水稻及水田雜草對2,4-D殺草劑之反應[1]

蔣　永　正[2]

Abstract

CHIANG, Y. J. 1983. Responses of Rice and Weeds in Paddy Field to 2,4-D Herbicide. Weed Science Bulletin 4:117-127.

The application of 2,4-D provided good weed control with remarkably mild rice toxicity at either middle-tillering stage or late-tillering stage (35 and 45 DAT in the first crop, 25 and 40 DAT in the second crop). 2,4-D-IPE was less toxic than 2,4-D-Na to rice plants, whereas weed control effects were almost the same. Split application not only had better efficacy on weed control, but also caused less injury than spray application to rice plants. Lower rates of 2,4-D caused the change of plant type, but without influence on rice yield.

Additional index words. 2,4-D-Na, 2,4-D-IPE.

摘要：本文報導 2,4-D 當做萌後殺草劑時之施用時期、劑型、方法及濃度對水稻發生藥害和水田雜草防除之效果。於水稻有效分蘗決定期及最高分蘗期（一期作為移植後35及45日，二期作為25及40日）使用時藥害最不明顯且殺草效果最佳。2,4-D 異丙基酯 (2,4-D-IPE) 粒劑較 2,4-D 鈉塩 (2,4-D-Na) 粉劑的藥害小，但兩者藥效相若；2,4-D 鈉塩粉劑撒施較噴施藥害小而藥效相當。微量施用 2,4-D 鈉塩粉劑具有賀爾蒙效應，使水稻株型發生改變，但並不影響產量。

緒　　言

2,4-D 屬苯氧醋酸系 (Phenoxy) 之賀爾蒙型殺草劑，其作用機制似 Auxin，改變植物體內各種賀爾蒙含量的平衡，且高濃度的積聚在植株各部之分生組織中，形成上偏 (epinasty) 生長的扭曲現象(11)。一般施用後 6—12 小時內，若無雨水淋洗，則大部份被雜草吸收(11)，由根或莖吸收者，則隨蒸散流向上運送至葉片；由葉面吸收者，則伴同光合產物向下輸送至根部，因施用方式的不同，可作向上 (acropetal) 或向下

1. 接收日期1983年 8 月26日。本文爲臺灣植物保護中心植物生理組研究報告第14號。
2. 臺灣植物保護中心植物生理組。

(basipetal) 的轉移，再分布到整株植體內[2]。2,4-D 亦會改變植體之光合作用，呼吸作用和代謝作用，但目前尚無直接證據足以解釋此種干擾現象[11]。

植物對 2,4-D 的反應隨其生育年齡而有差異，通常在發芽期最為敏感，此外對幼苗期及開花期的影響亦大[11]；環境因子如光線、溫度和濕度的改變也會導致 2,4-D 作用程度發生變異[15]；低溫下使用不慎時，易使水稻發生藥害[5]。在實際田間施用時，則因藥劑本身具有飄移 (drifting) 現象，使鄰近作物受到污染，造成使用上的困擾[11]。其殺草範圍限於闊葉草，對禾本科草無效，可能因為禾本科莖葉組織的差異，且生長點有葉鞘包圍，致吸收藥量減少，而形成高度的選擇性[2]。

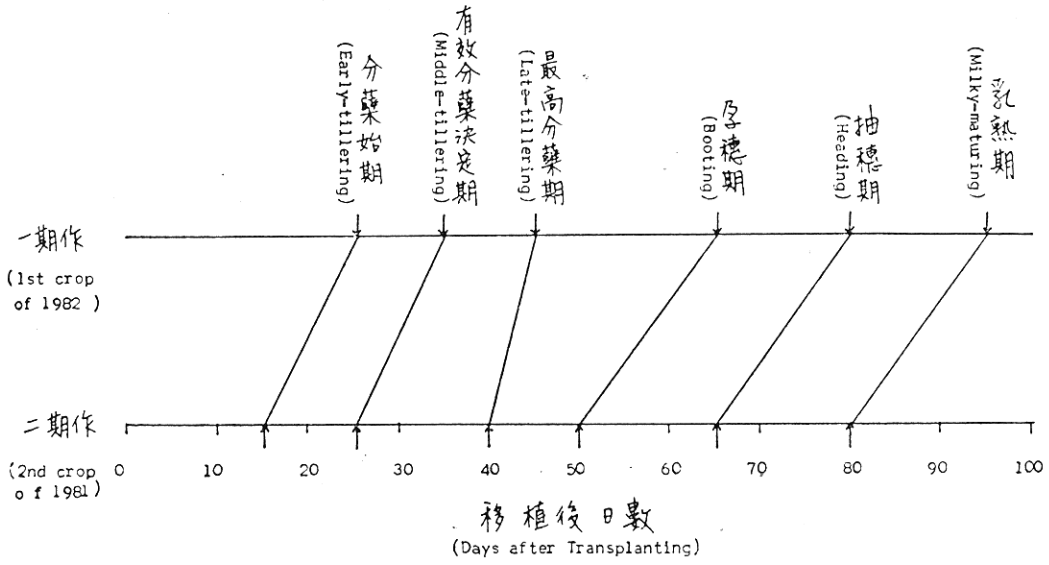
2,4-D 很早即被使用來防除田間闊葉雜草[14]。美國及日本等先進國家亦普遍應用為水田殺草劑，並致力於劑型及施用方法的改進，避免藥害的發生[1,13,16]。在印度、菲律賓等東南亞國家，因雜草萌生迅速，一般 2,4-D 均在早期萌後使用，且以 2,4-D 異丙基酯 (2,4-D-IPE) 粒劑所引起的藥害小[9]；此外並將 2,4-D 和其他藥劑混合施用 (如馬上除，Butachlor)，以增加殺草範圍[3]。

