

# 溫度及除草劑丁基拉草對八種水田雜草萌芽之影響

蔣永正\* 蔣慕琰

台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

(接受日期：2004 年 12 月 14 日)

## 摘 要

蔣永正\*、蔣慕琰 2004 溫度及除草劑丁基拉草對八種水田雜草萌芽之影響 植保會刊 46 : 345 - 356

本研究針對稗草 (*Echinochloa crus-galli* Beauv.)、螢蘭 (*Scirpus juncooides* Roxb.)、球花蒿草 (*Cyperus difformis* L.)、鴨舌草 (*Monochoria vaginalis* (Burm. F.) Presl)、野茨菰 (*Sagittaria trifolia* L.)、紅骨草 (*Rotala indica* (Willd.) Koehne)、母草 (*Lindernia procumbens* (Krock.) Philcox) 及多花水莧 (*Ammannia multiflora* Roxb.) 八種水田雜草，分別在日/夜平均溫 21/17 °C (模擬一期作水稻生育初期之低溫)、32/28 °C (模擬二期作水稻生育初期之高溫) 生長箱，及 28.6/24.2 °C 之溫室環境中萌芽、生長及對除草劑反應之探討。高溫生長箱內八種水田雜草於灌水後均出現一萌芽高峰期，鴨舌草、野茨菰、紅骨草及母草較稗草、螢蘭、球花蒿草及多花水莧早約一星期，球花蒿草、野茨菰、紅骨草及母草之萌芽高峰期可持續 3-6 日；低溫下紅骨草及母草在灌水後 5-10 日亦出現萌芽高峰期，其餘測試草種子之萌芽率低且萌芽期持續較久，顯示 32/28 °C 下雜草之萌芽較 21/17 °C 為整齊。高、低溫下之種子萌芽始期，分別在灌水後 2-3 日及 5-10 日，萌芽平均日數依序為 15-20 日及 25-30 日間，高溫環境下之種子萌芽數為低溫者之 1.5-3.0 倍。溫室中稗草及螢蘭在灌水後 3 日左右開始萌芽，萌芽數持續增加至一個月，鴨舌草、紅骨草及母草在 3 日後出現萌芽高峰期，10 日後會迅速下降，野茨菰及多花水莧在 6 日後之萌芽種子數，呈現穩定不再增加之萌芽趨勢。溫室中種子萌芽平均日數亦介於 25-30 日間，萌芽種子數為最多。三種不同溫度處理中，溫室環境之雜草株高及鮮重生長最佳，顯示測試水田草在 21/17 °C 及 32/28 °C 之溫度範圍均可發芽，但生長適合溫度則為 28.6/24.2 °C。八種測試雜草之種源土於灌水後 0, 3, 6, 9 及 12 日，分別施用 1.5 kg ha<sup>-1</sup> 劑量之丁基拉草劑，以灌水後 0-6

\* 通訊作者。E-mail: cyj@tactri.gov.tw

日(2-3葉)之植株達90%以上之防治率,除野茨菰外,澆水後9日施藥,仍有75%以上之防治效果,但12日後施藥對野茨菰完全無效,其他雜草的抑制也降至50%左右。施藥後28日調查株高及鮮重,澆水後0-6日施用之丁基拉草,可明顯抑制大多數測試雜草之萌芽生長,但殘存之稗草、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰及紅骨草,具有株高或鮮重恢復生長之潛力,至於9日及12日之藥劑處理效果已明顯降低。

(關鍵詞:水田雜草、萌芽、溫度變化、丁基拉草)

## 緒 言

農田雜草萌芽率及生長勢的控制,為降低其競爭作用的重要栽培管理過程<sup>(3, 4, 25)</sup>,田區內雜草發生的種類及數量,不僅影響其對作物產量及品質的危害程度,也決定了除草劑藥效表現的水準,近年來新開發之除草劑,大部分都具有相當效果的殺草潛力,但是每年的雜草防除工作,對藥劑的倚賴仍未減少<sup>(8)</sup>。雜草種子成熟後大部份會掉入土中形成豐富的土壤種子庫,於適當的溫度及土壤有效水量等環境下萌芽及生長,其中溫度尤為種子發芽能力的決定性因素,可能和土溫的季節性變遷,能夠給予種子較為固定之環境變化指標有關<sup>(1, 17)</sup>,實際上田面雜草種子的萌芽整齊度一般均較作物種子低的多,土中同種或不同種之雜草種子,因為本身所處之休眠及環境狀況的差別,萌芽天數往往有明顯的差異;另外根據 Forcella 等人<sup>(16)</sup>調查,幾種一年生雜草於同時時間內之累積萌芽率在0.1-30%間,禾本科草之平均萌芽率較闊葉草為高,萌芽較早之雜草植株,會對萌前或早期萌後施用的除草劑耐性增加,而必需提高用藥量,反之較遲萌芽的雜草,則會避開稍早施用藥劑之殘效期,除造成農產品收穫時的干擾外,有可能因為無法適時防除而任其開花結子,成為翌年雜草防治上的負擔<sup>(18)</sup>。因此掌握田間主要雜草萌芽及生長的型式,分析生育期間溫度等重要環境變化造成的影響,做為訂

