

中華民國雜草學會簡訊

The Weed Science Society of Republic of China Newsletter

八十九年七月

第七卷第三期

本期題要	◎ 草坪草介紹—假儉草與聖奧古斯丁草	1
	◎ 少量多樣化作物—轉型的雜草，艾草	4
	◎ 除草劑生理—免速隆除草劑及其安全劑之使用	4
	◎ 編者的話	7
	◎ 會務及編輯室專欄	8

※ 草坪草介紹 ※

假儉草與聖奧古斯丁草

國立臺灣大學農藝學系 王裕文

一、命名與起源

假儉草(Centipedegrass, *Eremochloa ophiuroides* (Munro.) Hack.)原生於中國大陸東南部、中南半島及菲律賓群島等地，又稱為中國草坪草(Chinese lawngrass)，乃具匍匐莖而叢生於山坡地、路旁及草原的多年生熱帶型植物，臺灣草坪業界俗稱蜈蚣草。葉片寬度約0.3-0.5公分左右，質地柔軟，葉尖鈍圓形。此草與另一植物分類上名為蜈蚣草(*Eremochloa ciliaris* (Linn.) Merr.)的植物外型類似，在葉片等營養器官上不易區分，必須利用花序及/或種子性狀加以分辨。

聖奧古斯丁草(St. Augustinegrass, *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze)原生於西印度群島，廣泛分布於墨西哥、加勒比海群島、非洲、澳洲、南太平洋群島、美國南部各州及地中海地區，自然馴化族群多分布於海岸沙灘地區。聖奧古斯丁草為具匍匐莖鬚根系之多年生熱帶型植物，根系分布約可達土深30公分，臺灣草坪業界俗稱鈍葉草。葉片寬度約0.4-1公分，質地柔軟，葉尖鈍圓形。

二、環境適應性

百假儉草為熱帶型植物，具有C₄型光合作用解剖構造，雖可耐遮陰，但在強光、長日照的環境有顯著較佳的生育反應，年降雨量在100公厘以上的熱帶或亞熱帶地區都可存活。適應於pH4.5-6之

間的酸性、貧瘠土壤，而在pH7以上的土壤因鐵元素的有效性降低，將嚴重影響其生存。在肥力普通的土壤生育良好，但在肥沃的土壤其生育表現反而較差。假儉草具有相當程度的耐鹽性，但不如聖奧古斯丁草及百慕達草，耐旱性、耐積水性及耐冷性皆明顯低於聖奧古斯丁草與百慕達草，耐陰性優於百慕達草而遜於聖奧古斯丁草。假儉草除了沙地、石礫地外，可適應於其他黏土到砂土等各種土壤質地。假儉草在冬季低溫時，無明顯的休眠現象，因此無法透過冷馴化(cold hardiness)來保護其生長點，極易遭受低溫的傷害。另一方面在冬季溫度較高的地區，假儉草明顯受低溫影響而生育遲緩。反覆的非季節性回暖，將誘使假儉草恢復生長，消耗儲藏器官所積蓄的養分而弱化植株，可能形成在春季大量死亡的現象。

聖奧古斯丁草也是具有 C₄ 型光合作用解剖構造的熱帶型植物，具有優於假儉草的耐陰性，筆者觀察發現可能是目前與熱帶地毯草並列臺灣最耐陰的草坪草種之一。雖然耐陰性優良，但是強光、長日照條件仍然是其最佳的生育條件。聖奧古斯丁草可生長於土壤 pH6.0-8.5 之間的環境，雖然對土壤質地具有相當廣泛的適應性，但是在濕潤、富含有機質、肥沃而排水良好的沙質壤土環境，可得到最佳的生育反應。聖奧古斯丁耐旱性普通，不如百慕達草、結縷草與百喜草，但具有優良的耐鹽性，在土壤導電度達到 16 mmhos 仍有優良的生長，其耐鹽性與百慕達草相去不遠。在浸水環境及土壤密實的狀況下，生育不良，極易受傷而死亡。在耐冷性方面，優於熱帶地毯草，與假儉草相當，但在低溫下植株會進入休眠狀態，其對低溫的耐性不如百慕達草與結縷草。因此在溫度達到其休眠的條件時，會迅速全面的黃化，春季回暖時其回綠(Green up)的時間也較百慕達草與結縷草晚。在臺灣平地的條件下，冬季低溫平均在攝氏 10 度左右，聖奧古斯丁草仍可維持青綠，而在台地等較高海拔的迎風面，則有黃化現象發生。

三、利用方式

假儉草主要作為草坪使用，草坪品質屬於中低品質，並不需要密集的管理，屬於懶人型草坪草種，可應用於低踐踏的區域，包括道路邊坡、家庭庭院及墓園草坪，其恢復力(recuperative potential)差，不適用於機場跑道護坡、運動場地等場所。