本省早在民國43年，首先自日本進口 2,4-D 殺草劑，進行水田雜草防除試驗，但因為當時萌前藥劑不普遍，單劑的 2,4-D 無法有效防除稗草和其他禾本科雜草，以及過份強調施藥後引起之植物暫時性藥害反應，且對於形態的改變和產量間的相關性不清楚，所以至今一直未被推薦。而目前由於所推薦的萌前藥劑如馬上除、殺丹 (Benthiocarb) 對多年生闊葉草效果差，萌後藥劑又只有本達隆 (Bentazon) 較為有效，但其價格昂貴且推薦較遲，尚未為農民普遍接受，故新竹地區農民對野茨菰的防除 (萌後處理)，仍幾乎完全依賴 2,4-D，且由於當地農民或農藥業者在使用上極有經驗，故甚少發生藥害。本研究的主要目的不在以 2,4-D 取代萌前藥劑，而是參照國內外農民使用的方法，將此藥劑的施藥時期方法、藥量及劑型加以比較，以期建立一安全使用方法作為參考，避免因使用不當所造成的莫大損失。

材料與方法

本研究於1981年及1982年在臺灣植物保護中心分別進行室外盆栽及田間試驗，所用水稻品種為臺農67號，並比照一般田間管理方式，在移植後 2—3 日，施用一次馬上除 (5% Butachlor G, 30kg/ha)，防除稗草及其他一年生雜草。

施藥時期試驗 1981年二期作及1982年一期作於田間，比較 2,4-D 對水稻各生育期的藥害反應及雜草防除效果。插秧時選用發育整齊之四葉齡健苗，一株五本植。試驗採逢機完全區集設計，四重覆，每小區面積 10m²。以自行裝配之小型二氧化碳充氣噴霧器組，配掛五孔圓型噴頭，在 30 psi 壓力下噴施 2,4-D 鈉塩可濕性粉劑 0.8 kg ai /ha (氯胺公司製造之80%鈉塩 W.P. 商品)，每公頃用水量800公升，自水稻稻株上方噴下。各處理試區於噴藥前一日排水，噴藥後 2—3 日恢復灌水。定植成活後每隔10—20日採樣，每小區 5 株，調查株高、葉數、分蘗數及植株乾重等農藝性狀，並評估各試區雜草防除率；收穫期於每小區中央 4 m² 內之64株水稻，調查產量及產量成份，以比較各處理間之藥害及藥效的差異。圖一為施藥時期與水稻生育期之對照表。



圖一、施藥時期與水稻移植後天數

Fig. 1. Time of 2,4-D application to rice at different growth stages (1st crop of 1982 and 2nd crop of 1981).