定適當施藥期之依據,以降低施藥次數及施用量,達到精確用藥的減量成效<sup>(8, 25)</sup>。

水田的澆水環境較為單一,溫度對草相的分布扮演重要的角色<sup>(3, 13, 27)</sup>。臺灣地區移植水田內之主要雜草,包括稗草、螢藺、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰、紅骨草、母草、水荳菜等;因為一、二期作水稻初期生育之氣溫差異大,期作間雜草種類的分布不同;如野茨菰多發生於一期作,鴨舌草、紅骨草及尖瓣花則在二期作較多;南北氣候及管理程度之差異,亦導致雜草呈地區性的局部發生,如野茨菰集中於桃竹苗等北部地區,水荳菜及尖瓣花在中南部發生較多,但近年來由於水稻盛行代耕的方式,農機具或秧苗容易遭受雜草種子或營養莖的污染,加速繁殖力較強的雜草散布,同時在使用同類型除草劑的防治策略下,地區間草相的差異有減少的趨勢<sup>(3, 4, 13)</sup>。一、二期作溫度的差異影響雜草萌芽的整齊度及生育,一般在二期作高溫下萌芽快且一致,根據 Chiang<sup>(13)</sup>水田雜草調查結果: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。本研究針對稗草、螢藺、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰、紅骨草、母草、多花水荳八種水田雜草,分別在模擬一、二期作水稻生育初期,高低溫變化趨勢之生長箱及溫室環境中,進行雜草萌芽、生育特性及對藥劑反應之調查,提供不同溫度環境下雜草發生時機及數量之相關資料,以為發展精準用藥技術之依據,減低除草劑對

環境的衝擊。

## 材料與方法

### 土壤種子庫之建立及利用

將稗草、螢蘭、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰、母草、紅骨草、多花水莧八種水田雜草，分別播種於育苗盤上，待植株生育至二葉期左右，移至田間各特定小區建立種源圃，依循一般水田施肥及澆水管理，並定期清除他種雜草植株，以提高土壤中單一之雜草種子含量；本區雜草種源圃已維護近三年，各小區因為連續移植及成熟種子的掉落，由預備試驗顯示，特定雜草之發生量佔總發芽率之 80% 以上，其中僅球花蒿草試區之種子量較少。本研究各項測試均利用種源圃土樣作為植材之供試來源。

### 不同溫度處理之雜草萌芽調查

模擬一、二期作水稻生育早期（二月及七月）之日/夜平均溫度，分別在生長箱內設定 21/17 °C（相當於一期作水稻生育初期之低溫）、32/28 °C（二期作水稻生育初期之高溫），光照強度為 150  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，照光時間為上午六時至下午六時。將種源圃內不同小區之土壤約 900 g，裝置於直徑 26.5 cm，深度 30 cm 之栽植盆表層（底部為 9 kg 之水田普通土，中層為 1800 g 經溴化甲烷處理過之消毒土），表層 900 g 之種源圃土深度約 2 cm，放置於上述設定之生長箱內兩星期後再予澆水，使土壤中草子適應所欲試驗之環境，並保持澆水深度在 1 cm 左右，以免極端水溫影響幼苗生育。種子開始萌發後，記錄萌芽始期，並根據草數增加速率，每隔 3-5 日持續調查草子萌芽株數兩個月，最後一次株數及株高量測後，稱取測試雜草之每盆鮮重，及計算平均萌芽日數。

另於 2001 年 3-5 月以上述相同方式準

備之測試盆栽，置於以水牆通風控溫之農業藥物毒物試驗所溫室內（日/夜平均溫為 28.6/24.2 °C），澆水後記錄雜草萌芽始期，每隔 3 日持續調查草子萌芽株數兩個月，最後一次株數及株高量測後，稱取測試雜草之每盆鮮重，及計算平均萌芽日數。

### 水田雜草對藥劑之反應

本試驗在 2001 年 6-7 月於農業藥物毒物試驗所以水牆通風控溫之溫室內進行，試驗期間之日/夜平均溫為 28.5/24.4 °C。供試藥劑為 5% 丁基拉草粒劑，處理劑量為田間登記量 1.5 kg ha<sup>-1</sup>。

以上述相同方式準備之測試盆栽，於澆水後 0、3、6、9 及 12 日之不同生育期，分別施用丁基拉草粒劑，並於施藥後 0、7、14、21 及 28 日調查株數，最後一次調查完成後，量測株高及雜草鮮重，每處理三重複。

