

# 本省的雜草與除草劑介紹

徐玲明、蔣慕琰

農業藥物毒物試驗所 公害防治系

## 一、雜草

- (一)、雜草的定義
- (二)、雜草的分類
- (三)、農田雜草及生態特性
- (四)、雜草的競爭危害
- (五)、本省重要的雜草
- (六)、雜草防除方法

## 二、除草劑簡介

- (一)、銷售量及施用面積
- (二)、作物類別之藥劑使用
- (三)、化學結構類別及代表藥劑
- (四)、應用性除草劑類別及重要觀念
- (五)、除草劑作用原理及選擇性
- (六)、如何選擇適當的藥劑

## 一、雜草

### (一)雜草的定義：

雜草之定義為：生長在吾人不希望其生長之地的植物，簡言之雜草乃「生非其地」之植物。一般將尚未知用途的植物稱為雜草，其實雜草含義頗廣，由於特殊用途，草本植物會因時空而變成雜草，而雜草亦可含蓋木本植物。例如：

1.空間(地點)：雜草是在特定地點不是人類所規劃的，比如大豆長在白菜園時，大豆就成為雜草，反之如白菜長在大豆園時，白菜就成為雜草，可是兩者均是經濟植物。

2.時間：布袋蓮少數在溪河時，具有紫花可供看賞，及吸收污染之用途，但時間延長，大量繁殖後，將有堵塞溪河口之虞，如此則有特殊用途的植物即變成必須除去的雜草。

3.木本植物：菜園裡如長出樟樹或相思樹或其他雜木時，視如雜草除去，因此雜草之內涵，不分草本或木本之別。

### (二)雜草的分類：

雜草分類常見的方法有3種：

#### 1.依生活史分為：

(1)一年生雜草：從發芽到結種子在一年內完成，此類雜草大部份皆以種子繁殖，如稗草。一年生草又可分為夏季一年生及冬季一年生兩類，夏季一年生草其發芽生長過程在春、夏季，於冬季死亡，如野苧；冬季一年生草則於秋、冬發芽生長，並於第二年晚春時期死亡，如小葉碎米薺。

(2)多年生雜草：整個生活在二年以上，除了每年可產生種子以外，可行營養器官繁殖，因其營養器官的不同，又可分為：

簡單多年生：大都以種子繁殖為主，但營養器官切斷後亦有繁殖能力，如蓮子草。

球莖多年生：種子或球莖、塊根等地下營養器官皆有繁殖能力，如香附子。

匍匐多年生：具有匍匐性的走莖及莖節長根、長芽的特性，如狗牙根。

#### 2.依生長習性分為：

(1)直立型：如加拿大蓬。

(2)分枝型：如霍香薺。

(3)叢生型：如野茨菰。

(4)匍匐型：如雙穗雀稗。

3.依除草劑選擇性防治的觀點分為：

(1)禾草：單子葉植物，平行葉脈，葉型細長，如牛筋草。

(2)莎草：單子葉植物，平行葉脈，葉型細長，如香附子。

(3)闊葉草：雙子葉植物，網狀葉脈，葉型寬闊，如紫花霍香薺。

4.依滋生地之水份特份分為：

(1)水田雜草：如鴨舌草。

(2)旱田雜草：如馬齒莧。

#### (三)農田雜草及生態特性：

光復後陸續發表的調查報告，共記錄超過500種的雜草。其中屬雙子葉、單子葉及蕨類者各有359、159、24種。包含種類數較多的為禾本科、菊科、莎草科及蓼科等。本省農田雜草可簡單

分為水田雜草及旱地雜草。此外屬水生植物之布袋蓮，在本省水庫、河流、溝渠、池塘也是極為重要之雜草。

1.水田雜草：水稻田內所發生重要雜草多為水生或耐濕的植物。本省有記載的水田雜草超過160種。常見而重要的雜草屬禾本科者有稗草、雙穗雀稗及毛穎雀稗；屬莎草科者有球花蒿草、木蟲草、螢藺、碎米莎草及雲林莞草；一般闊葉性者則有鴨舌草、野苾菰、瓜皮草、水莧菜、尖瓣花、滿天星、鱧腸、喇叭草及母草等。早年很普遍的印度水豬母乳、牛毛氈、田字草、蝨眼草等近來已很少見，在本省除草劑普遍使用前，危害最嚴重的稗草，其密度目前在多數水田中已相當低。

本省水稻可行兩作栽培，在兩期作中發生的雜草種類相類似，但是一、二期作早期的溫度差異大，月平均溫相差可達10℃，使得雜草在一期作的發芽、萌芽及初期生長均遠較二期作時慢且不整齊；此種差異影響到雜草與水稻間的競爭關係，並因而影響雜草防除之實施。

與本省鄰近的日本及韓國，在水田普遍使用萌前除草劑後，多年生雜草如瓜皮草、野苾菰、異匙葉藻日趨嚴重。在本省此種現象發展的程度，並不如原先所預期的那麼深；其原因尚未確定，但可能與本省水田行兩作栽培，休田時間短有關。

2.旱地雜草：旱地是指水田

以外，所有雜糧、特作、蔬菜、果樹等農地及非耕地。旱地發生雜草的多屬陸生性植物，由於環境差異大，其種類遠比水田者多；本省有記錄的旱地雜草超過400種。一般管理集約，栽培期短的旱田中，雜草以一年生者為主，蔗園、茶園、果園、草坪等長期作物及非耕地上，除一年生草外，多年生草亦多。

一年生雜草之消長受季節影響很大。牛筋草、芒稷、馬唐、馬齒莧等多滋生於高溫的季節；山芥菜、小葉灰薺、早苗蓼、鵝兒腸、小葉碎米薺、看麥娘、早熟禾，則主要發生於冬季至初春的冷涼季節或高冷地果菜園中。

台灣旱地主要多年生雜草包括：狗牙根、匍黍草、大黍、白茅、雙穗雀稗、毛穎雀稗、香附子、節節花、滿天星、火炭母草、扛板歸等。本省平地一年中有很長的高溫期，在旱田狀況下，特別適於C4型植物的生長發育；此類植物其最適生長溫度、飽和光照度、水份利用效率、生長速率均較C3型者為高。每年4—11月期間，多數旱地幾乎為C4雜草所支配。芒稷、狗牙根、雙穗雀稗、毛穎雀稗、大黍、指草、強生草、白茅、香附子、刺莧、馬齒莧均為常見的C4型雜草。

以有性繁殖衍生後代的雜草，每株可產生種子的數量因種類及所處環境而異，可由數百粒至數十萬粒不等，通常均能產生相當數量的種子，根據調查指出

有16種多年生雜草所產生的種子數一棵平均有16,600粒；101種一年生雜草種子數一棵平均約有20,800粒，數量相當可觀。因此農田中土壤雜草種子含量，在表面耕犁層所含具有萌芽能力的雜草種高達每公頃3億多粒。更令人頭痛的是以營養器官行無性繁殖的多年生雜草，其營養器官包括地下莖(水蜈蚣)、根莖(匍地黍)、球莖(香附子)、鱗莖(紫花酢醬草)，有些散佈於表土，有些可深入底土達數尺之深，地下莖及根莖經切斷後，每節可長出一株新生幼苗。

雜草種子傳播可藉風力吹送、水力漂流或雨水沖打、客土、農機具及動物(包括人類)等方式攜帶，其中又以人為的力量最為重要，許多雜草能遠渡重洋分佈於全球各地，大多靠人為的運輸，故混雜於進口種子或農作物中之非本地種雜草稱之為外來雜草。外來雜草常延伸出防治上的難題。雜草種子藉風、水、野生動物傳播，均很難有效的防治，唯有人為的散佈，易於執行而收效宏大，故現代國家均嚴格執行檢疫制度，其目的之一即在於防止易引起危害的雜草種子進入。

#### (四)雜草的競爭危害：

台灣地處熱帶及亞熱帶，但是由平地至高山地形變化多，提供了熱帶至溫帶地區各類植物可生長的環境，雜草種類相當多，對農業生產及環境造成很大的危害。

雜草危害可分競爭性及非競爭性兩大類。雜草吸收養分、水

分、遮蔽光線、佔據空間，所造成作物產量及品質的損失，稱之為競爭性危害。以往之研究顯示，雜草在本省可引起移植及直播水稻之減產分別為16%及62%。雜草競爭引起旱作的減產，隨作物及管理不同有很大差別，但也在10%以上。

非競爭性危害的種類很多，如分泌剋他化學物(Allelochemicals)、增加病蟲危害、干擾田間作業及採收後處理、導致人畜中毒、影響景觀等。許多害蟲均可以雜草為寄主，在雜草上的害蟲，可隨時侵入作物田造成危害；這使得田間害蟲的管理相當困難。道路旁邊滋生的雜草會影響景觀、行車安全及導致路基破壞，因而也必須防除。以高速公路為例，兩側邊坡總面積不過數百公頃，但每年用於清除雜草的經費超過仟萬台幣。雜草非競爭性危害的層面很廣，其造成的影響大而不具具體估計。近年來，本省每年平均耗用的除草劑金額達十幾億台幣，其他直接、間接投入於除草的花費更數倍於此，雜草的為害實為一不可忽視的問題。