聖奧古斯丁草可作為牧草及草坪草使用，草坪品質屬於中等品質，並不需要密集的管理，也是屬於懶人型草坪草種，但是如果給予適當的管理，可形成景觀視覺上品質優良的草地，可應用於低踐踏的區域如家庭庭院，但不適於活動頻繁的場所。

四、繁殖

假儉草與聖奧古斯丁草都可利用種子或草莖繁殖，當使用種子繁殖時，假儉草的種子發芽率至少要有 45% 以上，種子純度至少要達到 65% 以上，播種量為每平方公尺 2.5-5 公克；聖奧古斯丁草的種子發芽率至少要有 65% 以上，種子純度至少要達到 95% 以上，播種量為每平方公尺 2.5-3.75 公克。假儉草為目前臺灣水土保持植生工程常用草種之一，雖然種子價格昂貴，但配合種子噴植機(Hydro-seeder)的使用，在植生工程施工操作上，其方便性與價格明顯優於草塊及草毯的鋪設。由於聖

奧古斯丁草在 1990 年以後推出的品種多半為不稔性，現有種子品種多來自美國德州地區的在來品種，市場上不易購得種子，因此少有利用種子來建立聖奧古斯丁草坪。

相對於水土保持植生工程所需較低的植被品質，利用種子建立假儉草草坪需要注意下列事項，才可能獲得良好的品質：首先對種植草坪的場地，需要進行充分耕耘鬆土、整平並利用滾筒壓實，然後再播種，每一百平方公尺面積所需要的種子(約 250-500 公克)大約與 4 公升的細沙充分混合後均勻撒播於土表；在大面積播種時，如果使用播種機則可直接播種不需混沙。播種後，土表需要壓實並經常噴水保持土壤濕潤，但切忌積水，此階段屬於苗期的管理，約需 14 至 21 天。如果播種面積過大，無法實施噴水，應俟土壤充分濕潤後再行播種。播種時需施以完全的複合肥料(配合土壤的磷鉀肥含量，決定複合肥料的種類)，以氮肥為計算基準，每平方公尺施以 5 公克的氮肥。在適當的管理下，在 3 個月正常生育後，將可獲得完全覆蓋的草坪。

假儉草利用草莖繁殖的方式，可利用條植的方式，每隔 30 公分種植一條草帶，草莖種植溝寬約 20-30 公分，種植後需覆土並壓實。使用草塊繁殖時，則距離每 30 公分正方種植一塊約手掌大小的草塊，種植後需覆土並壓實。利用草莖或草塊繁殖較費工，在走莖產生側生新芽之前，必須注意其生育狀況，特別要留意水分的供應。假儉草利用草莖草塊進行營養繁殖，在適當的管理下，在 3 個月正常生育後，將可獲得完全覆蓋的草坪。此外也可利用草毯對種植區域作全面性鋪設，但是草毯費用成本較高。

聖奧古斯丁草多以草塊繁殖，種植時取約手掌大小的草塊，距離約 30 公分正方種植一塊，在適當的水分供應之下，一個生長季節將可完全覆蓋土表形成草坪。此外也可利用草毯對種植區域作全面性鋪設，但是草毯費用成本較高。筆者建議使用鋪設草毯的方式來建立假儉草及聖奧古斯丁草草坪，原因是著眼在臺灣的環境下，雜草可週年生育，而且不同季節有不同的優勢雜草草種。利用草塊繁殖時，草塊間隔的裸露土表，就成為雜草發生的主要區域，因此利用草毯對土表進行全面的覆蓋，可有效的抑制雜草。所增加的草毯材料費用，與雜草發生後必須進行的除草所需要的人工成本相較，絕對是合算的。更重要的是當雜草發生後，再進行除草，勢必破壞草坪，延遲草坪的建立，更將因為除草的操作將破壞原先整平的土表，降低草

坪的品質。如果因為材料供應不足或其他因素必須使用草塊建立草坪，筆者建議進行下列三項操作以避免雜草的發生並加速草坪的建立：

1. 在草塊間裸露的土表噴施萌前殺草劑，抑制雜草的發生。
2. 在草塊成活出現走莖向外生長時，進行割草操作，依照正常割草高度對草坪進行割草，使莖節的節點接受日照，誘使新生分芽的發生。
3. 在草塊成活出現走莖向外生長時，利用縱切機(Verticutter)調整切刀入土深度略高於土表，對草塊進行輕度的縱切，促進新生側芽的發生。

