

臺中地區水田雜草防除之回顧與前瞻

邱建中 洪武澄¹

Abstract

CHIU, C. C. and W. C. HONG. 1982. A Review of Chemical Weeding for Paddy Rice in Central Taiwan. Weed Science Bulletin 3:62-70.

Weeds in the paddy fields had been traditionally controlled by hands in Taiwan. Since late 1960, large increase in cost of labor and the diminishing supply of farm labor, chemical weeding methods have become popular. In central Taiwan, weed control by chemicals was increased from 19% in 1972 to more than 95% of the total rice producing area in 1980. At present time, the most popular herbicides are butachlor, benthiocarb and chloromethoxynil which are counted to 66%, 13%, and 17% of the total chemical weeding area, respectively. The estimated yield losses of rice grain are 25% for transplanted rice and 71% for direct seeded rice caused by weed competition. However, this yield losses vary with weed species, density and time of control, etc. To strength the basic research, to simplify the name of herbicides and to screen the more effective chemicals are the major tasks of the development in chemical weed control in Taiwan.

摘要：水稻因雜草競爭，導致產量的降低，在移植稻田約為25.0%，直播稻田則高達71.2%。水田雜草之防除，傳統方式全賴人工除草，但自民國60年代初期，農業工資受急速工商業發展之刺激而形上漲，稻農仍逐漸採用殺草劑除草，以代替人工除草方法，目前以化學除草的水田面積，就臺中地區而言，佔本區水田總面積的95.34%，所用的殺草劑以 Butachlor 為主，佔殺草劑施用面積之66.15%，Benthiocarb 為12.53%及 Chloromethoxynil 為16.65%，居次要地位。由於長期施用類似的殺草劑，本區水田雜草相已發生改變，往日所常用之殺草劑，必須行某種程度的調整，方能有效的控制田間的雜草。目前化學除草法所面臨之問題有：基

1. 臺中區農業改良場副研究員，助理研究員。

本應用研究不足，有待加強。殺草劑名稱繁雜，有待統一。及農民智識不夠，有待教育。

緒 言

本省的各項農作物中，無論從栽培面積或生產價值而言，稻米尚居首位。在過去卅年來，稻米總產量增加3.5倍有餘，究其原因，栽培方法的改善，居功甚偉，其中除草方法也發生革命性的改變(5)，節省了大量的生產成本支出。本文就過去數十年來，臺中地區水田雜草防除方面，做一回顧性的檢討，發掘問題的癥結，提出改進的途徑，並對今後發展的方向，大膽的展望。

產量損失與雜草種類

雜草對農業生產的為害，主要是與作物競爭生存必需物質，導致農作物產量的減低。本省地處亞熱帶，高溫多濕，雜草與作物間的競爭極為嚴重，由過去十餘年來，殺草劑篩選試驗之人工除草區與無除草區之比較（表一），發現水稻產量因雜草競爭之影響(6)，減產的幅度在一期移植水稻達7.5~48.3%，平均約為24.3%，二期作在3.6~41.6%之間，平均約為25.7%，至於直播稻田，因無移植秧苗初期的生長優勢，稻種與雜草種子同時自由開發芽，水稻與雜草間之競爭更為劇烈，故對稻米產量的影響更為嚴重，一期作之平均減產率約為67.5%，二期作平均約為74.8%，最高減產率可達92.5%，因而，除草作業成功與否，對直播水稻栽培具有決定性的影響作用。

稻米產量受雜草競爭之影響而導致減產，其減產率因雜草種類、發生密度、發生時期與施肥時期等許多因素所左右。稗草在100支/m²之情況下，一、二期作平均可導致稻穀減產達80.2%，而鴨舌草、球花蒿草、蘋草之減產率分別為55.5%、64.3%及52.1

表一、雜草競爭影響稻谷產量的減產率a(2)

Table 1. Grain yield loss in per cent due to weed competition(2).