有記錄的雜草中，很多由於競爭力弱、繁殖期長、或有特殊生態需求，對農作物生產影響並不大，真正危害較嚴重的雜草僅數十種。而在單一作物田區中，可對作物構成競爭性危害者，常少於10種。最近二、三十年來，島上人類活動增加，加以農地除草劑的使用普遍，大幅度的干擾

了原有的農業生態環境，非栽培植物的種類及密度均明顯減少，很多原發生在農田及其四週環境中的雜草現在已不易找到，而少數適應性強的雜草則變得較以往更為強勢。

本省有為數不少危害嚴重的雜草，如刺殼草、大黍、強生草、豬草、加拿大蓬、布袋蓮、美洲含羞草等，均是無意間或是因畜牧、觀賞等不同目的自外地

引入，在本地建立繁殖後，成為隨處可見的雜草。台灣對國際貿易依存度極高，每年有大量農業資材由國外湧入；如何避免引入危害潛力大的雜草？一旦發現雜草侵入，是否在早期即加以防治滅絕，是今後雜草防除及管理上重要的問題。

(五)本省重要的雜草：

本省重要雜草之簡要繁殖及生態特性如下：

類別	學名	中名	主要繁殖體		危害田區		冷季
			種子	營養體	水田	旱地	優勢草
禾草	<i>Alopecurus aequalis</i>	看麥娘	✓				✓
	<i>Cynodon dactylon</i>	狗牙根		✓	✓	✓	
	<i>Echinochloa colona</i>	芒稷	✓		✓	✓	
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	稗草	✓		✓		
	<i>Eleusine indica</i>	牛筋草	✓			✓	
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	龍爪茅	✓			✓	
	<i>Digitaria</i> spp.	指草類	✓			✓	
	<i>Leptochloa chinensis</i>	畔茅	✓		✓	✓	
	<i>Panicum repens</i>	葡地黍		✓		✓	
	<i>Paspalum conjugatum</i>	毛穎雀稗	✓	✓	✓	✓	
	<i>Paspalum distichum</i>	雙穗雀稗		✓	✓	✓	
	<i>Poa annua</i>	早熟禾	✓			✓	✓
莎草	<i>Cyperus difformis</i>	球花蒿草	✓		✓		
	<i>Cyperus iria</i>	碎米莎草	✓		✓		
	<i>Cyperus rotundus</i>	香附子		✓		✓	
	<i>Fimbristylis miliacea</i>	木虱草	✓		✓		
	<i>Kyllinga brevifolia</i>	水蜈蚣	✓			✓	
	<i>Scirpus juncooides</i>	螢藺	✓		✓		
	<i>Scirpus maritimus</i>	雲林莞草	✓		✓		
闊葉草	<i>Ageratum conyzoides</i>	白花霍香薷	✓			✓	
	<i>Ageratum houstonianum</i>	紫花霍香薷	✓			✓	
	<i>Alternanthera nodiflora</i>	節節花	✓	✓	✓	✓	
	<i>Alternanthera sessilis</i>	滿天星	✓	✓		✓	
	<i>Amaranthus viridis</i>	野萵	✓			✓	
	<i>Ammannia baccifera</i>	水萵菜	✓		✓		
	<i>Bidens bipinnata</i>	鬼針草	✓			✓	
	<i>Bidens pilosa</i>	咸豐草	✓			✓	
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	薺菜	✓			✓	✓
	<i>Cardamine parviflora</i>	小葉碎米薺	✓			✓	✓
	<i>Chenopodium ficifolium</i>	小葉灰藿	✓			✓	✓
<i>Commelina benghalensis</i>	竹葉菜	✓	✓	✓	✓		

<i>Desmodium triflorum</i> 蠅翼草	✓	✓	✓
<i>Drymaria cordata</i> 菁芳草	✓		✓
<i>Eclipta prostrata</i> 鱧腸	✓	✓	✓
<i>Eichhornia crassipes</i> 布袋蓮	✓	✓	✓
<i>Erechtites valerianafolia</i> 昭和草	✓		✓
<i>Erigeron canadensis</i> 加拿大蓬	✓		✓
<i>Erigeron sumatrensis</i> 野苘蒿	✓		✓
<i>Euphoria hirta</i> 飛揚草	✓		✓
<i>Ipomoea sinensis</i> 白花牽牛	✓		✓
<i>Lindernia pyxidaria</i> 母草	✓	✓	✓
<i>Ludwigia prostrata</i> 喇叭草	✓	✓	✓
<i>Mimosa pudica</i> 含羞草	✓	✓	✓
<i>Monochoria vaginalis</i> 鴨舌草	✓	✓	✓
<i>Oxalis corniculata</i> 黃花酢醬草	✓	✓	✓
<i>Polygonum chinense</i> 火炭母草	✓	✓	✓
<i>Polygonum lapathifolium</i> 早苗蓼	✓		✓
<i>Polygonum perfoliatum</i> 扛板歸	✓		✓
<i>Polygonum plebeium</i> 節花路蓼	✓	✓	✓
<i>Portulaca oleracea</i> 馬齒莧	✓	✓	✓
<i>Rorippa atrovirens</i> 山芥菜	✓		✓
<i>Rumex acetosa</i> 酸模	✓	✓	✓
<i>Sagittaria pygmaea</i> 瓜皮草	✓	✓	✓
<i>Sagittaria trifolia</i> 野茨菰	✓	✓	✓
<i>Senecio vulgaris</i> 歐洲黃菀	✓		✓
<i>Solanum nigrum</i> 龍葵	✓		✓
<i>Sphenoclea zelanica</i> 尖瓣花	✓	✓	✓
<i>Stellaria aquatica</i> 鵝兒腸	✓	✓	✓
<i>Vandellia anagallis</i> 鋸葉定經草	✓	✓	✓

#### (六) 雜草防除方法：

雜草管理的主要目標為利用各種管理方法，抑制或降低雜草危害的程度，使其不致影響農業的生產，以符合人類利益。雜草防除的方法，概略可分為預防性、物理、生物、化學及栽培管理等五大類。各類防治方法均有優缺點。物理及化學性方法最常被採用。田間實際的雜草管理，多包含數類方法混合使用。很少僅採用單一的方法。近年來相當被重視的綜合防治，即是將各種方法之混合使用加以合理化，以符合經濟、生態、環境的要求。

##### 1. 預防性防治：此類防治用

在干擾雜草自然及人為的散播。防止或減少有害雜草種子及營養繁殖體在大區域及田區間流動。很多國家訂有檢疫法規以及相關的處理方法，來限制外來有害植物的侵入。

美國及澳大利亞在這方面有極嚴格的規定，對列入檢疫雜草名單上任何雜草的流入均予以禁絕。歐洲各國則對寄生性雜草，特別是屬列當科植物之檢疫特別注重。布袋蓮、豬草、大含羞草、強生草、幾內亞草...等在台灣嚴重危害之雜草，均係由外地侵入。很多在其他地區危害極大之雜草(包括水生、寄生及有毒植

物)，尚未在台灣發生，極需加強檢疫規範，以保護本地農業生產及生態環境。

已知之外來雜草中，有不少是農業單位及私人以研究、觀賞或營利之目的所引進。國人對植物之引進及利用，尤其是適合於亞熱帶生長、繁殖力強、危害潛力高之植物（包括牧草及水保用植物），應保持相當警覺，不可輕意任外地植物及其繁殖體在本地環境中生長繁衍。

很多危害大而防治困難的本地雜草，例如水田中的雲林莞草（水蒜仔）及瓜皮草，道路邊、花圃之菟絲子，目前尚未普遍發生。未受危害田區，事先之預防可省掉很多管理上的困擾。

## 2.物理性防治：

(1)人力除草：以手拔、小鏟、鐮刀、鋤頭等人力除草，對幼小雜草效果佳；對已成長之雜草，特別是具有地下繁殖器官之多年生草則效果有限。在未使用除草劑的時代，水稻田均依靠人工除草。每期作需除草 2-3 次，所用之工時在300-400之間，是水稻生產上最耗工的作業之一。目前水稻栽培上，人工僅用於清除少數未被藥劑殺死的雜草，全期所需人工之時間不到已往的10%。

