

第十章 有機栽培之雜草防治技術

蔣永正

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

前言

一般未經馴化的非栽培植物通常以“野生植物”或“野草”稱之，“雜草”則是以人為利用做出發點所定義的名詞，亦即凡是影響到人們當時所栽種作物之收量的其他植物，均以雜草視之，如發生在非水稻田內之自生稻則視為雜草，因此田區內所謂的雜草並非指特定種類的植物，或許只是在當時環境狀況下尚未被人們發現其利用價值。但是雜草在作物栽培體系內確也扮演著不可忽視的角色，因為對光照、養份、水份、空間等資源的競爭，會直接為害到作物的生育；如水田內整地後萌芽之稗草，在分蘖中期株高即超過水稻造成光的競爭，影響稻株對光的吸收降低穀粒數及稔實率；株形較矮之野苾菰、螢蘭及球花蒿草等水田雜草，也會減少植株中下層葉片之受光量；養份的競爭對作物生育的影響則最為明顯，尤其是氮肥的吸收效率降低，導致生育不良之黃化現象。競爭所導致之減產程度會因雜草的種類、發生之生物量、發生之時期、作物的品種、及氣候環境等條件而有差異，田間實際發生之減產程度在 10-90% 範圍。雜草同時也會成為病蟲原的寄主及老鼠棲息的場所，增加田間管理上的困擾，甚至由植株殘質釋出酚類等二次代謝產物，發生所謂的毒他作用(allelopathy)，引起作物品質的低下及產量的損失。除了對農業生產有明顯影響外，雜草也會降低環境品質與自然資源的利用率，如水域中布袋蓮堵塞河道不但阻礙水流，且易滋生蚊蠅影響環境衛生，甚至某些有毒植物引起身體的過敏現象而危及人畜健康。雜草因為引起上述干擾人類活動

的為害情形，而成為植物保護範疇內的主要害物(pest)之一。

雜草生態及分布

一般田面發生的雜草種類與數量，在不同氣候、作物種類及田間管理方式下有很大差異；如組成水、旱田之主要雜草，因灌水程度影響土壤含水量而有截然不同的草相；即使同為旱田的果園及蔬菜田草相，也因為作物生育期的長短、株型及競爭力等因素而有明顯差別；另外冬生型及夏生型雜草的季節性分布會形成區域性的特有草相，本省一期作水稻整地前為裡作田或休閒田，在低溫下田面會發生大量冬生型旱田雜草，如小葉灰藺(*Chenopodium ficifolium*)、旱辣蓼(*Polygonum lapathifolium*)、小葉碎米薺(*Cardamine parviflora*)等，二期作高溫下則多為稗草及自生稻等禾本科草；整地與否對田面草相也有相當顯著的影響，如冬裡作田在水稻收割後，田面會陸續長出旱生型雜草，在不整地狀況下，這些雜草會繼續長大，但經過整地後，這些已萌芽的雜草會被翻除，同時翻出土壤種子庫內的雜草至土表，於適當環境下開始萌芽生長；因此一般不整地田之雜草量較低，幾乎為整地者的一半，但不整地狀況下雜草生育快速，草鮮重的增加速率較整地者為快。

水稻田內常見之主要雜草大部份為挺水型水生植物，即根部著生於土中，地上部枝葉大部份露出水面，臺灣地區如稗草(*Echinochloa crus-galli*)、螢藺(*Scirpus juncooides*)、球花蒿草(*Cyperus difformis*)、鴨舌草(*Monochoria vaginalis*)、野茨菰(*Sagittaria trifolia*)、水莧菜(*Ammannia baccifera*)、母草(*Lindernia pyxidaria*)、紅骨草(*Rotala indica*)、尖瓣花(*Sphenochloa zeylanica*)及雲林莞草(*Scirpus planiculmis*)等為水田常見之主要雜草，其他如青萍(*Lemna paucicostata*)、槐葉蘋(*Salvinia natans*)及滿江紅(*Azolla pinnata*)等浮水型雜草，在除草劑大量使用前也曾普遍發生於水稻田中，目前則多發生於淹水較深之茭白筍或菱角田中。某些濕生性植物如芒稷(*Echinochloa colona*)、畔茅(*Leptochloa chinensis*)、雙穗雀稗(*Paspalum distichum*)、碎米莎草

