

# 穗上發芽對稻米品質影響之研究<sup>1</sup>

## I、噴水處理對穗上發芽之影響

許愛娜 蕭浚二<sup>2</sup>

### 摘 要

為明瞭稻穀成熟期遭遇連續下雨所導致之穗上發芽，分別於第一期作與第二期作，利用人工噴水方式模擬連續下雨狀況。第一期作之發芽勢與發芽率在品種間、稻穀成熟度間及噴水天數間有顯著差異，而其彼此間也有顯著交感作用。第二期作之發芽率在稻穀成熟度間與噴水天數間有顯著差異；發芽勢則僅在噴水天數間有顯著差異，而品種×稻穀成熟度間、品種×噴水天數間也有顯著交感作用存在。兩個發芽特性在第一期作以秈稻對穗上發芽之抵抗力明顯高於粳稻。一般隨稻穀接近收穫期，穗上發芽在兩個期作皆會漸趨嚴重。而噴水天數之處理在兩個期作，皆會隨天數之增加而使得穗上發芽程度明顯增高。

**關鍵字：**水稻、穗上發芽、發芽勢、發芽率。

### 前 言

收穫前遇連續下雨容易導致穗上發芽之現象，常見於某些作物，如杜蘭小麥(*durum wheat*)，其造成品質之下降亦早受到重視<sup>(8,9,10,11)</sup>。水稻亦有類似之現象，其受害程度或因氣候因子、品種休眠性質與地區而有差異<sup>(2)</sup>，尤其是在植株發生倒伏現象時最為嚴重，品質低劣時甚至僅能供為飼料一途。

台灣水稻栽培除一、二期作氣候條件截然不同外，品種亦有秈、粳之別。其次，稻穀在穀粒發育後期，其主要構成成份之澱粉或澱粉合成有關酵素的活性仍有變化<sup>(1,5)</sup>，因此瞭解穀粒發育後期，遭受不同程度穗上發芽而導致稻米品質之變異，將是一重要問題。本試驗擬探討在兩個期作，秈粳稻品種在不同稻穀成熟度，以人工噴水處理誘致稻穀穗上發芽，以作為將來探討不同程度穗上發芽對米質影響之使用材料。

### 材料與方法

#### 試驗地點

台中區農業改良場。

#### 試驗材料

台中秈10號(Taichung sen 10, TCS 10)、台粳2號(Taikeng 2, TK 2)、台粳3號(Taikeng 3, TK 3)及台農67號(Tainung 67, TN 67)等四個品種種植於1992年第二期作與1993年第一期作。

<sup>1</sup> 台中區農業改良場研究報告第 0409 號。

<sup>2</sup> 台中區農業改良場副研究員、助理。

### 試驗方法

- 一、促進發芽之噴水處理：噴水期間在試驗區採用黑色遮陰網覆蓋，並利用全天候自動噴霧設備，即噴水3分鐘、休息12分鐘之間歇噴水方式淋濕稻穀，並使稻穀保持濕潤。噴水天數分1天、3天、5天及7天等四種。
- 二、稻穀成熟度之處理：為母莖之穀粒於百分之七十、百分之八十及百分之九十轉黃等三種。
- 三、試驗設計：田間採用條狀裂區設計(strip-split plot design)，三重複，每小區五平方公尺。以品種為垂直因子，稻穀成熟度為水平因子，噴水天數為副區因子。
- 四、田間管理：按農林廳編印"水稻良質米生產及調製技術"手冊行之。
- 五、收穫乾燥：所有稻株皆於每穗基部仍有二、三粒青粒，其餘穀粒已轉黃時收穫。調製後之稻穀則利用烘箱以45℃烘乾至水份含量為14~15%之間。

### 調查項目

- 一、發芽勢(speed of germination)：四日內之發芽總粒數與測定種子數之比值，以百分率表示。
- 二、發芽率(percentage of germination)：一週內之發芽總粒數與測定種子粒數之比值，以百分率表示。

上述兩性狀另有調查未經任何噴水處理者，以作為對照(CK)。此外，於統計分析時，百分率值須先經arc sine轉換。

## 結果與討論

在水份供應充足之情況下，溫度是影響種子發芽之重要環境因子<sup>(1,3,4,6,7)</sup>。水稻種子發芽最低溫度為10~12℃，最高溫度為40~42℃，最適溫度則為30~37℃<sup>(1,3)</sup>。由本場氣象資料，可知試驗期間第一期作水稻生育後期之氣溫較熱，多介於26~34℃之間，但若遇陰雨天，氣溫則下降3~5℃。第二期作則在生育後期時溫度轉涼，且日夜溫差大，試驗期間由實施噴水處理早期之21~29℃降為後期之18~25℃，期中夜間甚至有13~14℃之低溫，若下雨則降至19~22℃之間，且日夜溫差減小，可知溫度之變異範圍均在水稻之發芽界限內。由於水稻在兩個期作之生育環境截然不同，故所有調查資料皆將一、二期作個別分析討論。