這些操作都是正常的草坪管理措施，時下一般的施工設計都是等到草坪長成後才進行割草的操作。在臺灣的氣候下，雜草早已蔓生四溢，淹沒了辛苦建立的草坪，最佳的解決方法是重新植草，否則就要進行長期的除草工作，而且同時要忍受低品質的草坪。

五、栽培與管理

假儉草草坪屬於低管理需求的草坪，不耐重肥，每年在春末施用一次氮肥(500公克每100平方公尺)，最多在仲秋時再有一次氮肥(250公克每100平方公尺)的施用就足以供給假儉草足量的肥料。固定的割草頻度，適量的灌溉以避免萎凋造成永久性的傷害，就可以保有一片假儉草綠地。過度的施肥固然可以使草地生長更旺盛更青綠，但同時也會促進枯草層的累積，進而造成生長點的抬昇離開土壤的保護而曝露在空氣中。當缺水乾旱、低溫冷害等各種逆境來襲時，這種現象將會使植株遭受極大的傷害。在灌溉方面要特別注意避免少量頻繁的噴水，因為假儉草的根系屬於淺根型，少量頻繁的噴水只會促使根系更加抬昇，將使假儉草喪失對缺水的耐旱性。正確的灌溉方式是低頻度而深度的灌水，灌溉的標準是讓水能滲入到地下約30公分以下，在臺灣夏季炎熱的氣溫約可維持7-10天而不會有葉片萎凋的現象。深度灌水要注意表面積水，如果表面積水過久，可能會對植株造成傷害，就必須改善排水。

割草是假儉草管理的重點，筆者發現大多數人在割草時，都是儘可能將草割低，期望它能有多一點的時間再長回來，如此就可以少割幾次草，這正是臺灣草地品質一般性低落的主因。讓草長過高再割得過低，有兩個大問題，首先是草坪草植物本身

的反應，割草的操作會移除植物的葉片。葉片是植物的光合作用的工廠，光合作用是植物生長的必要

生化反應，過度移除葉片，造成光合作用功能的喪失，因此植物無法合成生長所需的物質。此時就要依靠地下部儲存器官的養分供應生長，如此就會消耗掉先前透過光合作用產生的養分，使植物弱化。割草後植物恢復生長後，如果有多餘的光合作用產物才會回送到地下部儲存器官儲藏，通常反覆的過度生長與低割下，儲存器官的儲藏物質就會被耗盡而造成植物死亡。第二個問題是在低割之後，造成土表裸露，土壤中的雜草種子會因光照而被誘導萌芽，進而與草坪草競爭，使草坪品質降低。最佳的假儉草草坪高度為1-2英吋，可以讓草坪長到3英吋再割回2英吋，這樣子的割草高度在夏季快速生長的季節，約每隔兩週割一次草。切忌將假儉草草坪高度降低至1英吋以下。

聖奧古斯丁草草坪品質在建立之後的取決於適當的管理，其中灌溉、施肥與割草是主要的管理措施。在雨水充沛的地區，透過自然降雨就可維持草坪的生長，但在乾旱地區，水分的管理是主要決定因素。其灌溉措施與假儉草類似，也是要採取少次深灌的原則。聖奧古斯丁草對於積水較假儉草更無法忍受，因此灌溉時要十分注意排水的問題。在施肥方面，春夏旺盛生長季節，生長在沙質土壤的聖奧古斯丁草每月需施以氮肥(250公克每100平方公尺)，而在保肥力較好的壤土等則每隔兩個月施一次肥。施肥量超過500公克每平方公尺，快速的生育會使聖奧古斯丁草易遭受病蟲害。割草高度建議維持草坪高度在1.5-2.5英吋，可得到密度最高品質最好的草坪。聖奧古斯丁草草坪的高度在1-3英吋之間都是理想的高度，高度的不同就決定了割草的頻度。在春末及夏季，高度設定低於2英吋的草坪應每隔5天割一次草，高度設定低於2-3英吋的草坪應每隔7天割一次草。在這個割草頻度下，草坪可以持續保持青綠。高度設定高於3英吋的草坪應每隔7-14天割一次草，草坪依然可以持續保持青綠，但品質略差。為了促進聖奧古斯丁草在冬季低溫下存活，割草高度應提高0.5英吋，增加葉面積進行光合作用以增加地下部積儲物質的累積。至於在遮陰的地點，聖奧古斯丁草的草坪高度應設定在3英吋。

六、常見品種

假儉草的品種目前使用的品種多為在來種，1965年美國奧克拉荷馬州立大學推出具有優越耐旱與耐冷性的'Oklawn'品系，同一時期，田納西大學推出具有優越耐冷性的'Tennessee Hardy'

