

# 中華民國雜草學會簡訊

The Weed Science Society of Republic of China Newsletter

八十九年一月

第七卷第一期

本期題要	◎ 草坪草介紹—百慕達草 ( <i>Cynodon</i> spp.)	1
	◎ 少量多樣化作物—轉型的雜草，龍葵	3
	◎ 除草劑生理—免速隆(bensulfuron-methyl)除草劑對禾本科作物 生長的影響及其抗性遺傳	5
	◎ 會務及編輯室專欄	7

## ※草坪草介紹※

### 百慕達草 (*Cynodon* spp.)

國立臺灣大學農藝學系 王裕文

#### 一、命名與起源

百慕達草(*Cynodon* L.C. Rich.)又稱狗牙根、鐵線草，英文俗名為 bermudagrass，在某些地區也稱為 coughgrass，為目前廣泛應用於溫濕地區，包含熱帶及亞熱帶的草坪草種，百慕達草除了草坪草的用途之外，也是熱帶地區主要的牧草草種。

百慕達草廣泛分布於熱帶及溫帶地區，根據植物採集證據顯示，推測應起源於非洲大陸。台灣採集的標本顯示有兩個已馴化的物種：分別是恆春狗牙根(*Cynodon arcuatus* J.S. Presl)及狗牙根(*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)及光復後引進作為牧草用途的星草(stargrass, *Cynodon plectostachyas* (K. Schum.) Pilger)。百慕達草所屬的狗牙根屬(*Cynodon*)內包含九個物種，其中以 *Cynodon dactylon* 分布的地理區最廣，它的染色體的組成屬於四倍體，具有相當大的遺傳變異，同時其生育週期短，可產生大量的種子，經常成為各地區農田的主要雜草。自然馴化後

株型高大，因此也被稱為巨型百慕達草(Giant bermudagrass)，然而在草地上經適當修剪管理後，可滿足基本的草坪品質需求。而由此選育所得的百慕達草種多以種子繁殖，一般也稱為在來種百慕達草(Common bermudagrass)。

作為草坪用途的百慕達草主要起源於東非，除了 *C. dactylon* 之外，另有三個物種：非洲百慕達草 African bermudagrass (*C. transvaalensis* 或稱佛羅里達草, Floridagrass)、Magennis bermudagrass (*C. magennisii*)，以及 Bradley bermudagrass(*C. bradleyi*)。其中 Magennis bermudagrass 是屬於 *C.*



*dactylon* 與 *C. transvaalensis* 天然雜交所產生的物種，屬於天然三倍體，無法產生有效種子。*C. transvaalensis* 具有自交不和合性，無法產生自交種子，但可與不同基因型的 *C. transvaalensis* 或 *C. dactylon* 進行雜交，產生有效種子。

## 二、環境適應性

百慕達草為熱帶型植物，具有 C4 型光合作用解剖構造，性喜強光、長日照，不耐遮蔭，屬於旱生植物，年降雨量在 60 到 250 公厘以上的熱帶或亞熱帶地區都可存活。具有相當優越的耐旱與耐鹽性，雖喜好高濕環境，但不耐浸水。限制百慕達草生育的環境因子以溫度與日照為主，最佳生育溫度在攝氏 25-35 度之間，配合適當溫度在全日照條件下，可形成中高品質的草坪。在樹蔭等遮蔭的環境下，勉強長成的草坪，在越冬之後，因地下部莖節無法累積儲存足夠的碳水化合物等能源，隔年草坪將無法復原而至消失。

百慕達草可適應從砂質土到黏土等各類的土質，土壤酸鹼度不拘，但最佳的土壤酸鹼值為 6.5 到 8 之間。百慕達草是屬於中上需肥度的植物，在生長季節每個月每公頃需施用有效氮素約 10 公斤，以維持最低的草坪品質，過度貧瘠的土壤恐無法生存。