### 計算及統計分析

平均萌芽日數（Mean time of emergence, MTE）<sup>(19)</sup>：

$$\text{MTE} = \sum n_i d_i / \sum n_i$$

（ $n_i$  為第  $i$  天萌芽之幼苗數， $d_i$  為播種後天數）

本試驗不同測試雜草之各項處理均為 3 重複，調查分析之結果以 mean±SE 表示。

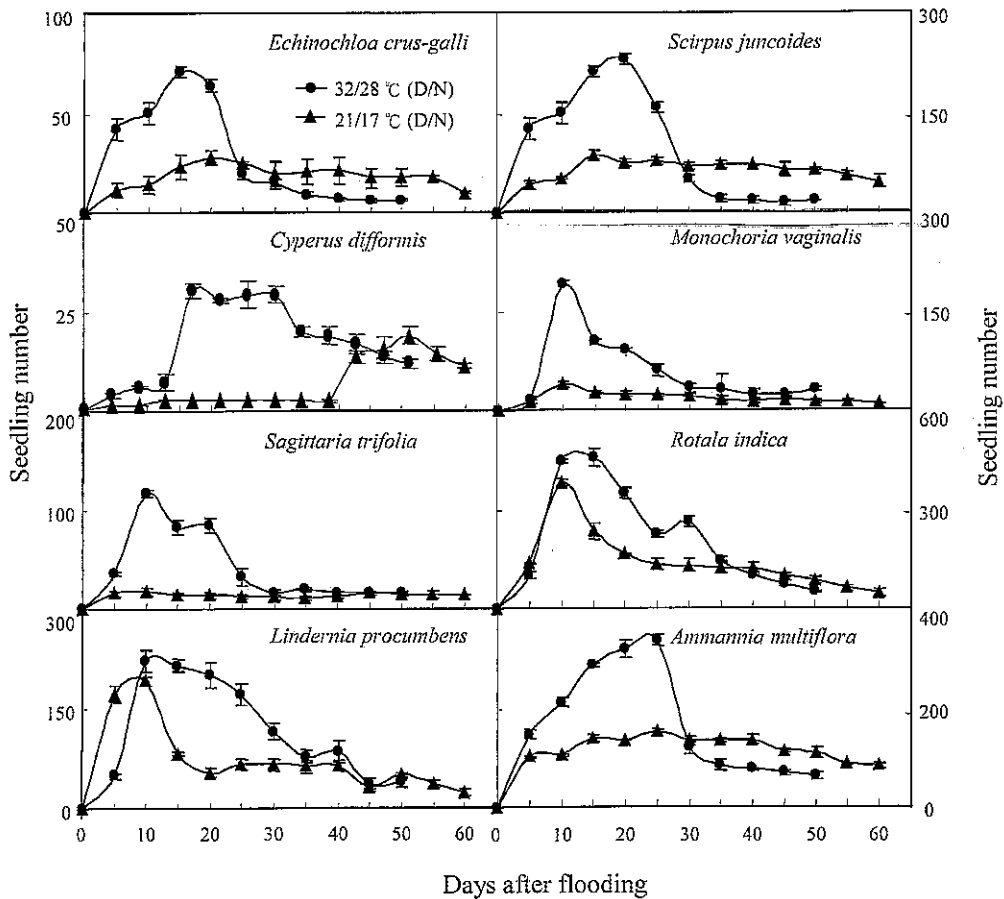
## 結 果

### 溫度對雜草萌芽之影響

生長箱內 32/28 °C 高溫環境下，稗草、螢蘭、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰、紅骨草、母草及多花水莧等，八種水田雜草於澆水後均出現一萌芽高峰期，其中稗草、螢蘭、球花蒿草及多花水莧在澆水後兩星期左右達到最高萌芽期，鴨舌草、野茨菰、紅骨草及母草則在一星期後即達最高萌芽期，此外球

花蒿草、野茨菰、紅骨草及母草之萌芽高峰期可持續 3-6 日 (圖一); 低溫 (21/17 °C) 下的萌芽表現與高溫環境有明顯差異, 除紅骨草及母草在灌水後 5-10 日有一萌芽高峰期外, 其餘大部分測試雜草種子, 在兩個月之調查期間, 均持續一長期之較低萌芽型式 (圖一), 顯示高溫下雜草之萌芽較為整齊, 低溫之萌芽期則較為分散。高溫下之雜草種子萌芽始期一般在灌水後 2-3 日, 低溫下則普遍延遲至 5-7 日 (表一)。萌芽平均日數在高低溫環境中亦有明顯差異, 高溫下除

球花蒿草為 27 日外, 其餘測試種子分布在 15-20 日之間, 低溫下雜草種子之萌芽平均日數大都在 25-30 日之間, 僅紅骨草及母草, 依序為 24 及 23 日, 球花蒿草則長達 43 日 (表一), 結果顯示高溫下雜草萌芽快速, 且在短時間內大部分具萌芽潛力之種子均可萌發。各種測試雜草之定量種源土中, 高溫環境下之種子萌芽數較低溫者為高, 顯示測試雜草萌芽之需求溫度範圍偏向較高溫度。在此高低溫環境中, 測試之雜草種子幾乎都能發芽, 只是數量的多寡有極大之差異。



圖一、高溫及低溫處理下之水田雜草萌芽型式 (日夜平均溫度依序為 32/28°C 及 21/17°C)。  
 Fig. 1. Effect of temperature regimes on the emergence of paddy weeds. Pot tests were conducted in temperature-controlled growth chambers with day/night temperatures of 21/17 or 32/28 °C during the test period.

表一、不同溫度處理對水田雜草種子萌芽之影響<sup>1)</sup>Table 1. Initial time of emergence, mean time of emergence, and total emerged seedlings of 8 paddy weeds after incubation at different temperature regimes<sup>1)</sup>

Weed species	Initial time of emergence (DAF) <sup>2)</sup>		Mean time of emergence (DAF) <sup>3)</sup>		Total emerged seedlings (Plants/pot)	
	21/17°C	32/28°C	21/17°C	32/28°C	21/17°C	32/28°C
<i>Echinochloa crus-galli</i>	4	2	30±2.4	16±0.3	272±14	373±7
<i>Scirpus juncooides</i>	5	3	30±1.9	16±0.4	934±43	1254±51
<i>Cyperus difformis</i>	4	2	43±5.4	27±0.8	64±3	174±2
<i>Monochoria vaginalis</i>	5	3	27±1.1	18±0.3	294±9	828±27
<i>Sagittaria trifolia</i>	7	3	31±1.7	17±0.2	197±6	567±11
<i>Rotala indica</i>	4	2	24±0.7	19±0.7	2235±76	2945±65
<i>Lindernia procumbens</i>	4	2	23±0.6	20±0.9	1152±33	1607±61
<i>Ammannia multiflora</i>	4	2	30±1.4	20±0.4	1746±72	2104±59

<sup>1)</sup> Experiments were conducted in pots using soil heavily populated with designated weeds. Pots were kept in temperature-controlled growth chambers with day/night temperatures of 21/17°C or 32/28°C during the test period.

<sup>2)</sup> DAF, days after flooding.