種，以及後來澳本大學(Auburn University)推出的短節間可形成高密度草坪的 AU Centennial 品種，但目前市場接受的情形並不佳。臺灣使用的品種多為國外進口的草籽，主要為各進口國的在來種。目前筆者正進行本土種源的收集，作為未來育種工作的準備。

聖奧古斯丁草的品種有 1920 年代的 Texas common，1959 年佛羅里達農業試驗場推出的 Floratine 及先前推出的 Bitter blue，此三品系都屬於寬葉型品系。1972 年由佛羅里達農業試驗場與德州農業試驗場合作推出的 Floratam 是一個具有抗 Saint Augustine Decline(SAD)毒素病及耐 Chinch bug 蟲害的品種，但耐冷性不如 Texas common。其後在 1980 年由 O. M. Scott and Sons 公司推出的 Seville 及北卡大學推出的 Raleigh 品系都屬於抗 SAD 毒素病及耐冷性的品系。最新的矮性品種目前正在發展中。

※少量多樣化作物—轉型的雜草※

艾 草

行政院農業委員會農業試驗所農藝系 賴小麗 楊純明

一、前言

艾或艾草 (*Artemisia princeps* Pamp. var. *orientalis* (Pamp.))，為菊科(Compositae)一年或多年生草本植物^(1,4)，別名冰台、醫草、黃草、艾蒿、灸草⁽¹⁾、黃蒿、或艾絨⁽⁴⁾。客家俗稱「蟻仔」，取其音⁽⁵⁾。艾草主要分布於世界亞熱帶至溫帶地區⁽¹⁾，臺灣地區從平地至低海拔山野、河邊、荒地及路旁均可見蹤跡⁽⁴⁾，以群生為多⁽¹⁾。

二、植物學上之特徵

艾草具有特殊的香氣，株高約 1 公尺，分枝多，地下多橫生走莖，以繁生分株為主。葉片互生，橢圓形，葉緣具有缺刻或呈羽狀分裂，裂片 2-4 對，裂片大小不整形，銳尖頭。葉柄基部具有翼狀的假托葉，葉面綠色，葉背密生白毛，幾乎呈白色。花為頭狀花序，排列成圓錐狀，由多數淡褐色之管狀花所組成，總苞片具有多數毛絨，或平滑，內部皆為鱗片。果實為瘦果，圓錐形或扁平形，表面平滑有冠毛^(1,2,4)。在秋冬季開花，開花後枯萎，春天則由基部地下莖生出嫩芽⁽⁵⁾。

三、成份及藥理

艾草全年皆可採集，早春至仲夏之際尤佳⁽²⁾。文獻上記載艾草葉片含精油，主為 eucalyptol，另含有 cineol、 α -thujone、sesquiterpenealcohol、sesquiterpene 等；此外尚含有 adenine、choline、vitamin、amylase 等成分⁽¹⁾。在藥用上採其老葉曬乾，製成艾絨，以供灸病⁽¹⁾。葉片可用為調經藥，治止血，腹中寒痛，吐瀉。根莖可治頭痛⁽³⁾。果實為強壯藥⁽¹⁾。艾草全草曬乾後，可以用鍋煮開，利用其蒸氣以使筋骨舒暢，治風濕痛⁽⁵⁾。惟艾草之藥用仍應在合格中醫師處方下使用，以免失當。

艾草的可食部位為嫩葉或嫩莖葉，洗淨之後，可直接用水煮燙、炒食或調味⁽²⁾。最常見的處理是摘其嫩葉或心葉來做艾草糕⁽⁵⁾，處理的分法是將艾草洗淨煮爛、用清水洗去葉肉後，以除去其苦味，只留葉脈，加入麵粉或米漿中蒸食。

艾草除具有藥用、食用價值外，另根據文獻記載其特殊的香氣更為昔日驅除蚊蟲藥，農家將成熟開花之艾草整株採下曬乾，細成長條，悶燒時發出「葎菊香味」以驅除蚊蟲⁽⁵⁾。故肇始於此傳習以俗上艾草另具避邪驅災功用，昔日臺灣民俗常於端午節時插艾草於門上以謂「避邪」⁽¹⁾。

四、參考文獻

1. 許喬木、邱年永。1980。原色野生食用植物圖鑑。台北南天書局發行。P.207。
2. 鄭元春。1993。神奇多用途植物圖鑑。綠生活雜誌股份有限公司。P.52。
3. 顏焜熒。1980。原色常用中藥圖鑑。台北南天書局有限公司發行。P.119。
4. 鄭元春。1985。臺灣自然觀察圖鑑〔1〕野菜(一)。渡假出版社有限公司。P.18。
5. 陳添來。1986。鄉間小路第 22 卷第 10 期。P.32

