

臺灣稻田雜草及其危害

蔣慕琰 呂理榮¹

Abstract

CHIANG, M. Y. and L. S. LEU. 1982. Weeds and Weed Damage of Paddy Field in Taiwan. *Weed Science Bulletin* 3 : 18-46.

In literatures, 165 species of plants, belong to 42 families, have been recorded as weeds in paddy field in Taiwan. Weed flora resembles those of the neighboring areas such as mainland China, Korea, Japan, and Philippine. The most important weeds are *Monochoria vaginalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Cyperus difformis*, *Sagittaria trifolia*, and *Scirpus juncoides* for their wide distribution and great damaging capability. Common and moderate important weeds are *Lindernia pyxidaria*, *L. anagallis*, *Rotala indica*, *Ammania baccifera*, *Ludwigia prostrata*, *Masilea quadrifolia*, *Paspalum distichum*, *P. conjugatum*, *Fimbrystylis miliacea*, *Eleocharis acicularis*, *Eclipta prostrata*, *Alternanthera sessilis*, and *Sagittaria pygmaea*. For the majority of weeds, their occurrence in terms of frequency and vegetative growth is similar between the first and the second rice season. However, some weeds are season specific or appearing more either in the first or the second rice season. Distribution characteristics of paddy weeds are presented and their causing reasons explored. Herbicides have been used in paddy field since the middle 60's. In 1978, herbicide treated field occupied 91% of the total rice heage. Perennial weeds not effectively controlled by granular herbicides have increased after the use of herbicides. We estimated that in 1980, the occurrence of 5 major perennial weeds, *Sagittaria trifolia*, *Paspalum distichum*, *Scirpus juncoides*, *Alternanthera sessilis*, and *Eleocharis acicularis* were all exceeding 100,000 ha in a total of 636,000 ha of cultivated heage. The control of perennial weeds are becoming the major concern of farmers and research workers.

1. 臺灣植物保護中心植物生理組。

Sub-species taxa of *Echinochloa crus-galli* and *Monochoria vaginalis* which show significant difference in growth and flowering characteristics have been found, and project has initiated to investigate their significance in associated with control. In Taiwan, 7 kinds of rice insects and 6 kinds of rice disease pathogens have been reported able to host on weeds. Indirectly, weeds affect rice by increasing the seriousness of pests and complicating their control. Data of long term and multi-sites trials indicated that under competition, rice grain yield was reduced 16% and 62% for transplanted and direct-seeded rice, respectively. To minimize competition damage, farmer spend NT\$ 1,882/ha (equal to NT\$ 1.36 billion/island-wide) on herbicides and manual weeding. Traditionally, paddy fields are cleaned to the extent free of weeds. In recent years, however, more and more rice field are appeared not well tended. Drastic change of social and economical situations has resulted in labor shortage in farm areas which makes the supplement manual weeding very costly and sometimes impractical in considering the profit. More economical and efficient measure for weed control is required in the future.

摘要：臺灣之稻作採水田栽培，其耕作面積及生產量均為各作物之首。水田由於經常處於濕水之狀況，適於水生及水陸生雜草之發生。其雜草相與旱田者迥然不同。本省文獻中所記錄之水田雜草有42科 165 種。其草相組成與地緣相鄰之我國大陸、日本、韓國、及菲律賓相近。全省性發生而危害程度大者為鴨舌草、稗草、球花蒿草、野茨菰及螢蘭等5種草。重要性次之者包括母草、定經草、印度水豬母乳、水菸菜、喇叭草、田字草、雙穗雀稗、兩耳草、木蟲草、牛毛氈、鱗腸、滿天星及瓜皮草等13種。部份雜草如野茨菰、螢蘭、瓜皮草等其發生呈明顯之地區性差異。以栽培季節言，野茨菰等在一期作較多，鴨舌草及印度水豬母乳在二期作較多，而多數之雜草兩期作中之發生相似。本省水田於1960年代中期開始使用殺草劑，至1978年其使用率已達總面積之91.2%。殺草劑使用後水田一年生雜草減少。萌前殺草劑不能有效防治之多年生雜草則增加，估計目前雙穗雀稗、野茨菰、螢蘭、滿天星及牛毛氈等多年生草之發生均在10萬公頃以上（兩期作面積合計），極具危害之潛力。稗草及鴨舌草有差異很大之種內變異，其在危害及防治上之意義值得探討。多種水稻病蟲害之病原及害蟲原以雜草為寄主植物，水田及四週環境中之雜草可以增加病蟲之發生機會及危害程度。水田雜草對光及養分之競爭可直接引起水稻減產。競爭性危害在二期作中較嚴重。不防治雜草之狀況下，兩期作之平均減產在直播及移植稻分別為62%及16%。目前雖因防治澈底，田間之實際損失輕微，

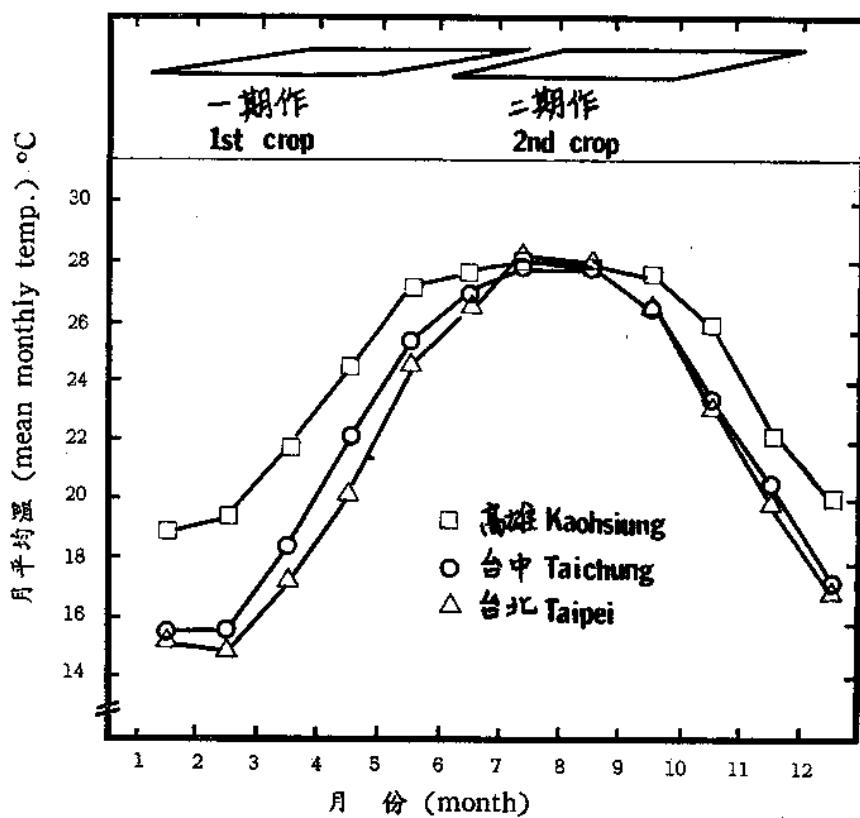
但却是鉅額殺草劑及人工除草費用（1979年達13.6億新臺幣）所換得。由於農村勞力缺乏及經營利潤微薄，水稻之栽培日益粗放，水田雜草防治須發展更經濟有效之方法。雜草之研究急待加強才能因應此種情勢。

前　　言

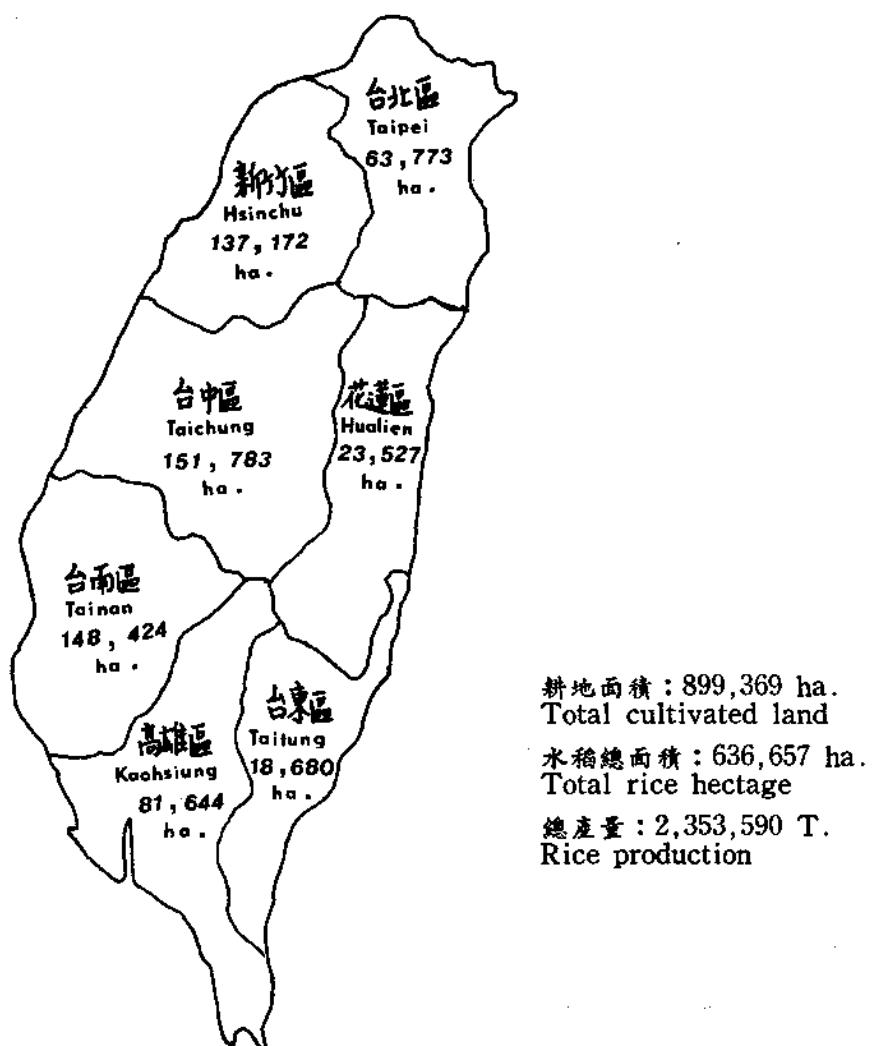
稻米是我國人民之主要糧食，臺灣稻作一年之栽培面積約70萬公頃，生產稻穀達240萬噸，為各種農作物中最重要者。

臺灣之稻作採水田栽培，其中以直播法種植者佔2%，其餘均行苗之移植種植。由於氣候適宜及水利發達，本省各地一年均可種稻兩次；1~3月種植者為一期作，6~8月種植者為二期作（圖一）。臺灣稻作生產之其他重要特色包括：每戶之耕作面積小即平均不到一公頃，管理集約，普遍採用改良品種、化學肥料、農藥及農機之使用率高。

雜草是引起稻作減產之主要有害生物之一；除因為光、養分及水分競爭而造成之直接危害外，並可成為病原害蟲及老鼠之寄生或棲息所在而增加此等有害生物發生及危害之程度。故雜草之防治是整個稻作生產中不可缺少之一部份。傳統之稻作栽培中，完全依靠人力及簡單工具除草，近十餘年來，此種效率低而極為艱苦之除草方式，已因殺草



圖一 臺灣北、中、南部一年間氣溫變化及水稻期作
Fig. 1. Temperature and rice cropping of Taiwan.