人力除草可用在各種空間，且技術要求不高，不需事前訓練，是相當方便而難以被完全取代的方法。雖然效率低，但是人工除草仍然常用於小庭園、菜圃、對除草劑敏感之作物，或利

用在雜草密度低之田區行重點式除草。

(2)剪草機：剪草機係利用人力或引擎驅動迴轉體(刀片或硬塑膠線)切斷雜草，其效率遠高於人力除草；主要用以剪除過高之地上部份，以美化景觀或減少其他為害。

剪草通常不會將雜草殺死；匍伏性或莖基部可產生芽體及分蘖之植物，被剪後短時間內可再生。貼地式剪草機適合平坦開闊場地，如公園、球場草坪之使用；剪草後地面平整，相當美觀。但因重量及體積大，在雜草過高或土壤濕軟之狀況均難發揮作用。背負式動力剪草機，使用輕便，不受地形、土壤狀況、雜草大小的限制，廣用於清除果園、邊坡、道路、田埂、溝渠、荒地...等場所之雜草。由於雜草剪除後，土表仍有相當的地面覆被，水土不易流失，此種剪草機很適於果園及邊坡之雜草管理。

(3)整地及中耕：以畜力或機械動力帶動之各式犁具（單背犁、圓盤犁、迴轉犁、齒耙），將田面雜草翻埋入土或鬆動，可達到除草的目的。播種前之整地可將田面雜草埋入土中，使萌芽之作物得以免受較大雜草之競爭。此外整地耕犁後，田面平整有助於萌前除草劑之施用以及藥效之發揮。

整地使用犁具之種類會造成雜草發生的差異。翻埋型犁具，可將多年生雜草之地面走莖深埋土中，減少其發生。碎土型

犁具，則將走莖打斷而導致更多草發生。中耕可鬆動表土將草根切斷，使幼小雜草枯死。此作業之先決條件為，田間須有足夠之行株距供中耕機具操作。由於會傷及作物，在作物植株附近之雜草，仍需用其他方法防除。在雨季或土壤過濕狀況下，不適中耕作業且除草效果不理想。

(4)水管理：植物對水份逆境（過多或不足）忍受程度之差異，可利用來防治特定對象之雜草。低窪地可由改善排水來降低水生雜草的密度。間歇式排水或斷水，可使溝渠中不耐乾旱之水生雜草枯死，也利於人力、機械、化學方法防治水生草之實施。

深水灌溉可抑制多數一年生雜草之發生。美國加州水稻栽培，曾普遍採用10公分以上之淹水，其主要目的為防治田中之稗草。在本省很多漏水及輪作水田，芒稷（紅腳稗）及一些偏旱生型雜草相當嚴重，這類雜草均不耐淹水；如能設法在移植後數周內，保持田區內連續淹水，則可免除或減少危害。

多年生草之營養繁殖器官，多不耐乾燥；乾旱休耕期之翻土鬆土，可使很多營養繁殖體脫水而死，降低後作田區中多年生草的密度。

(5)火燒及熱處理：原始之農耕普遍利用火燒來清除田區上的雜草。現在有些國家在人造林之管理上，定期以火燒來除掉接近地面的雜木，除可減少這些植

物對樹木的競爭外，也可避免在林下累集過多的易燃物，在非掌握之狀況下，引燃大樹而造成森林火災。

火燒可殺死地面已發生之雜草，對土中之種子及未萌芽之雜草無效果。除了使用特殊設計可定向噴火之器具外，不適合在已種植作物之田間使用。本省常見在田間燃燒稻稈，可防止殘樁再生，並殺除斷水乾田後長出之幼小旱田雜草。以雜草防治之觀點而言，火燒稻稈並非僅是造成污染，而完全無積極意義之動作。

栽培介質中所含之雜草繁殖體，可用高溫蒸熱處理殺除。此種處理之效果完全，但成本高且需產生蒸氣之特殊設備，較適於高價位作物設施栽培之用。透明塑膠布所覆被之土壤或介質，在強光下會升溫至可使雜草死亡的程度。因受成本高、有特別時空間需求、防治效果不完全等因素的影響，這種利用日光熱能除草的方法還不普遍。

(6)覆蓋：田面覆蓋植物殘株、農林產品加工廢棄物、合成布膜，可防治雜草。其除草作用，可能由如後單一或複合因素造成：遮光、土溫升高、殘株釋出剋他化合物、形成物理性障礙。

在本省稻稈是最常被利用的植物性覆蓋材料。經常可見於水田後作之蔬菜瓜果栽培。以往的經驗顯示，每公頃覆蓋5-10公噸鮮稻稈，可以達到良好的雜草防治效果。如使用量不足，很多



雜草可穿過殘稈長出，覆蓋材料反而構成採用其他雜草防治方法之障礙。

強度高之不織布及塑膠布，可以阻礙大多數雜草發生，其中又以黑色不透光者防草效果最佳。常用於草莓及瓜果等高價作物之栽培。大田區使用合成覆蓋材料，其廢料處裡及燒毀造成污染，是較麻煩的問題。水田狀況下，也有利用水面覆蓋浮水之滿江紅（*azolla*）及稻殼防治雜草之研究，但目前仍不具普遍之實用價值。

3.栽培管理：選用具競爭性之品種（萌芽整齊、生長快、具剋他性）、栽培法（移植栽培、密植、窄行距）均可減少雜草為害。輪作可利用來抑制有特定環境需求的雜草。旱田中嚴重危害之香附子，最有效的防治方法即為實施與水田輪作，長時間浸水可大幅度減低該草之密度。輪作是田區長期雜草管理上極為重要的一部份。蔬菜與其他作物輪作時，可以採行不適於蔬菜作物之田間管理、除草方法及藥劑，來防治特定之雜草，而減少該等雜草在蔬菜栽培時之危害。

4.生物防治：由微生物到高等動物，各類生物均會可對雜草造成影響。由於各生物物種間有大致上穩定而平衡之關係，在自然狀況下，其他生物影響雜草之程度，多達不到實際防治要求之標準。牛羊鴨鵝等草食動物取食過程，雖有雜草防治效果，但是很難掌握利用到一般田間之雜草

防治。生物防治雜草比較成功而廣為人知的個例，多記錄於國外之文獻。這些例子顯示：生物防治需要相當程度之人為經營，才能達到預期效果。

以人為經營運用之差別，可概略將其分為傳統生物防治及生物藥劑等兩大類。這兩類方法實施前，均需對所用生物之取食對象或寄主範圍加以詳盡之研究與評估，以確保不會對作物及生態造成危害。

雜草生物藥劑防治法，在1970年代以後才首先在美國開始研究發展。目前較成功者均利用真菌，所發展之藥劑通稱為真菌除草劑（*mycoherbicide*）。已有商品化者包括防治柑桔園 *milkweed* 之用的 *DeVine* (*Phytophthora palmivora*)、殺除稻田 *northern jointvetch* 之 *Collego* (*Collectotrichum gloesporioides* sp. *Aeschynomene*)。

中國大陸也有一種由炭疽病菌所製成防治菟絲子的藥劑。這類防治法所用之生物，不限其來源地區。在找到適當之生物後，利用人工大量繁殖，並製成適於儲藏、運輸及施用之劑型。當有防治需要時，才予以施用。雜草被感染殺除後，菌類之密度因失去寄主而降低；下一栽培季，需要再度施藥才能防治田中發生雜草。

5.化學防治：二次世界大戰以前，僅有少數無機化合物用於非選擇性的防治雜草。1940年代以後，合成化學物被開發用於雜

草之選擇性防治，化學防治才有快速的發展。目前有一百多種不同化合物，用於製造在世界各地流通使用之除草劑。

化學除草方法之採用是本省近20年農業生產上重要的特色。除草劑的使用，大幅度降低作物栽培對人力的依靠及生產成本，造成深廣的影響。目前主要作物上均有多種可用之殺草藥劑，其使用之技術亦相當完備成熟。但是次要作物可用之殺草藥劑不足，甚至完全缺乏。有些除草劑的使用，超過實際防治之需求，以致危及環境。化學除草之利用必須對除草劑有適當認識，才可發揮效果並避免引起不良的作用。

## 二、除草劑簡介

### (一)銷售量及施用面積：

1960年代初期本省正式有除草劑登記及推薦。到1990年初為止，總登記之除草劑約150種。因毒性因素而禁用者，包括護谷、五氯酚、達諾殺、全滅草等十餘種。目前合法登記之除草劑仍超過130種，其中單劑者約90種，餘為混合劑。市場上仍可取得之除草劑約70種。

近年來台灣每年商品除草劑之用量均超過1.5萬公噸；1993年除草藥劑之總銷售量為1.88萬公噸，約佔當年全部農藥用量4.5萬公噸之41.8%。金額則只佔國內57.5億台幣市場之26%。以各藥劑施藥劑量估算，全年除草劑之總