※除草劑生理※

免速隆(bensulfuron-methyl)除草劑 及其安全劑之作用

國立中興大學農藝學系 劉哲偉 王慶裕

一、前言

免速隆(bensulfuron-methyl; BSM; BEN)是由杜邦(Du Pont)公司發展，以 Londax 商品名稱銷售

的一種水稻田除草劑。免速隆除草劑能殺除大部分的闊葉草及莎草科雜草，此藥劑的動物毒性甚低，白老鼠的急性口服毒為 $LD_{50} > 5,000 \text{ mg kg}^{-1}$ 。免速隆除草劑對一年生及多年生雙子葉雜草具有明顯的毒害，偶而也會抑制稻田中水稻幼苗根的生長，雖然免速隆影響水稻植株初期的生長，但是對水稻的毒害並不強(Block *et al.*, 1987)。免速隆除草劑一般直接施用於湛水狀態的水田，施藥後須保持湛水五天以上，於雜草萌前或早期萌後施用，萌後施用時以雜草不超過 4 片葉以前使用，田間施藥量約在 $40\sim 50 \text{ g ai ha}^{-1}$ 之間。在田間條件下，免速隆除草劑的除草效能可能會受到栽種作物之環境因子，包括溫度、土壤型態、水分管理、種植深度以及施藥時期影響(Hwang *et al.*, 1997)。本文將針對免速隆對作物生長的影響及其安全劑(safener)之作用加以探討。

二、免速隆除草劑對禾本科作物生長之影響

免速隆是一種系統性除草劑，可經由葉片及根部吸收(Omokawa *et al.*, 1996)。此外，本劑施用後亦會由土壤顆粒及有機質吸附，土壤滲漏問題不大；通常可隨水分向下滲漏至 5-7 公分的土層，即不易再向下滲漏(Takeda *et al.*, 1985)。免速隆是屬於硫醯尿素類(sulfonylureas)除草劑，其作用位置在於支鏈胺基酸合成途徑中之關鍵酵素-乙醯乳酸合成酵素(acetolactate synthase, ALS)。然而，尚不確定經處理之植株如何隨著 ALS 活性被抑制而死亡。關於 ALS 抑制劑如何發揮其除草效力於植物體有兩項假說，其中之一是 ALS 抑制劑阻礙 valine、leucine、isoleucine 的生合成，如此藉由使植物極度缺乏這些支鏈胺基酸而致死。另一則是 ALS 抑制劑導致如丙酮酸鹽的累積，或者導致 α -ketobutyrate、 α -amino-butyrate 等中間產物累積，並產生植物性毒素而使植株生長受阻或甚至死亡(Hwang *et al.*, 1997)。

作物對硫醯尿素類除草劑具有選擇性，以水稻為例，不同水稻品種對免速隆除草劑具有不同程度之抗性及感性表現，研究者推測水稻抗性品種對免速隆除草劑具有特殊代謝活性或特定的解毒作用(Takeda *et al.*, 1985)。Omokawa *et al.* (1996) 以水稻品種 Lemont 為材料，發現水稻幼苗吸收免速隆後經常將其代謝分解為三種主要代謝物(M-1~3)，同時亦發現水稻幼苗之 M-1、M-3 含量隨著其遭受免速隆藥害程度減少而增加(Omokawa *et al.*, 1996)；因此，似乎經由代謝免速隆可以減輕其藥害。

三、免速隆抗性之遺傳行為

Omokawa *et al.* (1996) 以不同濃度之免速隆除草劑處理私禾更稻之雜交種(Lemont)及禾更稻(Tsukinohikari)，觀察其幼苗根部生長對免速隆除草劑的反應，試驗結果發現免速隆濃度愈高，根長受到抑制的程度愈嚴重，造成其生長受阻礙。另外，研究者並觀察免速隆除草劑對水稻不同品種間作用的差別，結果發現 Tsukinohikari (japonica-type) 於低濃度的免速隆處理下，植株根長明顯快速降低，而 Lemont (indica×japonica) 於低濃度的免速隆處理下，植株根部生長受抑制的情形則不明顯。免速隆抑制水稻二品種 50% 生長之劑量(I_{50})相差 5 倍，分別為 24 及 120 nM，顯示本試驗中私禾更稻雜交品種比禾更稻品種對免速隆較具抗性，亦即同一物種不同品種對免速隆之反應不同，至於水稻不同品種間對免速隆抗性之間差異的原因尚不清楚(Omokawa *et al.*, 1996)。