## 三、利用方式

百慕達草除了牧草用途之外，在草坪的應用範圍包括(1)水土保持地表植被覆蓋：例如穩定池塘邊坡，道路護坡的綠化與水土保持；(2)庭院草地綠化；(3)提供護墊作用(resilience)，減輕碰撞傷害，如足球、橄欖球等接觸性運動場地，以及飛機場跑道周邊的緊急滑行草地等；及(4)高爾夫球場的果嶺(green)、開球台(tee)、球道(fairway)以及粗草區(rough)。

## 四、繁殖

除了在來種百慕達草(Common bermudagrass)

以及少數新品種(Nu-Mex, Sahara, Sonesta, Cheyenne 及 Guymon 等)可以利用種子進行繁殖的種子型品種外，種間雜交種百慕達草因無法產生種子，必須使用營養體繁殖，筆者稱之為草莖型品種。營養繁殖的方式，可將地上部的匍匐莖(stolon)或地下部的走莖(rhizome)，切成適當大小的草莖(至少帶有兩個節)以撒佈的方式均勻種植草莖，繼以覆土、壓實並灑水，並保持土壤濕潤直到新芽發出。另一種方式是從種苗田利用機械將草坪連同土壤切起，而得到的草毯直接覆蓋地表後壓實、灑水。當使用種子繁殖時，除了播種器可用來均勻灑播種子之外，在道路護坡等大面積施工時，可將種子混合木質纖維、染劑及膠合物製成黏稠狀液體，再利用種子噴施機(hydro-seeder)將種子噴施在土表。

## 五、栽培與管理參

配合不同的草坪品質需求，百慕達草地的建立應從品種的選擇開始，選擇的標準應配合草地使用的用途及未來預計投入的資源(包含人力與材料)來設定。主要的原因是各個品種有其各自的育種選拔的目標，例如作為果嶺用的品種，講求的是短節間、高株叢密度，而連帶地在此特性之下，植株的生長速度及枯草層(thatch layer)累積的速度與數量也將較快、較多，所以需要大量的資源投入，以維持草坪的品質。因為如果不相對應的投入資源管理，不只是達不到設定的草坪品質，雜草叢生幾乎是不可避免的結局。

筆者建議，在非運動場地，如公園、道路、護坡等預期管理資源投入較少的地區，使用種子型的品種不僅施工方便，配合合格的種子(種子發芽率至少 85%以上，最好有 95%)，草坪的形成也較快，同時還可以調整種子播種量來控制雜草，而且未來草地維修工作也較容易進行。另一方面，由於是種子型品種，在管理頻度較低的情形下(意即如較不常割草)，草種可產生種子，落入土中，當草地受損時，這些種子可自然發芽而回覆草地的原貌。

在運動場地內，對於草坪品質的要求通常可以



用草株(verdure, 草地修剪後的草坪草植株)的高度作為標準, 百慕達草坪的建議草株高度為 0.5-1.5 英吋(約合 1.27-3.8 公分), 一般而言, 草株越高品質越低。以下筆者以幾個常見的草種為例說明:

**TifDwarf(豆腐草)**: 1956 年由美國農部 Georgia Coastal Plain Experiment Station and Plant Science Research Division, ARS 完成註冊登記, 開始釋放供大眾使用。建議草株高度為 1/4 至 3/16 英吋, 耐踐踏性(wear tolerance)強, 耐熱性(heat tolerance)優良, 耐鹽性(salt tolerance)優良, 受損後復原性(recuperative potential)強, 但不耐遮蔭, 相對於 TifGreen 品種; TifDwarf 可形成較平整的草坪表面, 也可耐較低的草株高度, 如此有利於推桿, 建議使用場地: 高爾夫球場果嶺。

**TifGreen(Tif328, 328)**: 1956 年由美國農部 Georgia Coastal Plain Experiment Station and Plant Science Research Division, ARS 完成註冊登記, 開始釋放供大眾使用。建議草株高度為 1/2 英吋, 耐踐踏性強, 耐熱性優良, 耐鹽性優良, 受損後復原性強, 但不耐遮蔭, 建議使用場地: 高爾夫球場果嶺、開球台及庭院草坪。