圖二 農業改良場所轄區域及區內水稻栽培面積

Fig. 2. Agricultural regions and rice hectarage of Taiwan.
From 1981 annual report of PDAF.

劑之使用而漸遭淘汰。

此文即探討本省稻田雜草其種類、發生及危害之各種特性，使用殺草劑所引起之改變，由於本省陸稻栽培面積極少，文中之引述及討論均針對水田而言，雜草資料之區域劃分依照農業改良場之行政區（圖二）。

水田環境與雜草

水稻原產熱帶，進化過程中自然及人為之選拔雖造成或可適應各種環境之類型，品

種，但水稻對低溫相當敏感⁽⁴¹⁾，溫帶地區之栽培僅限於高溫之夏季，水稻栽培上對溫度之要求為影響水田雜草相之主因之一。決定水田草相之最主要因素則為其整地及水管理之特性；原有之旱田經灌溉、耕犁、整平及灌水成為水田，此過程中土壤之物理、化學性質及生物相均發生巨大之改變，湛水狀態之水田其土壤與大氣隔絕，原有之土壤間隙為水充滿。透過水層進入土壤之氧氣不能植物及微生物呼吸之所須，除最外面之數毫米深之氧化層含氧較高外，其下均為缺氧之還原層^(35,77) 由於湛水及溫度之影響，使水田雜草具有以下之特色。

水田雜草之種類較旱田少，旱作除包含之作物種類多外，並涉及各種不同季節、地形、土壤條件下之栽培。而水稻多在高溫季節且地形及水份均勻之環境下生長同一地區中，水田雜草之總數常較旱田少，Yamasue及Ueki (1981)⁽⁷⁷⁾指出日本水田雜草共191種其種雜異度 (Specific diversification) 在數量上僅及旱田之半。臺灣耕地之雜草⁽¹⁵⁾所記錄之旱田草多達345種，而水田僅145種。

水田雜草以水生 (Hydrophyte) 及中生 (Hygrophyte) 之植物為主。陸生 (Mesophyte) 植物在湛水狀況下，多因缺氧氣而不發芽或發芽後因生理作用失常而生長不良^(35,77)，本省水田中較重要之18種雜草（表二）除兩耳草之陸生性較強外，餘均屬水

表一、光復後文獻上有關水田雜草之記錄

Table 1. Literatures about paddy weeds of Taiwan.

來 源 Literatures	出版年份 Published year	科 數 Family	種 數 Species
臺灣西部耕地雜草 ⁽⁵²⁾ Weeds found on cultivated land in western Taiwan.	1964	37	108
臺灣耕地雜草 ⁽¹⁵⁾ Weeds found on cultivated land in Taiwan.	1968	41	145
臺南區水田雜草研究 ^a ⁽¹⁴⁾ Study on paddy weeds of Tainan district	1968	29	82
臺灣中部地區水田雜草相之調查 ⁽⁸⁾ Investigation of weed flora on paddy fields in the Taichung district.	1976	—	39
臺灣水田雜草相 ^b ⁽⁵⁰⁾ Weed flora in rice paddy fields in Taiwan	1977	—	65
殺草劑與水田雜草相變動之研究 ⁽¹²⁾ Study on the weed flora of chemical treated paddy field	1981	—	30
總 計 Total		42	165

a 新記錄草8種：
New species recorded 潘江紅 (*Azolla pinnata*), 奧杏 (*Chenopodium ambrosioides*), 盒田草 (*Leonurus sibiricus*), 紫蘇草 (*Limnophila aromatica*), *L. sessiliflora*, 蛙藻 (*Potamogeton crispus*), 石龍芮 (*Ranunculus scleratus*), 紫萍 (*Spirodela polyrhiza*)。

b 新記錄草12種：
New species recorded 看麥娘 (*Alopecurus aequalis*), 水莎草 (*Cyperus serotinus*), 升馬唐 (*Digitaria adscendens*), 亨利馬唐 (*D. henryi*), 水丁黃 (*Lindernia ciliata*), 碎子苗莎草 (*Mariscus cyperinus*), 栗米草 (*Mollugo pentaphylla*), 水辣草 (*Ranunculus sieboldii*), 廣東芋螺 (*Rorippa cantoniensis*), 海馬齒 (*Sesuvium portulacastrum*), 姬鑿蘭 (*Scirpus lineolatus*), 假吐金菊 (*Soliva anthemifolia*)。

生及中生型。竹松及近內(1978)(35)認為水生雜草具有表皮薄，植物體柔軟含水多細胞間隙大及易受殺草劑影響之一般特徵。

水田中雜草之萌芽深度淺，水田中多數一年生雜草，其種子由表土1cm內之氧化層發芽長出(35,77)旱田中雜草之萌芽深度大，片岡(1978)(26)報告，水稗(*Echinochloa crusgalli* var. *oryzicola*)種子在湛水下之萌芽深度為2cm，而低於飽和之幾種土壤水份狀況下則可達8cm。鴨舌草可在2cm深處發芽，但僅淺於0.3cm者可以萌芽。高林及中山(1979)(32)報告旱田雜草早苗藜及灰藜之種子可自5cm深處長出，而細葉旱稗(*E. crusgalli* var. *praticola*)之萌芽深度可達10cm。水田中多年生雜草之營養器官繁殖體之萌芽則不限於表土淺層。一般而言，僅在淺處發芽之雜草其萌芽較整齊且易受殺草劑之影響。

臺灣水田雜草之種類

本省水稻栽培集中於低海拔之平地。以植物相而言，水田分佈區中除南端恒春半島外均屬於亞熱帶雨林區。臺灣因地形特性而擁有之豐富植物相，即高等植物達258科3,577種，包括熱帶至寒帶之植物(17)對水田並不具特別之意義。

水田雜草均為株形矮小之草本植物。水田雜草文獻中，以「臺灣耕地之雜草」(15)所記錄之種類最多，計有41科145種。1964年出版之「臺灣西部耕地雜草調查報告」(52)列入了37科108種水田雜草，其中除加拿大蓬(*Erigeron canadensis*)外，其餘均已包括於「臺灣耕地之雜草」之中。此二文獻均未有臺南區水田雜草之資料。傅(14)對臺南區之調查共記錄29科之82種水田雜草，其中有滿江紅、紫蘇草……等8種新記錄草(表一)。洪(8)及Horng(50)調查臺中地區及全省水田所記述之65種草中有姫薺蘭(*Scirpus lineolatus*)，水莎草(*Cyperus serotinus*)……等12種以前文獻所未見者(表一)。邱(12)報告之30種草則均已有記錄。綜合上述文獻，臺灣水田計有雜草42科165種(表一)。其中含種數較多之木本科為26種，莎草科為25種，菊科為14種玄參科為12種。

表二選列62種較常見之水田雜草。普遍發生而競爭危害程度大之5種雜草為鴨舌草、稗草、球花蒿草、野茨菰及薺蘭。普遍發生而競爭危害中等或危害大但發生較少之草有滿天星、雙穗雀稗、印度水豬母、牛毛氈、母草、定經草、喇叭草、田字草、水蕪菜、兩耳草、木薑草、鱸腸及瓜皮草等13種。此18種以外之雜草，除非在特殊狀況下，其危害均小。

水田裏作或休閒期之雜草報告(8,15)所包括之資料均屬區域性。其中，洪(8)在臺中之調查記錄有79種雜草。田埂及溝中之雜草則僅見於傅(14)之報告。部份水田雜草如牛毛氈可利用休閒期繼續繁殖(61)，而增加次年之危害程度。雙穗雀稗、匍匐草、滿天星、李氏禾等則可不斷由田埂及溝邊侵入田內。休閒田、田埂及溝邊之雜草均可作為病原及害蟲之寄主。廣意而言，此類雜草亦應包括於水田雜草之內。

臺灣鄰近地區之我國大陸、日本及韓國均有較詳盡之水田雜草資料。在種數上，我國大陸超過200種(56)，日本(25)及韓國(53)則分別為191及153種。日本所有之191種水田雜草中，僅有一種為本地種，其餘均屬共生及外來種。松竹及近內(35)主張由於溫

表二、臺灣水田之常見雜草^a

Table 2. Common paddy weeds of Taiwan.

科 Family	學 Scientific name	名 Name	中 Chinese name	重要性等級 ^b Importance
Alismataceae 澤瀉科	<i>Sagittaria pygmaea</i> Miq.	瓜皮草	++	
	<i>Sagittaria trifolia</i> L.	野茨菰	+++	
Amaranthaceae 莧科	<i>Alternanthera nodiflora</i> R. Br.	節節花	+	
	<i>Alternanthera sessilis</i> R. Br.	溝天星	++	
Callitrichaceae 水馬齒科	<i>Callitricha verna</i> L.	水馬齒	+	
Campanulaceae 桔梗科	<i>Lobelia radicans</i> Th.	半邊蓮	+	
	<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaerth	尖嘴花	+	
Ceratophyllaceae 金魚藻科	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	松藻	+	
Commelinaceae 鴨跖草科	<i>Commelina benghalensis</i> L.	竹葉菜	+	
	<i>Commelina diffusa</i> Burman f.	竹仔菜	+	
Compositae 菊科	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	霍香薊	+	
	<i>Centipeda minima</i> (L.) A. B. & A.	石胡荽	+	
	<i>Eclipta prostrata</i> L.	鱷腸	++	
	<i>Soliva anthemifolia</i> R. Br.	假吐金菊	+	
Cruciferae 十字花科	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	蔊菜	+	
Cyperaceae 莎草科	<i>Cyperus compressus</i> L.	扁穗莎草	+	
	<i>Cyperus diffomis</i> L.	珠花嵩草	+++	
	<i>Cyperus iria</i> L.	碎米莎草	+	
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	香附子	+	
	<i>Cyperus serotinus</i> Rottb.	水莎草	+	
	<i>Eleocharis acicularis</i> R. & S.	牛毛薺	++	
	<i>Fimbristylis miliacea</i> Vahl.	木薺草	++	
	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	水蜈蚣	+	
	<i>Pycnosorus polystachyos</i> P. Beauvois	多柱扁莎	+	
	<i>Scirpus lineolatus</i> Fr. & S.	姪薹草	+	
	<i>Scirpus juncoides</i> Roxb.	薹草	+++	
	<i>Scirpus wallichii</i> Nees.	臺灣野薺	+	

(續表二)