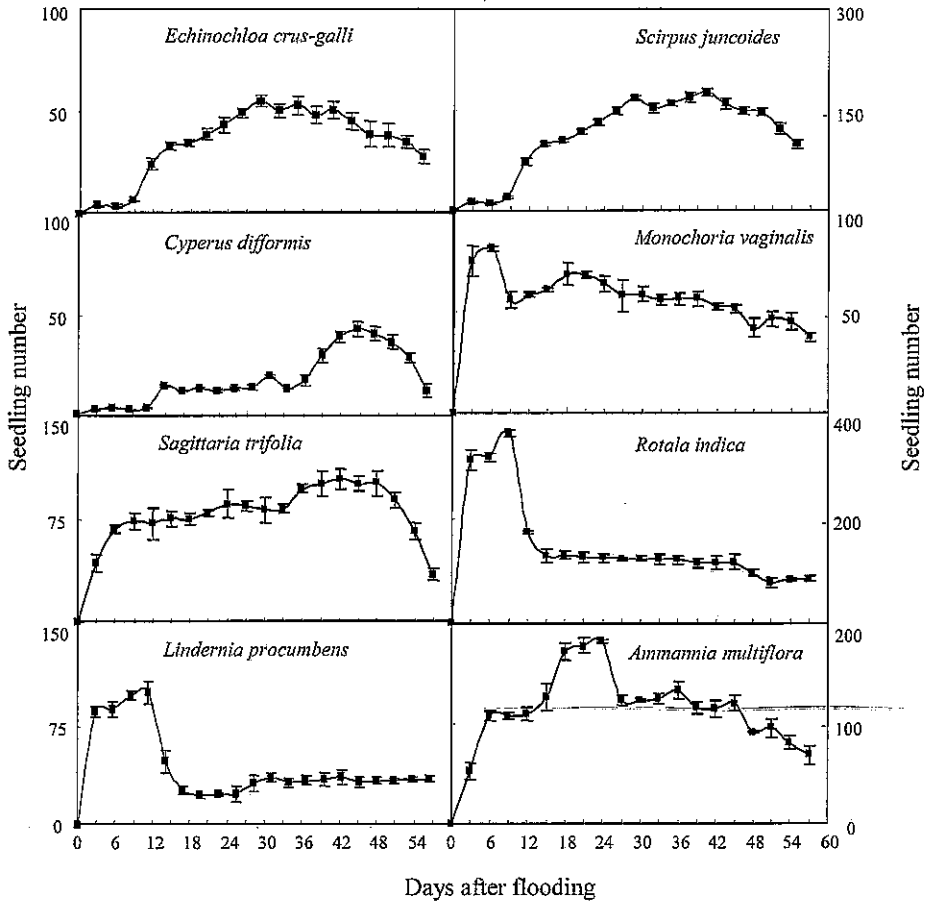
<sup>3)</sup> Mean time of emergence (MTE) was calculated by the following equation:  $MTE = \sum n_i d_i / \sum n_i$ ; where  $n_i$  is the number of seedlings at time<sub>i</sub>, and  $d_i$  is the number of days from day 0 of the experiment to time<sub>i</sub>.

溫室環境（日/夜平均溫為 28.6/24.2 °C）下八種測試雜草之種子萌芽型式如圖二，稗草、螢藺及多花水蕒在澆水後 3-5 日即開始萌芽，萌芽數持續增加至一個月左右即維持穩定，澆水後兩個月的調查期間仍陸續有草子萌發（圖二），鴨舌草、紅骨草及母草之表現極為類似；分別在澆水後 3-5 日達到一萌芽高峰，持續約 10 日後會迅速下降，鴨舌草降為最高量之 60%，紅骨草及母草更減為原來之四分之一（圖二），野茨菰在澆水 6 日後之萌芽種子數幾乎停滯不再增加，接近 40 日後開始下降至最高萌芽率的 30% 左右，球花蒿草在澆水後 30 日上升，形成一個約兩星期的高峰期，可能因為土壤種子含量低，表現出萌芽數低但也頗集中之特性（圖二）。溫室環境之溫度介於高溫及低溫處理之間，萌芽起始期快速，與高溫處理較為相近，萌芽平均日數亦介於

25-30 日間，且萌芽種子數最多（表二）。

#### 種子萌芽後之幼苗生長勢

比較三種溫度環境下之萌芽後幼株之株高（表三），低溫下所有測試雜草之生長均被抑制，除稗草降為溫室環境下之 30% 外，其餘測試雜草均低於 10% 左右；高溫下除稗草之株高較溫室環境為高外，其餘雜草則降至 25-50%；鮮重的差異更為顯著，低溫下每盆雜草之鮮重均小於 1g，高溫下之鮮重亦降為溫室環境中植株之 46%（鴨舌草）—67%（野茨菰），高溫下較高之稗草鮮重亦僅為溫室植株之 62%（表三），由此可知稗草在高溫下之株高增加應與徒長現象有關。三種不同之溫度變化以溫室環境之雜草生長最佳，株高及鮮重均較高低溫處理為優，顯示測試水田草在 28.6/24.2 °C 之日夜變溫下之生育較佳。



圖二、溫室環境下之水田雜草萌芽型式。(日夜平均溫度為 28.6/24.2 °C)  
 Fig. 2. Emergence pattern of paddy weeds in a temperature-controlled greenhouse with day/night temperatures of 28.6/24.2 °C during the test period.