期 作 Crop season	移 植 田 Transplanted field		直 播 田 Direct seeded field	
	幅 度 Range	平 均 Average	幅 度 Range	平 均 Average
一 期 作 1st crop	7.5—48.3	24.3	35.6—92.5	67.5
二 期 作 2nd crop	3.6—41.6	25.7	44.0—89.7	74.8
平 均 Average	—	25.0	—	71.2

a 減產率係以人工除草區之產量為100%計算得之。

Yield loss was based on the hand weeding bloc as 100 per cent.

表二 不同雜草對水稻產量之減產率^{a(8)}

Table 2. Effect on grain yield loss (per cent) by different weed species⁽⁸⁾.

雜草種類 Weed species	重肥 Heavy fertilization	輕肥 Light fertilization	平均 Average
<i>Echinochloa crusgalli</i>	86.2	74.1	80.2
<i>Monechoria vaginalis</i>	57.6	53.3	55.5
<i>Cyperus diffiformis</i>	77.2	51.3	64.3
<i>Marsilea quadrifolia</i>	84.3	49.9	52.1
平均 Average	68.8	57.2	63.0

a 採樣大小為每平方公尺100支。

Sampling size was 100 stalks per square meter.

%，但在施肥量較高之情況，減產較為嚴重（表二），同時，發現愈早除草，對稻谷之增產效果愈好（8,9,10）。

林氏⁽¹⁾曾于61—65年在全省各地進行地毯式的田間雜草調查工作，發現當時水田的雜草共有145種，分屬41科⁽¹⁾。但是近期的臺中地區之二篇調查報告^(4,7)指出，可能受到長期施用類似殺草劑的影響，中部地區水田雜草相已發生相當程度的轉變（表三），許多昔日發生頻度高的感性雜草被殺除後所留的生態空隙（ecological niche）已為

表三、臺中地區水田主要雜草相變動調查

Table 3. Shifting of weed flora in paddy in Taichung region.

雜草名稱 Weed species	頻度(%) ^a Frequency	雜草名稱 Weed species	濕重(g/10m ²) ^b Wet weight
<i>Echinochloa crusgalli</i>	79.96	<i>Monochoria vaginalis</i>	43.04
<i>Monechoria vaginalis</i>	79.92	<i>Alternanthera sessilis</i>	29.17
<i>Cyperus diffiformis</i>	73.12	<i>Cyperus diffiformis</i>	28.80
<i>Lindernia cordifolia</i>	64.06	<i>Paspalum distichum</i>	24.49
<i>Dopatrium juncicum</i>	56.62	<i>Scirpus juncoides</i>	17.22
<i>Alternanthera sessilis</i>	40.06	<i>Echinochloa crusgalli</i>	13.89
<i>Fimbristylis miliacea</i>	27.54	<i>Fimbristylis miliacea</i>	11.47
<i>Lobelia affinis</i>	27.51	<i>Sagittaria trifolium</i>	10.12
<i>Lindernia pygidaria</i>	24.60	<i>Eleocharis acicularis</i>	9.70
<i>Eclipta prostrata</i>	22.15	<i>Sagittaria pygmaea</i>	8.80

a From Lin⁽¹⁾

b From Chiu⁽⁴⁾

一些抗性雜草所取代。感性雜草，諸如稗草、鱸腸、木虱草、母草、半邊蓮、蟲眼等，發生頻度降低，而抗性雜草，如雙穗雀稗、鋸葉定經草、螢蘭、滿天星、野茨菰、瓜皮草等，其密度大為升高，以致造成中部水田雜草相發生改變，本省其他地區水田雜草相，可能亦有類似的情形發生。

同時，目前推廣之殺草劑已無法有效的負擔水田除草之任務，尤其是對一些禾本科雜草，今後施用水田之殺草劑，必須能除抗性之闊葉草及禾本科雜草，此類殺草劑之選拔，是雜草防除工作迫在眼前的任務。

