decreased markedly. The reduction in yield might be due to inhibition of effective grains filling by tested pesticides. Bioassay methods were developed using cucumber, lettuce and rice as the test species to evaluate the phytotoxicity of pesticides. Dose-response relationships were established for the radical elongation of each test crop and chemical. Based on the data presented here, this bioassay appeared to be useful in evaluating the potential toxicity of pesticides to crops.

Key words : phytotoxicity, MAFA, tecloftalam, rice, yield, yield components.

### 前 言

現代農作栽培管理體系中，不論是病蟲草的防治或作物生育的調節，普遍以使用農用藥劑為主，作物相的多樣化及農藥種類的複雜，導致藥害的發生頻度在短時間內無法有效降低<sup>(2, 4, 6)</sup>。藥害發生的原因可歸類為農藥本身的

性質(包括主成份和添加劑)及噴藥系統(噴藥時使用的壓力、稀釋水量及噴嘴噴出之藥粒大小等),在受到環境因子(溫度、風向、水質及土質)的影響下,引起敏感作物種類、生育期或組織器官發生異常生長現象<sup>(6,7)</sup>。成品農藥在申請登記時,對登記作物即已進行藥害評估之田間測試,因此品質合格的農藥,遵循推薦方法施用是不會引起作物發生藥害的。田區藥害發生的主因往往在於使用者未能完整掌控,藥劑與作物間生物活性的關係,任意改變施用方法所致。以水稻為例,在目前農業從業人員兼職化及高齡化的農村結構下,面對不斷增加之害物(pest)物種,為掌握病蟲草害等之防治時效,通常會選擇多種農藥混合施用的方式,混合農藥中藥劑之植物毒性有可能累積加強,在噴施不均勻下容易引起稻株不稔、產量受損的藥害現象。實際上混合農藥除要顧及藥劑的物化特性外,還要了解生物活性改變的可能性。此外現行新農藥藥害委託試驗的設計中,並未針對非目標作物進行測試,除草劑噴施時的飄散(drifting)、或殘留在土壤、灌溉水中,會導致鄰近地區敏感作物的生育抑制<sup>(3, 5, 6)</sup>。噴施藥滴小於 150 $\mu$  之藥液,會隨氣流飛越到非目標作物區內,造成飄散藥害,如蔗田大面積噴施 2,4-D,引起附近水稻、西瓜及葡萄等作物生育異常<sup>(6)</sup>;灌溉水中或土壤中殘留之除草劑,也會抑制鄰近田區或後作的生育;如施用百速隆之田水,在施藥後十日至兩週間,不宜用為蔬菜、芋頭等闊葉作物之澆灌水,否則會造成新葉縮縮、黃化及植株死亡<sup>(3, 6)</sup>。目前藥害的診斷,以受害植株典型徵狀之現場勘察辨識為主,輔以組織切片等微細構造的觀察,及除草劑檢測植體內之殘留量。因此針對台灣地區主要的作物種類,有關農藥藥害潛力篩選之相關研究,實為農藥安全使用亟需充實的部份。水稻栽培在台灣已建立相當純熟的技術,水稻產量的構成因素為單位面積穗數、每穗粒數、稔實率及千粒重,決定產量之稻株生育期,分別為最高分蘗期後的幼穗分化期、孕穗期、抽穗前後及成熟初期,千粒重為穩定的品種特性,從劍葉抽出至抽穗期約二十日及乳熟期間,藥劑的影響容易導致產量的明顯降低<sup>(1, 7, 10)</sup>。實際在一、二期作之育苗及抽穗期,仍然會有因為施用時期或藥劑混合不當,引起秧苗黃化枯死或抽穗異常、穀粒不稔的藥害案件,因為栽培面積廣闊,特定農藥的使用量頗為可觀,一旦發生藥害所造成的損害程度必將造成衝擊,對一個已建立完備管理體系的作物而言,因為藥害發生影響農民的收益殊為遺憾。本研究目的為(1)針對藥害發生的水稻敏感生育期,調查藥害發生時的外觀典型徵狀,及分析產量、產量成份間之相關關係,做為鑑定及損害評估之依據。(2)測定臺灣常用農藥引起作物藥害的潛力,從