**TifWay(Tif419, 419)**: 1960 年由美國農部 Georgia Coastal Plain Experiment Station and Plant Science Research Division, ARS 完成註冊登記, 開始釋放供大眾使用。建議草株高度為 1/2 至 1 英吋, 耐踐踏性強, 耐熱性優良, 耐鹽性優良, 受損後復原性強, 但不耐遮蔭, 相對於 TifGreen 品種。TifWay 的生長速度快, 對雜草的競爭性較強, 對病害的耐性也較高, 建議使用場地: 高爾夫球場開球台、球道及其他運動場地。

**TifWayII**: 1981 年由美國農部 Georgia Coastal Plain Experiment Station and Plant Science Research Division, ARS 與美國高爾夫球協會 Green section 及美國能源部聯合完成註冊登記, 開始釋放供大眾使用。為 TifWay 品種利用放射線誘變所產生的突變種, 建議草株高度為 1/2 至 1 英吋, 相對於 TifWay。TifWayII 所形成的草毯較厚實, 莖節數目較多, 對

線蟲(ring and sting nematodes)具有耐性, 耐霜性較佳, 利用草莖建立草坪的速度較快, 草坪的品質也較佳。建議使用場地: 高爾夫球場開球台、球道及其他運動場地。

**TifEagle(TW72)**: 1998 年由美國農部 Georgia Coastal Plain Experiment station and Plant Science Research Division, ARS 完成註冊登記, 但受智慧財產權法保護, 必須付費使用。為 TifWayII 品種利用放射線誘變所產生的突變種, 建議草株高度為 1/8 英吋, 相對於 TifDwarf。TifEagle 可耐更低的草株高度, 意味著更優越的推桿品質以及更精密的草坪管理技術, 建議使用場地: 高爾夫球場果嶺。

至於種子型的品種, 國內進口商引進的品種經常包含有牧草用的品種, 購買前必須向進口商確認, 最好要取得品種標籤, 不僅可以知道品種名稱, 更可以知道種子的純度與發芽率等資料作為使用時播種量的參考。筆者可以提供品種名稱的查對, 歡迎來信詢問。

## ※少量多樣化作物—轉型的雜草※

### 龍 葵

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

龍葵 (*Solanum nigrum* L.) 係屬於茄科 [Solanaceae] 之一年生草本(有時二年生)植物, 英名 black nightshade<sup>(4)</sup>, 別稱烏仔菜、烏甜仔菜、烏歸仔菜、水茄、苦葵、天茄子、天泡草等, 分佈於東亞、西亞之熱帶至溫帶地區<sup>(2)</sup>。龍葵為典型次生雜草之一<sup>(5)</sup>, 以種子繁殖, 繁衍力強, 生態幅員廣大。臺灣地區全境從海拔二千五百公尺以下至平地皆可見<sup>(1)</sup>, 分佈於旱田、荒地、路旁、庭園間...。等<sup>(4)</sup>, 不僅能生長於地面, 屋頂上、陽台上、乃至樹幹上只要有一點塵土堆積處都可看見它的蹤跡。



## 二、植物學上之特徵

龍葵全株平滑或具有微毛，高約 50-100 cm<sup>(3)</sup>。莖直立或下部略偃狀，基部常木質化，上部分枝。莖綠色或帶暗紫色，生多數疣狀物，稍有稜，沿稜具稀細毛。葉互生，卵形或橢圓形，先端尖頭，邊緣為全緣或微波狀，基部圓形或廣楔形，表面濃綠色，葉背略帶粉綠色，長 4-7 cm、寬 3-5 cm，但葉片大小相差甚大<sup>(6,9,10,11)</sup>。葉柄長 2-7 cm，葉柄近葉基部有翼，長 4-8 cm。花軸由葉基與葉基之間伸出，總花梗長 1-3 cm，小花梗長 7-12 mm。花由 4-10 朵綴成繖狀聚散花序，側生，花柄下垂，花白色，有時稍帶紫色<sup>(4)</sup>。花瓣 5 深裂，裂片三角形至卵圓形略反捲。花冠輻射狀，由花冠之基部合生。雄蕊 5 枚，花絲分離，花藥黃色，藥狹長橢圓形，上端側面開裂<sup>(6,7)</sup>。雌蕊 1 枚，子房上位，2 室，圓形，花柱有毛。果實球形，直徑約 0.5 cm，漿果，綠色，成熟時轉為深紫色或紫黑色，味酸甜，內藏種子約 30 粒，扁平宿存萼細小。週年開花結果，初夏為盛花期<sup>(11,12)</sup>。本草綱目上李時珍曰：「龍葵，言其性滑如葵也，苦以菜味名，茄以葉形名<sup>(2)</sup>。」