劑型及施藥方法比較試驗　1981年二期作於田間比較 2,4-D 鈉塩可濕性粉劑 (2,4-D-Na) 和 2,4-D異丙基酯粒劑 (2,4-D-IPE, IRRI 供應之 3.2% IPE G. 樣品)，二者對水稻各生育期生長之影響，施藥量均為 0.8 kg ai/ha，分別於分蘖始期，最高分蘖期和抽穗期處理。施藥方式比較試驗則將 2,4-D-Na 可濕性粉劑以 0.8 kg ai/ha 之藥量，於水稻分蘖始期，最高分蘖期和抽穗期以噴施或撒施方法處理，並比較二者對各生育期之藥害反應。

本試驗採複因子完全逢機設計，四重覆，每小區面積為 10m²，噴施方法同上述施藥時期試驗，撒施處理時，則拌以適量砂土 (每小區約 300g)，並保持田面 2-3 cm 之積水狀態，以利藥劑施用和溶解。施藥前 7 日及施藥後15和30日做雜草控制率評估，並於水稻收穫時調查各試區之產量。

濃度試驗　1981年二期作及1982年一期作利用盆栽於室外比較水稻各生育期施用不同濃度之 2,4-D 鈉塩可濕性粉劑對產量影響的差異。以含 80% 主成份之商品稀釋成 16,000、8,000、3,200、1,600及800倍，換算其濃度依次為50、100、250、500及1,000 ppm，分別於水稻分蘖始期、有效分蘖決定期、最高分蘖期、孕穗期、抽穗期及乳熟期噴施，施用方式同上述施藥時期試驗。

本試驗以直徑 15 cm，深 20 cm 之壓克力盆缽栽植水稻，每盆一株 (五本植)，採完全逢機設計，三重覆，每重覆四盆，並以人工除草保持盆內無雜草。於收穫時調查產量，以比較各處理差異。

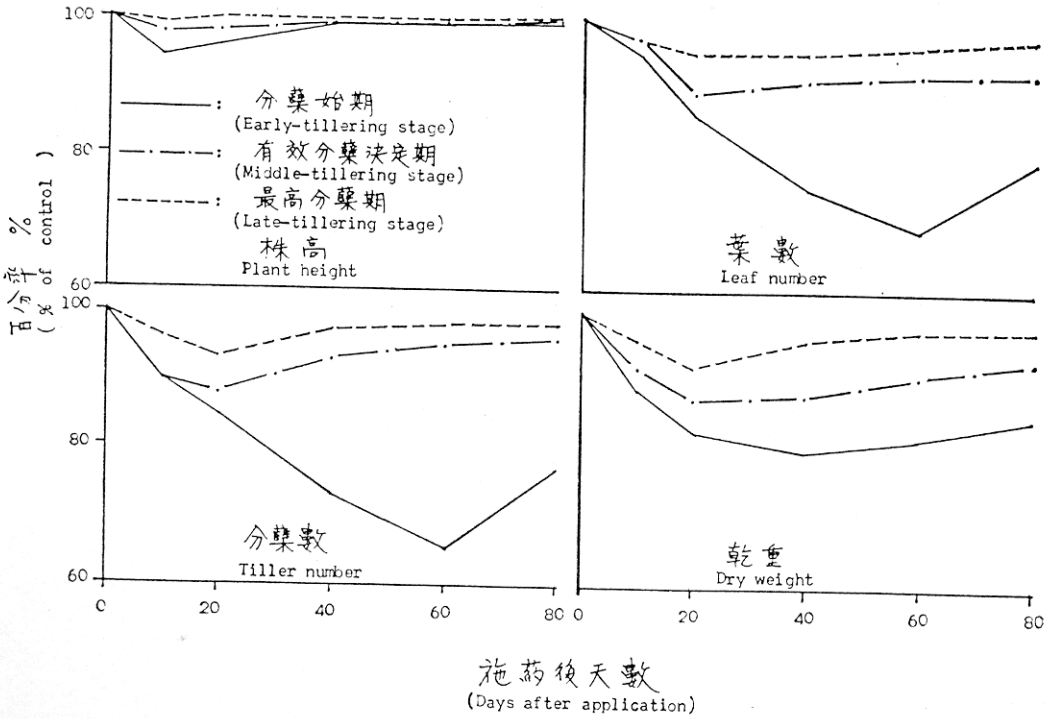
另外於1982年一期作，亦利用盆栽比較 2,4-D 鈉塩可濕性粉劑在 0.8 kg ai/ha 及其半量和倍量下對各種雜草之防除率。盆缽下層放置一般水田土壤，上層則覆以約8cm

深經溴化甲烷 (Methyl bromide) 消毒後之土壤，以防他種雜草種子混雜，再分別播種適量之鴨舌草、球花蒿草、野茨菰及螢蘭種子，每盆一種，以完全逢機設計排列，三重覆，每重覆四盆，於播種後20日噴藥，噴藥方式同上述，並於施藥後 7 及14日調查各種雜草之死亡率以為評估。