藥害測試作物組之胚根伸長反應分析，評估引起藥害之可能性。

## 材料與方法

### 供試作物及處理藥劑

水稻測試品種為台中秈10號及台梗8號，於秧苗三葉期時，單本移植於裝有約4.5公斤田土之栽植盆內，並依循一般水田施肥及淹水之管理方式，於特定生育期處理藥劑。

試驗用藥劑：選用之測試農藥包括 40%免賴地可濕性粉劑、6.5%鐵鉀磷酸銨溶液、10%克枯爛可濕性粉劑、25%撲克拉乳劑、25%賓克隆可濕性粉劑、40%亞賜圃乳劑、35%滅達樂可濕性粉劑、28%比多農乳劑、80%多得淨可濕性粉劑及 33.5%快得寧水懸劑等十種殺菌劑，50%滅克蟲可濕性粉劑、50%益滅松可濕性粉劑、3%亞滅寧乳劑、22.5%陶斯松乳劑、10%美文松溶液、90%納乃得可濕性粉劑、50%護粒松乳劑、40%四氣異苯腈水懸劑、25%蟬離丹可濕性粉劑、5%護賽寧溶液、48.34%丁基加保扶乳劑、及 10%芬普寧可濕性粉劑等十二種殺蟲劑，及 10%免速隆可濕性粉劑、10%百速隆可濕性粉劑、32%丁基拉草乳劑、24%巴拉刈溶液、25%捷乃安乳劑、12%樂滅草乳劑、18.02%固殺草溶液、41%嘉磷塞溶液、17.5%伏寄普乳劑、及 34%施得圃乳劑等十種除草劑。

### 鐵鉀磷酸銨及克枯爛對水稻稻穗發育及產量之影響

於水稻植株進入生殖生長期開始，分別以 6.5%鐵鉀磷酸銨溶液稀釋 2000 倍，及 10%克枯爛可濕性粉劑稀釋 1000 倍，噴施幼穗分化期(幼穗長度約 1-2 mm)、孕穗期(劍葉葉鞘飽滿內含稻穗)、抽穗始期(穗頂伸出劍葉葉鞘)及抽穗期(穗抽出達 50%)之稻株，藥劑處理後記錄植株形態上之變化徵狀，及調查單穗長、單穗重、每穗粒數、稔實率及千粒重等與產量有關之變異。

另外噴施 6.5%鐵鉀磷酸銨溶液稀釋 2000 及 4000 倍，與 10%克枯爛可濕性粉劑稀釋 1000 及 2000 倍，於幼穗分化期、孕穗期及抽穗期之水稻植株，藥劑處理後調查單株平均穗數、單穗平均粒數、稔實率及千粒重等產量成分，及單株平均產量等性狀。

### 常用農藥引起水稻藥害之測定

將已預措處理之水稻(台梗8號)、胡瓜(清綠)及萵苣(興農2號)等種子各10粒，分別包覆於30cm×20cm(長×寬)之濾紙內，置於裝有50ml不同濃度之成品農藥藥液中(殺蟲劑及殺菌劑為0、1、10、100及1000 ppm；除草劑為0、

1、10、100及1000 ppb)，並將燒杯放置在溫度設定在25°C，光強度約 $200\mu\text{Es}^{-1}\text{m}^{-2}$ 的12小時日夜光週期生長箱內，於處理後5日調查胚根長度，並估算各測試作物對藥劑的劑量反應( $I_{50}$ )，做為藥害潛力評級之依據<sup>(5, 14)</sup>。