## 三、成份及藥理

龍葵全草成份含龍葵鹼〔solanine〕、澳洲茄鹼〔solasonine〕、澳洲茄邊鹼〔solamargine〕、及澳洲茄明鹼〔solasodamine〕等。另含有薯蕷皂苷元〔diosgenin〕、替告皂苷元(tigogenin)、維生素 A 等成份。澳洲茄鹼和澳洲茄邊鹼水解的苷元為澳洲茄胺〔solasodine〕<sup>(2,6)</sup>。

從文獻記載<sup>(6)</sup>，在藥理上龍葵全草提取物具有(1)抗炎與抗休克作用：如澳洲茄胺 5-10 mg kg<sup>-1</sup> 可抑制兔耳燙傷或大鼠實驗性腳腫的發展。並對豚鼠過敏性、組織胺性、小鼠燒傷性和胰導島素休克均有保護作用。(2)抗菌作用：龍葵煎劑對金黃色葡萄桿菌、痢疾桿菌、傷寒桿菌、變形桿菌、大腸桿菌、綠膿桿菌和豬霍亂桿菌有一定的抑制作用。(3)鮮熱鎮痛作用：澳洲茄 能降低實驗動物對疼痛刺激的敏感性，對大鼠和小鼠正常體溫有降溫作用。(4)

祛痰止咳平喘作用：果實各種提取物灌服小鼠有明顯祛痰作用；乙醇提取物有顯著止咳作用。

## 四、一般用途及效用

龍葵果實可直接生食，像小番茄又像小葡萄，吃在口裏有甜味又有怪味<sup>(8)</sup>。少食似沒關係，但多吃會刺激喉嚨感覺不適。除此之外，其嫩莖葉可煮湯食，味甘美，或做蛋花湯、牡蠣湯皆感甜美；亦可素炒或加肉絲齊炒，滋味均佳<sup>(7,10)</sup>。民間有採擷為藥草用者，於夏至秋季採收全草或根部，曬乾使用。或謂龍葵味苦、性寒，具有清熱、利尿、解毒、活血、消腫等的功效，而被用於疔瘡、丹毒、跌打扭傷、慢性氣管炎和急性腎炎，用量 9-15 g<sup>(6)</sup>。另根據文獻<sup>(1,2,6,11)</sup>上記載之處方例：(1)治慢性氣管炎：以單味龍葵全草或果的水煎劑，也可用複方龍葵片〔龍葵全草 30 g，桔梗 10 g，甘草 3 g〕有較好的祛痰止咳平喘消炎作用(臨床)。(2)治各種癌症：龍葵全草煎劑或注射劑治療各種癌症，有一定緩解作用(臨床)。(3)治痢疾：龍葵一兩，白糖 8 錢，水煎服(江西)。(4)治天泡濕瘡：龍葵葉搗敷。

## 五、結語

由上述，龍葵具有藥草之利用潛力，惟其成份及藥理雖有文獻記載，且似具有食用及藥用價值，對於藥效僅能供作參考之用，應由合格醫師指示，切忌盲目食(使)用。

## 六、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.189。
2. 邱年永、張光雄。1983。原色台灣藥用植物圖鑑〔1〕。台北南天書局有限公司發行。p.190。
3. 鄭元春。1980。臺灣自然大系〔1〕台灣的常見野花。渡假出版社有限公司。p.46。
4. 洪亮吉、呂理藥。1980。台灣農地雜草。中華民國雜草學會。p.17。
5. 張國輝、陳清倫、潘建銘、費雯綺、李季桃。