科 Family	學 Scientific name	名 Name	中 Chinese name	重要性等級 Importance
Elatinaceae 滴繁縷科	<i>Elatine triandra</i> Schk		滴繁縷	+
Eriocaulaceae 穀精草科	<i>Eriocaulon sieboldtianum</i> Sieb et Zucc		穀精草	+
Gramineae 禾本科	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol. var. <i>amurensis</i> (Komar) <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers		看麥娘 狗牙根	+
	<i>Digitaria chinensis</i> Hornem.		小指草	+
	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.		芒稷	+
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.		稗草	+++
	<i>Leersia hexandra</i> Sw.		李氏禾	+
	<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Lees.		千金子	+
	<i>Panicum repens</i> L.		鋪地黍	+
	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.		兩耳草	++
	<i>Paspalum distichum</i> L.		雙穗雀稗	++
Hydrocharitaceae 水蕹科	<i>Blyxa echinisperma</i> (C. B. Clarke) H. f.		臺灣蕩藻	+
Juncaceae 燈心草科	<i>Juncus prismatocarpus</i> R. Br.		三稜草	+
Lythraceae 千屈菜科	<i>Ammannia baccifera</i> L. <i>Ammannia multiflora</i> Roxb.		水莧菜 多花水莧菜	++
	<i>Rotala indica</i> (Willd) Koehne		印度水豬母乳	++
	<i>Rotala leptopetala</i> Koehne		水紅骨仔	+
	<i>Rotala rotundifolia</i> Koehne		水豬母乳	+
Marsileaceae 蘋科	<i>Marsilea crenata</i> Presl. <i>Marsilea quadrifolia</i> L.		南國田字草 田字草	+
Oenotheraceae 柳葉菜科	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven <i>Ludwigia prostrata</i> Roxb. <i>Ludwigia peploides</i> Subsp. <i>stipulacea</i> (Ohwi) Raven		水丁香 喇叭草 過江龍	++
Polygonaceae 蓼科	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.		旱苗蓼	+
Pontederiaceae 雨久花科	<i>Monochoria vaginalis</i> Presl.		鴨舌草	+++

(續表二)

科 Family	名 Scientific name	學 名 Chinese name	重要性等級 Importance
Rubiaceae 茜草科	<i>Hedyotis diffusa</i> Willd	珠仔草	+
Scrophulariaceae 玄參科	<i>Dopatorium junceum</i> Hamilt	蟲眼草	+
	<i>Lindernia pygidaria</i> All.	母草	++
	<i>Lindernia cordifolia</i> Merr.	心葉母草	+
	<i>Lindernia anagallis</i> Yamazaki	定經草	++
	<i>Mazus japonicus</i> (Th.) Kuntz	通泉草	+
Umbelliferae 繖形科	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	雷公根	+
	<i>Hydrocotyl formosana</i> Masamune	臺灣姬亮草	+
	<i>Oenanthe javanica</i> (Bl.) DC.	雷公根	+

a 參考文獻：(Literatures) (8,14,15,50)

b ++ : 普遍發生而危害大者。

Wide distribution with great damaging capability.

++ : 普遍發生但危害中等或地區性發生但危害大者。

Wide distribution, moderate damaging capability or regional distribution, great damaging capability.

+ : 普遍發生而不具競爭性危害或地區性發生危害較輕。

Wide distribution, minimum damaging capability or regional distribution, some damaging capability.

度及湛水之因素，世界各地水田之雜草相有很多共同之處。而日本、韓國及中國大陸之雜草相則極為近似。他分析其原因，認為除栽培及管理方式之相近外，很多雜草隨水稻耕作之擴展由中國大陸傳至日本及韓國。文獻之記載(14,15,25,33,34,50,53,56)顯示臺灣水田雜草之種類與大陸、韓國、日本頗為相近，地緣之鄰近及栽培方式之一致應是其主要原因。日本、韓國之主要雜草中，僅 *Eleocharis kuroguwai* 未見於本省之文獻(17)，其冷地危害之異匙葉藻 (*Potamogeton distinctus*) 及澤瀉 (*Alisma canaliculatum*) 臺灣植物誌(17)雖有記錄，但極少發生，本省常見而日本文獻未見者有尖瓣花 (*Sphenoclea zeylanica*)，滿天星 (*Alternanthera sessilis*) 水蕡菜 (*Ammania baccifera*) 及南國田字草 (*Marsilea crenata*)。東南亞(60,65,69,70,73)危害大之多年生莎草如 *Cyperus maritimus*, *Scirpus grossus* 及浮生雜草 *Salvinia spp.* 等在臺灣均無重要性。

整體而言，臺灣水田雜草相與鄰近其他地區者差異不大。Noda(63)所列世界各地32種主要水田雜草中，其中之30種在本省有記錄，而發生於水田者亦有26種。

臺灣水田雜草發生之期作特性

本省一、二期水稻在整地前田面狀況及初期之氣溫（圖一）上有相當大之差異。田面雜草而言，一期作常有大量之冬生型旱田草，而二期作則多為稗草及自生稻（Vol-

Table 3. Some important characteristics of paddy weeds related to control.

種類 Kind	名稱 Name	繁殖器官 Propagation organ	休眠性 Dormancy	萌芽深度 Depth of emergence (cm) Submerged	萌芽溫度 Emergence temp. for emergence		對除草劑反應 ^b Response to herbicide	
					淺 Shallow	深 Deep	低溫 Low temp.	高溫 High temp.
一年生 Annual	稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i> Seed	種子 Seed	淺 Shallow	2cm 100~120C	分散 Dispersion	集中 Concentrate	S	TS
	矮莎草 <i>Cyperus diffinis</i> Seed	種子 Seed	淺、無 Shallow, no	<1cm	—	分散 Dispersion	集中 Concentrate	S
	鴨舌草 <i>Monochoria vaginalis</i> Seed	種子 Seed	淺、無 Shallow, no	<1cm 120~150C	集中 Dispersion	集中 Concentrate	S	S
	紅背草 <i>Rotala indica</i> Seed	種子 Seed	淺、無 Shallow, no	<1cm	—	分散 Dispersion	集中 Concentrate	S
	母草 <i>Lindernia pyridaria</i> Seed	種子 Seed	淺、無 Shallow, no	<1cm	—	—	S	S
營 營 器 器 官 官 份 份 For vegetative organ only					T	S		
多年生 Perennial	野菜 <i>Sagittaria trifolia</i> Seed, tuber	種子、塊莖 Seed, tuber	有 Yes	>5cm	—	分散 Dispersion	T	S
	風車草 <i>Sagittaria pygmaea</i> Seed, tuber	種子、塊莖 Seed, tuber	淺、無 Shallow, no	5cm 300C	—	分散 Dispersion	T	S
	釐蘭 <i>Scirpus juncoides</i> Seed, bud	種子、芽 Seed, bud	有、無 Yes, no	3cm 180~200C	—	分散 Dispersion	TS	S
	牛毛葛 <i>Eleocharis acicularis</i> Seed, runner	種子、匍伏莖 Seed, runner	—	表土 Surface	150C	—	TS	S
	雙葉金神 <i>Paspalum distichum</i> Seed, runner	種子、匍伏莖 Seed, runner	—	>5cm	—	—	T	T
	田字草 <i>Marsilea quadrifolia</i> Sporangia, runner	孢子囊、匍伏莖 Sporangia, runner	—	—	—	—	T	TS

^a 綜合自下述文獻 (6, 19, 26, 37, 51, 60, 61, 71)^a From literatures (6, 19, 26, 37, 51, 60, 61, 71)^b S : 感性, 防治容易, TS : 容忍性, 防治效果佳, TS : 介於T, S之間, 防治效果中等。^b S : Susceptible, T : Tolerant, TS : Between S and T.

表四、臺灣水田雜草發生之期作性劃分。

Table 4. Classification in seasonal difference of selected paddy weeds in Taiwan.

發生特性 Characteristics	雜草種類 Weeds
一期作為主 ^b Mainly in 1st rice season	蔊菜 (<i>Cardamine flexuosa</i>)、石胡荽 (<i>Centipeda minima</i>) 旱苗蓼 (<i>Polygonum lapathifolium</i>)、穀精草 (<i>Eriocaulon sieboldianum</i>) 山芥菜 (<i>Roripa atrovirens</i>)、看麥娘 (<i>Alopecurus aequalis</i>) 通泉草 (<i>Mazus japonicus</i>)、節花路夢 (<i>Polygonum plebium</i>)
一期作較多 More in 1st rice season	節節花 (<i>Alternanthera nodiflora</i>)、小指草 (<i>Digitaria chinensis</i>) 牛毛氈 (<i>Eleocharis acicularis</i>)、水蜈蚣 (<i>Kyllinga brevifolia</i>) 野茨菰 (<i>Sagittaria trifolia</i>)
一、二期作相當 Similar in 1st and 2nd rice season	滿天星 (<i>Alternanthera sessilis</i>)、稗草 (<i>Echinochloa crus-galli</i>) 釐蘭 (<i>Scirpus juncoides</i>)、母草 (<i>Lindernia pyxidaria</i>)、球花蒿草 (<i>Cyperus difformis</i>)、鱗腸 (<i>Eclipta prostrata</i>)、木薺草 (<i>Fimbrystylis miliacea</i>) 鰐眼草 (<i>Dopatorium junceum</i>)、田字草 (<i>Marsilea quadrifolia</i>) 水豬母乳 (<i>Rotala rotundifolia</i>)、雙穗雀稗 (<i>Paspalum distichum</i>) 心葉母草 (<i>Lindernia cordifolia</i>)、女鬚草 (<i>Blyxa echinosperma</i>)
二期作較多 More in 2nd rice season	鴨舌草 (<i>Monochoria vaginalis</i>)、印度水豬母乳 (<i>Rotala indica</i>) 尖瓣花 (<i>Sphaeroclea zeylanica</i>)、芒稷 (<i>Echinochloa colona</i>)

a 緣合臺灣耕地雜草 (15)、臺灣水田雜草相 (50) 及筆者田間觀察所做之劃分。

a Compiled from literatures (15,50) and field observation by the authors.

b 一期作為主之雜草亦多發生於冬季之裡作及休閒田 (8)。

b Major weeds in the first rice season also occurs commonly in the winter crop and fallow fields (8).

untee rice)。而一、二期作物期之平均氣溫相差達10°C左右。溫度之差異，除造成水田中雜草種類不同外，並對雜草萌芽整齊度（表三）及生長發育均有很大之影響。

水田雜草之期作發生特性（表四）主要發生於一期作之雜草如看麥娘、石胡荽、旱苗蓼等亦發生於冬季休閒田 (8)。但此等雜草在水田狀況下，生育不良對水稻不構成危脅。一期作較二期作多出之31雜草 (15) 多半是由此等冬旱田草所組成。兩期作中均有相當程度之發生，但一期作較多者包括野茨菰、牛毛氈、水蜈蚣等。而二期作較多者則有鴨舌草、印度之豬母乳、尖瓣花、芒稷等，其中又以鴨舌草之差異最明顯。傅(14) 在嘉義之調查顯示當地之鴨舌草在二期作之株數較多，而鮮重更遠高於一期。大多數之主要雜草在期作間之差別不明顯或在文獻上有不一致之記載。雜草競爭之危害程度上，二期作高於一期作 (42,43,44,45) 此點在本文之雜草危害部份有進一步之探討。

臺灣水田雜草發生之地區性差異

稗草、球花蒿草、鴨舌草、印度水豬母乳、木姦草在地理環境差異極大之各產稻地區、國家中均是主要之雜草(63,49)，其適應性很廣。這些草在本省各地均普遍發生，在文獻報告中，大部份水田雜草由於發生頻率太低，很難判斷其他地區性差異之特性。

表五、發生呈明顯區域性差異之水田雜草^a

Table 5. Paddy weeds which show difference in distribution.