## 結果與討論

### 鐵鉀砷酸銨及克枯爛對水稻稻穗發育之影響

以稀釋 2000 倍之 6.5% 鐵鉀砷酸銨溶液，及 1000 倍之 10% 克枯爛可濕性粉劑，分別噴施於幼穗分化期、孕穗期、抽穗始期及抽穗期之台梗 8 號及台中秈 10 號稻株，處理後調查植株之藥害徵狀，及單穗長、單穗重、每穗粒數、稔實率、千粒重等性狀。鐵鉀砷酸銨於幼穗分化期、孕穗期、抽穗始期施用，會導致稻穗扭曲，無法自葉鞘抽出之異常現象，同時雌蕊柱頭也有不同程度的乾枯(圖一)；克枯爛則引起稻株自葉尖及葉緣開始向葉基及中肋部分黃化，及穀粒內外穎褐化、空穗現象(圖一)；由此典型之藥害徵狀可研判發生的原因及預估可能受損程度。在解剖顯微鏡下觀察雌蕊形態變化及內外穎褐變程度；顯示雌蕊柱頭乾枯及內外穎褐化程度，隨處理劑量的提高而增加(圖一)。



圖一、鐵鉀砷酸銨(左)及克枯爛(右)引起水稻雌蕊柱頭乾枯及穀粒褐化。  
Fig.1. Symptoms of panicle twisting and stigma necrosis appeared after MAFA and tecloftalam spraying.

鐵鉀砷酸銨稀釋 2000 倍處理不同生育期之台梗 8 號稻株，對稻穗生長之影響列於表一。於幼穗分化期處理導致穗長、單穗重、每穗粒數、稔實率

及千粒重均達 20% 以上之生長抑制率，其次為孕穗期及抽穗始期，抽穗期處理與對照株無明顯差異(表一)。比較穗長、單穗重、每穗粒數、稔實率及千粒重對藥劑之反應，其中千粒重在幼穗分化期及孕穗期處理，分別有 35% 及 33% 的降低(表一)。克枯爛以稀釋 1000 倍之劑量處理不同生育期之稻株，對稻穗生長之影響程度較鐵鉀砷酸銨為低，亦以幼穗分化期及孕穗期處理之抑制率最為明顯，且千粒重之減少達 25% 左右(表一)。鐵鉀砷酸銨及克枯爛對台中秈 10 號不同生育期稻株之影響，與台梗 8 號有相類似之趨勢，以幼穗分化期最敏感，其次為孕穗期，抽穗始期及抽穗期處理與對照株無明顯差異(表二)。但台中秈 10 號對測試藥劑之忍受性較台梗 8 號略高(表一、表二)。

表一、鐵鉀砷酸銨及克枯爛對台梗 8 號水稻穗發育之影響<sup>1)</sup>

Table 1. Effects of MAFA and tecloftalam treatments on the panicle development of TK8 rice plants

處理藥劑	處理時期	單穗長 (cm)	單穗重 (g)	粒數/穗	稔實率 (%)	千粒重 (g)
對照		23.2	2.44	104	89	24.6
鐵鉀 砷酸銨	幼穗分化期	17.7	1.76	81	65	16.0
	孕穗期	18.9	1.81	93	67	16.4
	抽穗始期	21.8	1.94	99	80	21.8
	抽穗期	22.7	2.35	105	85	24.4
克枯爛	幼穗分化期	20.5	1.98	83	71	18.5
	孕穗期	20.6	2.04	95	76	19.7
	抽穗始期	22.4	2.39	101	82	21.6
	抽穗期	23.1	2.57	107	87	24.5

<sup>1)</sup> 藥劑使用量：鐵鉀砷酸銨稀釋 2000 倍，克枯爛稀釋 1000 倍。

水稻田用為防治紋枯病之鐵鉀砷酸銨及白葉枯病之克枯爛，因混用藥劑或施用時期不當，引起穗發育異常及穀粒稔實率降低，為一、二期稻作抽穗期普遍發生的藥害案件。藥劑噴施後引起水稻稔實率降低之現象，與雌蕊柱頭乾枯受粉功能降低，及內外穎褐化影響光合產物的儲積，應有相當程度之關係，此外由試驗觀察包覆在劍葉葉鞘中之稻穗，因為筒形的葉鞘會蓄積噴施在稻株上的藥液，於開花期間內外穎張開時，雌雄蕊易接觸到極高量之藥