結 果 與 討 論

施藥時期試驗 2,4-D 以高濃度噴施水稻時，會引起植株形態上的立即反應，其中以鬚根斷裂死亡，莖基腫大，稈莖散開角度變大，葉片捲縮黃化和箭葉著生角度向上為主要特徵，此和 Kaufman (1953)[10] 之試驗結果一致。根據 Eames (1951)[8] 研究 2,4-D 對双子葉植物葉片發生學的影響，發現處理後的葉片、葉面積減小、葉身加厚、白化而多網脈，且葉緣會形成暗綠色的波紋；主要原因可能是網脈間的葉肉細胞以不同速率分裂，愈靠近維管束鞘的細胞愈先停止分裂，致葉身捲縮加厚。

此外 2,4-D 在分蘗始期，有效分蘗決定期及最高分蘗期施用均會抑制水稻株高、葉數、分蘗數及植株乾重等各項農藝性狀（圖二），其中以分蘗始期使用時影響最大，除株高外其餘三項指數至移植後80日仍只為對照區的80%左右。有效分蘗決定期施藥者在20日內抑制作用最大，然後逐漸恢復正常至對照區的95%，至最高分蘗期施藥者之生



圖二、水稻各生育期施用 2,4-D 對株高、葉數、分蘗數及乾重之影響

Fig. 2. Effects of 2,4-D on the plant height, leaf no. tiller no. and dry weight of rice plant at different growth stages.

長抑制率均低於5%，至於孕穗期、抽穗期和乳熟期則不受不同施藥時期之影響。各性狀上又以葉數和分蘗數最為敏感，植株乾重次之，株高的抑制反應則僅限於施藥初期，約一個月後即可恢復生長。Eames (1950)(7) 研究賀爾蒙型殺草劑對植物組織學上的影響，發現主要是破壞維管束系統的活性，使其賴以生存之必要物質無法在植體內正常的上下運送，致使植物生長受限而死亡；故早期施用者生理所受影響程度較大，且在田間恢復正常所需之時間較長。

表一、水稻各生育期施用 2,4-D 對其產量成份之影響

Table 1. Effects of 2,4-D applied at different stage on the rice yield and yield components.

處理日期 Stage of application	期作 Crop season	穗數 No. of panicles per hill	每穗粒數 No. of spikelets per panicle	不稔率 Unfilled grain (%)	百粒重 100-grain wt. (g)	(單株)產量 Yield (g/hill)
對照組 (control)	1	27.7	141.2	9.0	2.5	45.4
	2	13.5	102.7	24.2	2.3	35.3
分蘗始期 (early-tillering)	1	22.2	139.4	13.3*	2.3	33.6**
	2	7.0**	101.3	31.8**	2.2	24.3**
有效分蘗決定期 (middle-tillering)	1	28.1	143.6	10.4	2.3	40.0
	2	13.2	102.2	29.7	2.2	34.5
最高分蘗期 (late-tillering)	1	26.2	143,4	6.7	2.7	43.8
	2	13.5	99,9	23.4	2.1	35.0
孕穗期 (booting)	1	27.1	143.4	5.1	2.7	37.2**
	2	12.5	98.9	24.4	2.2	27.1**
抽穗期 (heading)	1	25.7	145.9	33.6**	2.0	32.6**
	2	12.3	101.0	51.5**	2.3	22.6**
乳熟期 (milky-maturing)	1	24.3	147.5	7.3	2.7	45.2
	2	12.9	99.9	24.5	2.1	34.1

* 5% 顯著水準 (Significantly different ; $p<0.05$)
** 1% 極顯著水準 (Significantly different ; $p<0.01$)

以產量而言（表一），在分蘗始期、孕穗期和抽穗期施藥均顯著減產。從產量成份分析上發現，分蘗始期用藥導致減產主因為穗數的減少和不稔率的增加，而孕穗期和抽穗期用藥者則源於不稔率的提高；此結果可由 Derscheid (1952)(6) 在大麥上的研究加以解釋，其發現大麥對 2,4-D 處理的第一敏感期為五葉幼苗期，此時分蘗芽 (tiller buds) 的細胞分化被抑制，致穗數減少產量降低；次敏感期為孕穗期，因小穗花的發育被抑制，使每穗粒數減少而減產；第三敏感期為抽穗期，因為胚囊和配子體的發育受抑制及光合產物的分配不足致產量減低；而抽穗完全後之成熟期則幾乎不受 2,4-D 任何濃度施用的影響。

表二、2,4-D 在水稻各生育期噴施後對田面雜草防除率[a]

Table 2. Weed control rating of 2,4-D application at different growth stage in paddy field.