種類 Species	主 要 發 生 區 域 Major infested area	
野莢蒿 <i>Sagittaria trifolia</i>	臺北、新竹 Taipei Hsinchu	
蟹 蘭 <i>Scirpus juncoides</i>	臺南、高雄 Tainan Koahsiung	
瓜皮草 <i>Sagittaria pygmaea</i>	新竹、臺中 Hsinchu Taichung	(通霄、苑裡、大甲) Tonshiao Wanli Tachia
水 莖 菜 <i>Ammania baccifera</i>	臺中以南 South of Taichung	
尖 離 花 <i>Sphenoclea zeylanica</i>	臺南、高雄 Tainan Koahsiung	
芒 穂 <i>Echinochloa colonica</i>	臺南 Tainan	(輪作區) Non double rice area
水 龍 <i>Ludwigia peploides</i>	臺中、臺南 Taichung Tainan	
女 髮 草 <i>Blyxa echinisperma</i>	臺北 Taipei	(淡水至金山之山邊水田) Paddy field in Tanshui and Kimshan

a 綜合臺灣耕地雜草(15)，臺灣雜草相(50)及蔣慕琰(未發表)。

From literatures(15,50) and unpublished data.

表五(15,50)所列者為8種發生呈明顯地區性差異之水田雜草。野莢蒿在全省各地均可見，但以臺北及新竹區最嚴重。桃園縣之新屋、觀音、湖口等地在水稻生長中期常可見滿田野莢蒿之白花。由於此草之嚴重危害，桃園是水田萌後殺草劑(如本達隆)使用最多之縣份(21)。瓜皮草是日本及韓國最主要之多年生草之一(53,54)；其在臺灣之分佈集中於通霄、苑裡、大甲一帶，臺東、花蓮亦偶有發生。尖離花及水蓎菜在中南部之發生較多，但此兩草未見於日本之記載(26)而尖離花為東南亞主要之雜草(64,65,73)故其在本省之分佈可能受南北氣候差異之影響而造成。芒穂主要發生於熱帶及亞熱帶地區。為東南亞各地看天水田(rainfed paddy field)之主要雜草(63)，此草與牛筋草同為本省旱田夏季最主要之禾草。水田中芒穂之發生多見於臺南區；很可能是由於此區域之輪作田多且由於行輪灌，田間無法經常保持湛水之狀態等因素所造成。女髮草屬沈水植物，其發生限於經常積水之水田，常見於淡水至金山一帶之山邊水田(16)。

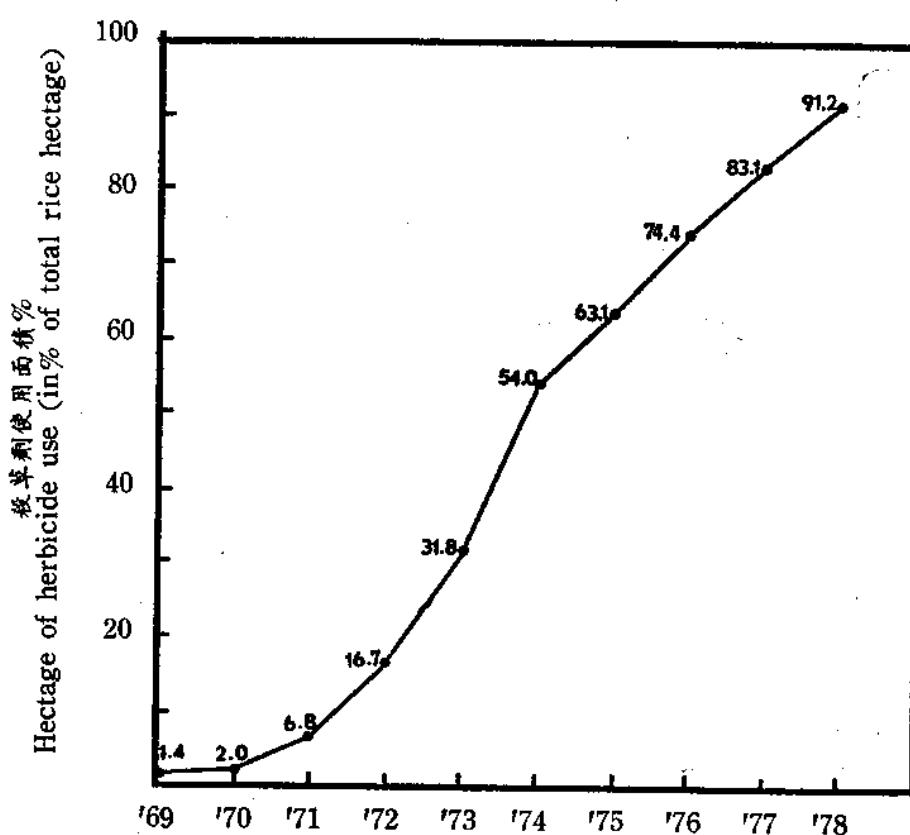
本省農地集中於南北縱走山脈與海岸間之帶狀區域中，雖然最寬處僅數十公里，但近山及海濱之地區間在土壤組成，鹽分含量、日照、季節風、雨量及灌排水等因素上常

迥然不同。此類特性在本省原最寬之嘉南地區相當明顯。其對水田雜草相之影響，在傅⁽¹⁴⁾之報告中有詳細之說明。根據他的調查，古坑、梅山至玉井一帶之山區水田以苦蘗科、玄參科、繖形科、柳葉菜科之雜草為主，而麥寮、四湖、東石、七股等濱海地區水田則以蓼科、藜科及菊科之雜草為多。山區水田之珠仔草及小毛蕡(*Ranunculus japonica*)極少發生於濱海地區，而邁江藤(*Lippia nodiflora*)則多分佈於海岸地區。植保中心⁽¹⁶⁾年報記述中部地區之野茨菰多發生在臺中彰化之沿海鄉鎮，而山區之南投縣較少見。筆者亦曾在沙鹿及東港之海濱水田中發現有高密度之*Cyperus maritimus*，此草在內陸極為少見。

水田雜草地區差異之現況及其形成因素急須有進一步之探討。野茨菰、瓜皮草、螢蘭、水莎草(*Cyperus serotinus*)及*Cyperus maritimus*均為具有高危害潛力之雜草^(47, 48, 55)。由於對其生態行為缺乏瞭解，其可能之擴展區域及危害程度則完全無法預測。

臺灣水田雜草相之變遷及多年生雜草現狀

對農作物所用之殺草劑須具有選擇性，連續使用相同或類似之殺草劑會造成敏感雜



圖三 1969至1978臺灣水田殺草劑使用面積百分比之變動，Chiang and Leua⁽⁴⁵⁾。

Fig. 3. Change in herbicide use in paddy field of Taiwan.

表六、1962至1978間中部地區三次調查所顯示之雜草相變動

Table 6. Change of paddy weed flora as suggested by weed fresh weight in 3 surveys conducted between 1962 and 1978.

調查時間 Time of survey	1962—1966 臺灣大學(15) NTU	1976 洪(9) Horng	1978 邱(12) ^b Chiu
鮮重最大之10種草： Fresh weight of 10 heaviest weeds			
(依重量由大至小排列) (Rank in order of weight)	鴨舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	鴨舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	鴨舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>
	雞眼草 <i>Dobatrium juncinum</i>	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	雙穗雀稗(P) <i>Paspalum distichum</i>
	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	球花嵩草 <i>Cyperus diffomis</i>	滿天星(P) <i>Alternanthera sessilis</i>
	球花嵩草 <i>Cyperus diffomis</i>	野莢蒾(P) <i>Sagittaria trifolia</i>	蟹鬚(P) <i>Scirpus juncoides</i>
	匍匐草(P) ^c <i>Panicum repens</i>	滿天星(P) <i>Alternanthera sessilis</i>	球花嵩草 <i>Cyperus diffomis</i>
	心葉母草 <i>Lindernia cordifolia</i>	雙穗雀稗(P) <i>Paspalum distichum</i>	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>
	木疊草 <i>Fimbrystylis miliacea</i>	紅骨草 <i>Rotala indica</i>	木疊草 <i>Fimbrystylis miliacea</i>
	田字草(P) <i>Marsilea quadrifolia</i>	田字草(P) <i>Marsilea quadrifolia</i>	野莢蒾(P) <i>Sagittaria trifolia</i>
	滿天星(P) <i>Alternanthera sessilis</i>	瓜皮草(P) <i>Sagittaria pygmaea</i>	瓜皮草(P) <i>Sagittaria pygmaea</i>
	大理草(P) <i>Paspalum dilatatum</i>	定經草 <i>Lindernia anagallis</i>	定經草 <i>Lindernia anagallis</i>
前10名中多年生草佔全體鮮重之% Fresh weight of perennial weeds, among the above 10 weeds, to total weight. %			
	2.64	22.5	40.44
前10名中一年生草佔全體鮮重之% Fresh weight of annual weeds, among the above 10 weeds, to total weight, %			
	95	66.8	39.89

a 三次調查時全省水田雜草劑之使用為0%，74.4%，91.2% (44)。

Use of herbicide in paddy field was 0%, 74% and 91% of total rice hectarage in Taiwan for the 3 survey time.

b 已施殺草劑之田間調查資料。

Data collected from field receiving herbicide treatment.

c P：多年生草。

Perennial weed.