液，確有可能造成發育上的遲滯，及穀粒充實等的正常發育，導致穗長、穗重、每穗粒數、稔實率及千粒重的明顯抑制<sup>(1, 10, 15)</sup>。本研究中水稻於不同生育期，接觸測試藥劑鐵鉀砷酸銨及克枯爛，探討雌雄蕊等生殖器官受害徵狀與稻穗發育、產量成份抑制之相關關係，可提供農藥引起水稻不稔藥害案件診斷之依據。

表二、鐵鉀砷酸銨及克枯爛對台中私 10 號水稻產量及產量成份的影響<sup>1)</sup>  
Table2. Effects of MAFA and tecloftalam treatments on the panicle development of TCS10 rice plants

處理藥劑	處理時期	單穗長 (cm)	單穗重 (g)	粒數/穗	稔實率 (%)	千粒重 (g)
對照		25.1	2.91	159	88	25.8
鐵鉀 砷酸銨	幼穗分化期	21.1	2.11	127	68	18.0
	孕穗期	21.7	2.50	143	70	18.3
	抽穗始期	23.8	2.59	153	79	24.5
	抽穗期	24.2	2.76	156	85	25.3
克枯爛	幼穗分化期	22.3	2.33	142	70	23.0
	孕穗期	22.6	2.59	146	75	24.5
	抽穗始期	24.7	2.79	151	82	25.8
	抽穗期	24.9	2.81	158	87	26.3

<sup>1)</sup>藥劑使用量：鐵鉀砷酸銨稀釋 2000 倍，克枯爛稀釋 1000 倍。

### 鐵鉀砷酸銨及克枯爛對水稻產量及產量成分之影響

以稀釋 2000 倍及 4000 倍之 6.5% 鐵鉀砷酸銨溶液，分別噴施於幼穗分化期、孕穗期及抽穗期之台梗 8 號稻株，處理後調查植株之單株產量，及穗數、每穗粒數、稔實率及千粒重等產量成分。稀釋 2000 倍之鐵鉀砷酸銨施用後，對幼穗分化期之稻株產量減少高達 50%，次為孕穗期呈 43% 之抑制率，抽穗期則為 7% (表三)。稀釋 4000 倍之影響趨勢類似，以幼穗分化期之表現最明顯，但抑制程度較低為 26% (表三)。各產量成分中每穗粒數、稔實率及千粒重對鐵鉀砷酸銨之反應較為敏感，稀釋 2000 倍劑量下，仍可引起幼穗分化期之各產量成分性狀達 30% 左右之抑制率 (表三)。稀釋 4000 倍之較低劑量對千粒重達 18% 之減少，每穗粒數及稔實率約 10% (表三)。稀釋 1000 倍及

2000 倍之 10% 克枯爛可濕性粉劑，於幼穗分化期處理，分別會引起台梗 8 號單株產量之降低達 38% 及 16%，高劑量處理孕穗期稻株，亦呈 25% 之減產(表三)。克枯爛於不同生育期處理，對水稻產量成分之影響趨勢與鐵鉀砷酸銨相似，以每穗粒數、稔實率及千粒重之反應較為敏感(表三)。

表三、鐵鉀砷酸銨及克枯爛對台梗 8 號水稻產量及產量成份的影響

Table3. Effects of MAFA and teclotalam treatments on the yield and yield components of TK8 rice plants

處理藥劑及劑量	處理時期	單株平均產量(g)	單株平均穗數	單穗平均粒數	稔實率(%)	千粒重(g)
對照		48.2	14	159	89	25.6
鐵鉀砷酸銨 4000X	幼穗分化期	35.7	13	143	79	20.9
	孕穗期	41.9	13	152	82	23.3
	抽穗期	47.7	13	162	88	25.5
鐵鉀砷酸銨 2000X	幼穗分化期	24.1	12	114	63	17.9
	孕穗期	27.5	12	129	70	18.0
	抽穗期	46.8	13	168	84	23.9
克枯爛 2000X	幼穗分化期	40.5	13	145	74	23.6
	孕穗期	44.3	14	151	84	24.8
	抽穗期	47.7	14	157	86	25.8
克枯爛 1000X	幼穗分化期	29.9	13	127	71	19.6
	孕穗期	36.2	13	147	76	20.9
	抽穗期	46.8	14	156	87	25.3