研究報告中指出免速隆在防治玉米田雜草的同時也會影響玉米植株的生長，造成玉米植株高度的降低，甚至於生長初期處理下導致植株無法成活(Hwang *et al.*, 1997)。Hwang *et al.* (1997) 將玉米於萌前、萌後早期及萌後等三個時期分別施用免速隆除草劑，觀察玉米生長之反應，試驗結果發現在三個施用時期中，萌前處理對玉米植株株高生長產生不利的情形最嚴重；尤其在 50 g ai ha^{-1} 施用範圍量的範圍內其抑制植株高度之程度隨著免速隆處理濃度增加而增加(Hwang *et al.*, 1997)。

四、除草劑安全劑之作用

以往研究報告指出 1,8-naphthalic anhydride(NA) 可以保護玉米植株免於免速隆及 imazaquin(IMA) 除草劑傷害；由於 NA 可使作物避免受免速隆及 IMA 傷害，Hwang *et al.* (1997) 於玉米萌後早期以免速隆及 IMA 處理玉米植株，可求得兩除草劑對於玉米植株生長之半抑制劑量(GI_{50}) 值，並比較同時施加安全劑 NA 處理時之 GI_{50} 變化，氏等以對照組之 GI_{50} 與 NA 處理者之 GI_{50} 比值作為安全指數，評估 NA 使玉米植株免受免速隆及 IMA 除草劑傷害的效能，結果顯示 NA 對免速隆及 IMA 的安全指數分別為 10.2 及 5.1。NA 保護玉米植株抵抗免速隆傷害的效應是抵抗 IMA 傷害效果的兩倍，較高的安全指數表示較高的保護效果；由試驗中發現於萌後施加除草劑處理時，玉米植株本身受到除草劑的傷害較輕微，因此於萌後時期以 NA 處理保護玉米植株免受除草劑傷害的效果也大幅減少。換句話

說，NA 的保護效果會隨著除草劑施用時期的不同而有所變化，對於早期施用除草劑較能表現出其保護的效果。

以往許多研究報告指出 NA 具有保護玉米植株免於 sulfonyleureas 及 imidazolinones 除草劑傷害之效用，但是對 NA 的保護作用機制尚不清楚，安全劑提供植物保護作用的因子可能是增加目標酵素的活性或是減少除草劑作用中有毒物質的累積，而這些因子可能同時存在其保護作用機制中，因此，每一個因素都可能參與這整個複雜的保護機制 (Hwang *et al.*, 1997)。

五、不同安全劑之施用效果

Dymuron 是一種在日本使用於水稻田中有效控制雜草的尿素類除草劑，研究發現同時施用 dymuron 與免速隆兩種除草劑防除雜草，其中 dymuron 可使水稻抵抗免速隆除草劑之傷害，具有安全劑之效果，同時也發現 dymuron 除草劑及其兩個光學活性異構物(R-MBTU 及 S-MBTU)可提供水稻免於免速隆傷害之安全生長 (Omokawa *et al.*, 1996)。Omokawa *et al.*(1996) 以 dymuron、R-MBTU 及 S-MBTU 作為安全劑，試驗其提供水稻 Lemont 品種抵抗免速隆傷害之保護效果，由結果可以證明 dymuron、R-MBTU 及 S-MBTU 的保護效應使水稻 Lemont 品種可以抵抗免速隆除草劑的傷害。試驗結果顯示單獨以 4 及 10 μ M dymuron 處理生長於 0.3% agar 的水稻幼苗 3 天後，其根長分別減少 15 及 25%；單獨以 4 及 10 μ M R-MBTU 處理，分別減少根長 10 及 16%；單獨以 4 及 10 μ M S-MBTU 處理，對水稻 Lemont 品種根長生長並無影響。其中發現保護水稻 Lemont 品種抵抗 120 nM 免速隆傷害的效果，以 10 μ M S-MBTU 處理遠較 dymuron 或 R-MBTU 佳。

六、安全劑對作物 ALS 酵素之作用

Hwang *et al.*(1997)為了解 NA 安全劑是否藉由增加免速隆除草劑之目標酵素 ALS 的活性，使作物免於免速隆除草劑的傷害，因此，試驗分析以 NA 安全劑處理玉米植株，是否造成其植物體中 ALS 酵素活性增加。研究者分析經免速隆處理之玉米植株萃取液中 ALS 活性，結果發現其 ALS 活性隨著施加免速隆的濃度增加而降低。免速隆及 IMA 明顯抑制 ALS 活性，且免速隆抑制 ALS 的效果比 IMA 強(Hwang *et al.*, 1997)。上述兩種除草劑在抑制 ALS 活性上的效果皆可因 NA 的處理而減小。