#### 不同生育期雜草對除草劑丁基拉草之反應

稗草、螢蘭、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰、紅骨草、母草及多花水莧等八種雜草種源土，於灌水後 0、3、6、9 及 12 日之不同生育期（5 葉齡以內），分別施用丁基拉草 1.5 kg ha<sup>-1</sup> 劑量之粒劑，並於施藥後 0、7、14、21 及 28 日調查存活之株數（圖四）。所有測試草種於灌水當日施用丁基拉草後一個月期間，仍可維持接近完全控制之水準。稗草對灌水後 3 日施藥之反應幾乎與 0 日的表現相同，6 日施藥會引起已萌發之植株漸漸死亡，施藥後兩星

期達 50 % 死亡率，三星期後達 90 %，灌水後 9 日及 12 日施藥，仍有 50 % 之稗草植株存活。螢蘭、球花蒿草與鴨舌草，在灌水後 3 日及 6 日之施藥結果與 0 日相同，9 日施藥引起之植株死亡率在 85-90 % 間，12 日施藥引起 50 % 之植株死亡。野茨菰雖然在灌水後 0、3、6 日施藥可達到接近 90 % 之死亡率，但延至 9 及 12 日施藥，植株生長完全不受影響。紅骨草、母草及多花水莧在不同生育期之藥劑反應趨勢相近，3、6、9 日施藥可達 75-95 % 之死亡率，12 日施藥僅 50 % 植株生長受

影響。綜合丁基拉草以  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$  劑量施用時，對 2-3 葉之測試雜草植株（灌水後 0-6 日）均表現 90 % 以上之防治率，除野

茨菰外，灌水後 9 日施藥，仍有 75 % 以上之防治效果，但 12 日施藥對野茨菰完全無效，其他雜草的影響也降至 50 % 左右。

表二、溫室環境下之水田雜草種子萌芽特性<sup>1)</sup>

Table 2. Initial time of emergence, mean time of emergence, and total emerged seedlings of paddy weeds after incubation in a greenhouse<sup>1)</sup>

Species	Initial time of emergence (DAF) <sup>2)</sup>	Mean time of emergence (DAF) <sup>3)</sup>	Total emerged seedlings (Plants/pot)
<i>Echinochloa crus-galli</i>	3	34±0.5	1120±18
<i>Scirpus juncooides</i>	5	34±0.6	3363±50
<i>Cyperus difformis</i>	3	21±0.9	346±4
<i>Monochoria vaginalis</i>	5	25±0.5	1154±13
<i>Sagittaria trifolia</i>	9	28±0.5	1592±24
<i>Rotala indica</i>	3	20±0.3	3192±54
<i>Lindernia procumbens</i>	3	22±0.3	798±14
<i>Ammannia multiflora</i>	3	26±0.5	2324±37

<sup>1)</sup> Experiments were conducted in pots using soil heavily populated with designated weeds. Pots were kept in a temperature-controlled greenhouse with day/night temperatures of 28.6/24.2°C during the test period.

<sup>2)</sup> DAF, days after flooding.

<sup>3)</sup> Mean time of emergence (MTE) was calculated by the following equation:  $MTE = \sum n_i d_i / \sum n_i$ ; where  $n_i$  is the number of seedlings at time  $t_i$ , and  $d_i$  is the number of days from day 0 of the experiment to time  $t_i$ .

表三、不同溫度處理對水田雜草生育之影響<sup>1)</sup>

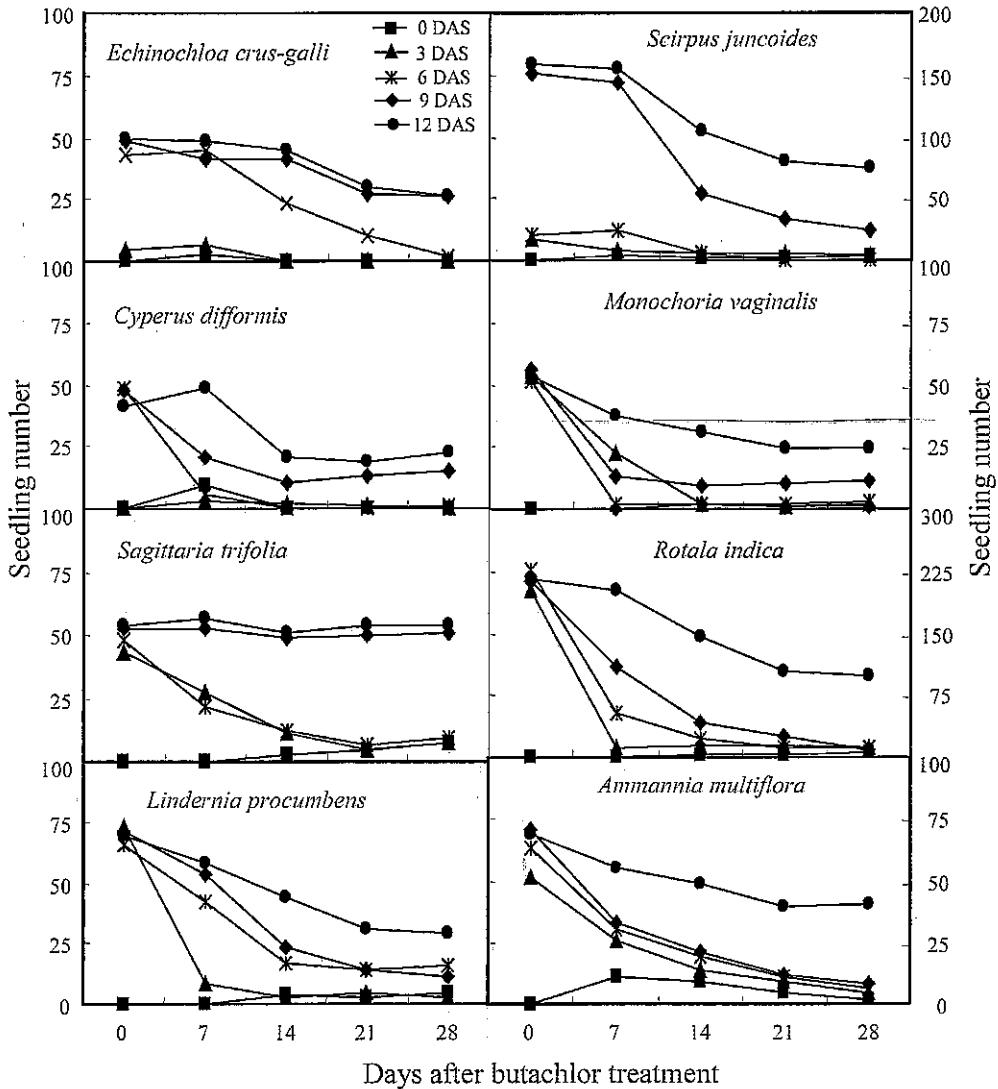
Table 3. Plant height and fresh weight of paddy weeds under different temperature regimes<sup>1)</sup>