草減少，而對藥劑具容忍性雜草增加之現象。Ahn 等人⁽³⁶⁾及 Sakamoto 等⁽⁶⁶⁾均由試驗證實連續施用殺草劑可導至水田草相變更。Ahn 等之試驗採用丁基拉草、護谷、殺丹、2,4-D, IPE 及 simetryn 等藥劑，結果發現第一年多年生草佔 28%，而第三年則增至 84%，同期間闊葉之一年生草則由 64% 減為 10%。Ahn 認為連續使用類似之殺草劑會造成與殺草劑相關之雜草族群。Sakamoto 等比較滅草、殺滅丹, benthiocarb + simetryn, piperophos + dimethametryn + bentazon. (PDB) 及 CNP + MCPA 等藥劑連續施用 5 年之效果。結果顯示第一年各處理之效果相似，第三年開始則處理間有明顯之差異，除 PDB 對一年生及多年生雜草均能有效防治外其餘之處理均導至螢蘭、瓜皮草及水莎草之一種或數種之增加。

臺灣水田殺草劑之正式登記始於 1965 年⁽¹³⁾。1970 年後使用殺草劑之水田快速增加，至 1978 年已佔全部面積之 91%（圖 3）。登記之藥劑達 40 種，在防治上實際所用者多為適用於插秧前後之萌前型藥劑⁽⁴⁵⁾此類萌前殺草劑主要防治對象為一年生草，對多年生草之效果均不理想（表三）。

本省水田使用殺草劑後雜草相發生變遷首見於洪^(8,50)之報告。洪氏將其 1975~1976 全省水田雜草調查之結果與 1962~1966 之另一調查⁽¹⁵⁾相比較，發現水田中一年生雜草減少而雙穗雀稗、野茨菰及螢蘭等多年生草則增加。其後邱⁽¹²⁾在臺中地區之調查顯示施用殺草劑之田中，多年生雜草佔優勢。表六為此三次調查中，臺中地區水田雜草鮮重組成之比較。臺大調查顯示鮮重量前 10 位之草中，匍匐草、田字草、滿天星、大理草等多年生草僅佔總數之 2.6%，而鴨舌草、稗草、蟲眼草、球花蒿草、心葉母草、木蟲草等一年生草佔 95%。洪氏調查中鮮重前 10 位之草中有 5 種多年生草，其鮮重佔 22.5%，另外之 5 種為一年生草佔 66.8%。洪與邱之調查雖然雜草重要性次序不完全一致，但均顯示野茨菰、雙穗雀稗、瓜皮草等多年生草之相對重要性增高。

除殺草劑之外，整地方法，休閒期土壤管理及輪作方式均可對水田雜草產生作用。這些栽培及管理因素之改變亦會導至雜草相之變遷。De Datta^(47,48), Kusanagi⁽⁵⁵⁾, Takasawa⁽⁷²⁾ 之報告中對此等因素之影響有相當程度之探討。他們報告中所顯示之原則如下：

耕犁對不同種類多年生草之作用不同，營養繁殖器官分佈於淺土或土表者易受深耕如翻犁之影響。

休閒期之翻曬田，可因乾燥之作用殺死部份塊莖或其他營養繁殖器官。水稻與旱作之輪作可減少水生多年生雜草之密度。近一、二十年來，本省水田由畜力之耕犁整地改為動力之碎土整地，休閒期之翻耕曬田，亦因農家自有人力及畜力之不足而減少。裡作因旱田殺草劑之使用多採不整地栽培。此種改變亦多少與前述之草相變遷有關。

表七為本文作者利用耕地面積⁽²⁰⁾及雜草發生頻度⁽⁵⁰⁾等兩項資料所估算之主要多年生草發生面積。依照此估算，1980 年全省 640,000 公頃之栽培面積中有 200,000 公頃發生雙穗雀稗，180,000 公頃發生野茨菰，而螢蘭、牛毛艷、滿天星三種草之發生亦均超過 100,000 公頃，田字草及瓜皮草則分別為 80,000 及 8,000 公頃左右。

如此大面積發生之多年生草，其實際之危害程度又如何？由於缺少切題之研究亦僅能在假設之基礎下予以間接估計。農民所採行之防治法雖不一定合理，但却常為反應問

表七、臺灣主要多年生水田雜草一、二期作發生面積公頃數之估計。

Table 7. Estimated hectage of major perennial weeds, sum of 1st and 2nd rice crop, in Taiwan.

雜草種類 Weeds	臺北 Taipei	新竹 Hsinchu	臺中 Taichung	臺南 Tainan	高雄 Kaohsiung	花東 Hualien Taitung	合計 Total	水田栽培面積 Total cultivated rice hectage
雙穗雀稗 <i>Pospalum distichum</i>	10,700	30,200	69,000	54,400	34,700	4,000	203,000	31.9
野茨菰 <i>Sagittaria trifolia</i>	43,000	71,800	25,500	2,200	21,700	17,500	181,700	28.5
薹 蘭 ^b <i>Scirpus spp.</i>	8,500	34,200	25,100	60,900	35,600	4,500	168,800	26.5
灣天星 <i>Alternanthera sessilis</i>	6,500	21,800	47,500	31,700	21,700	6,000	135,200	21.2
牛毛酰 <i>Eleocharis acicularis</i>	14,700	16,500	41,300	24,800	14,300	6,700	118,300	18.6
田字草 <i>Marselia quadrifolia</i>	3,700	25,500	24,800	17,400	4,500	5,900	81,800	12.8
瓜皮草 <i>Sagittaria pygmaea</i>	0	4,800	2,400	0	0	700	7,900	1.2

a 根據1980年全省水稻栽培面積(20)及水田雜草發生頻度(50)所估算，十位數以下公頃均以四捨五入之方法處理。1980年全省水稻面積836,651公頃。

Estimation based on survey figures of Horng(1977) and rice production statistics released by Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry (PDAF).

b 豈蘭項目下包含薹蘭 (*Scirpus juncoides*) 及臺灣野蘭 (*Scirpus wallichii*)。

Including *S. juncoides* and *S. wallichii*.

題嚴重性之可靠指標。現階段水田雜草防治之主體為施用萌前殺草劑一次，再視田間情況用下列之措施來配合：1~2次人工除草以檢除草母，中期施用萌後殺草劑，及中後期稗草之拔除(45)。多年生雜草，如野茨菰危害程度高之水田，在施用萌前藥劑防治一年生草後仍會有高密度之多年生草，在此狀況下因人工除草太費工及不經濟，必須依賴萌後藥劑。故由萌後藥劑之使用量可概略評估本省多年生雜草危害程度之實際情勢。1980年本達隆及2,4-D萌後藥劑之使用面積約2萬公頃(21)，僅佔全部栽培面積或多年生草發生面積之一小部份。故多年生草雖然普遍發生，但可能由於密度低之原因，在多數之地區中尚未造成嚴重之危害。

日本水稻栽培平均每季施用殺草劑2.5次左右(55)。如果多年生雜草在本省造成普遍而高度之危害，則農民所支出之雜草防治費用必大為增加。野茨菰、薹蘭、瓜皮草……等多年生草具有很強之繁殖力，其密度能在數栽培季之中大幅度提高，故雖在低密度下，仍然有極大之危害潛力。在目前之栽培及防治體系下，多年生雜草之密度是否會繼續增加，乃至於如何抑制其增加，均是急待探討之問題。

臺灣水田雜草之類似種及種內變異

外型接近之類似種或同一種內之不同變種雜草往往在生理反應及生態行為上有很大之差別。在日本，水稗 (*Echinochloa oryzicola*) 分佈於其全國各地，而臺灣野稗 (*Echinochloa crusgalli* var. *formosensis*) 則多限於南部之九州⁽⁷⁵⁾。Yamasue 等⁽⁷⁷⁾對日本水稗之研究顯示採自日本各地不同系統之稗草在萌芽時間、初期生長勢及對殺草劑之反應上有很大之差異。螢蘭 (*Scirpus juncoides* var. *hotarui*) 及臺灣野蘭 (*Scirpus wallichii*) 間有不同之萌芽及藥劑感受性^(27,28)。在不斷瞭解雜草及改進除草效率之追尋中，雜草在這方面之特性近年來日益受重視。

表八列舉本省水田中所發生之類似種及種內變種之雜草。稗屬之雜草除芒穀 (*Ech-*

表八、主要水田雜草中類似種及變種之分佈*

Table 8. Similar weeds and their distribution.

類 別 Kind	名 稱 Name		分 佈 Distribution
鴨舌草	<i>Monochoria vaginalis</i> Presl.		北、中、東部 Northern, central, eastern Taiwan
	<i>Monochoria vaginalis</i> Presl. var. <i>plantaginea</i>		中、南部 Central & southern Taiwan
稗 草	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.		
	var. <i>formosensis</i> Ohwi	臺灣野稗	全 省 Whole island
	var. <i>praticola</i>	細葉旱稗	
	var. <i>crusgalli</i> Ohwi		全 省 Whole island
	<i>Echinochloa oryzicola</i> (Vasing) Vasing	水稗	全 省 Whole island
野茨菰	<i>Sagittaria trifolia</i> L.		全 省 Whole island
	<i>Sagittaria aginashi</i> Makino		地 地 區 性 Regional
螢 蘭	<i>Scirpus juncoides</i> Roxb.	螢蘭	全 省 Whole island
	<i>Scirpus wallichii</i> Nees.	臺灣野蘭	南、北 Southern and northern Taiwan
豬母乳	<i>Rotala indica</i> (Willd) Koehne	印度水豬母乳	全 省 Whole island
	<i>Rotala rotundifolia</i> Koehne	水豬母乳	北 部 Northern Taiwan
田字草	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	田字草	全 省 Whole island
	<i>Marsilea crenata</i> Presl.	南國田字草	花 東 Hwalian and Taitung
滿天星	<i>Alternanthera sessilis</i> R. Br.	滿天星	全 省 Whole island
	<i>Alternanthera philoseroides</i> Griseb.	長梗滿天星	北 部 Northern Taiwan

a 綜合文獻 (9,15,16,52) 及本文作者之未發表資料。

From literatures (9,15,16,52) and unpublished data of the authors.

表九、稗草及鴨舌草系統（型）間之植株性狀（蔣，未發表）

Table 9. Plant characteristics of different barnyardgrass and monochoria collected in Taiwan.

A. 稗草：全省各地93系統性狀之變域（盆栽調查）

Barnyardgrass : Range of 93 lines (pot trial)

萌芽期 Days to emergence	抽穗期 Days to heading	株 高 Plant height (30DAE)	分蘖數 No. of tiller	穗 高 Panicle height
2-31 DAP	29-87 DAP	34-76 cm	9-48	55-133 cm

B. 鴨舌草：盆栽 60 DAP 調查

Monochoria vaginalis : 60 DAP pot data.

類 別 Type	株 高 Plant height (cm)	葉 數 No. of leaf	花序數 No. of inflorescence	鮮 重 fresh weight gr./pl.
匍伏型 Prostrate	33	192	137	170
直立型 Erect	94	43	27	177

inochloa colona) 外，文獻(15,16,17)上記載者有同屬 *Echinochloa crusgalli* 之四變種：var. *crusgalli*, var. *formosensis*, var. *oryzicola*, var. *praticloa*，其中 *E. crusgalli* var. *praticloa* (細葉旱稗) 極少發生於水田。另外之3變種則分佈於本省各地之水田。植保中心之研究顯示本省之稗草在萌芽時間、生長型、株高、分蘖數及抽穗期等性狀有很大之差異；以抽穗期而言，早者僅須二十幾天而遲者須3個月（表九）。而對鴨舌草之研究亦發現，本省有兩變種之鴨舌草，直立而高大之 *Monochoria vaginalis* 主要分佈於西南部各縣，矮生匍伏之 *M. vaginalis* var. *plantaginea* 則分佈於中、北及東部。此兩型鴨舌草之部份特性亦列於表九。有類似情形發生之主要雜草尚有野茨菰、螢蘭、猪母乳、田字草、滿天星等。

臺灣水田雜草之非競爭性危害

水田及其四週環境中發生之雜草可成為水稻病原及害蟲之寄主植物及棲息場所，而增加病蟲害發生機會及危害程度。傳播水稻毒素病之黑尾浮塵子可在稗草、牛筋草、看麥娘及狗牙根上過冬，並能在畫眉草 (*Eragrostis atrovirens*) 上完成生活史而在此草附近出現高密度之族群(11)。水稻紋枯病菌所產生之菌核在附著雜草後即發芽侵入，雜草上紋枯病之菌核亦能傳播此病。根據本省文獻記錄(1,2,3,5,7,10,11,12,22,23,24,31)稻熱病、紋枯病、黃萎病、小球菌核病、白葉枯病、白尖病、黑尾浮塵子、縱捲葉蟲、稻細蟻、二化螟、稻稈蠅、鐵甲蟲、黑椿象等水稻病蟲害之病原及害蟲均可以雜草為寄主(表十)。

表十、以雜草為寄主植物之水稻病原及害蟲

Table 10. Disease pathogen and pest insect of rice that host on weeds.