處理時期 Stage of application	野茨菰 (*Sagittaria trifolia*)			鴨舌草 (*Monochoria vaginlis*)			其他闊葉草[b] (Other broad-leaved weeds)			球花蒿草 (*Cyperus difformis*)		
	施藥後天數 (Days after application)											
	15	30	45	15	30	45	15	30	45	15	30	45
對照組 (Control)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
分蘗始期 (Early-tillering)	3	17	93	10	20	85	7	55	100	0	41	83
有效分蘗期 (Middle-tillering)	3	14	90	7	25	88	5	23	78	6	29	47
最高分蘗期 (Late-tillering)	2	15	45	10	21	54	9	26	57	9	20	21
孕穗期 (Booting)	56	81	85	55	80	88	27	73	79	51	47	49
抽穗期 (Heading)	49	88	—[c]	85	87	—	30	71	—	53	50	—
乳熟期 (Milky-maturing)	90	—	—	93	—	—	85	—	—	88	—	—

[a] 雜草防除率：100爲防除效果最佳：0 爲無防除效果 (Weed control rating: scale 100 indicates the excellent weed control and scale 0 indicates no weed control)

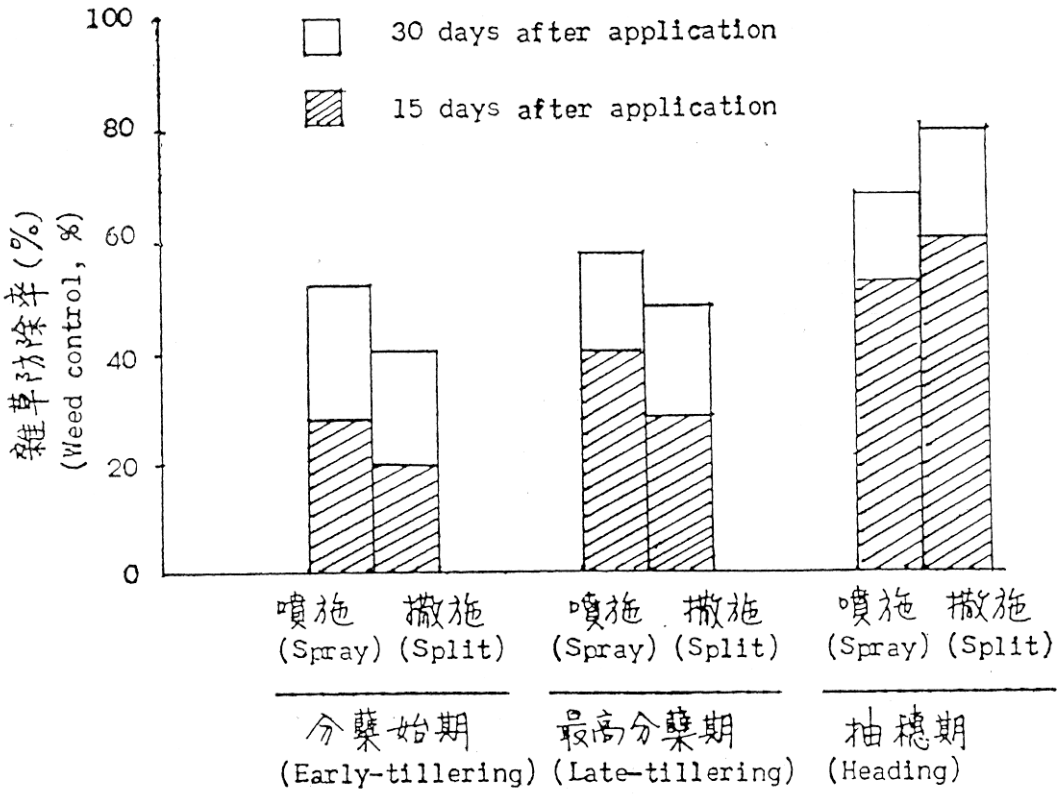
[b] 其他闊葉草包括：母草 (*Lindernia pyxidaria*). 紅骨草 (*Rotala indica*). 鱧腸 (*Eclipta prostrata*). 緋葉定經 (*Vandellia anagallis*). 及水莧菜 (*Ammannia baccifera*) 等。

[c] —未調查 (no investigation).