1985。植物保護手冊。台灣省政府農林廳。

6. 蕭培根、連文琰。1998。原色中藥植物圖鑑〔下〕。台北南天書局有限公司發行。P427。
7. 鄭元春。1985。臺灣自然觀察圖鑑〔1〕野花(一)。渡假出版社有限公司。p.79。
8. 鄭琳枝、鄭元鑫、鄭元春。1996。常見的藥草。台灣省立博物館發行。p.181。
9. 常見中藥草彩圖詳解第三輯。千代出版社。p.144-145。
10. 邱年永。1997。原色藥用植物手冊。龍雲渡假山莊。p.190。
11. 游以德、陳玉峰、吳盈。1990。台灣原生植物(下)。淑馨出版社。p.402。

## ※除草劑生理※

### 免速隆(bensulfuron-methyl)除草劑對禾本科作物生長的影響及其抗性遺傳

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)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。免速隆除草劑能防除大部分的闊葉草及莎草科雜草，此劑的動物毒性甚低，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，施藥後須得保持湛水五天以上，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、種植深度及施藥時期等影響(Hwang *et al.*, 1997)。

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 cm 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生合成途徑中之關鍵酵素-乙醯乳酸合成酶 (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  $\alpha$ -ketobutyrate、 $\alpha$ -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表現，學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。本篇將針對免速隆對禾本科作物生長的影響及其抗性遺傳加以探討。

#### 二、免速隆除草劑對禾本科作物生長之影響

##### 1. 禾本科作物生長之反應

免速隆是一種具選擇性的硫醯尿素類除草劑，可使用於防治水稻田或其他旱作田間雜草。研究報告中指出，免速隆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



植株無法成活的情形發生(Hwang *et al.*, 1997)。學者分析經免速隆除草劑處理之玉米植株萃取液中 ALS 活性與免速隆濃度，結果發現其 ALS 活性隨著施加免速隆的濃度增加而降低。

另外，Terakawa and Wakasa (1992)分析免速隆抗性水稻 (HR13)與對照組粳稻品種 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萃取的 ALS 活性幾乎相同，然而對照組 ALS 活性在 100  $\mu$ 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。

此外，Hwang *et al.* (1997)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，結果顯示丙酮酸鹽含量明顯比對照組增加。Hwang *et al.* (1997)指出此種丙酮酸鹽之累積可能是免速隆造成植物藥害的原因。

## 2. 不同水稻品種之反應

Omokawa *et al.* (1996)以不同濃度之免速隆除草劑處理私稻與粳稻之雜交種(Lemont)及粳稻(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，學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(粳稻)於低濃度的免速隆處理下，植株根長明顯快速降低，而 Lemont(私稻 $\times$ 粳稻)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%生長之半致死劑量( $I_{50}$ )相差 5 倍，分別為 24 及 120 nM，顯示私粳稻雜交品種比粳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)。

## 3. 不同施用時期之反應

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，萌前處理對植株產生不利生長的情形最嚴重，至於不同施藥時期之間產生不同程度藥害的原因尚不確定(Hwang *et al.*, 1997)。

## 三、免速隆抗性之遺傳行為

近年來已可藉由組織培養技術選拔出具除草劑抗性的植株，以往報告指出抗除草劑之菸草突變體可利用組織培養來作篩選，而且也證實抗性可遺傳至後代。Chlorsulfuron(CS)及 sulfometuron-methyl(SM)都是同屬硫醯尿素類的除草劑，藉由篩選癒傷組織，可分離出抗 CS 及 SM 的突變體，其中可藉由篩選具變異 ALS 的突變體來繁殖抗 CS 的煙草植株(Chaleff, 1980)。Terakawa and Wakasa (1992)進一步藉由癒傷組織篩選的方式來確定水稻突變體分離世代對免速隆之抗性，證實水稻植株對免速隆之抗性表現會遺傳至後代，並於抗性之水稻植株上可發現其 ALS 活性增加。