病害 Disease	病蟲種類 Rank of pest		
			寄主雜草 Host weeds
真菌 Fungi	稻熱病 rice blast	<i>Pyricularia oryzae</i>	李氏禾 (<i>Leersia hexandra</i>)、 匍匐草 (<i>Panicum repens</i>)
	紋枯病 Sheath blight	<i>Thanatephorus cucumeris</i>	稗草 (<i>Echinochloa crus-galli</i>)、 鴨舌草 (<i>Monochoria vaginalis</i>)
	小球菌核病 Stem rot	<i>Helminthosporium sigmoideum</i>	看麥娘 (<i>Alopecurus aequalis</i>)、 土香 (<i>Cyperus rotundus</i>)
菌質 Mycoplasma	水稻黃萎病 Yellow dwarf		千金子 (<i>Leptochloa chinensis</i>)、 李氏禾 (<i>Leersia hexandra</i>)
細菌 Bacteria	白葉枯病 Bacterial leaf	<i>Xanthomonas oryzae</i>	球花嵩草 (<i>Cyperus diffomis</i>)、 菰 (<i>Zizania latifolia</i>)
線蟲 Nematode	白尖病	<i>Aphelenchoides besseyi</i>	碎米莎草 (<i>Cyperus iria</i>)、狗尾草 (<i>Setaria sp.</i>)
蟲害 Insect	黑尾浮塵子 Brown planthopper	<i>Nephrotettix spp.</i>	長畫眉草 (<i>Eragostis sp.</i>)
	鎖捲葉蟲 Rice leaf roller	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i>	李氏禾 (<i>Leersia hexandra</i>)
	稻細蟻	<i>Steneotarsonemus sphinkii</i>	牛筋草 (<i>Eleusine indica</i>)
	二化螟 Rice stem borer	<i>Chilo suppressalis</i>	菰 (<i>Zizania latifolia</i>)
	稻繩蠅 Rice whorl maggot	<i>Hydrellia philippina</i>	菊科及禾本科雜草 (Compositae and grass family weeds)
	臺灣鐵甲蟲 Rice hispa beetle	<i>Hispa similis</i>	茅草 (<i>Imperata cylindrica</i>)、 菰 (<i>Zizania latifolia</i>)
	黑椿象	<i>Scotinophara lurida</i>	雜草 (Weeds)

a 綜合自 (1-3,5,7,10-12,22-24,31) 等文獻。
From literatures (1-3,5,7,10-12,22-24,31).

老鼠棲息於水田田埂、溝渠、農路雜草掩蔽處，除可破壞水路引起灌排水問題外，亦常於中後期侵入田中為害水稻。日本近年來甚至有人研究種植石蒜來防治老鼠對田埂之為害(30)。

雜草所發生之毒他作用 (Allelopathy) 亦為非競爭性危害之一種，旱田主要雜草所附子之體內含有可抑制蔬菜及豆類植物發芽及生長之物質(29) 水田中雜草是否有毒他作用則尚未見有報告。

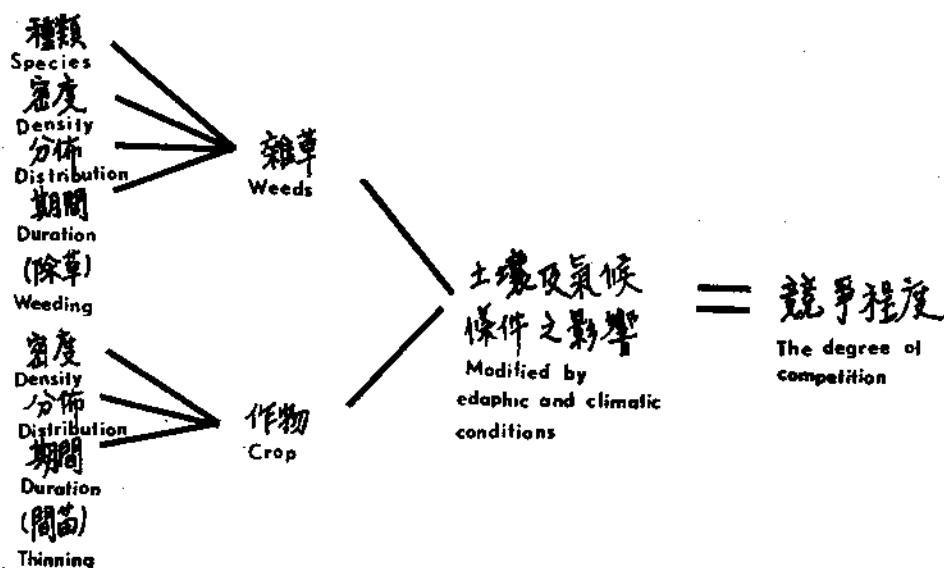
由於雜草在病蟲害發生及傳播中之重要性，國外在此領域中已有專門之出版物(38, 58)及研討會之計劃(39)。

臺灣水田雜草之競爭性危害

對光線、水分及養分之競爭為雜草直接危害作物之三個主要構成要素。旱田狀況下土壤水分經常為作物生長之限制因子，故旱田雜草對水分競爭之影響大。水田因經常保持湛水，雜草雖消耗水分，但並不直接造成水稻之缺水。因此在水田中雜草與作物之競爭關係上一般均偏重於對水分以外另外兩要素之探討。對光的競爭，以稗草為最強。稗草屬於光合作用效率高之C₄型植物，生長速率較水稻快(59)。整地後萌芽之稗草在生育中期後即高過水稻，造成遮陰而影響水稻穀粒數及充實度。野茨草、螢蘭、球花蒿草在移植田通常較稻株矮，不致造成頂上遮陰，但仍可減少稻株中下層葉片之受光量。匍匐型及矮生之雜草則多不具對光之競爭力。雜草與水稻競爭養分之情形可用其體內之含氮量來說明。移植後40天時水稻、稗草、球花蒿草及鴨舌草之含氮量分別為1.69, 1.23, 2.02及2.53%，移植後95天左右三種草之含氮量仍均高於水稻之0.73% (37,46)。不除草狀況下，水田雜草之發生量很大，故其對養分之競爭極為可觀。

雜草競爭導致水稻生育不良、分蘖減少、株高改變及抽穗延遲，但最主要者還是影響產量，損失主要由穗數及每穗粒數之減少所構成，穀粒重及稔實率所受之影響較少 (42,43,46,78)。

競爭危害之程度取決於多種因素。Bleasdale (40)以模式圖（圖四）表示各種參與因素及其間之關係。水稻受競爭之減產程度因雜草種類、密度、競爭時期、品種、栽培方式、氣候及環境條件而改變，田間實際之減產程度可在10~90%之間 (45,63,78)。以下就其重要者，加以進一步討論。



圖四 作物與雜草競爭之模式關係圖，錄自 Bleasdale⁽⁴⁰⁾

Fig. 4. Schematic diagram presentation of competition

表十一、10種常見水田雜草種植後60天之株高、乾重。(蔣, 未發表)

Table 11. Plant height and total dry matter weight at 60 DAP, of 10 common paddy weeds.

草名 Weeds	株高 cm Plant height	乾重 gr/pl. Dry matter weight
稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	107	78.3
鴨舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	29	10
珠花嵩草 <i>Cyperus difformis</i>	33	9.2
螢蘭 <i>Scirpus juncoides</i>	37	10.1
野茨菰(種子) <i>Sagittaria trifolia</i> (seed)	57	7.4
野茨菰(球莖) <i>S. trifolia</i> (tuber)	54	12.3
紅骨草 <i>Rotala indica</i>	20	3.2
水莧菜 <i>Ammania baccifera</i>	35	11.9
母草 <i>Lindernia pyxidaria</i>	27	11.8
鑑葉定經 <i>Lindernia anagallis</i>	23	4.9
喇叭草 <i>Ludwigia prostrata</i>	44	40.1

a 二期作期間栽培狀況下四重複之平均值。

Average figures of 4 replicated pot experiment.

雜草種類之影響：水田雜草間其生長勢差異很大。植保中心之試驗(表十一)顯示相同之栽培狀況下，10種主要水田雜草在株高及重量上有很大之差異，如稗草之重量為紅骨草之20餘倍，此種差異代表著不同之競爭潛力。Chang⁽⁴²⁾報告同密度下5種雜草引起減產之程度以稗草最大，再依次為珠花嵩草、田字草、鴨舌草及紫萍。Chisaka⁽⁴⁶⁾報告 50株/m² 稗草及鴨舌草分別減產 23.1% 及 6.5%，但重量相同時則鴨舌草之危害大於稗草。

雜草密度之影響：Chang⁽⁴²⁾以盆栽方式探討每平方公尺 100 及 200 株密度之差異，發現稗草、珠花嵩草及鴨舌草在高密度下之危害均較低密度者為大。Smith⁽⁶⁸⁾報告每平方呎 1,5 及 25 株稗草引起直播水稻之減產分別為 40、66 及 89%。Chisaka⁽⁴⁶⁾ Lubigan 及 Vega⁽⁵⁷⁾之報告則顯示 20 株/m² 之稗草可減產 20% 左右。Noda 等人⁽⁶²⁾試圖由其試驗資料中建立稗草株數與稻產量之數學關係但未成功。Chisaka⁽⁴⁶⁾雖然報告了一直線相關之公式，但他認為準確度不足而建議利用電腦由 model simulation 來進一步探討不同狀況下之雜草株數與產量之關係。

雜草競爭時期之影響：雜草萌芽後隨植株之長大其競爭力漸增。防治必須在雜草發展至可影響產量前實施。競爭時期之長短對萌後殺草劑之施用特別重要；因為太早施用無法防治晚萌芽之雜草，而太遲施用時水稻已受到競爭之危害。由於水稻植株之補償作用，生育初期雜草之競爭影響常無法在產量上看出。Noda 等⁽⁶²⁾之研究顯示雜草競爭期達到水稻最高分蘖之前後即可引起明顯之減產，競爭期間延長其危害之程度繼續加深。由於受到雜草種類、密度、栽培方式及季節之影響，實際可造成減產之競爭時間早者

僅須20日，遲者可長至40~50日⁽⁷⁸⁾ 止於前期之雜草競爭僅降低穗數。競爭至後期者，除穗數外亦可影響每穗粒數^(42,43,44)。由於水分充足而均勻，水田在整地後，其雜草之萌芽較旱田整齊。但是種子之休眠期不同加上田間作業時土壤之翻動，在水稻生育之各時期均有雜草陸續萌芽。因水稻種植後不斷生長，愈晚萌芽之雜草其競爭力越弱。Chisaka⁽⁴⁶⁾ 報告在 20株/m² 之稗草在移植時萌芽可減產18.8%，而8天後萌芽者僅減產3.2%。Chang⁽⁴³⁾之試驗結果也呈相同之趨勢。

栽培方式之影響：移植水稻通常採用4~5葉齡以上之秧苗，而移植之同時，田間之雜草尚在發芽或萌芽之階段，故移植水稻在競爭上佔有先天之優勢。Chiang 及 Leu⁽⁴⁵⁾ 報告臺灣直播田雜草引起之減產平均為 62%，而移植田者僅 16%（表十二）。

表十二、各地區試驗所顯示雜草危害所引起之減產程度⁽⁴⁵⁾Table 12. Yield reduction of rice due to whole season weed competition⁽⁴⁵⁾.