2,4-D 在水稻各生育期之雜草防除率 (表二)，在分蘗始期及有效分蘗決定期施用，除球花蒿草外，於施藥後45日之雜草防除效果仍然很好，但至最高分蘗期施用，則其防除效果普遍降低，可能因為稻株生長繁密，藥劑無法均勻噴施至田面，同時雜草植株已高大，對藥劑具較強之容忍性，使殺草抑制不完全。至於生育後期，稻株本身已形成覆蓋，雜草的競爭能力減弱，故後期防除雜草意義不大。

劑型及施藥方法比較試驗 從表三知以 2,4-D 鈉塩可濕性粉劑和 2,4-D 異丙基酯粒劑分別在水稻分蘗始期、最高分蘗期及抽穗期施用，除 2,4-D 鈉塩可濕性粉劑在分蘗始期及抽穗期會發生顯著藥害，產量較對照區減少外，2,4-D 異丙基酯對水稻生長的抑制作用則很微小，此在 Chang (1969)(4) 的水稻殺草劑藥害調查中有同樣的結果，可能原因為粉劑可由植體根莖葉各部份吸收，而粒劑僅由根部吸收之故。另由圖三知，二者在生育各期施用時對雜草防除效果相似，且粒劑效果在生育後期較顯著，除對闊葉草有效外，尚可殺死球花蒿草、螢藺、木虱草等莎草科雜草，因為在水稻生育後期粒劑撒施較粉劑噴施均勻，故效果較完全(4)。

水稻分蘗始期、最高分蘗期及抽穗期撒施 2,4-D 鈉塩可濕性粉劑均不會造成顯著減產 (表三)，是否與藥劑在植體單位面積上的吸收量減少有關仍待證明。殺草效果在



圖三、2,4-D-Na 在水稻不同生育期噴施及撒施之雜草防除率

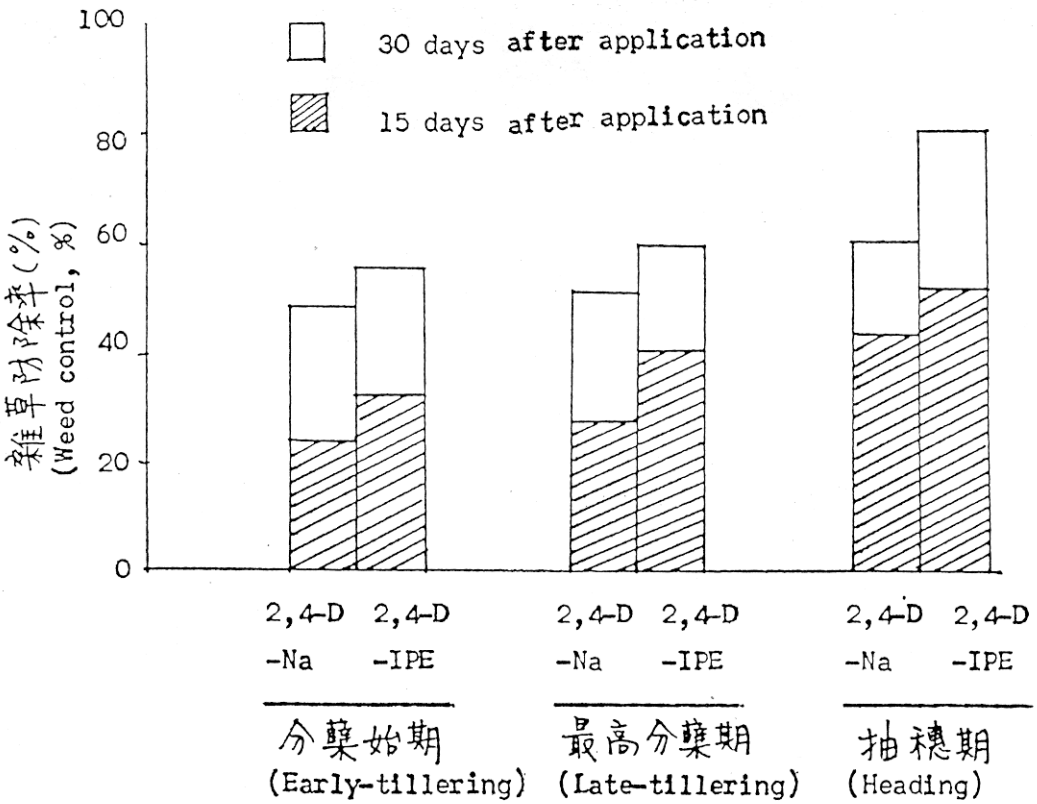
Fig. 3. Weed control rating of 2,4-D-Na spray and split application at different growth stage in paddy field.