克枯爛及鐵鉀砷酸銨於水稻不同生育期噴施，顯示幼穗分化期及孕穗期的單株產量明顯降低，其中穗數的差異不大，每穗粒數、稔實率及千粒重則顯著降低，尤其在幼穗分化期施用影響最大。此外調查穀粒內外穎褐化比率



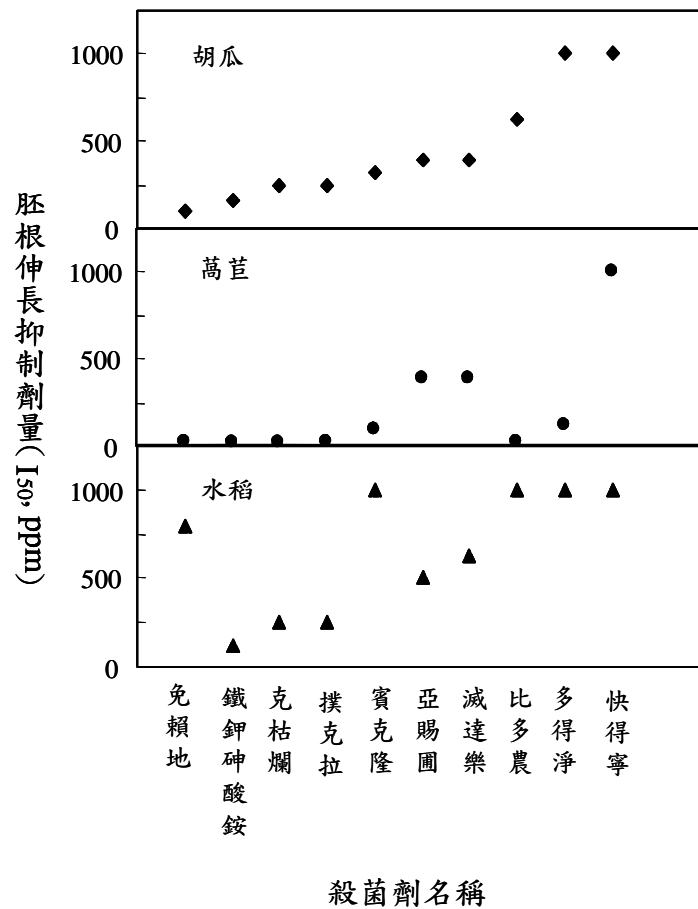
與稔實率相關性，發現在幼穗分化期及孕穗期施藥，引起之褐化穀粒數較高且充實度偏低，在抽穗初期、抽穗中期及齊穗期施藥引起之褐化穀粒，其稔實率與對照處理差異不顯著；內外穎褐化對水份及光合產物，由根部及葉片等供源器官(source)輸送至穀粒的貯積位置(sink)，確有生理上的障礙<sup>(1,6)</sup>。故兩種測試藥劑引起藥害的原因，可能與藥劑抑制雌雄器官的正常授粉及穀粒的發育(敏感生育期施用藥劑)有關，且由植株受害情形調查與產量成份相關之農藝性狀，可預估恢復正常生育之可能性及產量受損程度。

### 常用農藥引起水稻藥害之潛力評估

分別將已預措處理之胡瓜、萵苣及水稻種子，包覆於濾紙內，並置於裝有0、1、10、100及1000 ppm濃度之殺菌劑中，處理後5日調查各測試作物之胚根伸長長度，並估算各測試作物對不同藥劑的50%抑制劑量( $I_{50}$ )。在所測試之殺菌劑中，鐵鉀磷酸銨、克枯爛及撲克拉在三種測試作物之50%胚根長度抑制劑量均低於250 ppm，亞賜圃及滅達樂介於250-500 ppm間，免賴地及賓克隆對水稻之影響超過750 ppm，對胡瓜及萵苣之抑制劑量則低於250 ppm，比多農及多得淨對萵苣的抑制反應最明顯(低於250 ppm)，快得寧在三種測試作物均接近1000 ppm(圖二)。測試殺菌劑藥害潛力依序為鐵鉀磷酸銨、克枯爛及撲克拉最高，次為亞賜圃及滅達樂，快得寧之植物毒性最低，免賴地及賓克隆對水稻對水稻較安全，比多農及多得淨則對水稻及胡瓜均較安全。由胚根伸長抑制結果估算，稀釋2000倍之6.5%鐵鉀磷酸銨溶液，及1000倍之10%克枯爛可濕性粉劑之登記量，為水稻安全使用之劑量。