A. 移植稻 (Transplanted rice)

試驗場 Station	減產百分比 % of yield reduction		
	一期作 1st crop	二期作 2nd crop	平均 Mean
新竹 Hsinchu	18.5(12) ^b	18.7(10)	18.6(22)
臺中 Taichung	9.9(17)	17.7(16)	13.8(33)
高雄 Kaohsiung	13.6(15)	17.3(12)	15.5(27)
平均 Mean	14.0(44)	17.9(38)	16.0(82)

B. 直播區 (Direct-seeded rice)

試驗場 Station	減產百分比 % of yield reduction		
	一期作 1st crop	二期作 2nd crop	平均 mean
新竹 Hsinchu	68.5 (2)	61.0 (4)	64.7 (6)
臺中 Taichung	67.2 (4)	72.4 (4)	69.8 (8)
高雄 Kaohsiung	40.8 (1)	61.8 (2)	51.3 (3)
平均 mean	58.8 (7)	65.1(10)	61.9(17)

a 1975至1979，5年中99次水田殺草劑委託試驗，人工除草與不除草長之產量所計算。

Data compiled from 5 years of field tests conducted by Hsinchu, Taichung and Kaohsiung District Agricultural Improvement Stations from 1975 to 1979.

b 括號內之數字為所涉及田間試驗之次數。

Figure in parenthesis denotes numbers of experiments of the proceeding yield reduction figure refers to.

Sharma⁽⁶⁷⁾之試驗亦顯示直播稻之雜草危害高於一般之移移植田。直播田因稻在田間萌芽而初期生長慢，除草之期間要比移植稻長20天以上。本省推廣直播栽培多年，但成效不大。雜草危害程度高及防治之不易（殺草劑易引起藥害，並要求精密之整地及灌水來配合施藥）是其主因之一。

溫度與季節之影響：Takahashi⁽⁷¹⁾ 報告數種雜草之積溫須要如下：稗草 (100~120C)、鴨舌草 (120~150C)、牛毛氈 (150C)、螢蘭 (180~200C)、瓜皮草 (300C)，*Eleocharis kuroguwai* (400C) (表三)，以此推算日本一般氣候下，不同雜草可在整地後 5~25 日萌芽。而低溫時，此差距更大。臺灣一期作初期之氣溫在 15~20C 間，而二期作則在 28C 左右 (圖 1)。在二期作之高溫下，雜草萌芽期短生長快，其危害開始之時間亦早。Chang^(42,43,44) 競爭試驗之結果很清楚的顯示了一、二期溫度差異之影響。根據他的試驗；一期作雜草競爭 45 日才會導致明顯之減產 (12%)，而二期作雜草競爭 20 天即可減產 30%。此試驗由於競爭處理開始時雜草已達 5 葉齡，故與田間之情形略有差異。本省殺草劑之推薦使用法，亦因有競爭上之差異，二期作之施藥期較一期者早 2 日左右⁽¹⁹⁾。除此之外，一期作之低溫下水稻生長慢，而使晚萌芽之雜草也具有競爭力⁽⁴³⁾，故一期作須要較長之除草時期才能維持產量不受影響。

表十三、臺灣水田雜草潛在及實值危害估計*

Table 13. Estimated loss of rice production in Taiwan related to weeds.

組成 Components		元/公頃 NT\$ /ha	百萬元/全省 NT\$ million/island wide
A. 潛在危害程度 ^b (減產16%) Loss, potential (base on 16% yield reduction)		8,240	5,900
B. 實質危害 Loss, substantial			
防治費用 ^c Control expense	殺草劑費 Herbicide	869.5	628
	人工除草費 Manual weeding	1,012.5	731
	和 Sum	1,882	1,359
防治後產量損失 (藥害+競爭減產) ^d Loss after control (phytotoxicity+competition)		—	—
病、蟲……等間接損失 ^e Indirect loss (disease, insect...)		—	—

a 所有計算依據1979年之統計數字：栽培面積：719,000公頃，平均產量：3.4噸／公頃，穀物價格 (一、二期平均估)：15,136元／公噸，見農業年報 (20)。

Calculation base on the following figures released by PDAF (1980) : rice hectare : 719,00ha, Yield : 3.4 T/ha, rice value : NT\$ 15,136/T.

b 潛在危害程度=產量×不防治之減產%，減產16%為全省99試驗之平均值，Chiang 及 Leu (45)。

Potential Loss=Yield×16% (Average yield reduction from 99 tests).

c 防治費用：依據糧食局88年一、二期作稻穀生產成本調查報告 (18) 人工除草費採保守之估計取「人工除草及追肥工資」之1/3計算。

Control cost : based on data of rice production cost released by PDAF(1980).

d 損失程度低，但無具體資料。

Minimum.

e 損失程度無法客觀之估計。

Hard to evaluate.

臺灣水田雜草危害之評估

Chiang 及 Leu⁽⁴⁵⁾ (表十二) 報告 1974~1979 年期間新竹、臺中及高雄場 99 個殺草劑試驗中不除草區之平均減產程度。移植稻一、二期分別減產 14 及 17.8%，平均為 16%。直播稻一、二期之減產則高達 53.8 及 65.1%，以年產量 240 萬噸而言，雜草競爭可造成之損失達 40 萬噸。

實際上，本省之水稻栽培由於耕戶面積小，管理相當集約。農民天性勤奮，田間之雜草均儘可能的予以清除。故雖然雜草之潛在危害力很高，實質上因競爭而造成之減產很有限。真正的損失主要在農民防治過程中所耗費之人力及殺草劑費用。根據糧食局米穀生產成本之調查分析報告⁽¹⁸⁾，1979 年平均每公頃支出 869.5 元之殺草劑費用。以除草及追肥工資（未分列）3,036 元之 $\frac{1}{3}$ 估算除草工資，則當年全省耗費於防治水田雜草之費用達 13.6 億臺幣。（表十三）。

結 語

水田雜草相之組成複雜，種間乃至種內植株在生理、形態及生態有很大之差異。這些特性顯示著水田雜草適應自然及人為壓力之高度潛力。

近十餘年來，水田殺草劑之引入及普及化使得除草對人力之依賴大為減少，生產成本降低。但多年生雜草之增加及可能帶來的危害，却是今後使用殺草劑必須面對之間題。

雜草之競爭可引起水稻相當程度之減產，為防止減少其危害，農民付出可觀之代價。而農村勞力缺乏，經營利潤微薄，水稻栽培日漸粗放。水田雜草防治須要更經濟有效之方法。雜草研究急待加強才能因應此種情勢。

參 考 文 獻

1. 王朝輝、陳文雄 1973. 稻稈蠅。載於臺灣水稻之害蟲（國立臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編），46—58 頁，臺北，臺灣。
2. 朱耀沂 1973. 黑擴象。載於臺灣水稻之害蟲（國立臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編），21—24 頁，臺北，臺灣。
3. 邱人璋、簡錦忠 1971. 水稻黃萎病，載於稻作病害（邱人璋主編），135—154 頁，農復會，臺北。
4. 邱達中 1981. 殺草劑與水田雜草相變動之研究，研究彙報，新第 5 期，92—96 頁，臺中區農業改良場編印，臺中，臺灣。
5. 吳龍溪 1971. 稻紋枯病，載於稻作病害（邱人璋主編），49—73 頁，農復會，臺北。
6. 林寶鑑 1978. 稻田殺草劑使用方法概要，臺中區農改場出版之單行本。

7. 洪元平 1971. 稻線蟲白尖病，載於稻作病害（邱人璋主編），237—256頁，農復會，臺北。
8. 洪瑞堂 1976. 臺灣中部地區水田雜草相之調查，中華植保學會會刊，18(3)：268—275。
9. 洪亮吉、呂理泰 1980. 臺灣農地雜草，中華民國雜草學會編印，臺北，臺灣。
10. 陳其昌 1971. 稻小粒菌核病，載於稻作病害（邱人璋主編），77—98頁，農復會，臺北。
11. 陳慶忠 1972. 黑尾浮塵子類生態研究(V)。中華植保學會會刊，14(1)：41—45。
12. 陳建中 1980. 水稻害蟲，載於臺灣農家要覽（豐年社編），1628—1638頁，臺北，臺灣。
13. 陳玉麟 1980. 臺灣除草劑之現況。中華民國雜草學會會刊 1(1)：60—80。
14. 傅達輝 1968. 有關臺南地區水田雜草之研究。研究彙報，第1號，臺南區農改場，臺南，臺灣。
15. 臺灣大學農藝系 1968. 臺灣耕地之雜草 (Vol. I, II)，國立臺灣大學農藝系編，臺北，臺灣。
16. 臺灣植物保護中心 1975—1977. 臺灣植物保護中心年報，第三期，植保中心編印，臺中，臺灣。
17. 臺灣植物誌編輯委員會 1975—1978. 臺灣植物誌 (Vol. I ~ V)，現代關係出版社，臺北，臺灣。
18. 臺灣省農林廳 1979. 臺灣區稻穀生產費用調查統計報告。農林廳編印，臺中，臺灣。
19. 臺灣省農林廳 1980. 植物保護手冊。農林廳編印，臺中，臺灣。
20. 臺灣省農林廳 1981. 臺灣農業年報。農林廳編印，臺中，臺灣。
21. 臺灣省農林廳 1981. 69年稻作使用殺草劑面積統計表。農林廳編印，臺中，臺灣。
22. 劉述修 1973. 臺灣鐵甲蟲。載於臺灣水稻之害蟲（國立臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編），1—13頁，臺北，臺灣。
23. 歐榮東、方新政 1978. 稻細蟎為害水稻及其傳播途徑之研究。科學發展月刊，6(8)：773—779。
24. 謝式鉅鈺 1978. 水稻白葉枯病原菌 *Xanthomonas oryzae* 之生態，載於水稻病蟲害生態學與流行學（邱人璋主編），167—184頁，農復會，臺北。
25. 笠原安夫 1978. 日本雜草圖說。第九版，518頁，養賢堂，東京。
26. 片岡孝義、金昭年 1978. 數種雜草種子の出芽深度。雜草研究，23(1)：13—19。
27. 岩崎桂三、錦島朝次 1977. ホタルイ、イスホタルイ及びタイワンヤマイの形態的特徴と TH 63 粒劑效果。雜草研究。22(1)：24—28。
28. 岩崎桂三、錦島朝次、荻本宏 1980. 「ホタルイ」と總稱されるホタルイ屬水田雜草の草種について。雜草研究，25(2)：110—115。
29. 駒井功一郎、植木邦和 1980. ハマスゲに含まれる生長抑制物質について。雜草