量約相當於300萬公頃之一次用量。用量較多的藥劑為嘉磷塞、巴拉刈、丁基拉草、二、四-地、草殺淨、施得圃等。

### (二)作物類別之藥劑使用：

目前共有除草劑登記用於水稻、雜作、特作、蔬菜、果樹、花卉、草皮、森林、水生雜草及非耕地等約40種不同之作物及特定對象。其中水稻、大豆、花生、甘藍、柑桔、鳳梨、甘蔗、茶、菸草等主要作物均有多種殺草劑登記可用，但栽培面積少之次要作物，如大多數之蔬菜、觀賞花卉、藥用植物，則僅有少數或完全無登記除草劑可用。

1.水田除草劑：市售之水田藥劑超過30種不同劑型及成份之藥劑，主要者為丁基拉草、丁拉甲護谷、丁拉免速隆、丁拉樂滅草、百速隆、本達隆等。多為粒劑，在插秧期撒施於田中。對採用秧苗之移植水稻相當安全，而直播水稻則敏感易受藥害。丁基拉草及含此成份之混合劑佔水田使用殺草劑的70%以上。1970年代末期後，本省水田已全面使用除草劑。

2.旱作(雜作、特作、蔬菜、果樹等)萌前除草劑：市售藥劑約20種，全部施用面積小於30萬公頃，常用於蔗田、鳳梨園、落花生、大豆及大面積栽培之蔬菜園。主要藥劑為草殺淨、施得圃、草脫淨、達有龍、拉草、復祿芬。旱地萌前藥劑須用於雜草發芽至萌芽初期，藥效易受施用方法及土壤物化性質所影響。此

類除草劑各有其適用之作物，非推薦使用極易導至藥害。蔗田及鳳梨園所用萌前藥劑之土壤殘效長，多不適用於期短作物之使用。

3. 旱作萌後莖葉除草劑：萌後藥劑主要經由植物之葉部吸收，對已超過苗期(多於3~4片葉)而生長旺盛之雜草效果良好，可用於防治田間較大雜草。以防治對象之類別可粗略分為三類。防治禾本科雜草之藥劑，如伏寄普、快伏草等在本省之使用相當普遍，可安全用於大多數雙子葉作物田。對闊葉雜草有萌後效果之除草劑，如二、四-地、本達隆、三氯比、氟氯比等，容易造成雙子葉作物之傷害，僅適用於果園、林地、草坪或甘蔗園，不可用於一般旱作田。非選擇性除草劑如嘉磷塞、固殺草及巴拉刈，對各類高等植物均有強烈作用，可用於植株較高大的果園及茶園，但施用時要避免藥液與作物莖葉接觸，否則會導致嚴重的藥害。

4. 非耕地除草劑：多為無選擇性或土壤殘效長之藥劑。本省此類藥劑之使用極為普遍；其中嘉磷塞及巴拉刈為用量居前兩位之除草劑。

(三) 化學結構類別及代表藥劑：

臺灣登記除草劑涉及100種以上之化學藥劑，依化學結構可分如下類型：

1. 醯銨(amides)：1960年代初期開始有此類藥劑上市，全球至今約15種以上在使用，主要生產廠商為孟山都(Monsanto)、諾華

(Norvartis)。均用於萌前防治一年生之尖葉及闊葉雜草，可用於水稻、蔬菜及旱作。須施於土表，藥劑由根及幼莖吸收，可由導管向上傳送至其他部位，由抑制植物細胞分裂產生除草作用。土壤殘效性短至中等，正常用量下，不至於導致後作藥害。臺灣主要為丁基拉草(butachlor)、拉草(alachlor)，次要者為普拉草(pretilachlor)、滅落脫(napropamide)、滅草胺(metazachlor)等。

丁基拉草：美國孟山都公司最早研發，臺灣登記起於1971年，目前取得登記證有商品名稱者超過30種--馬上除(億豐)、草全除(興農)、必好除(惠光)、田草除(正豐)、馬祥治(大勝)。有5%粒劑、32%及60%乳化劑3種劑型。難溶於水(23 mg/l)，揮發力弱(25 蒸氣壓為 $4.5 \times 10^{-6}$  mm Hg)，在光照及常溫下穩定。可為土壤膠體吸附，主要受微生物所分解，半衰期12日，除草有效期30~60日。急性毒低(60%EC對白鼠之口服半致死量大於5,000mg/kg)，乳化劑略有皮膚刺激性，粒劑無刺激性。

每公頃有效成份(active ingredient, 簡稱 ai)用量1~2公斤(kg/ha)下，此藥劑對水田中由種子繁殖之各種雜草效果良好，對稗草防治更優於其他水田藥劑。但對由走莖、地下莖或芽體繁殖之雙穗雀稗、野慈菰、瓜皮草、螢藺等效果不理想。對移植稻相當安全，但易造成直播稻之藥

害，是亞洲各移植水稻栽培地區最主要之除草劑，歐美稻作多採直播，很少使用此藥。

臺灣二期稻作溫度高雜草萌芽生育快，須在整地插秧後3~4日內施藥；一期作初期氣溫及水溫多在15~20 之間，雜草發育緩慢，插秧後7~10日用藥，仍然可達相當程度之防治效果。尚無雜草對丁基拉草產生抗藥性。田間防治效果不良，多因未掌握施藥時期或田間不能保水之故。登記之水田藥劑中，有十餘種是含有丁基拉草之混合劑；其中用量及施用面積較多者為丁拉免速隆(億草除、龍無草-丁)、丁拉樂滅草(蓋好除)、丁拉甲護谷(克草丹)、丁拉滅草(上好除-M、掃草丹)。與其他類別除水田外，60%丁基拉草乳劑亦登記用於菠菜田。

2. 芳 烴 氧 羧 酸 (aryloxy-carboxylic acids)：此屬之除草劑二、四-地及MCPA於1940年代初期開發，是最早使用的選擇性除草劑。現代蓬勃發展之化學除草，開始於此類藥劑之出現及研發。共有十餘種藥劑仍在使用，6種在臺灣登記，主要者有二、四-地，次要者為氟氯比(fluroxypyr)及三氯比(triclopyr)。化學結構含苯基(phenyl)者亦稱苯氧羧酸(phenoxy-carboxylic acids)，所含之藥劑較多開發於1960年代以前，生產廠商甚多；結構含pyridine者僅氟氯比及三氯比，均由道禮(DowElenco)公司所生產。

此屬除草劑具有生長激素之活性。主要由葉部吸收，可移轉

至體內各部位。闊葉植物對此類藥劑相當敏感，接觸後1~2日內莖葉變型及扭曲；禾本科植物對此類藥劑有忍受性。用於防治一年生之闊葉雜草，三氯比及2,4,5-T(臺灣未登記)對多年生或木質化程度較深之藤類及雜木亦有效。

二,四-地：臺灣登記始於1963年，目前取得登記證有商品名稱者超過20種--氰胺二、四-地(氰胺)、二點四(世大)、除草二號(榮民化工)、草多滅(中國農化)。有40%胺鹽溶液、72%及80%鈉鹽可溶性粉劑3種劑型。

胺鹽之水溶性高於鈉鹽，與硬水產生沉澱之程度較輕，有不易阻塞噴嘴及藥效較穩定之優點。國外之二、四-地亦見製成為純酸(acid)及脂化(ester)之劑型；脂化之二、四-地為油溶性且易揮發，具有較強之殺草力但也易導致藥害。土壤膠體對二、四-地僅有微弱之吸附力。

此藥主要受微生物所分解，半衰期10日，在土壤中殘效期多短於1個月。急性毒低(胺鹽對白鼠之口服半致死量 >1,000 mg/kg)。除殺草外並具有類似生長調節劑特性，有用於調節發根、株形、開花、後熟及減少落果之記錄。臺灣之登記僅限於甘蔗田，在植蔗初期與萌前殺草劑田間混合施用，或在植蔗後一個月單獨施用；公頃有效成份用量1.5~2.5公斤(kg/ha)。對藿香薊、刺莧、野莧等闊葉雜草之效果良好，對莎草科雜草之效果較弱。

糖廠原料蔗田多以曳引機驅

動之動力噴霧器施除草劑藥，二、四-地藥液易隨風飄散至蔗園外，可引起蔬菜、花卉及果樹之藥害。其他國家及地區，二、四-地亦用於稻作、麥類、玉米、果園、草坪及水生雜草，如布袋蓮之防治。北美洲及東南亞已有少數雜草對此藥產生抗藥性。

3. 芳烴氧苯氧羧酸(aryloxy-phenoxy-carboxylic acids)：1974年由赫斯特(Hoechst)公司研發上市之dichlofop-methyl是此屬最早之藥劑，目前共有8種藥劑。臺灣先後有伏寄普(fluzifop)、快伏草(quizalofop-ethyl)、甲基合氯氟(haloxifop-methyl)、芬殺草(fenoxaprop-ethyl)、普拔草(propaquizafop)之登記。多由國際性大廠商 AgrEvo、Zeneca、DowElanco、Novatis 及 DuPont所生產。