測試殺蟲劑中滅克蟲、益滅松、亞滅寧、陶斯松及美文松，在三種測試作物之50%胚根長度抑制劑量幾乎均低於250 ppm，其中僅水稻對陶斯松之反應介於250-500 ppm間，納乃得對胡瓜及萵苣之抑制劑量介於250-500 ppm間，但對水稻則低於250 ppm，護粒松之抑制劑量為水稻>胡瓜>萵苣，四氣異苯腈、蟬離丹、護賽寧、丁基加保扶及芬普寧，在三種測試作物之50%胚根長度抑制劑量均達於1000 ppm(圖三)。測試殺蟲劑藥害潛力依序為滅克蟲、益滅松、亞滅寧、美文松及陶斯松最高，次為納乃得，四氣異苯腈、蟬離丹、護賽寧、丁基加保扶及芬普寧之植物毒性最低，護粒松對水稻極為安全，對萵苣之毒性較高。

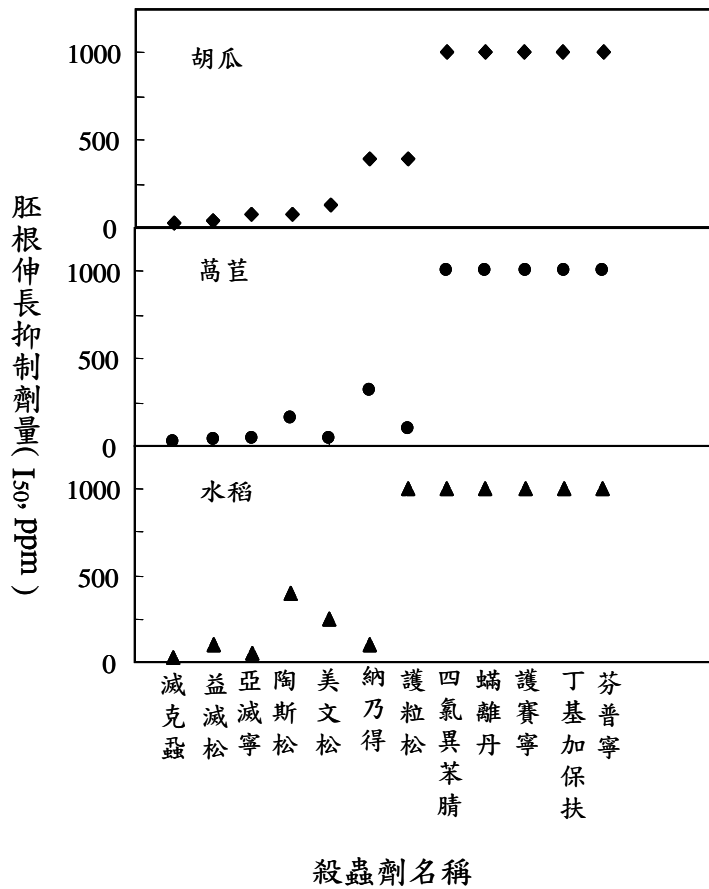
測試除草劑免速隆、百速隆、丁基拉草、巴拉刈及捷乃安，在三種測試作物之50%胚根長度抑制劑量幾乎均低於250 ppb，樂滅草對胡瓜及水稻之抑



圖二、常用殺菌劑對作物胚根伸長之抑制測定(I<sub>50</sub>)。  
Fig.2. Radicle elongation of test crops as affected by different concentrations of fungicides solution prepared with distilled water.