Species	Plant height (cm)			Fresh weight (g/pot)		
	21/17°C	32/28°C	28.6/24.2°C	21/17°C	32/28°C	28.6/24.2°C
<i>Echinochloa crus-galli</i>	12.1±0.1	47.4±0.9	39.2±0.7	0.2	25.5±0.9	41.4±0.4
<i>Scirpus juncooides</i>	5.2±0.1	20.0±0.3	36.7±0.6	0.1	7.1±0.1	14.8±0.2
<i>Cyperus difformis</i>	1.5±0.02	8.5±0.6	38.3±0.7	0.1	21.3±0.2	42.0±0.8
<i>Monochoria vaginalis</i>	1.4±0.02	11.7±0.9	28.7±0.5	0.2	25.9±0.1	56.3±1.2
<i>Sagittaria trifolia</i>	2.1±0.03	5.8±0.1	20.3±0.3	0.3	4.8±0.1	7.2±0.1
<i>Rotala indica</i>	0.7±0.01	3.2±0.1	11.9±0.2	0.1	7.9±0.1	15.3±0.3
<i>Lindernia procumbens</i>	1.5±0.02	3.5±0.1	9.6±0.1	0.2	1.6±0.1	2.6±0.1
<i>Ammannia multiflora</i>	1.1±0.02	12.0±0.2	24±0.4	0.5	40.5±0.5	72.4±1.2

<sup>1)</sup> Experiments were conducted in pots using soil heavily populated with designated weeds. Pots were kept in temperature-controlled growth chambers with 21/17 and 32/28°C (day/night) temperatures, and a greenhouse with 28.6/24.2°C (day/night) temperatures during the test period.

於不同生育期施用  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$  之丁基拉草粒劑後 28 日，調查各測試雜草株高及鮮重之反應（表四）。株高之量測以栽植盆內最高之植株為代表，各測試雜草於澆水當日及 3 日後施藥，盆內殘留之存活植株生長會明顯抑制，6 日之施藥處理對稗草、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰及紅骨草之株高影響程

度降低，9 日及 12 日施藥處理後 28 日，調查之存活植株生長速率與未處理對照株無明顯差異（表四）。鮮重反應亦有隨施藥日數之延後，抑制程度減低之趨勢，除鴨舌草及野茨菰外，0-6 日施藥後幾乎所有測試雜草的生物累積量均接近完全停止，9 日及 12 日之藥劑處理對鮮重之影響減低（表四）。



圖三、除草劑丁基拉草對水田雜草萌芽之影響。(處理劑量為  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$ )

Fig. 3. Effect of butachlor on the emergence of paddy weeds. The rate of butachlor application was  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$ .



表四、丁基拉草對不同生育期之水田雜草生長影響<sup>1)</sup>Table 4. Paddy weeds controlled with butachlor treated on different days after soil flooding<sup>1)</sup>

Species	Plant height (cm)					Fresh weight (g/pot)				
	DAA <sup>2)</sup>					DAA				
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0	0	9±0.6	15±0.8	15±1.1	0	0	0.2	5.4±0.3	6.3±0.4
<i>Scirpus juncoides</i>	2±0.2	3±0.2	0	11±0.9	17±0.9	0.2	0.2	0	5.5±0.7	14±1.1
<i>Cyperus difformis</i>	0	0	11±0.5	30±0.9	33±2.1	0	0	0.1	8±0.9	8.4±0.7
<i>Monochoria vaginalis</i>	2±0.3	6±0.4	8±0.7	10±0.2	13±0.8	0.2	1.4±0.02	1.5±0.02	6.1±0.3	8.3±0.6
<i>Sagittaria trifolia</i>	2±0.1	5±0.3	12±0.9	15±0.3	15±1.0	0.7	1.3±0.02	1.8±0.06	5.9±0.3	6.1±0.5
<i>Rotala indica</i>	2±0.1	2±0.1	5±0.3	8±0.2	8±0.6	0.1	0.1	0.8	1.3±0.1	5.5±0.5
<i>Lindernia procumbens</i>	2±0.3	2±0.3	2±0.1	2±0.1	5±0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
<i>Ammannia multiflora</i>	2±0.2	3±0.4	2±0.3	5±0.1	11±0.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.9

<sup>1)</sup> Experiments were conducted in pots using soil heavily populated with designated weeds. Pots were kept in a temperature-controlled greenhouse with day/night temperatures of 28.5/24.4°C.

<sup>2)</sup> DAA, days after application.