此屬藥劑可抑制禾本科植物脂肪合成之關鍵酵素(Acetyl CoA carboxylase, 簡稱ACCase)。藥劑由葉吸收可傳送至其他部位，在生長點累積；首先產生之癥狀為芽生長停頓及幼葉黃化，可呈現不同程度之紅、紫或橙色葉後褐化枯死，通常須10~20天達最大效果。萌後施於莖葉防治禾本科雜草，對闊葉及莎草科雜草無效。對雙子葉植物之安全性高。土壤殘效性短，正常用量下萌前作用弱。臺灣市面常見者為伏寄普及快伏草。

**伏寄普**：此藥最早由日本石原產業株式會社(Ishihara Sangyo)發現，並與英國的ICI(Zeneca之前

身)共同發展。臺灣於1982年登記，新萬好為目前唯一登記之商品，由省農會農化廠生產，農會系統銷售。最初上市之35%乳化劑(商品名萬帥)含有半量不具除草力之成分，已不再銷售。目前之劑型為均有除草活性之17.5%乳化劑，此型之英名以fluzifop-p表示。藥劑不溶於水(1.1mg/l)，不易揮發(25℃蒸氣壓為 $2.5 \times 10^{-7}$  mm Hg)，光照下穩定。半衰期15日，土壤殘效期短在1個月內。急性毒低(17.5%EC對白鼠之口服半致死量大於4,000mg/kg)，略具皮膚及眼刺激性。

此藥劑登記範圍甚廣，可用於甘藍、大豆、落花生、洋蔥、番茄、西瓜、鳳梨及茶園。蔬菜及短期旱作田每公頃有效成份用量0.17~0.25公斤間，對牛筋草、馬唐、芒稷、稗草等一年生禾草效果良好。鳳梨園、茶園及非耕地常有狗牙根、白茅雀稗等多年生禾草，須用偏高之劑量。葉部施藥後吸收快，2小時後下雨即不影響藥效。

國外已有雜草對伏寄普及同屬藥劑產生抗藥性。玉米、水稻、百慕達草坪對此藥敏感，誤噴或藥液飄散會造成明顯藥害。市面曾發現來源不明的此種藥劑，成份及防治效果不穩定。

4. 聯吡啶(bipyridiniums)：此屬僅有巴拉刈(paraquat)及diquat(臺灣未登記)2種藥劑。由英國ICI公司開發，1950年代後期發現其殺草之特性。藥劑由葉部吸收後在細胞內產生極具活性之自

由基，將脂肪氧化，破壞細胞膜；作用快速，在強光下數小時後即顯現枯褐之癥狀，2~3日內殺死雜草。無選擇性，對大多數植物具傷害力。葉部施用在藥液接觸部位附近作用，傳導性弱。與土壤接觸即被固定，無土壤殘效及萌前作用。主要用於防治一年生雜草。diquat用於水生雜草之防治。

**巴拉刈：**臺灣在1968年登記，商品名稱有20多種--克無縱(卜內門)。僅24%溶液1種劑型，受紫外光分解，在鹼液中不安定，溶於水(620,000 mg/l)，不易揮發(25 蒸氣壓 $<10^{-7}$  mmHg)。在植物及土壤表面有明顯光分解現象。土壤中之殘留期長，半衰期估計可長達1,000日；但土中之巴拉刈因被土壤微粒強力吸附，不具除草力及其他生物活性。

具皮膚刺激性，急性毒高(白鼠之口服半致死量112~150 mg/kg)；因無解毒劑，誤飲或吞服極易致命，須立即催吐急救。登記使用之對象為柑桔園、茶園及整地前水稻田，並有數種與其他除草劑之田間立即混合用法。有效成份施用量0.5~1.0 kg/ha，防治期30~50日。作物田或鄰近位置施藥須採用遮罩或行定向施用，以避免藥液傷及作物。

此藥之實際使用遠超過登記之對象田區，廣用於道路、非耕地、多種菜園及果園；為臺灣最普遍常用的除草劑之一。臺灣地區野塘蒿已對巴拉刈產生抗性，全球已證實有抗性之雜草有十多

種。

5. 硫氨基甲酸(thiocarbamates)及氨基甲酸(carbamates)：兩類別之藥劑均在1970年以前所研發。硫氨基甲酸類在臺灣登記者為稻得狀(molinate)、殺丹(benthiocarb)及拔敵草(butylate)；前兩藥用於水田，後者用於玉米田。殺丹為日本Kumia公司開發，1971年在臺登記商品名為掃丹，曾經是主要之水田除草劑，因價格較高，目前已甚少使用。除草兼殺福壽螺之唯一藥劑醋錫殺滅丹，即含有殺丹成份，但此混合劑已於1995年禁用。

硫氨基甲酸類藥劑之作用在干擾植物脂肪之合成，對萌芽期幼草有效。除殺丹外，其他藥劑均有較高之蒸氣壓(25 蒸氣壓 $10^{-2}$ ~ $10^5$  mmHg)，藥劑因此易揮發損失；施用後須用農具將藥液拌入土中，才能維持藥效穩定。稻得狀及拔敵草均未在本地市場銷售。臺灣登記之亞速爛(asulam)及斯美地(metham)屬氨基甲酸類除草劑，實際之使用甚少，後者具有廣泛之殺生力，用於苗床及土壤燻蒸，可殺死雜草種子、線蟲及土壤微生物。

6. 二硝基苯胺(dinitroanilines)：均為較老之除草劑，1970年代中期後未有此屬之新藥出現，有些藥劑已停產。臺灣登記而實際上市者為施得圃(pendimethalin)、比達寧(butralin)、撻乃安(dinitramine)、三福林(trifluralin)。土表施用之藥劑，由根及幼莖吸收，抑制細胞

中微管體及紡錘體形成而阻礙細胞分裂；可殺死發芽中之幼小雜草，抑制較大植株根系的發展。藥劑僅在吸收部位附近作用，不移行到植物體其他部位。此屬藥劑有幾種易光解及揮發，施用後須拌入土中以減少損失。比達寧及施得圃也用於菸草之腋芽抑制。

**施得圃：**氰氨(Cyanamid)公司所研發，1976年在臺灣登記，商品以斯統普(氰氨)為主，其他尚有施通普(生力)、賜得普(嘉濱)、賜滅草(合林)。登記於水稻之5%粒劑未上市，常見之劑型為34%乳化劑。受紫外光緩慢分解，不溶於水(0.3 mg/l)，揮發力不強(25 蒸氣壓 $9.4 \times 10^{-6}$  mmHg)。溫帶地區田間半衰期約40日。被土壤微粒及有機質強力吸附，施藥後留在表土淺層，不受雨水及灌溉之影響而向下淋洗。

略具眼刺激性，急性毒低(對白鼠之口服半致死量 $>5,000$  mg/kg)。登記使用之對象為落花生、大豆、菸草、蘿蔔、番茄、甘藍、蒜、洋蔥。施用量因作物敏感性及須要除草期長短差異頗大，每公頃有效成份施用量在0.5~2.0公斤間；一般質地土壤之田地，施用1.0 kg/ha時，可達2個月以上之有效防治期。此藥劑之藥效穩定，可用於多種蔬菜及旱地作物，是臺灣使用最普遍的萌前除草劑。國外有少數雜草對此藥有抗性，臺灣尚未發現有抗性雜草。

7. 聯苯醚(diphenylethers)：此

屬藥劑有10餘種，均在1980年以前已開發完成。臺灣先後有7種藥劑登記，其中曾普遍使用之護谷(nitrofen)、全滅草(chlornitrofen)及甲氧基護谷(chlomethoxynil)已禁用或停產。目前仍在使用之藥劑為至復氯芬(oxyfluorfen)、必諾芬(bifenox)及亞喜芬(acifluorfen)。萌前施用，由根及幼株之莖葉吸收，在吸收部位附近作用不轉移，抑制合成葉綠素過程之酵素，導致細胞異常幼葉白化。有接觸除草效果，對闊葉雜草之效果高於尖葉草。

**復氯芬：**美國羅門哈斯(Rohm & Hass)公司所研發，1979年在臺灣登記，商品有割地草(羅門哈斯)、免割草(省農化廠)、豬狗草(惠光)，均為23.5%乳化劑。受紫外光分解，不溶於水(0.1 mg/l)，揮發力弱(25 蒸氣壓 $2 \times 10^{-6}$  mm Hg)。溫帶地區田間半衰期約35日。與土壤接觸即被強力吸附，藥劑留在表土淺層，不向下移動。

皮膚刺激性強，眼刺激性中等，急性毒低(對白鼠之口服半致死量 $>2,000$  mg/kg)。登記使用之對象為大豆、菸草、大蒜。每公頃有效成份施用量約0.2公斤，可防治小葉灰藨、野萹、馬齒莧、山芥菜、牛筋草等一年生雜草。復氯芬田間混合巴拉刈或草脫淨，分別用於茶園及甘蔗園。尚未發現有抗此藥之雜草。