制劑量介於250-500 ppb間，但對萵苣則低於250 ppb，固殺草僅在萵苣之表現為500 ppb左右，其餘均達1000 ppb，嘉磷塞、伏寄普及施得圃對胡瓜及萵苣之抑制劑量高達1000 ppb，但伏寄普及施得圃對水稻之抑制劑量分別在250 ppb以下，及250-500 ppb間(圖四)。測試殺草劑藥害潛力依序為免速隆、百速隆、丁基拉草、巴拉刈及撻乃安最高，次為樂滅草，固殺草僅在萵苣之表現較敏感，伏寄普及施得圃對水稻之毒性高，在胡瓜及萵苣極為安全。

水稻自發芽至成熟所需的時間長短，會隨品種和種植的環境而異，在一、二期作之生育期約為四個月，完成了營養生長期、抽穗期及成熟期等截然不同但卻連續的生育期；分別為60，30及30天左右。水稻產量或潛在產量決定

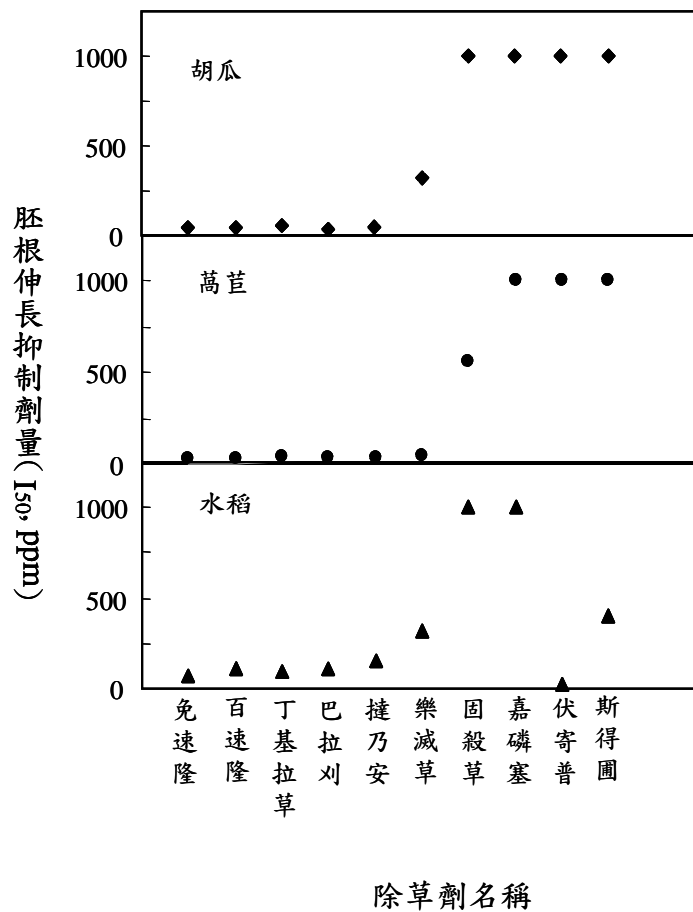


圖三、常用殺蟲劑對作物胚根伸長之抑制測定(I<sub>50</sub>)。  
Fig.3. Radicle elongation of test crops as affected by different concentrations of insecticides solution prepared with distilled water.

於抽穗之前，即有效分蘗數的多寡，而最終產量則與抽穗後的穗數、每穗粒數、稔實率和千粒重有關，因此在生育期間的肥料供給和病蟲草的防治效果，均會顯著影響稻株的生育及產量。依據現行水稻主要病蟲草害防治曆，從播種前之稻種消毒至收穫前用於防治發生在秧田及本田期間之病蟲草危害之農藥種類不下數十種，可能引起藥害發生之途徑為苗期及幼穗分化等敏感期接觸到具有植物毒性之藥劑，導致幼株生育不良或授粉、充實不完全。

以水稻、胡瓜及萵苣等作物種子之胚根伸長抑制反應，測定臺灣農田常用殺蟲劑、殺菌劑及除草劑等農藥，評估藥害之潛力。其中除草劑因涉及選擇性的因素，故對禾本科或闊葉植物具特殊選擇性者<sup>(9, 13)</sup>。常用農藥引起水稻藥害之測定：水稻、胡瓜、及萵苣的胚根伸長，對不同測試農藥的