殺草劑的藥效篩選

本省稻田殺草劑實用性的研究工作，臺中場曾于民國39年引進2,4-D，着手進行研究工作，惟未獲理想的結果，其後亦陸續測定多種殺草劑在水田施用之可行性，直到民國53年起，方每年由國外引進新藥劑或接受有關廠商委託，開始有系統而大量的進行水田殺草劑的篩選工作。由53—69年17年間⁽⁶⁾，共有63種殺草劑分別以單劑或混合劑，不同的劑型、濃度及施用方法等方式，在本場進行藥效測定，共計有174個篩選試驗，已選出適合於非作物栽培期或地區的殺草劑三種、秧田4種、移植前施用13種、移植後35種、直播水稻12種，推薦稻農選擇採用⁽¹¹⁾。

供試的63種殺草劑⁽⁶⁾如以化學結構或特性而言，屬於 amide 類有12種：bipyridylum 類有1種，carbamate 類6種，diazine 類2種，diphenylether 類5種，

表四、殺草劑藥效測定試驗之成功率與次數

Table 4. Herbicide trials and per cent of them recommended to use officially.

殺草劑類別 Herbicides	單 劑 Single (%)	次 數 Times (次)	混合 劑 Mix (%)	次 數 Times (次)	總 計 Total (%)	次 數 Times (次)
Amide	42	19	55	31	48	50
Bipyridylum	100	1	—	0	100	1
Carbamate	22	18	40	20	59	38
Diazine	50	2	50	4	50	6
Diphenylether	38	21	42	40	41	61
Dinitroaniline	0	3	17	8	13	11
Phenol	33	3	71	7	60	10
Phenoxy	0	7	17	36	14	43
Nitrile	33	3	100	2	60	5
Phosphorous	100	1	—	0	100	1
Triazine	0	1	34	6	34	7
Urea	—	0	18	11	18	11
Others	50	10	32	19	39	29

phenol 類 1 種，phenoxy 類 7 種，phosphorous 類 2 種，nitrile 類 2 種，triazine 類 2 種，urea 類 3 種，其他類別或資料不完整者 11 種。就篩選試驗結果來看（表四），以 amide、carbamate、diphenylether 及 phenoxy 等四類之測定次數最多，除 phenoxy 外，經技審會審查核定之推廣藥劑亦較多，其成功率在 40—50% 之間，目前農民較為樂於使用的藥劑，大都屬於此三類，例如 chloromethoxynil (X-52) 屬 diphenylether 類，butachlor 屬 amide 類，benthiocarb 屬 carbamate 類。同時由統計發現，amide 及 diphenylether 適合於單劑或與他類藥劑混合施用，而 carbamate 則以混合劑的效果較單劑之效果為優。至於其他類別藥劑，因供試次數不多較不具代表性，雖然其成功率頗高，但在此暫時不予討論。

63 種殺草劑中，供試次數以 butachlor 最多，達 29 次，次為 MCPA 之 27 次，至於 nitrofen、chloromethoxynil、chloronitrofen、molinate 及 benthiocarb 則分別在 10—20 次之間，除 MCPA 以外，這些殺草劑均已列入稻田之推薦殺草劑，藥效測定證實，無論是以單劑或部份混合劑形態，均能有效的控制大部份的水田常見雜草⁽¹⁾（表五），唯對一年生之禾本科或闊葉雜草效果較佳。上述殺草劑的施用適期（表六），除 oxidazon 以萌前施用，nitrofen 以早期萌後施用，除草效果較佳外，大都可萌前或早期萌後施用，以雜草不超過 2—3 葉時，為施用適期。

表五、主要水田雜草對一些常用殺草劑之反應^{a(2)}

Table 5. Reaction of main paddy weeds to major paddy herbicides.