澆水後 0-6 日施用 1.5 kg ha<sup>-1</sup> 之丁基拉草，可明顯抑制大多數測試雜草之萌芽生長，但殘存之稗草、球花蒿草、鴨舌草、野茨菰及紅骨草具有恢復株高或鮮重生長勢之潛力，至於 9 日及 12 日之藥劑處理效果已明顯降低。

## 討 論

自然狀態下農田雜草種子能否萌芽及何時萌芽，除與種子休眠狀態有關外，田間溫度是否符合發芽的適溫範圍亦為重要因素<sup>(1)</sup>，每種植物的發芽溫度都有特定的範圍，超過發芽最低溫度時，發芽率及速度均會隨溫度上升而提高，達到最適溫度後開始下降；累積發芽率與時間之關係，則由開始時的慢慢上升，進而快速增加，接近最高發

芽率時則停滯不再升高<sup>(5, 6, 7, 21)</sup>。本研究以含有高種子量之種源土，測試不同溫度組合對八種雜草種子萌芽之影響，稗草、螢蘭、紅骨草，母草及多花水莧在低溫下 (21/17°C) 的萌芽率，與高溫 (32/28°C) 處理相差 20-30% 左右，球花蒿草、鴨舌草及野茨菰則達約 65% (圖一、表一)，紅骨草及母草之高、低溫萌芽型式相近，具有較為整齊集中之趨勢 (圖一)。各測試種子在澆水後 60 日，雖然仍持續有較低之萌芽率，但對已形成作物植冠之田間而言，實際的危害程度極為有限。高溫下各測試草之萌芽時間均較早，螢蘭、球花蒿草及多花水莧達到最高萌芽數 50% 之天數約有 20 日，次為野茨菰、紅骨草及母草為 14 日，稗草 10 日，鴨舌草約 7 日 (圖一)。溫室為接近日夜變溫之自然常態環境，除球花蒿草可能因為測試

種源土中種子含量低，萌芽平均日數較他種雜草延緩外，其餘測試草之種子萌芽數幾乎均較高、低溫處理為佳（表二），萌芽數與時間之關係與高溫處理之變化趨勢相近（圖二）。一般熱帶地區分布之雜草最適萌芽溫度範圍大部分在 25-35 °C 間，植株發芽、萌芽、生長、發育及分布亦受到溫度之重大影響<sup>(9, 18, 20)</sup>。

農田土壤中含有多種雜草之種子庫，土中種子的種類及數目，因氣候及土壤狀況等環境因素而有所不同<sup>(1, 15)</sup>，導致不同作物及栽培方法下的種子數差異極大；每平方公尺面積內種子含量自 50 到 30000 粒不等，各種雜草種子數目也會呈週年性季節變化<sup>(17)</sup>，鴨舌草在水田形成之持續性種子庫中，種子數由 11 月土樣中每平方公尺面積之 10000 多粒降到 9 月份的 5000 多粒<sup>(2, 11, 12)</sup>。雜草萌芽為一極為複雜的現象，大部分接近土表之雜草種子的發芽與幼苗生長勢受溫度的影響頗大<sup>(9, 10, 23)</sup>，某些雜草有特定專一之適溫，高於適溫則發芽或萌芽速率均會降低<sup>(17)</sup>。土壤種子庫中大多數雜草也有一定的發芽順序，萌芽時間會受到許多因子的影響，如田面數蓋植物殘質，會明顯延遲一年生草子之萌芽<sup>(19)</sup>。同一土壤種子庫中雜草種子的萌芽會有種類及環境上的分歧，在目前高度倚賴除草劑管理之系統下，對萌芽期持續較久之雜草存活有利，此外萌芽率高且快速之種子，因為出現高密度植株會影響土壤型除草劑的防治效果降低，萌芽特性對雜草有效防治策略之訂定很重要，對發展及整合雜草管理系統亦屬必備之要件<sup>(19, 20)</sup>。

田間除草劑藥效的表現，與欲防治之雜草萌芽型式有密切關係；雜草萌芽慢且萌芽期過長，可能因為藥劑殘留期不長，通常防治效果不佳。本研究中丁基拉草防治 2-3 葉齡（灌水後 0-6 日）以下之測試多為有效而快速，且殘效持續約一個月。雜草生育早期施用除草劑可減少用量達 25 %，因此減低藥劑用量是否仍舊能夠成功的控制雜草，主

要取決於敏感生育期的掌握<sup>(8, 14, 22)</sup>。除草劑的發展與利用已超過 50 年，一般推薦用量通常都較實際雜草控制所需量為高，尤其在連續使用之農田，雜草數量與種類都會明顯減少<sup>(4)</sup>，依據田面雜草發生所推估之最低有效施用量，可提升除草劑使用的精準度，亦為降低藥量的方法之一<sup>(24, 26)</sup>。本試驗結果提供不同溫度範圍下之水田雜草萌芽型式，可做為田間除草劑施用方法與時間的參考依據，尤其針對田間複合雜草相組合所設計之防除策略，應考慮不同雜草的生態差異，避免濫用農藥不但污染環境，且無法達到防治效果。

## 引用文獻

1. 郭華仁。1996。種子生態學及其應用。「除草劑安全使用及草類利用管理」研討會專刊，第 37-62 頁。蔣永正、徐玲明、李貽華 編。中華民國雜草學會印。台中。
2. 郭華仁、陳博惠。2003。水田土中鴨舌草種子數目的季節性變化。中華民國雜草學會會刊 24：1-8。
3. 蔣慕琰。1995。水田雜草概觀：種類、生態及防治。植保會刊 37：339-355。
4. 蔣慕琰、蔣永正、袁秋英。2002。除草劑引起之草相變遷及抗藥性。中華民國雜草學會學術組主編「除草劑在臺灣四十年回顧與展望研討會」。第 25-30 頁。中華民國雜草學會出版。
5. Alm, D. M., Stoller, E. W., and Wax, L. M. 1993. An index model for predicting seed germination and emergence rates. Weed Technol. 7: 560-569.
6. Bakar, B. H., and Nabi, L. N. A. 2003. Seed germination, seedling establishment and growth patterns of wrinklegrass (*Ischaemum rugosum* Salisb.). Weed Biol. Manag. 3: 8-14.
7. Ball, D. A. 1992. Weed seedbank response