表三、2,4-D 不同劑型及不同施用法於水稻不同生長期處理對其單株產量之影響

Table 3. The influences of 2,4-D with different formulation and applied methods on rice yield per hill at various growth stages.

處　理 (Treatment)	產　量 Yield (g/hill)		
	分蘖始期 (Early-tillering)	最高分蘖期 (Late-tillering)	抽穗期 (Heading)
劑　型 (Formulation)			
對照組 (Control)	41.6	39.5	38.4
2,4-D-Na	26.3**	40.3	22.3**
2,4-D-IPE	39.7	38.5	35.9
施用法 (Application methods)			
對照組 (Control)	39.5	39.0	38.4
噴　施 (Spray)	23.0**	38.9	22.8**
撒　施 (Split)	35 8	34.5	36.8

* 5% 顯著水準 (Significantly different ; $p<0.05$)
** 1% 極顯著水準 (Significantly different ; $p<0.01$)



圖四、2,4-D-Na 及 2,4-D-IPE 在水稻不同生育期之雜草防除率

Fig. 4. Weed control rating of 2,4-D-Na and 2,4-D-IPE application at different growth stage in paddy field.

表四、噴施不同濃度 2,4-D 鈉塩對水稻單株產量之影響

Table 4. The effects of 2,4-D with different concentration on rice yield.

噴施濃度 (ppm) Application concentration (ppm)	產量 Yield (g/hill)					
	分蘗始期 (Early-tillering)	有效分蘗期 (Middle-tillering)	最高分蘗期 (Late-tillering)	孕穗期 (Booting)	抽穗期 (Heading)	乳熟期 (Milky-maturing)
對照組 (Control)	40.3	40.9	41.3	41.2	40.7	40.0
50	39.5	41.7	45.6*	45.1*	38.3	38.3
100	37.5	42.6	42.6	43.3	36.4	39.0
250	36.6	42.3	42.4	42.0	35.8	38.0
500	24.3**	40.8	41.5	37.8	31.8*	35.1
1000	22.8**	40.8	41.3	38.2	31.8*	37.2

* 5% 顯著水準 (Significantly different ; $p<0.05$)
** 1% 極顯著水準 (Significantly different ; $p<0.01$)

分蘗始期及最高分蘗期均以噴施方式為佳且迅速；但至抽穗期則相反（圖四），可能和水稻植株已形成覆蓋有關。

劑型和施藥方式的選擇，須視田間客觀因素而決定，溫度、風速和田間含水量均會造成處理上的差異。

濃度試驗　50 ppm 之 2,4-D 在最高分蘗期及孕穗期施用時，產量均較對照組為高，100及 250 ppm 則差異不顯著，而 500及 1,000 ppm在分蘗始期及抽穗期均會引起藥害（表四），此和田間試驗結果相吻合（表一）。2,4-D 具有促進細胞生長和分化的作用，在微量施用時會增加水稻的分蘗數及穗數，致產量較對照區為高(12)。

表五、不同藥量之 2,4-D 與 bentazon 對雜草之防除率[a]

Table 5. Comparison of weed control rating among different concentration of 2,4-D and bentazon.

藥量 Application rate (kg (l) ai/ha)	鴨舌草 (*Monochoria vaginalis*)		球花蔍草 (*Cyperus difformis*)		野茨菰 (*Saqittaria trifolia*)		螢蘭 (*Scirpus juncoides*)	
	施處後天數 (Days after application)							
	7	14	7	14	7	14	7	14
2,4-D								
0.4	52	100	9	79	81	99	0	0
0.8[b]	95	100	5	88	85	100	0	0
1.6	98	100	53	90	100	100	0	2
bentazon								
0.65	90	100	51	89	90	100	24	51
1.3[c]	100	100	80	100	98	100	21	87
2.6	100	100	84	100	100	100	30	90

[a] 雜草防除率：100 爲最佳防除效果，0 爲無防除效果。Weed control rating：scale 100 indicates the excellent weed control and scale 0 indicates no weed control).