(*Cyperus iria*)、鋸葉定經草(*Lindernia ciliata*)及滿天星(*Alternanthera sessilis*)等，由於水田整地趨於粗放，及淹水或保水的管理不佳，或者從田埂蔓延至田區內，亦逐漸成為水田重要的雜草種類。臺灣地區一、二期作水稻初期之氣溫差異大；期作間雜草分布亦有差別；如野茨菰多發生於一期作，鴨舌草、紅骨草、尖瓣花及芒稷則在二期作較多。此外在南北氣候及管理程度上之差異，亦導致雜草地區性的局部發生，如野茨菰集中於桃竹苗區，瓜皮草(*Sagittaria pygmaea*)分布於苑里、大甲一帶，水莧菜及尖瓣花在中南部發生較多，雲林莞草則主要在中部濱海水田中，但近年來在水稻代耕方式的盛行下，遭受雜草種子或營養莖污染的農機具或秧苗，會加速繁殖力強的雜草散布，同時在使用同類型除草劑防治下，地區間草相的差異有不明顯的趨勢，如雲林莞草已拓展至臺東地區，尖瓣花也普遍發生在北部田區。溫度的差異也影響雜草萌芽的整齊度及生育，二期作高溫下萌芽快且一致，根據蔣慕琰(1983)試驗結果：整地後 30 日之營養生長速率如株高及生物量，約與一期作整地後 60 日者相當。

旱作方面較為複雜；臺灣地區栽培之蔬菜種類包括根、莖、葉、瓜、果菜類等，具有種類多面積小的特性，各類蔬菜因為生育季節、生育期長短與管理上的不同，導致雜草相的分布有明顯差異；高溫多濕之夏季蔬菜田，雜草主要以牛筋草(*Eleusine indica*)、稗草及馬唐草(*Digitaria sanguinalis*)等禾本科草為主；另外還有野莧(*Amaranthus viridis*)、加拿大蓬(*Erigeron canadensis*)及馬齒莧(*Portulaca oleracea*)等闊葉草，以及莎草科之碎米莎草；夏季高冷地之蔬菜田雜草，根據農藥所雜草研究室調查，則包括鵝兒腸(*Stellaria aquatica*)、早熟禾(*Poa annua*)、歐洲黃苑(*Senecio vulgaris*)、苦菜(*Sonchus oleraceus*)、野塘蒿(*Erigeron sumtrensii*)、龍葵(*Solanum nigrum*)、小葉碎米薺、大扁雀麥(*Bromus catharticus*)、圓葉錦葵(*Malva neglecta*)及昭和草(*Erechtites valerianifolia*)等，其中早熟禾和鵝兒腸最為普遍，而小葉碎米薺等十字花科雜草卻成為休閒期之優勢族群。冬季乾冷氣候下常發生之蔬菜田雜草，則以闊葉草為主，包括小葉灰藿、鼠麴舅(*Gnaphalium purpureum*)、泥湖菜(*Hemistepta lyrata*)、早苗蓼、節花路蓼(*Polygonum*