反應有明顯差異。各地區水稻不稔藥害案件在一、二期作的發生均有極高頻率，針對受害情形預估產量損失程度為農民的迫切需求，但在不同水稻品種上對藥劑忍受性的表現仍會有差別，此為本研究執行時未完全包涵的部份。另外試驗中之測試藥劑均選用原廠登記之成品農藥，因研究項目未涵蓋藥劑中各組成份之物化組成測定，故對於其他品牌之同種藥劑，因添



圖四、常用除草劑對作物胚根伸長之抑制測定(I<sub>50</sub>)。  
Fig.4. Radicle elongation of test crops as affected by different concentrations of herbicides solution prepared with distilled water.

加劑的不盡相同，有可能導致藥害潛力評級的差異。針對藥害診斷的完整性，除要正確鑑定藥害發生的原因外，尚需對藥劑引起之作物生育抑制程度做有效預估，因此本研究從水稻生育特性分析藥害對農藝性狀的影響與產量成份受損程度的相關關係，由建立之評估模式提供診斷的依據<sup>(8, 13)</sup>。

## 引用文獻

1. 林文龍、侯福分。1986。稻作栽培法改進。引用自李成章、宋勳、邱建中、鄭義雄、鄧耀中、劉大江編著之「四十年臺灣地區稻作生產改進專輯」，黃正華先生農學獎學金基金會出版。129-140 頁。
2. 蔣永正。1997。農藥的藥害。臺灣省農業藥物毒物試驗所技術專刊第74號，臺中，臺灣。
3. 蔣永正、蔣慕琰、劉威廷、蔡瑞真。1999。稻田田水殘留之百速隆 (pyrazosulfuron-ethyl)引起非目標作物藥害之潛力。植保會刊 41: 67-78.
4. 蔣永正。2000。除草劑藥害。中華民國雜草會刊 21: 103-112.
5. 蔣永正、蔣慕琰。2001。生物檢測田水中硫醯尿素類除草劑之殘留活性。中華民國雜草會刊 22: 85-99.
6. 蔣永正、蔣慕琰。2002。農藥藥害的發生與診斷。第八章 不同作物藥害發生與避免：水稻。58-63 頁。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 印行。
7. 蔣慕琰、蔣永正。2002。藥害。鄭清煥主編“水稻保護(下冊)”。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。387-392 頁。
8. Alm, D. M., E. W. Stoller and L. M. Wax. 1993. An index model for predicting seed germination and emergence rates. *Weed Technol.* 7:560-569.
9. Clay, D. V. 1993. Herbicide residues in soils and plants and their bioassay. *In* Streigbig, J. C. and P. Kudsk. *Herbicide Bioassays*. CRC Press. pp. 153-172.
10. Haq, M. T., M. A. Sattar, M. M. Hossain, and M. M. Hasan. 2002. Effects of fertilizers and pesticides on growth and yield of rice. *J. Biol. Sci.* 2(2): 84-88.
11. Lavy, T. L. 1986. Herbicide bioassay as a research tool. *In* N. D. Camper ed. *Research Methods in Weed Science*. pp. 201-218. Southern Weed Science Society.
12. Stork, P. and M. C. Hannah. 1996. A bioassay method for formulation testing and residue studies of sulfonylurea and sulfonamide herbicides. *Weed Res.* 36:271-281.
13. Streigbig, J. C. 1993. Dose-response curves and statistical models. *In* Streigbig, J. C. and P. Kudsk. *Herbicide Bioassays*. CRC Press. pp. 29-56.
14. Sunderland, S. L., P. W. Santelmann, and T. D. Baughman. 1991. A rapid, sensitive soil bioassay for sulfonylurea herbicides. *Weed Sci.* 39:296-298.

15. Uddin, M. S., M. A. Sattar and M. A. Salam. 1998. Effect of organophosphorus pesticides on ecology of rice production in soils. *Bangladesh J. Environ. Sci.*, 4: 169-178.