殺草劑 Herbicides	稗草 <i>Echino-</i> <i>chloa-</i> <i>crus-</i> <i>galli</i>	珠花嵩草 <i>Cyperus</i> <i>diffor-</i> <i>mis</i>	鴨舌草 <i>Mono-</i> <i>vagin-</i> <i>alis</i>	母草 <i>Lin-</i> <i>dernia</i>	紅背草 <i>Rotala</i> <i>pyxid-</i> <i>aria</i>	薺草 <i>Mar-</i> <i>silea</i>	野茨菰 <i>Sagit-</i> <i>trifolia</i>	蟹蘭 <i>Scirpus</i> <i>jun-</i> <i>qua-</i>	瓜皮草 <i>Sagit-</i> <i>trifolia</i> <i>coides</i>	牛鬚毛 <i>Eleo-</i> <i>charis</i>	雙穗雀稗 <i>Pas-</i> <i>palum</i> <i>dist-</i> <i>ichum</i>
Chloronitrofen	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
Nitrofen	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
Chloromethoxynil	○	○	○	○	○	×	×	×	×	△	×
Butachlor	○	○	○	○	○	△	×	△	×	○	×
Molinate	○	○	○	○	○	×	×	×	×	△	×
Oxidazon	○	○	○	○	○	△	×	×	×	△	×
Benthiocarb	○	○	○	○	○	△	×	×	×	○	×
MCPA	×	○	○	○	○	△	○	○	○	△	×

a 雜草控制率 100—90% 以 (○) 表示，90—50% 以 (△) 表示，50% 以下以 (×) 表示。

Weed control per cent between 100-90(○), 90-50(△), under 50(×).

2,4-D 與 MCPA 一直是一種相當好而且便宜的闊葉草殺除劑，東南亞許多地區之主要水田殺草劑，但在本省一直未被農民所接受，歷年之藥效試驗發現，此二種殺草劑無論單劑或混合劑，均不甚穩定，受氣候之影響頗大⁽³⁾。據筆者未發表之試驗發現，既使在一期作水稻最高分蘖期前後十天內，如遇陰雨低溫之氣候時施藥用量為 0.8 kg ai/ha，使水稻發生藥害，導致水稻減產 10—30% 不等，²藥害問題可能為 2,4-D

卷六、主要稻田殺草劑施藥適期

Table 6. Application time for main herbicides used in rice field.

Herbicide	Application Range (Days before and after transplanted)
Chloronitrofen	[-2, 0] and [0, 2]
Chloromethoxynil	[-2, 2]
Oxidiazon	[-2, 0] and [0, 2]
Butachlor (G)	[-2, 2]
Butachlor (EC)	[-2, 0] and [0, 2]
Nitrofen	[-2, 2]
Benthiocarb	[-2, 2]

a | _____ | 與 | _____ | 分別代表一與二期作。
Representing 1st and 2nd crops, respectively.

或 MCPA 未能被本省農民接受之主因。

殺草劑的施用

人工除草向為本省水田傳統的除草方法，雖然效果不錯，但每公頃約需150—250工／小時，工作效率不高，造成勞力之浪費，尤以民國50年代後期開始，工商業急速成長，農村勞力外移，農業勞力缺乏與工資上漲，水田之人工除草方式，費時費力，即無法適合外在環境的需求，必需尋求其他之代替方法，新興的化學殺草劑之引進，為農民提供一可行之解決途徑。本省稻田殺草劑的施用，始於民國50年代初期(3)，由於化學除草法之效果與人工除草相似，簡單易行，且遠較便宜，故化學除草方法受到全省稻農的普遍歡迎。於是，施用殺草劑除草的水田面積呈直線上昇，至民國68年佔全省水田總面積的92%以上，施用殺草劑的水田面積比率以二期作略高於一期作。

依據本場民國62年在臺中地區調查資料（表七）顯示，人工除草費用約在 NT\$ 1,200~2,200元／公頃之間，而化學除草支出約 NT\$ 800~1,200元／公頃，兩者相減，可節省成本支出400~1,000元／公頃左右。至於施用殺草劑的除草效果（表八），如以人工除草的稻谷產量為 100%，以本場歷年來殺草劑試驗之對照藥劑處理區之產量換

表七、化學除草與人工除草費用比較 (1973，二期作) a

Table 7. Cost comparison between hand weeding and herbicides per ha (NT\$) in second crops, 1973.