[b] 國外標準使用量 (Standard concentration in recommended country)

[c] 推薦濃度 (Recommended concentration)

表五結果顯示 2,4-D 在國外之標準使用量 (0.8 kg ai/ha)，在本試驗中之雜草防除已有顯著效果，半量時則效果較緩但最後仍能達到完全防治效果，且四種草中以野茨菰和鴨舌草最為敏感，球蔍蔍草次之，防除螢蘭的效果則較小。另外 2,4-D 藥效較本達隆為遲緩。

結　　語

本省水田因長期施用類似的殺草劑，使雜草相發生改變，一些多年生雜草如野茨菰、瓜皮草、一年生之鴨舌草和螢蘭等族群大為增加。又因水稻栽培已邁入機械化的一貫

作業，常因田間操作調配不當，遲延插秧或插秧後天候不佳而延誤施藥適期，使萌前藥劑除草效果差，因而開發適當之早期萌後藥劑急為需要。本研究中顯示 2,4-D 在水稻有效分蘗決定期和最高分蘗期（一期作約為移植後35和45日，二期作為25和40日）施用時藥害不明顯，且雜草防除率高，水稻產量則與對照區相當。除草效果上粒劑之異丙基酯和可濕性粉劑鈉塩無顯著差別，但前者藥害較小。可濕性粉劑鈉塩撒施的效果，亦較噴施者為佳且藥害較小，此可在竹北地區農民防除野茨菰及鴨舌草的實際田間狀況加以佐證。2,4-D 為一低成本藥劑，對已發芽之闊葉草效果尤為顯著，只是施用上應特別注意環境等客觀因素，而自行調節施用方法，此外配合適當的萌前藥劑混合施用，增加殺草範圍，亦不失為雜草防除上之良策。

至於微量施用時，能使水稻株型發生改變，對產量却無影響。株型之改變是否減少病蟲害的發生及便利田間機械化的操作，以及 2,4-D 對植物成熟期之提早或延遲等生理作用的影響，則值得進一步加以探討。

誌　　謝

本試驗承蔣慕琰先生提供許多參考資料，呂理燊博士、高穗生博士悉心校稿，謹此誌謝。

參 考 文 獻

1. 植調 1981. 殺草劑使用面積一覽表。15(9):31-32.
2. 竹松哲夫、近内誠登 1978. 水田除草の理論と實際，增補版，147-160 頁，博友社、東京。
3. Arceo, L. M., N. S. Negi, G. L. Mercado, and R. P. Thompson. 1979. Field performance of butachlor and butachlor plus 2,4-D on lowland rice weeds in India and the Philippines from 1975 to 1978. In Proc. 7th Conference Asia-Pacific Weed Sci. Soc. 285-287.
4. Chang, W. L. 1969. Performance of granular herbicides for transplanted rice. J. Taiwan Agr. Res. 18(4):11-18.
5. Chang, W. L. 1971. Effects of varietal type and crop season on the performance of some granular herbicides in transplanted rice. J. Taiwan Agr. Res. 20(1):44-56.
6. Derscheid, L. A. 1952. Physiological and morphological responses of barley to 2,4-D. Plant Physiol. 27:121-134.
7. Eames, A. J. 1950. Destruction of phloem in young bean plants after treatment with 2,4-D. Amer. J. Bot. 37:340-347.
8. Eames, A. J. 1951. Leaf ontogeny and treatments with 2,4-D. Amer. J. Bot. 38:777-780.

9. International Rice Research Institute 1969. Annu. Rep. for 1968. Los Banos, Philippines.
10. Kaufman P. B. 1953. Gross morphological responses of the rice plant to 2,4-D. Weed 2:223-253.
11. Klingman, G. C. and F. M. Ashton. 1975. Weed science. principles and practices. John Wiley & Sons, N. Y.
12. Leopold, A. and P. E. Krcedemann. 1975. Plant growth and development. 544pp., Mcgraw-Hill Book Company, N. Y.
13. Nado, K. 1967. Development in the use of granules and mixtures of herbicides for rice culture in Japan. In Proc. 1st Asia-Pacific Weed Control Interchange, p. 48-52. (R. R. Romanowski, J., D. L. Plncknelt and H. F. Clay Ed.) Univ. of Hawaii, Honolulu.
14. Nado, K. 1977. Integrated weed control in rice. In Integrated control of weeds (J. D. Fryer and S. Matsunaka Ed.) Univ. of Tokyo press, Tokyo.
15. Richardson, R. G. 1977. A review of foliar absorption and translocation of 2,4-D and 2,4,5-T. Weed Res. 17:259-272.
16. Smith, Jr. R. J. 1967. Weed control in rice in the United States. In Proc. 1st Asia-Pacific Weed-Control Interchange, p. 67-73 (R. R. Romanowski, Jr., D. L. Plncknelt and H. F. Clay Ed.) Univ. of Hawaii, Honolulu.