另外，Terakawa and Wakasa (1992)分析免速隆抗性水稻 (HR13)與對照組水稻品種 Koshihikari 之抗性差異原因，發現未經免速隆處理之抗性突變體及對照組葉片中所萃取的 ALS 活性幾乎相同，然而對照組 ALS 活性在 100 μ M 免速隆處理下被抑制接近 90%，可是相同濃度處理下抗性突變體的 ALS 活性只被抑制 40%。試驗結果同時也顯示抗性植株葉片萃取液中抑制 50% ALS 活性之免速隆濃度是對照組的 100 倍以上。

七、安全劑對丙酮酸鹽含量之影響

研究者認為除了支鏈胺基酸合成途徑之外，丙酮酸鹽亦是許多生合成途徑中重要的一種中間產物，因此預測因 ALS 被抑制而累積的丙酮酸鹽可能會轉移至不同的代謝途徑，可能會造成某些代謝途徑失調。另外，學者亦推測實際上因抑制 ALS 酵素而產生的丙酮酸鹽增加量，可能比試驗中測得的還要多，因此無法排除累積之丙酮酸鹽經由未知的機制轉變為有毒物質而造成植株死亡的可能性 (Hwang *et al.*, 1997)。

Hwang *et al.*(1997)指出丙酮酸鹽之累積可能是免速隆除草劑造成植物藥害的原因。氏等更進一步分析經免速隆除草劑處理之玉米植株萃取液，測量其萃取液中之丙酮酸鹽的含量。試驗發現經免速隆除草劑處理之玉米植株可能是其生合成支鏈胺基酸的途徑受阻，導致丙酮酸鹽的累積，造成丙酮酸鹽含量明顯比對照組增加。結果顯示，玉米植株種植後 10 天經免速隆及 IMA 處理，其地上部丙酮酸鹽的含量增加。於處理後 10 天測定丙酮酸鹽含量，IMA 比免速隆易刺激丙酮酸鹽累積。同時由結果可知施加 NA 處理可以減少丙酮酸鹽的累積(Hwang *et al.*, 1997)。

Hwang *et al.*(1997)更進一步分析 NA 安全劑對植物體地上部及其他組織中丙酮酸鹽含量的影響，結果顯示 NA 安全劑除了降低地上部之丙酮酸鹽含量之外，對於其他諸如根、胚或胚乳等組織中的丙酮酸鹽含量並無明顯之影響。研究指出，阻礙 ALS 酵素的反應會導致 ALS 酵素反應物質不正常之累積，如丙酮酸鹽或 α -ketobutyrate(Hwang *et al.*, 1997)。試驗結果證明經由免速隆及 IMA 處理會造成丙酮酸鹽累積，並且經由安全劑 NA 處理會降低丙酮酸鹽含量。

八、除草劑安全劑對免速隆吸收、轉運及代謝之影響

十、參考文獻

Omokawa *et al.*(1996) 以 ^{14}C -bensulfuron-methyl (BSM)處理水稻幼苗，觀察其對免速隆吸收、轉運及代謝之情形，結果顯示經 S-MBTU 處理的水稻幼苗所發現之 ^{14}C -BSM 的吸收量比未經安全劑處理的一半還要少，而 dymuron 及 R-MBTU

降低了水稻幼苗對 ^{14}C -BSM 的吸收量，因此可推測安全劑可有效地減少水稻幼苗對免速隆

的吸收。此外，試驗發現經每一種安全劑處理皆會降低水稻幼苗根部吸收 ^{14}C -BSM 的量，同時也發現最有保護作用的安全劑是 S-MBTU，也是最有效地降低水稻幼苗吸收 ^{14}C -BSM 量。另外，生長中之水稻幼苗其殘留的種子中積聚相當多量的 ^{14}C -BSM，試驗結果發現施每一種安全劑處理皆未能影響轉運至種子中 ^{14}C -BSM 量，此外任何一種安全劑處理皆會抑制水稻幼苗所吸收的 ^{14}C -BSM 轉運至地上部。上述結果顯示安全劑可誘導降低水稻幼苗對免速隆的吸收，且免速隆的轉運與水稻安全劑(S-MBTU, R-MBTU 及 dymuron)的保護作用有明確地相關。

在代謝方面，以 TLC 分析經安全劑處理的水稻幼苗地上部、種子及根部萃取液，發現有免速隆的代謝物以及一些少數微量的代謝物。因為在試驗中發現的 ^{14}C 輻射活性吸收量很低，所以，從水稻幼苗中獲得的免速隆代謝物非常有限。由未經保護的水稻幼苗根部萃取液中分析出免速隆三種代謝物，分別為 M1、M2 及 M3。M1 及 M2 是免速隆主要代謝物，而 M3 為次要代謝物。S-MBTU、R-MBTU 及 dymuron 處理降低了免速隆的殘存量，而增加了 M1 及 M3 等代謝物的含量。