plebeium)、山芥菜(*Rorippa atrovirens*)、鵝兒腸及小葉碎米薺等，大部份為中小型之一年生草。若為二期作後之冬裡作田，還會有一些濕生性水稻田雜草，如球花蒿草和木虱草(*Fimbristylis miliacea*)等的發生。栽培較多之葉菜類因種類繁多，短期與長期葉菜類之生育期長短差異大，短期者在夏季僅 19-20 日，冬季約 30-45 日，但如結球葉菜類如甘藍、結球白菜、結球萵苣及包心菜等之生育期長達 3 個多月，因此兩者田面雜草發生之種類與數量亦不相同；生育期長者較易出現多年生雜草，如滿天星(*Alternanthera sessilis*)和香附子(*Cyperus rotundus*)等；短期葉菜類因為生育期短，收穫後土壤翻耕次數頻繁，則較不適合多年生草完成其生活史。果樹因為是多年生作物，不論落葉或長綠果樹的生育期都很長，雜草管理也較粗放，在本省高溫多濕的氣候下，園區內的草相頗為複雜，其中不乏多年生草。但在某些地勢較高之坡地果園，為了發揮水土保持、增加有機質來源及改變生物相之效益，會選留匍匐性矮生雜草之草生栽培方式，相對的會抑制園區內雜草發生之種類。

綜括來說，水田環境十分均一，雜草發生的種類不及旱田複雜，草相的變化亦不大。旱地作物田所發生的雜草種類主要受溫度和雨量的影響，水田狀況除溫度外，主要是淹水深度造成之氧氣供應量的差異，但除草劑的使用亦為草相改變的重要影響因子，因為經常使用同種類除草劑時，在藥劑的選汰壓力下造成敏感性雜草減少，耐受性雜草增多而成為優勢族群的草相變遷現象；也有可能長期重覆施用同一種除草劑，導致敏感性族群內由於基因突變發生抗性生物型(biotype)植株，如本省旱地雜草野塘蒿已證實對巴拉刈(paraquat)產生抗性，所以常常在以巴拉刈為主要防治藥劑之作物田附近，可以發現僅存有大大小小野塘蒿遍佈田野的景象。至於雜草發生量，即雜草在田面的覆蓋率和累積的生物量，則和田間栽培管理的程度有關，間苗、中耕及培土等措施，多多少少都會除去部份的雜草，尤其是在雜草幼苗期即行除去，更明顯降低作物生育期間所受雜草的危害程度。草相的調查為選擇有效防治方法之依據，在現行雜草管理上為需要長期投入人力與經費之基礎研究。

雜草防治

雜草對作物正常生育的干擾，和病原菌及昆蟲等害物(pest)造成的危害情形不同，後者往往引起突發性的顯著損害，在未做妥善預防措施時甚至毫無收成可言，因此監測田區內病蟲害物棲群的消長，為達到經濟防治水準必要的手段；但是雜草的存在卻是與作物同步的，對作物的影響為漸進而持續的；因為土壤種子庫(soil seed bank)內所含的雜草種子量本來就很高，雖然因為氣候、栽培作物的種類、整地耕犁的程度、土壤含水量及除草劑使用的種類與頻度，而改變田區內雜草發生的種類與數量，但通常在播種同時許多雜草種子也已開始萌芽，和作物共享田間所有自然及人為提供的資源，直到完成生活史達到種族衍續的目的。雜草憑藉著種子產量高及休眠期長之特性，而具有很強的繁殖能力，且容易隨著灌溉水、栽培作物種苗之介質、動物攜帶等因素而快速擴散到其他地區，營養繁殖莖甚至還會因為整地時的農機具切割而蔓延至全區。針對雜草蔓延快速及競爭力強之天賦，在農業生產體系中所帶來的衝擊，主要發生在作物尚未形成覆蓋前之生育抑制，及雜草開花結實後種子掉落，增加土壤中之種子含量，因此防治著重在作物生育早期，甚至前作或休閒田的雜草管理都會影響防治效果。