8. 有機磷 (organic phosphorus)：化學結構含磷之除草劑約10種，藥劑間無共同之作

用機制，其他特性亦差異很大。用於旱作萌前者有bensulide，水稻移植後早期萌後用者有butamifos及anilofos，噴施葉部防治雜木者有forsamine。畢拉草(bialophos)為放射菌之發酵產物，除草作用由抑制酵素導致氮累積而產生，此藥已由化學合成之類似品固殺草(glufosinate)所取代。

臺灣所使用之有機磷殺草劑以嘉磷塞(glyphosate)及固殺草為主；這兩種藥劑均無選擇性，後者不具系統移行性，對多年生雜草之防治效果較差。1990年在臺灣登記之硫復松(sulfosate)其產生除草作用之酸基部份與嘉磷塞者相同，此兩者可視為同一藥劑之不同劑型。

**嘉磷塞：**孟山都公司研發，1973年在臺灣登記，商品名稱超過40種，常見者為年年春(億豐)及好你春(興農)。異丙胺鹽41%溶液為主要劑型，藥劑對光穩定，水溶性良好(900,000 mg/l)，不易揮發性(25 蒸氣壓  $1.84 \times 10^{-7}$  mm Hg)。具輕微眼刺激性，急性毒低(對白鼠之口服半致死量 5,600mg/kg)。在土壤中主要被微生物分解，半衰期47日。

藥劑由莖葉吸收，可經篩管傳至未與藥液接觸之部位；在細胞內抑制酵素(EPSP)，阻礙氨基酸之合成而殺死植物。登記使用之對象包括：非耕地、布袋蓮、茶園、蔗園、整地前水田及柑桔、梨、檬果等多種果園。是登記範圍最廣而實際上使用最普遍之除草劑。有效成份施用量

1.6~2.8 kg/ha，此用量範圍對各類一年及多年生草本雜草效果良好，但對藤類及雜木之效果較弱。藥效之充分發揮，敏感種類須4~7日，忍受性高之雜草須2~3週。

藥液中添加展著劑或硫銨有利吸收，可加強藥效，噴藥後4~6小時內下雨會降低除草效果。嘉磷塞可迅速被土壤吸附而喪失除草力；噴至土面之藥劑不會被作物種子及植株之根所吸收而產生傷害。嘉磷塞對作物之藥害主要由施藥不當，藥液與莖、葉、芽體或裸根接觸所引起。尚無雜草對此藥產生抗性。

9. 環己烯氧(cyclohexanedione)：已知之藥劑6種：butoxydim、clethodim、tralkoxydim、亞汰草(allxydim)、環殺草(cycloxydim)及西殺草(sethoxydim)；均為萌後防治禾草藥劑，多為1980年以後所開發。除草之作用與芳烴氧苯氧羧酸屬者相同，藉由對Acetyl CoA carboxylase之抑制，干擾禾本科植物脂肪之合成。藥劑由葉吸收，在植物體內移行性良好，可傳導至地下根，對一年及多年生禾草均有防治效果。此屬藥劑對闊葉植物相當安全，但會造成水稻、玉米、草坪等禾本科植物之嚴重藥害。環殺草及西殺草在臺灣有實際之使用。

**環殺草：**德國巴斯夫(BASF)公司開發，1990年臺灣登記。僅禾快除1種商品，製成為21%之乳劑，以每公頃有效成份量0.2~0.3



公斤，防治西瓜田及落花生田之禾草。藥劑水溶性低(85mg/l)，紫外光可導致分解，不易揮發(25 蒸氣壓  $1.0 \times 10^{-7}$  mmHg)。急毒性低(對白鼠之口服半致死量  $>5,000\text{mg/kg}$ )，無刺激性。土壤吸附力弱，土中分解快，殘效期短。

10. 硫 醯 尿 素 (sulphonylureas)：1980年代發展之新一代除草劑，主要農藥公司均有此類藥劑之開發，已知產品有20多種。重要特性包括以下數點：

(1)活性高用量低，有效成份用量小於0.1 kg/ha。

(2)毒性低，對人畜非目標生物及環境安全，口服半致死量均大於5,000mg/kg。

(3)溶解度取決於水液之酸鹼性，酸性液中較小，隨pH質增高而加大。

(4)抑制植物細胞中特定酵素(acetolactate synthase，簡稱ALS或AHAS)，阻礙氨基酸合成，達到除草作用。

(5)移行性良好，可由導管及篩管傳導至各部位，有系統性作用。

(6)具抗性之雜草對作用機制相同之其他藥劑也有抗性。

(7)對闊葉莎草科草之效果良好，對禾本科雜草稍差。臺灣先後有免速隆(bensulfuron-methyl)、百速隆(pyrazofulfuron-ethyl)及依速隆(imazosulfuron)登記於水田，主要之混合藥劑為丁拉免速隆及免速普拉草。

百速隆：日本日產(Nissan)開

發，1991年在臺登記，商品名免草繁，片劑及可溼性粉劑之成份均為10%。難溶於水(pH6:221 mg/l, pH7:1490 mg/l)，不易揮發(20 蒸氣壓為  $1.1 \times 10^{-7}$  mm Hg)，對光熱穩定。每公頃有效成份用量，水田及草坪分別為0.05及0.15公斤。藥劑可由根及莖葉吸收，對萌芽期至十餘公分的闊葉草及莎草有效。施用時期較具彈性，水田整地插秧後5~15日為理想用藥期。可防治對一般萌前除草劑忍受性高的多年生草，如野慈菰、瓜皮草、螢藺、香附子；殘效較長，水田有效防治期可達2個月以上。闊葉作物對此藥極為敏感，不可施用於芋田、空心菜田，施藥後田水不可用於蔬菜田之灌溉。

11. 三氮苯(triazines)：1950~1960年代主要由汽巴公司(Ciba-geigy後改名Novatis)開發之藥劑。可由根及葉部吸收，向上傳輸至葉部及頂芽，藉抑制植物光合作用而產生除草作用。施用於土表，防治萌芽中及幼小的雜草，對闊葉草的效果較佳。藥劑在土壤中分解慢，殘效期長；超量施用可導致後作藥害，典型之藥害癥狀為葉脈之黃化及生長停頓。仍在使用之除草劑約15種。

此屬藥劑主要用於玉米、高粱、麥類、馬鈴薯、果園及非耕地；適用作物多可迅速分解進入體內之藥劑，而免受傷害；廣泛使用已超過40年，全球目前有60種雜草產生抗性，很多地區有藥劑污染地下水的問題。臺灣登記的9種藥劑中有5種仍在使用；施

用面積以草殺淨(ametryn)及草脫淨(atrazine)最多，滅蘇民(aziprotlyne)、滅必淨(metribuzin)及草滅淨(simazine)亦有少量使用；滅蘇民用於甘藍，其餘多用於甘蔗園。

**草殺淨：**1971年在臺灣登記。80%可溼性粉劑及25%乳劑2種劑型。數種商品：該草除(汽巴)、氰胺草殺淨(氰胺)、蓋殺霸(富農)、殺草霸(華農)。藥劑受紫外光分解，難溶於水(200 mg/l)，揮發力不強(25 蒸氣壓 $2.7 \times 10^{-6}$  mm Hg)，溫帶地區田間半衰期約60日，可為土壤吸附。皮膚及眼刺激性輕微，急性毒低(對白鼠之口服半致死量1,160mg/kg)。登記使用之對象僅甘蔗1種。臺糖蔗園除草以此除草劑為主，公頃有效成份施用量1.6公斤，與二、四地田間混合使用，可防治野萹、牛筋草、馬唐、香附子、藿香薊及貓簽牛等草；臺灣蔗園指梳茅對此藥之忍受性強，但尚未證實是否有抗藥性。瓜類、豆類及蔬菜對草殺淨敏感，藥液觸及會造成傷害。

12. 尿素(ureas)：1950年代初期開始發展的藥劑，仍在使用之除草劑超過15種，由杜邦、拜耳、艾格福、諾華及道禮等公司研發。藥劑由根部及幼葉吸收，須傳導至葉部，才能發揮此類藥劑抑制光合作用之功效。均為土面施用之萌前型藥劑，以防治一年生雜草為主。藥劑施用後被吸附於土表2~3公分內，不易向下移動，可殺死分佈於淺土之雜草；

作物種子及根在藥劑層之下，較不受影響。適用之對象包括：麥類、棉花、馬鈴薯等作物及非耕地。抗藥性之雜草有十餘種。本省有10種此類藥登記，常用者僅達有龍(diuron)。

**達有龍：**美國杜邦公司1951年開發，臺灣1963年登記。商品10餘種--卡滅克斯(杜邦)、克滅草(惠光)、氰胺達有龍(氰胺)、克園草(興農)，多為80%可濕性粉劑。藥劑難溶於水(42 mg/l)，揮發性低(25 蒸氣壓 $6.9 \times 10^{-8}$  mm Hg)，可受光分解。溫帶地區田間半衰期約90日，可為土壤吸附。無皮膚刺激性，輕微眼刺激性，急性毒低(對白鼠之口服半致死量3400mg/kg)。