- to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. *Weed Sci.* 40: 654-659.
8. Bellinder, R. R., Arsenovic, M., Shah, D. A., and Rauch, B. J. 2003. Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. *Weed Sci.* 51: 1016-1021.
  9. Benvenuti, S., Macchia, M., and Miele, S. 2001. Light, temperature and burial depth effects on *Rumex obtusifolius* seed germination and emergence. *Weed Res.* 41: 177-186.
  10. Bridges, D. C., Wu, H.-I., Sharpe, P. J. H., and Chandler, J. M. 1989. Modeling distributions of crop and weed seed germination time. *Weed Sci.* 37: 724-729.
  11. Cardina, J. 1997. Seed production and seedbank dynamics in subthreshold velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) populations. *Weed Sci.* 45: 85-90.
  12. Chan, P. H., and Kuo, W. H. J. 1999. Seasonal changes in the germination of buried seeds of *Monochoria vaginalis*. *Weed Res.* 39: 107-115.
  13. Chiang, M. Y. 1983. Emergence, growth and reproduction of eleven paddy weeds in two seasons. *Weed Science Bulletin.* 4: 1-18.
  14. Chiang, Y. J., and Leu, L. S. 1987. Effect of application timing and residual period of londax on main paddy weeds in Taiwan. In Proc. eleventh Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf. P. 223-231.
  15. Forcella, F. 1992. Prediction of weed seedling densities from buried seed reserves. *Weed Res.* 32: 29-38.
  16. Forcella, F., Wilson, R. G., Renner, K. A., Dekker, J., Harvey, R. G., Alm, D. A., Buhler, D. D., and Cardina, J. A. 1992. Weed seedbanks of the U. S. cornbelt: magnitude, variation, emergence, and application. *Weed Sci.* 40: 636-644.
  17. Grundy, A. C. 2003. Predicting weed emergence: a review of approaches and future challenges. *Weed Res.* 43: 1-11.
  18. Guo, P., and Al-Khatib, K. 2003. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*). *Weed Sci.* 51: 869-875.
  19. Hartzler, R. G., Buhler, D. D., and Stoltenberg, D. E. 1999. Emergence characteristic of four annual weed species. *Weed Sci.* 47: 578-584.
  20. Hossain, M. A., Akamine, H., Nakamura, I., Ishimine, Y., and Kuramochi, H. 2001. Influence of temperature levels and planting time on the sprouting of rhizome-bud and biomass production of torpedograss (*Panicum repens* L.) in Okinawa island, southern Japan. *Weed Biol. Manag.* 1: 164-169.
  21. King, C. A., and Oliver, L. R. 1994. A model for predicting large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) emergence as influenced by temperature and water potential. *Weed Sci.* 42: 561-567.
  22. Minton, B. W., Kurtz, M. E., and Shaw, D. R. 1989. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control with grass and broadleaf weed herbicide combinations. *Weed Sci.* 37: 223-227.
  23. Mulugeta, D. 1997. Seed bank characterization and emergence of a weed community in a moldboard plow system. *Weed Sci.* 45: 54-60.
  24. Murphy, C. A., and Lindquist, J. L. 2002. Growth responses of velvetleaf to three postemergence herbicides. *Weed Sci.* 50:

- 364-369.
25. Storeibig, J. C., Combellack, J. H., Pritchard, G. H., and Richardson, R. G. 1989. Estimation of thresholds for weed control in Australian cereals. *Weed Res.* 29: 117-126.
26. Usui, K. 2001. Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants. *Weed Biol. Manag.* 1: 137-146.
27. Zimdahl, R. L., Moody, K., Lubigan, R. T., and Castin, E. M. 1988. Patterns of weed emergence in tropical soil. *Weed Sci.* 36: 603-608.

## ABSTRACT

**Chiang, Y. J.\*, and Chiang, M. Y. 2004. Influence of temperature regimes and butachlor on the emergence and seedling growth of eight paddy weeds.** *Plant Prot. Bull.* 46: 345-356. (Plant Toxicology Division, Taiwan Agriculture Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC)

The emergence and seedling growth of 8 paddy weeds, *Echinochloa crus-galli*, *Scirpus juncoides*, *Cyperus difformis*, *Monochoria vaginalis*, *Sagittaria trifolia*, *Rotala indica*, *Lindernia procumbens*, and *Ammannia multiflora*, were tested at different temperature regimes. Seedlings emerged earlier and more uniformly at higher temperatures (day and night temperatures of 32/28 °C) than at lower temperatures (day and night temperatures of 21/17 °C). Germination peaked at 32/28 °C in all 8 species, whereas at 21/17 °C, a peak of germination was detected for *R. indica* and *L. procumbens*. Other tested species emerged over a prolonged period at 21/17 °C. The time to initial emergence of weeds tested ranged from 5 to 10 and 2 to 3 days after soil flooding at 21/17 °C and 32/28 °C, respectively. The MTE (mean time of emergence) values at 21/17 °C ranged from 25 to 30 days after soil flooding for all 8 species, whereas the MTE at 32/28 °C for tested species ranged from 15 to 20 days after soil flooding and was shorter than at 21/17 °C. Emergence characteristics, including initial time of emergence, magnitude of emergence, and mean time of emergence, of all 8 species grown under greenhouse conditions (with day and night temperatures of 28.6/24.2 °C) showed a similar pattern as those grown in growth chamber temperatures of 32/28 °C. Data on plant height and fresh weight demonstrated that growth was consistently slower for plants grown at 21/17 °C compared with those at 32/28 °C. The efficacy of butachlor in controlling tested paddy weeds was investigated in the greenhouse. Pot tests showed that butachlor provided over 90 % control at 0 to 6 days after soil flooding at the recommended application rate. Lower control with this herbicide was obtained when it was applied 9 to 12 days after soil flooding. Better control was achieved when butachlor was applied onto most tested weeds when they were younger than the 3-leaf stage.

(Key words: paddy weeds, emergence, temperature, butachlor)

\*Corresponding author. E-mail: cyj@tactri.gov.tw