臺灣地區作物田目前使用化學除草劑除草為雜草防治的主要手段，人工機械除草、其它田間管理作業、輪作等栽培制度則在特定作物田或生育期實施。本省除草劑的試用開始於民國 43 年，由臺中區農業改良場自日本進口 2,4-D，進行水田及小麥田雜草防除試驗，民國 40-46 年糖業研究所亦同時進行蔗園除草劑之雜草防除試驗，因農藥申請登記之委託試驗辦法的制定，農民逐漸掌握提高藥效避免藥害的施用技術，且在新藥劑迅速的開發下，除草劑的使用面積大幅增加，至 70 年水稻一期作藥劑除草比率已達 98%，目前登記在水稻田的藥劑多達數十種，依推薦用量及方法施用，對移植稻相當安全，可防治大部分的一年生雜草。現行移植水稻田雜草防治，於本田整地前先施用非選擇性萌後除草劑如巴拉刈及嘉磷塞(glyphosate)，全面噴施田面已發

生之雜草，再經過乾濕整地 1-2 次及淹深水抑制土壤中草子的萌芽，並於移植後數日內施用萌前除草劑如丁基拉草(butachlor)等，可防治 1-2 葉期以下之已萌芽雜草；但發育超過 2-3 葉之雜草對藥劑忍受力會明顯增強，二期作高溫下因為雜草萌芽及生長快，施用萌前殺草劑之時間須較一期作早，才有明顯的防治效果。萌前藥劑施用後，若有高密度之闊葉多年生草如野苳菰、瓜皮草等發生，可施用本達隆(bentazon)等萌後作用較強之選擇性藥劑。近年發展之高活性、低用量、低毒性之硫醯尿素類(sulfonylureas)除草劑如百速隆(pyrazosulfuron)、免速隆(bensulfuron)、依速隆(imazosulfuron)等，對 3-4 葉之闊葉草仍具明顯效果，因此可使用在多年生闊葉草嚴重或農時延誤之田區，只是對稗草的防治較差。直播稻目前在本省所佔的面積不多，對大部份的除草劑又都十分敏感，為減少藥害的發生，可將推薦用量分次以半量施用，且需整地平坦及灌排水均勻，以免藥劑沉積在局部田區引起秧苗藥害。本省水稻田由於長期施用萌前藥劑，田間一年生草多被有效控制，雜草種類趨於單純，雜草量也大為降低，而以地下球莖繁殖的野苳菰、瓜皮草等多年生草卻相對增加，某些雜草如螢蘭等，會局部性的嚴重發生，可能和其耐藥性及田間管理措施有關。

蔬菜田由於種類多，生長習性及管理方法不同，在直播蔬菜田初期發生之雜草所造成的競爭為害尤其顯著，但是直播蔬菜一般對除草劑又十分敏感容易發生藥害，因此整地前消除田面已發生之雜草，及施用殘效較長可延後土壤中草子萌芽的萌前除草劑，甚至休閒田避免雜草保留至開花結子期，增加土壤中草子含量的適當管理工作，對雜草防治都是很重要的；移植蔬菜田在生長勢上優於田區中剛萌發之雜草，但一般因為生育期較長而需要長期持續的控制草量至最少影響程度，尤其是在開花結果的生殖生長期，作物對養分、光照等環境需求十分倚賴，除了在栽植初期採用藥劑防治外，也常使用人工除草、敷蓋稻草或塑膠布等非藥劑防治。果園雜草的防治須配合氣候及地勢，雨季來臨前可以人工或機械除草，壓制生長旺盛之禾草類，坡地果園內常保留矮生藤類發出之嫩葉以為草生栽培，雨季結束前則除去將開花結子之闊葉草，通常在果樹休眠期或草量過高時施用殘效短之除草

劑，以降低工資所增加之成本支出。

雖然臺灣地區作物田已普遍使用藥劑除草，但部份仍以人工或機械除草、田間管理作業及栽培制度等防治為輔，後者對雜草種類不具選擇性，但耗時費力不若除草劑的經濟速效，實際上雜草的發生與作物栽培管理方式有密切關係，因此在防除上尚須考量田區的栽種歷史，同時配合適時、適地、適量的用藥，至於如何達到經濟效益及減少藥劑造成環境負荷的目標，仍為現階段所努力追求的管理策略。