Wakasa and Widholm (1987) 將 3,490 個水稻種子預先接種於含有 0.1 mM 免速隆的培養基。40 天後，其中 88 個癒傷組織顯示有生長現象，這些存活的癒傷組織移至新的培養基上，自其中 6 個癒傷組織系再生 19 株形態正常之植株。分別標記為 HR1~19。此再生植株記為  $R_1$  世代，而此自交系後代為  $R_2$ 。Terakawa and Wakasa (1992)進一步將水稻  $R_2$  植株以各自的癒傷組織繁殖，利用其後代癒傷組織及幼苗作免速隆抗性試驗。

Terakawa and Wakasa (1992)分析 HR13、HR14 二個自交系( $R_1$ )的後代( $R_2$ )中抗性與感性植株；試驗結果顯示來自 HR13 的幼苗有 16 株抗性、45 株感性，來自 HR14 的幼苗有 15 株抗性、52 株感性，而來自感性對照組的幼苗無任何表現抗性的植株，這結果也指出 HR13、HR14 對免速隆的抗性具遺傳性，此種對免速隆的抗性會表現於幼苗植株；



而此抗、感植株的分離比大致為 1:3。

Terakawa and Wakasa (1992)進一步分析抗性及感性 R<sub>2</sub> 植株之幼苗其 R<sub>3</sub> 對免速隆之抗性表現。結果顯示來自所有抗性 R<sub>2</sub> 植株的幼苗中可發現抗性及感性個體，而所有感性之對照組植株只能繁殖出感性的幼苗，而並沒有發現抗性植株；此外，也發現 R<sub>3</sub> 中抗、感植株之分離比大致為 1:3，此外，Terakawa and Wakasa (1992)以具抗性之 HR14 (R<sub>1</sub>) 植株與對照組植株(感性)雜交，雜交種子長成之幼苗表現出抗性及感性接近 1:3 的分離比。顯然此雜交後代之突變體係異質結合(heterozygous)，且抗性由顯性核內基因所控制。然而在雜交種及抗性自交系之後代中抗感性分離比近似 1:3。若抗性是由顯性基因控制，則自交及雜交後代分離比，應該依循孟氏遺傳率且同型結合之抗性植株也應包括在抗性植株中。

為何在 HR13 及 HR14 中抗性幼苗之比例少於期望值，其原因並不清楚。由於在二品系中均有正常的種子稔性及高的發芽率，因此不可能是抗性同型結合(homozygosity)導致種子發育期間致死。研究者歸因於抗性基因之低遺傳(low transmission)，此在其他抗藥性基因之轉移上亦有類似情況。

#### 四、結論

免速隆是一種水田用除草劑，能防除大部分的闊葉草及莎草科雜草，可用於雜草萌前、早期萌後或萌後施用，以不超過 4 葉前使用為宜。其除草效能會受到溫度、土壤型態、水分管理、植株栽植深度及不同品種等因素等所影響，因此需多方面考量以斟酌免速隆之施用量及施用方式，以免造成作物生長期間鮮重、根長之減少或產量上的損失。從遺傳分析可知，水稻植株對免速隆之抗性遺傳為核內單一顯性基因控制，但其抗性遺傳率偏低不可能是因同型結合基因具有致死能力所致，其可能原因尚不清楚。推測是抗性遺傳基因轉移(transmission)較低所致。若無法獲得完全顯性之遺傳行為，在抗性育種工作上，可能在應用上受到限制。

#### 五、參考文獻

12. Block, M. D., Botterman, J., Vandewiele, M., Dockx, J., Thoen, C., Gossele, V., Movva, N. R., Thompson, C., Montagu, M. V. and Leemans, J. (1987) Engineering herbicide resistant in plant by expression of a detoxifying enzyme. *EMBO J.* 6:2513-2518.
13. 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.
14. 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.
15. Takeda, S., Yuyama, T., Ackerson, R. C. and Weigel, R. C. (1985) Selection of rice herbicides from several sulfonylurea compounds. *Weed Res.* 30:278.
16. 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.
17. Wakasa, K. and Widholm, J. (1987) A 5-methyltryptophan resistant rice mutant, MTR-1, selected in tissue culture. *Theor. Appl. Genet.* 74:49-54.