臺灣登記於甘蔗、鳳梨、柑桔及茶園，公頃有效成份施用量1.6~2.4公斤；此用量範圍對一年生雜草效果良好，防治期可達2~3月以上。砂土田區須降低用量以避免藥害。土壤殘效期長，不適栽培密集的短期作物田。臺灣尚未見抗此藥之雜草。巴拉刈為達有龍與巴拉刈的混合劑，用於柑桔及香蕉園。

13. 雜類(miscellaneous)：重要者為本達隆(bentazon)、樂滅草(oxadiazon)、依滅草(imazapyr)、快克草(quinclorac)。

(四)應用性除草劑類別及重要觀念(表1)：

1. 選擇性藥劑與非選擇性藥劑：巴拉刈、嘉磷塞及固殺草屬於非選擇性藥劑，在正常用量下，可對目標區內植物(作物及雜

草)造成類似程度的傷害。適用於休閒農地、道路、溝邊、荒地。也常見用於果園、棚架及木本植物下方低矮雜草的防治。作物之莖葉不得與非選擇性藥劑之藥液接觸，否則會造成傷害。在草本作物田施用時，必須使用蓋罩或定向噴施，以保護作物。

大多數除草劑均具有選擇性，對目標區植物產生不同程度的影響，故可利用於作物田中防治雜草。但是藥劑對不同作物之安全性有相當大的差別。適用於某種作物之除草劑，對另外一種作物不一定安全。

2. 接觸性藥劑與系統性藥劑：接觸性除草劑如巴拉刈及固殺草對植物的傷害，侷限於藥液接觸到的部份。藥液須要噴到莖葉各部位及芽體，才能殺死雜草；適於一年生草本雜草之防治。對多年生草，僅能殺死地上部份。

芳烴氧羧酸類、芳烴氧苯氧羧酸類、硫醯尿素類、環殺草、西殺草及嘉磷塞均為良好之系統性殺草劑；這些藥劑可經導管及篩管，輸送至藥劑未接觸到之部位發生作用。系統性殺草劑，不必對莖葉全面噴施，仍然可充分發揮藥效。香附子、茅草等多年生草之地下繁殖器官(球莖、走莖)之有效防治，須使用施於莖葉後可被輸送至根部之系統性藥劑。

3. 短效性與長效性藥劑：除草劑施用於田間後，會因蒸散、流失、被土壤固定、為植物所吸收、受光照、微生物分解等途

徑，失去生物活性。巴拉刈及嘉磷塞可被土壤微粒強力固定，而不為植物根所吸收。此2種藥劑幾無土壤殘效，施藥後可隨即種植作物，不致發生藥害，而雜草種子也能在用藥後短時間內發芽生長。

一般用量下，多數除草劑之土壤殘效，在1-2個月間；如使用得當，單次施藥即可符合田間作物防治雜草之實際需求。栽培期長或莖葉稀疏，不易形成良好田面覆蓋之作物如大蒜，使用殘效短的藥劑，其防治有效期不足，中後期發生之雜草，須要二度施藥或以其他方法清除。三氮苯類、依滅草、達有龍、滅落脫為常見藥劑中土壤殘效超過2個月者，防治有效期長為其優點，但是使用不當，亦會造成輪作田後作之藥害。

4. 燻蒸劑、萌前(萌前混拌、萌前施用)、萌後藥劑(萌後施用)：溴化甲烷(methyl bromide)、邁隆(dazomet)等燻蒸劑具有廣泛之殺生作用；處理得當，燻蒸劑可以完全殺除土壤中已發芽的雜草，及在休眠狀態的繁殖體。由於成本相當高，此類藥劑僅用於栽培介質、苗圃及有特殊須求場地(如高爾夫球場果嶺)。一般除草劑對休眠之雜草種子無效。

視防治雜草之發育期，除草劑可分為在雜草萌前(pre-emergence)或萌後(post-emergence)施用兩大類。醯銨、氨基甲酸、二硝基苯胺、聯苯醚、三氮苯、

尿素等類型之藥劑，及雜類中之依滅草、樂滅草均屬萌前殺草劑，須要於萌前階段施用。這些藥劑主要經根及幼莖進入植體內。萌前藥劑對3~4葉以上雜草效果很差，必須在整地後數日內施用。萌前藥劑處理，要求正確之劑量及均勻用藥；所用噴霧器以帶有扇型噴頭者最理想。少數易蒸散或光分解之萌前藥劑如三福林，須要在種植前將所施藥液拌入土中，才能發揮預期效果；所涉及的方法稱為萌前混拌法(preplanting incorporation, PPI)。

芳烴氧羧酸類、芳烴氧苯氧羧酸類、巴拉刈、嘉磷塞、固殺草、環殺草、固殺草、本達隆、克草等藥劑，適於萌後施用，屬於萌後殺草劑。通常噴施於較大的植物，主要由葉部吸收進入植體。硫醯尿素類及快克草之有效施用期較廣，可在萌前或萌後使用。

#### (五)除草劑作用原理及選擇性：

殺草劑經吸收、傳導後在細胞內，由單一或多處之作用點開始，引發一系列異常之生理及生化作用，而使雜草受抑制或死亡。常見受干擾之關鍵性作用為對光合作用過程中電子傳送、重要成份物質(氨基酸、脂肪酸、色素)生合成、活性氧形成、荷爾蒙作用擾亂、細胞分裂阻礙...等。

選擇性決定除草劑可應用之範圍。在作物田中所用的除草劑，必須具有或以人為方法造成選擇性，才能達到防制雜草而不為害作物的目地。不具選擇性的

藥劑，因為會導致嚴重的藥害，不能直接施於作物上。選擇性不足的藥劑，在使用時易受環境因子影響，而引起不同程度之藥害。

除草劑田間選擇性，可由藥劑特性、對象植物之差異反應及施藥方式所造成。主要之成因概列如下：

#### 1.吸收階段之差異：

(1)形態：雙子葉植物葉片平展、芽體外露，與單子葉植物相較，可截獲較多之藥劑，芽體受傷害則無法恢復生長。施用後除草劑多半分佈於土表，淺根之雜草受抑制，而高大之植物如果樹，因根系深，較不受影響。

(2)萌芽深淺及先後：多數一年生雜草僅能自表土淺處發芽萌芽，其根系及幼莖處於藥劑濃度最高之區域，受害最深；種子較大之作物可種於較深處，根系向下發展，受影響較小。淺處先萌芽之雜草，也可在作物萌芽前，以非選擇性藥劑殺死。

(3)移植苗之利用：發芽中及剛萌芽的植物，對除草劑最敏感。4~5葉以上之植物，對除草劑之忍受性增強。類似的條件下，萌前殺草劑對採移植栽培者之安全性遠較直播者為高。丁基拉草對移植水稻相當安全，但經常導致直播水稻之藥害。

(4)施藥部位：非選擇性藥劑可經由直接注射、定向噴施、遮蓋噴施...等方法來防治目標雜草。

(5)劑型：相同藥劑可製成吸收程度不同的劑型。粒劑不易為高大植物之莖葉吸收，但易溶於水中，為較小雜草之根及幼小莖葉所吸收。

2.代謝階段之差異：

(1)作用點對藥劑之敏感程度：萌後禾草藥劑如伏寄普及快伏草等，不會傷害雙子葉植物；其原因為此類藥劑僅抑制禾草中之關鍵酵素，而雙子葉植物之相同酵素則不受干擾。有些植物因葉綠體膜上蛋白質的改變，使三氮苯類藥劑之分子無法結合到作用點，而不發生干擾作用。

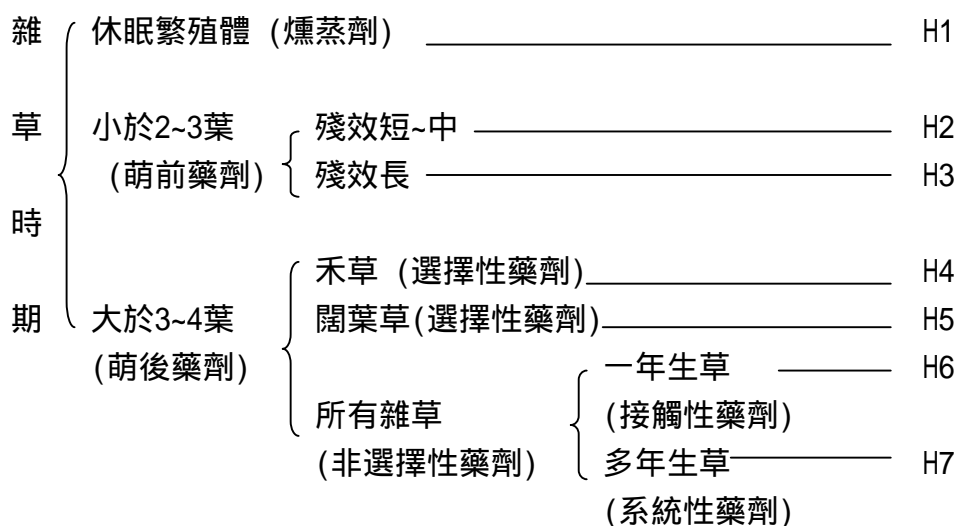
(2)代謝所引起藥劑活性化或非活性化之差異：不具毒性之2,4-DB，在敏感植物中被改變成具有活性之2,4-D，在鈍感植物則無此作用。藥劑在植物體內，受到水解、去烷基(dealkylation)及與