免速隆是一種水稻田除草劑，能防除大部分的莎草科雜草，可用於雜草萌前、早期萌後施用，以不超過 4 葉前使用為宜，其除草效果受溫度、土壤型態、水分管理、植株栽植深度、品種等因素所影響，因此需多方面考量以決定免速隆之施用量及施用方式，以免造成作物生長嚴重、根長之減少或產量上的損失。NA、S-MBTU 及 R-MBTU 等除草劑安全劑可增加作物目標酵素(ALS)活性、增加免速隆吸收及代謝作用以及降低作物對免速隆之吸收及轉運，使得免速隆除草劑防除雜草的同時保護作物免受除草劑之傷害。

1. Movva, N. R., Thompson, C., Montagu, M. V. and Leemans, J. (1987) Engineering herbicide resistance in plant by expression of a detoxifying enzyme. *EMBO J.* 6:2513-2518.

2. Corcia, A. D., Crescenzi, C., Samperi, R., and Scappaticcio, L. (1997) Trace analysis of sulfonylurea herbicides in water: Extraction and purification by a carbograph 4 cartridge, followed by liquid chromatography with UV detection, and confirmatory analysis by an electrospray/mass detector. *Anal. Chem.* 69:2819-2826.

3. Hwang, I. T., Lee, H. J., Cho, K. Y. and Chun, J. C. (1997) Safening effects of 1,8-Naphthalic anhydride in corn plants treated with bensulfuron-methyl and imazaquin. *J. Pest. Sci.* 22:6-11.

4. Omokawa, H., Wu, J. and Hatzios K. K. (1996) Mechanism of safening action of dymuron and its two monomethyl analogues against bensulfuron-methyl injury to rice(*Oryza sativa*). *Pest. Biochem. Physiol.* 55:54-63.

5. Takeda, S., Yuyama, T., Ackerson, R. C. and Weigel, R. C. (1985) Selection of rice herbicides from several sulfonylurea compounds. *Weed Res.* 30:278.

6. Terakawa, T. and Wakasa, K.(1992) Rice mutant resistant to the herbicide bensulfuron-methyl (BSM) by in vitro selection. *Jap. J. Breed.* 42:267-275.

7. Wakasa, K. and Widholm, J. (1987) A 5-methyltryptophan resistant rice mutant, MTR-1, selected in tissue culture. *Theor. Appl. Genet.* 74:49-54

也都降低。因此可知此三種安全劑對免速隆的吸收。

此外，試驗發現經每一種安全劑處理皆會降低水稻幼苗根部吸收 ^{14}C -BSM 的量，同時也發現最有保護作用的安全劑是 S-MBTU，也是最有效地降低水稻幼苗吸收 ^{14}C -BSM 量。另外，生長中之水稻幼苗其殘留的種子中積聚相當多量的 ^{14}C -BSM，試驗結果發現施每一種安全劑處理皆未能影響轉運至種子中 ^{14}C -BSM 量，此外任何一種安全劑處理皆會抑制水稻幼苗所吸收的 ^{14}C -BSM 轉運至地上部。上述結果顯示安全劑可誘導降低水稻幼苗對免速隆的吸收，且免速隆的轉運與水稻安全劑(S-MBTU, R-MBTU 及 dymuron)的保護作用有明確地相關。

在代謝方面，以 TLC 分析經安全劑處理的水稻幼苗地上部、種子及根部萃取液，發現有免速隆的代謝物以及一些少數微量的代謝物。因為在試驗中發現的 ^{14}C 輻射活性吸收量很低，所以，從水稻幼苗中獲得的免速隆代謝物非常有限。由未經保護的水稻幼苗根部萃取液中分析出免速隆三種主要的代謝物，分別為 M1、M2 及 M3。M1 及 M2 是免速隆主要代謝物，而 M3 為次要代謝物。S-MBTU、R-MBTU 及 dymuron 處理降低了免速隆的殘存量，而增加了 M1 及 M3 等代謝物的含量。

九、結論

免速隆是一種水稻田除草劑，能防除大部分的莎草科雜草，可用於雜草萌前、早期萌後施用，以不超過 4 葉前使用為宜，其除草效果受溫度、土壤型態、水分管理、植株栽植深度、品種等因素所影響，因此需多方面考量以決定免速隆之施用量及施用方式，以免造成作物生長嚴重、根長之減少或產量上的損失。NA、S-MBTU 及 R-MBTU 等除草劑安全劑可增加作物目標酵素(ALS)活性、增加免速隆吸收及代謝作用以及降低作物對免速隆之吸收及轉運，使得免速隆除草劑防除雜草的同時保護作物免受除草劑之傷害。