地 區 District	化學除草面積 Ha with herbicides	化學除草費用 Cost by chemical weeding	人工除草費用 Cost by hand weeding	平均節省費用 Cost saved in average	施用藥劑種類 Kinds of herbicides applied
臺 中 市 Taichung city	3,827	1,237	2,240	1,003	9
臺 中 縣 Taichung hsien	15,581	929	1,897	971	12
彰 化 縣 Changhua hsien	14,892	692	1,838	1,146	13
南 投 縣 Nantou hsien	2,896	788	1,210	420	8

a 取自臺中稻作調查資料。(未發表)

Data source: Survey by Rice Branch, Taichung DAIS (Unpublished data).

表八、化學除草與人工除草對稻穀產量的效果比較 a,b

Table 8. Effect on grain yield by hand and chemical weedings.

期 作 Crop season	殺 草 劑 種 類 Herbicides			
	nitrofen	chloromethoxynil	butachlor	benthiocarb
I 1st crop	96.77	100.49	100.48	100.22
II 2nd crop	96.60	99.39	99.69	99.21
平 均 Average	96.69	99.94	100.09	99.72

a 以人工除草之產量為100%，換算得之。

Yield was counted as 100 in hand weeding blocs.

b Nitrofen 8年 (years) 34 (locations) (I) ; 7年 (years) 23 (locations) (II)

Chloromethoxynil 6年 (years) 10 (locations) (I) ; 6年 (years) 13 (locations) (II)

Butachlor 8年 (years) 26 (locations) (I) ; 7年 (years) 27 (locations) (II)

Benthiocarb 7年 (years) 22 (locations) (I) ; 7年 (years) 20 (locations) (II)

算百分比，可以發現除 nitrofen 之外，其他 chloromethoxynil、butachlor 及 benthiocarb 等處理區的水稻均與人工除草極接近或略優，由上述資料可以解釋，為什麼化學殺草劑能為稻農普遍接受。

臺中地區四縣市水田殺草劑之施用情形調查（表九）始於民國61年，該年施用殺草劑的水田約佔本區水田總面積的 18.56%。其後逐年增加，至民國68年其比率已增至 95.34%。就施用的化學殺草劑種類而言，雖然登記推廣之藥劑種類頗多，但較受農民歡迎的藥劑，僅 butachlor、benthiocarb、nitrofen、chloromethoxynil 及 chloronitrofen 等數種而已，nitrofen 及 chloronitrofen 在61年尚有相當面積，可是在62

表九、臺中地區61~68年殺草劑施用面積調查a,b

Table 9. Hectages with herbicides in Taichung region.

藥劑種類 Herbicides	使用殺草劑面積 Hectages with herbicides							
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Butachlor	16,874	39,209	70,230	64,370	86,604	106,284	113,962	106,260
Benthiocarb	2,613	4,919	18,207	23,570	28,933	22,260	21,462	20,124
Nitrofen	10,070	11,974	9,476	10,537	9,541	6,103	5,572	2,944
Chloromethoxynil	481	6,869	23,496	24,127	26,303	28,351	24,063	26,744
Chloronitrofen	3,769	3,236	5,070	2,346	2,052	703	305	171
其 他 Others	2,026	1,315	5,142	5,239	3,191	7,413	5,802	4,394
小 計 Total	35,823	66,322	131,626	130,279	156,624	167,114	171,166	160,637
稻作面積 Rice hectage	193,103	189,530	200,263	202,084	200,323	198,371	187,101	168,494
%	18.56	34.99	65.73	64.47	78.19	84.24	91.49	95.34

a 臺中地區包括臺中縣市與彰化、南投二縣。

Taichung region includes Taichung city, hsien, Changhua hsien and Nantou hsien.

b 資料來源係本場調查統計得到。

Data obtained from the survey of this Station.