植物成份(醣類、氨基酸...)之接合而非活性化。植物間此等作用差異很大，是造成選擇性之重要因素。

(六)如何選用適當的藥劑：

除草劑種類相當多，選擇藥劑，除經濟成本及是否容易取得外，也需就下列技術性問題一併加以考慮。

1.依據雜草情況：針對雜草的發育時期、類別及所需防治期長短等狀況，可選用不同類別的除草劑。其考慮過程可簡化如附圖所示。例如田間發生各種類別(禾草及闊葉草)之一年生草，且其發育已超過3-4葉，可尋序由萌後藥劑-非選擇性藥劑-接觸性藥劑找到屬H6之巴拉刈、固殺草；此兩種即為適宜的防治藥劑。



H1：溴化甲烷、邁隆

H2：聯苯醚、硫醯尿素、氨基甲酸、醯銨、二硝基苯胺...等類

H3：尿素類、三氮苯類、依滅草

H4：芳烴氧苯氧羧酸類、西殺草、環殺草

H5：芳烴氧羧酸類、硫醯尿素類、本達隆

H6：巴拉刈、固殺草

H7：嘉磷塞

(以上各化學類別之藥劑可參考表2.)

2. 依據標示用法：農林廳所編印之「植物保護手冊」及除草劑包裝上，印有簡要的施用方法，包括：名稱、藥量、水量或稀釋倍數、施藥時期及方法、注意事項及防除對象雜草等。對不熟悉藥劑使用者，是重要的參考依據。標示用法中最需要注意的是藥量。用量不足則防治效果降低，過多會產生藥害。

殺蟲殺菌劑之使用，習慣以稀釋倍數來配藥噴藥。由於不同施藥器具以及噴藥習慣，會導致單位面積用水量之差異；使用標示之稀釋倍數，但用水量不同，會改變單位面積之實際受藥量。正確萌前除草劑之使用，要求將標示藥量均勻施於目標區土表。以稀釋倍數配藥時，要估計是否能達到標示之單位面積用量；否則需調整水量或稀釋倍數。

防除對象欄所列之雜草，是依據原試驗資料；實際上可防除之雜草種類遠多於所列出者。水稻、落花生、大豆、玉米、甘蔗、茶、菸草等農藝作物，均有各種經試驗場所測試並正式登記之藥劑可供選用。園藝作物之甘藍、番茄、西瓜、蒜、洋蔥、柑桔、鳳梨、香蕉亦均有3種以上之登記藥劑可供使用，其他作物則只有1-2種或完全無合法之除草劑

。由於可供遵循之資料不足，在這些作物田上使用除草劑，很容易造成藥害。對種類繁多之次要作物而言，這是採用化學法除草的最大障礙。

最後需注意除草劑不當使用的影響：除草劑較其他種農藥易於造成作物藥害，以化學法防治雜草時，要確實遵照標示藥量及使用方法，不可隨意將藥劑用於未經測試或非推薦之作物。

經常使用同類型除草劑的田區，要視雜草相改變的情況，更換施用其他替代藥劑，以避免耐性及抗藥性雜草滋生繁衍。目前文獻所記載抗除草劑的雜草已超過100種，涉及尿素、三氮苯、硫醯尿素、芳烴氧苯氧羧酸、巴拉刈等類之除草劑。本省之野塘蒿已對巴拉刈產生抗性，而無法以該藥劑來防除。

雨季期間，坡地上應儘量少用非選擇性除草劑，以減少土表裸露，造成土壤流失。國外很多地區，大面積長時期施用之藥劑如草脫淨等，已造成地下水污染，成為相當難處理的問題。近幾年藥試所調查本省蔗作地區地下水，尚未發現草脫淨污染的情況。由於農藥極不易在地下水層中分解，對於普遍使用的藥劑，應繼續注意其對環境之可能危害。

表 1. 本省重要除草劑之實用性特性簡表

普通名稱	化學類別	施藥時期		選擇性		對象雜草		莖葉施用 傳導性	土壤 殘效期
		萌前	萌後	有	無	闊葉	禾草		
2,4-D 二、四 - 地	芳烴氧羧酸	✓		✓		✓		良	短
alachlor 拉草	醃銨	✓		✓		✓	✓		中
ametryne 草殺淨	三氮苯	✓		✓		✓	✓		長
atrazine 草脫淨	三氮苯	✓		✓		✓	✓		長
bensulfuron 免速隆	硫醃尿素	✓	✓	✓		✓			中
bentazon 本達隆	雜類	✓		✓		✓			
benthiocarb 殺丹	氨基甲酸	✓		✓		✓	✓		
butachlor 丁基拉草	醃銨	✓		✓		✓	✓		中
butralin 比達寧	二硝基苯胺	✓		✓		✓	✓		中
chlomethoxyvinil 甲氧基護谷	聯苯醚	✓		✓		✓	✓		中
cycloxydim 環殺草	環己烯氧	✓		✓		✓		良	
diuron 達有龍	尿素	✓		✓		✓	✓		長
fluroxypyr 氟氯比	芳烴氧羧酸	✓		✓		✓		良	
flupyzifop 伏寄普	芳烴氧羧酸	✓		✓		✓		良	短
glufosinate 固殺草	有機磷	✓		✓		✓	✓	無	短
glyphosate 嘉磷塞	有機磷	✓		✓		✓	✓	良	無
imazapyr 依滅草	雜類	✓		✓		✓	✓		長
linuron 理有龍	尿素	✓		✓		✓	✓		中
oxadiazon 樂滅草	雜類	✓		✓		✓	✓		中
oxvfluorfen 復祿芬	聯苯醚	✓		✓		✓	✓		中
paraquat 巴拉刈	聯吡啶	✓		✓		✓	✓	無	無
pendimethalin 施得圃	二硝基苯胺	✓		✓		✓	✓		中
pretilachlor 普拉草	醃銨	✓		✓		✓	✓		中
pyrazosulfuron 百速隆	硫醃尿素	✓	✓	✓		✓			中
quinclorac 快克草	雜類	✓		✓		✓			中
quizalofop 快伏草	芳烴氧羧酸	✓		✓		✓		良	短
sethoxydim 西殺草	環己烯氧	✓		✓		✓		良	
triclopyr 三氯比	芳烴氧羧酸	✓		✓		✓		良	
trifluralin 三福林	二硝基苯胺	✓		✓		✓	✓		短-中



表 2. 台灣各化學類別之主、次要除草劑

化學結構類別	主要除草劑	次要除草劑
Amide	拉草 alachlor	metazachlor
醯胺	丁基拉草 butachlor	滅落脫 napropamide 普拉草 pretilachlor
Aryloxy-carboxylic acids	二、四-地 2,4-D	氟氯比 fluroxypyr
芳烴氧羧酸		三氯比 triclopyr
Aryloxyphenoxycarboxylic acids	伏寄普 fluazifop	甲基合氯氟 haloxyfop
芳烴氧苯氧羧酸	快伏草 quizalofop	
Bipyridinum 聯比定	巴拉刈 paraquat	
Carbamates 氨基甲酸	殺丹 benthioncarb	稻得壯 molinate
Dinitroanilines 二硝基苯胺	比達寧 butralin	撻乃安 dinitroamine
	斯得圃 pendimethalin	三福林 trifluralin
Diphenylethers 聯苯醚	甲氧基護谷 chlormethoxynil	亞喜芬 acifluorfen
	全滅草 chlornitrofen	必芬諾 bifenox
	復祿芬 oxyfluorfen	
Organophosphorous 有機磷	嘉磷塞 glyphosate	
	固殺草 glufosinate	
Oximes	環殺草 cycloxydim	
	西殺草 sethoxydim	
Sulfonylureas 硫醯尿素	免速隆 bensulfuron	
	百速隆 pyrazosulfuron	
Triazines 三氮苯	草殺淨 ametryne	滅蘇民 aziprotryne
	草脫淨 atrazine	滅必淨 metribuzin
		草滅淨 simazine
ureas 尿素	達有龍 diuron	理有龍 linuron