有機栽培之雜草防治

有機農業經營的主要理念，是設法讓農田土壤及自然界原有之潛能充分發揮，但現代化農業經營為了追求高產及降低生產成本，採用單一作物栽培制度，大量施用化學肥料與農藥，長久下來導致土壤活力衰退、自然生態改變、種源多樣化降低、及環境品質劣化的隱憂，除草劑對土壤質地的影響尤其較之他種農用藥劑為甚。但符合有機栽培理念的經營，實非完全回歸老祖先苦行僧似的的農耕方式，而是結合現有的高科技，合理生產安全的農產品。從雜草發生與競爭特性上不難理解，雜草防治在有機栽培實施體系中為不易克服的難題，因為雜草種子本來就已大量存在土壤中，人類為了得到高產的利益不惜大量使用藥劑趕盡殺絕，短時間似乎得到顯著的成效，殊不知長久下來卻改變了自然界原有之生態平衡，必須花費更多的心血去彌補所造成的缺失。因此亟需建立“雜草管理”的觀念取代傳統的“根除”，即在作物產量品質與雜草生存間取得一個平衡點，於作物敏感生育期間，結合田間操作及合理施用殘留期短之藥劑，長期持續的控制或利用雜草，使其發生量保持在可接受的範圍內，如此不但可提供作物較佳之生育空間，同時亦不會濫用藥劑污染環境，且達到符合經濟防治水準的原則。目前常用的非農藥雜草防治技術；包括配合耕作制度的水、旱田輪作，或以稻殼、塑膠布覆蓋田面抑制雜草萌芽，均可降低田面雜草的發生及土壤中之種子量，甚至在果園中維持低矮匍匐性雜草的草生栽培，除能減少土壤水份的蒸發，也可在適當的管理下降低

雜草競爭力；田區四周及灌溉溝渠的清潔維護，可減少有害種子及營養繁殖體的傳入；對於危害潛力高而防治困難的多年生雜草，在發現初期即應予以有效防治，可減緩其蔓延速率。實際上管理良好之田區，土壤中雜草種子量會逐年減少，雜草危害程度亦隨之降低，防治作業趨於單純而可掌控，較之完全仰賴藥劑的施用，來得安全且無抗性草發生，及土壤肥力消退的後顧之憂。

推動有機農業的最終目標為達到農業的永續經營，因此面對主觀人為認定的“雜草”植物，在避免種子大量產生及入侵的前提下，合理使用各種防治技術，預防雜草種子或營養繁殖體，從作物種源、肥料、農機具及灌溉水等途徑的污染，及抑制田面已發生雜草的生育，最主要的是確實掌握防治的水準，消除“寸草不留”的觀念，則落實有機栽培的執行必然指日可待。

結論

作物栽培體系中雜草的持續性發生，和其快速的傳播及過強的競爭力，對農業生產帶來不小的衝擊，由“野草除不盡，春風吹又生”這句俗諺，即可深刻的體會早期農民除草的無奈，只是目前臺灣地區農民幾乎主要倚賴除草劑防治雜草，而忽略了如何配合其他非藥劑的綜合防治技術，尤其是涵蓋種子檢疫的預防性措施，藉以降低雜草的入侵與散佈，而防治的重點在於壓制雜草茂盛的繁殖力，同時考量作物的特性與生育期，評估雜草發生對作物生育帶來的衝擊，結合栽培管理體系及施用藥劑等綜合防治技術，才能達到省時省工符合經濟效益的管理策略。最後要特別提出的是除草劑一般毒性較低，且在作物生育早期施用，在食品殘毒上較無安全疑慮，若適當使用殘留短之藥劑，亦不易導致土壤性質的改變，因此“純有機”與“準有機”的抉擇，應視實際栽培狀況而定，但顯然對田間管理作業及收量的經濟效益有絕對的影響關係。