~63年以後，即呈逐年遞減趨勢，目前在本區之施用面積已極為有限，另外三種殺草劑則自61年以後面積逐年急速上升，尤以 butachlor 最受農民歡迎，現佔化學除草稻田面積之66.15%，benthiocarb 約為 12.53%，chloromethoxynil 約佔 16.65%，至於其他各類殺草劑之總和尚不及 5%。因而，臺中地區的主要水田殺草劑為 butachlor，benthiocarb 及 chloromethoxynil 次之，其他各種殺草劑則微不遜道。

問題癥結與解決途徑

化學除草在本省稻田施用，已有十餘年的歷史，在過去的歲月中，由筆者個人的感受及農民的反應，發現許多問題有待解決。茲就其中三個問題，予以簡略探討，並提出可行之解決途徑，以就教於學者、專家。

過去20年來，本省雜草科學的研究重心，過分偏重於殺草劑的藥效測定工作，而對有關應用上的基本研究則予以忽略，諸如雜草生態上的問題，殺草劑與植物及環境的關係，殘毒問題等，均有待加強，以為擬定安全經濟用藥的基本資料。

殺草劑名稱繁多、零亂，殺草劑之中文普通名稱有以英文普通名稱音譯，或以商業

名稱音譯，之一有系統命名方法，不但農民看不懂，即使推廣人員亦有不懂的，增加施用時的困難。茲建議有關當局，將訂定殺草劑之普通名稱任務，委託雜草學會代勞，對同一類之殺草劑的普通名稱，其中有一字同，以利辨別，如草脫淨之「淨」代表 triazine 類，理有龍之「龍」代表 Urea 類。

雜草科學在農業科學中，屬於較近期發展的應用科學，其理論與應用，對農民而言，較為生疏，故在農民教育急待加強，方可避免用藥不當受害現象的發生。建議農業當局，從速培養訓練師資，提供推廣教材，全面普及的教育農民。

誌謝

本文資料，部份取自本場林故秘書寶鑑生前收集與保存之資料，林故秘書曾任本省雜草小組召集人，對本省農田雜草防除工作貢獻至大，謹以本文紀念林故秘書生前對雜草防除工作之成就。

參考文獻

1. 林正義 1968. 臺灣耕地之雜草。臺大農學院編印 P 121—123。
2. 林寶鑑 1979. 稻田殺草劑使用方法概要。臺中農改場編印 24 頁。
3. 邱建中 1974. 美國與亞洲地區水田除草劑使用法之比較。臺灣農業 10(3)：133—152。
4. 邱建中 1981. 殺草劑與水田雜草相變動之研究。臺中農改場研究彙報新 5 期，92—96。
5. 邱建中 1981. 本省水稻生產概況。臺中農改場研究彙報新 5 期 121—132。
6. 邱建中 1981. 臺中場歷年殺草劑藥效篩選試驗之分析。未發表資料。
7. 洪瑞堂 1976. 臺灣中部地區水田雜草相之調查。植物保護學會會刊 18：268—275。
8. 張萬來 1970. 水田雜草對水稻之影響，I 雜草種類與雜草密度。農業研究 19(4)：1—8。
9. 張萬來 1970. 水田雜草對水稻之影響，II 雜草發生時期。農業研究 19(4)：9—15。
10. 張萬來 1972. 水田雜草對水稻之影響，III 雜草之拔除時期。農業研究 21(2)：87—92。
11. 農林廳 1980. 植物保護手冊。植物保護科編印 P 238—247。