- 研究, 25(1): 42—47。
30. 高橋道彦 1980. ヒガンバナの生理生態に関する研究Ⅱ畦畔における鼠害預防效果に関する実験。雑草研究, 25(1): 6—9。
31. 澤田兼吉 1919. 臺灣產菌類調查報告第1編。臺灣總督府農業試驗場特別報告第19號。
32. 高林實、中山兼徳 1979. 主要畠雜草種子の出芽深度について。雑草研究, 24(4): 281—285。
33. 竹松哲夫、近内誠登、竹内安智、一前宣正 1976. 韓國の耕地雜草と除草剤。宇都宮大學農學部學術報告 9(2): 135—151。
34. 竹松哲夫、近内誠登、竹内安智、一前宣正 1976. 中國の耕地雜草と除草剤。宇都宮大學農學部學術報告 9(3): 91—108。
35. 竹松哲夫、近内誠登 1978. 水田除草の理論と實際, 増補版・520頁, 博友社, 東京。
36. Ahn, S. B., S. Y. Kim and K. U. Kim. 1975. Effect of repeated annual application of pre-emergence herbicides on paddy field weed population. In Proc. 5th Asia-Pacific Weed Sci. Soc. Conference. P. 287-292. Asia-Pacific Weed Sci. Soc. Australia.
37. Arai, M. and R. Kawashima. 1956. Ecological studies on weed damage of rice plants in rice cultivation (1,2). Proc. Crop Sci. Soc. Japan 25: 115-119.
38. Bendixen, L. E., K. U. Kim, C. M. Kozak and D. J. Horn. 1981. An annotated bibliography of weeds as reservoirs for organism affecting crops. IIa. Arthropods. Ohio Agr. Res. and Develop. Center. Res. Bull. 1125. Wooster, Ohio.
39. Bendixen, L. E. 1981. Announcement of 1st international conference on weeds as reservoirs for organism affecting crops. to be held at Ohio State Univ. Ohio. July 26-30. 1982.
40. Bleasdale, J. K. A. 1960. Studies on plant competition. In the Biology of weeds (J. L. Harper Ed.), P. 133-142, Oxford, England.
41. Chang, T. T. and H. I. Oka. 1976. Genetic variousness in the climatic adaptation of rice cultivars. In Pro. Symposium on Climate and Rice. Int. Rice Res. Inst. Publication, P. 87-111. Los Banos, Philippines.
42. Chang, W. L. 1970. The effect of weeds on rice in paddy field. I. Weed species and population density. J. Taiwan Agr. Res. 19(4):18-28.
43. Chang, W. L. 1970. The effect of weeds on rice in paddy field. II. Stage of weed emergence. J. Taiwan Agr. Res. 19(4):26-31.
44. Chang, W. L. and C. P. Mao. 1972. The effect of weeds on rice in paddy field. III. Time of weed eradication. J. Taiwan Agr. Res. 21(2):

- 87-92.
45. Chiang, M. Y. and L. S. Leu. 1981. Weeds in paddy field and their control in Taiwan. *In* Weeds and weed control in Asia. Food and Fertilizer Technology Center Book Series No. 20 P. 25-36. Taipei, Taiwan.
 46. Chisaka, H. 1977. Weed damage to crops: Yield loss due to weed competition. P. (J16. *In* Integrated control of Weeds (I. D. Fryer and S. Matsunaka Ed.), Univ. of Tokyo Press, Tokyo.
 47. De Datta, S. K. 1981. Perennial weeds and their control in rice in the tropics. *In* Proceedings of the Symposium on Weed Control in Rice. Int. Rice Res. Inst. Publication, Los Banos, Philippines.
 48. De Datta, S. K. 1981. Weed control in rice in South and Southeast Asia. *In* Proceedings of the Symposium on Weed Control in Rice. Int. Rice Res. Inst. Publication, Los Banos, Philippines.
 49. Holm, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho and J. P. Herberger. 1977. The world's worst weeds: Distribution and Biology, Univ. of Hawaii Press, Honolulu.
 50. Horng, L. C. and L. S. Leu. 1977. Weed flora in rice paddy fields in Taiwan. *In* Proc. 6th Asia-Pacific Weed Sci. Soc. Conference. P. 116-122. Asia-Pacific Weed Sci. Soc. Australia.
 51. Horng, L. C. and L. S. Leu. 1978. The effect of depth and duration of burial on the germination of the annual weed seeds. *Weed Sci.* 26(1): 4-10.
 52. Joint Commission on Rural Reconstruction. 1964. Weeds found on cultivated land in western Taiwan. Plant Industry Division, JCRR, Taipei.
 53. Kim, K. U. 1981. Weed control in Korea. *In* Weeds and weed control in Asia. Food and Fertilizer Techology Center Book Series No. 20. P. 37-50. Taipei, Taiwan.
 54. Kusanagi, T. 1977. Ecological control of perennial weeds in paddy field. *Japan Agr. Res. Quarterly.* 11(2):73-76.
 55. Kusanagi, T. 1981. Ecological aspects of weeds on paddy field. *In* Weeds and weed control in Asia. Food and Fertilizer Technology Center Book Series No. 20. P. 68-88, Taipei, Taiwan.
 56. Li, Y. H. 1981. Farmer's weed control technology in rice in mainland East Asia. *In* Proc. Symp. on Weed Control in Rice. Int. Rice Res. Inst. Publication, Los Banos, Philippines.
 57. Lubigan, R. T. and M. R. Vega. 1971. The effect on yield of the competition of rice with *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. and *Monochoria vaginalis* (Burm. F.) Presl. *Philippine Agriculturist* 55:210-215.

58. Manuel, J. S., L. E. Bendixen, D. A. Reynolds and R. M. Riedel. 1980. Weeds as hosts of *Pratylenchus*. Ohio Agr. Res. Dev. Cener. Res. Bull. 1123. Wooster, Ohio.
59. Matsunaka, S. 1981. Evolution of rice weed control practices and research: world perspective. In Proc. of the Symposium on Weed Control in Rice. Int. Rice. Res. Inst. Publication, Los Banos, Philippines.
60. Noda, K. and S. Egudri. 1965. Emergence patterns of annual representative weeds which are commonly found on the paddy rice fields in southwestern Japan (studies on ecology of weeds on arable lands, Part 1). Bull. Kyushu Agr. Expt. Sta., 11(2):153-170.
61. Noda, K. 1967. specific hazardous weeds and their conrol on paddy rice fields. In Proc. 2nd Asia-Pacific Weed Sci. Soc. Australia.
62. Noda, K., K. Ozawa and K. Ibaraki. 1968. Studies on the damage to rice plants due to weed competition (Effect of barnyardgrass competition on growth, yield, and some eco-physiological aspects of rice plantts). Bull. Kyushu Agr. Exp. Sta. 13:345-367.
63. Noda, K. 1977. Integrated weed control in rice. In Integrated control of weeds (J. D. Fryer and S. Matsunaka Ed.), Univ. of Tokyo Press, Tokyo.
64. Noda, K. 1979. Present status and future challenge of weed problems in southeast Asian countries. Nekken Shiryo No. 41, P. 60.
65. Pancho, J. V. and M. N. Guantes. 1962. Seed identification of common weeds in lowland rice field. Philippine Agriculturist 46(7):481-513.
66. Sakamoto, S. I., H. Eto, A. Kazimoto and Y. Umeki. 1977. Effect of successive applications of herbicides on weed succession in paddy fields. In Proc. 7th Asia-Pacific Weed Sci. Soc. Conference. P. 295-297, Asia-Pacific Weed Science Society, Australia.
67. Sharma, H. C., H. B. Singh and G. H. Friesen. 1977. Competition from weeds and their control in direct seeded rice. Weed Res. 17:103-108.
68. Smith, R. J., Jr. 1968. Weed competition in rice. Weed Sci. 16:252-254.
69. Soerjani, M. 1973. Prospects for chemical weed control in Indonesia. In Proc. 3rd Asian-Pacific Weed Sci Soc. Conference. P. 18-35. Asia-Pacific Weed Sci Soc. Australia.
70. Sundaru, M. 1981. Weeds in paddy field and their control in Indonesia. In Weeds and weed control in Asia. Food and Fertilizer Technology Center Book Series No. 20. P. 57-61. Taipei, Taiwan.
71. Takahashi S. 1977. In Mannual for 3rd Symposium of Weed Science society, P. 58-65. Japan.
72. Takasawa, Y. 1981. Ecology of *Sagittaria pygmaea* Miq. and its con-

- trol. In Weeds and weed control in Asia. Food and Fertilizer Technology Center Book Series No. 20. P. 89-102. Taipei, Taiwan.
73. Teerawatsakul, M. 1981. Weeds in paddy and their control in Thailand. In Weeds and weed control in Asian. Food and Fertilizer Technology Center Book Series No. 20. P. 51-56. Taipei, Taiwan.
74. Yabuno, T. 1966. Biosystematic study of the genus *Echinochloa*. Japan J. Bot. 19:277-323.
75. Yabuno, T. 1981. Biology of *Echinochloa* species. In Proceedings of the Symposium on Weed Control in Rice. Int. Rice Res. Inst. Publication. Los Banos. Philippines.
76. Yamasue, Y. and K. Ueki. 1981. Biology for paddy weeds and their control in lowland rice, In Proc. of the Symposium on Weed Control in Rice. Int. Rice Res. Inst. Publication, Los Banos, Philippines.
77. Yamasue, Y., S. Koda and K. Ueki. 1981. Intraspecific variations in growth, seed dormancy and herbicide susceptibility between strains of *Echinochloa crusgalli* var. *oryzicola*. ohw. In Weeds and weed control in Asia. Food and Fertilizer Technology Center Book Series No. 20. P. 103-112. Taipei, Taiwan.
78. Zimdahl, R. L. 1980. Weed-crop competition. A review. Int. Plant Prot. Center, Oregon State Univ. Press, Oregon.