種子發芽率在適溫範圍前會隨溫度之提高而增加，至適溫範圍內之最高量時會有高低起伏，而在適溫範圍後則隨溫度之增加而下降<sup>(3)</sup>。在試驗田區模擬水稻成熟後期遭遇連續下雨之情況，由於噴水處理多在晴天狀況下進行，加上利用遮陰網之設置，僅會使得第一期作田區溫度較實際氣溫下降約2~3℃，但所有被噴水稻穀是一直處在濕氣飽和之狀態下。此外，在稻穀成熟度達百分之八十轉黃或以後進行噴水處理，皆發生嚴重倒伏現象，故會有較實際受害程度為高估之情況發生。第二期作則由於季節風增大之影響，噴水處理影響溫度與濕度之情形較少，其受害程度應和實際發生之情形較為接近。

由於因連續下雨所造成之穗上發芽現象，雖可明顯地見於田間稻穗上，但收穫後之稻穀或因乾燥萎縮，或因去殼碾製，常不易與以肉眼辨識的未發芽穀粒區分。故本篇以表現

發芽整齊度之發芽勢與表現發芽能力之發芽率，作為穀粒穗上發芽發生情況之間接佐證。亦即發芽勢與發芽率高，表示穗上發芽情形輕微。反之，發芽勢與發芽率低，則表示穗上發芽情形嚴重。

從表一與表二變方分析結果，可看出兩個期作間發芽勢與發芽率之表現的確不同。第一期作無論是品種間、稻穀成熟度處理間、噴水天數處理間或其彼此間之交感作用皆表現出極顯著差異，說明發芽勢與發芽率需以品種與處理間個別加以探討。第二期作之顯著差異現象，發芽勢被發現在品種與稻穀成熟度兩因子間之交感作用、噴水天數處理間、品種與噴水天數處理間之交感作用等三項，而發芽率則被發現在稻穀成熟度處理間、噴水天數處理間等兩項，故亦如第一期作，宜將發芽勢與發芽率以品種與處理間個別進行研究。兩個表現穗上發芽有關性狀，在兩個期作表現完全相同者，僅有噴水天數一項，且其F值均偏高，顯示不論期作噴水天數皆為影響的重要因子。

表一、第一期作發芽勢與發芽率之變方分析

Table 1. Variance analysis of speed and percentage of germination in 1st crop

Variation source	df	Speed of germination		Percentage of germination	
		SS	Pr>F	SS	Pr>F
V	3	34333.9919**	0.0001	30038.4806**	0.0001
M	2	10155.0763**	0.0001	11568.7004**	0.0001
V×M	6	1975.4054**	0.0016	2125.6174**	0.0017
D	3	3733.0874**	0.0040	4821.2828**	0.0004
V×D	9	9889.7917**	0.0001	9702.6356**	0.0001
M×D	6	1093.8065**	0.0006	1326.8835**	0.0003
V×M×D	18	6664.3251**	0.0001	6060.6832**	0.0001

\*\* : Significant at 1% level.

V: Variety. M: Grain maturity stage. D: Sprinkling day.

表二、第二期作發芽勢與發芽率之變方分析

Table 2. Variance analysis of speed and percentage of germination in 2nd crop

Variation source	df	Speed of germination		Percentage of germination	
		SS	Pr>F	SS	Pr>F
V	3	404.5614	0.2026	198.6891	0.3053
M	2	114.7672	0.1617	646.0439**	0.0004
V×M	6	671.6528*	0.0124	212.1678	0.2665
D	3	3272.8114**	0.0002	3208.4485**	0.0003
V×D	9	689.8625**	0.0030	349.6201	0.1051
M×D	6	274.4761	0.0821	160.2400	0.3216
V×M×D	18	384.7750	0.5376	569.5106	0.1638

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels.

V: Variety. M: Grain maturity stage. D: Sprinkling day.

將三個處理因子內發芽勢與發芽率分別列出其綜合平均值如表三與表四，可知第一期作皆較第二期作為低，且其表現並不相同。由表三之第一期作顯示，品種間之差異明顯，台中秈10號顯然受到噴水處理所造成之穗上發芽現象顯著低於其餘梗稻品種，而梗稻品種間又以台梗3號與台農67號較嚴重，台梗2號較輕微些，此秈梗品種間之差異是否與秈稻較耐高溫有關或其他因休眠性之影響，則有待進一步探討；稻穀成熟度處理對穗上發芽亦見

明顯差異之影響，其隨收穫期之接近，穗上發芽程度會轉嚴重；至於噴水天數則以1天與3天、5天與7天分別表現類似，其隨噴水天數之增加，穗上發芽程度愈趨嚴重；此外，顯示稻穀在第一期作因高溫與噴水處理所造成濕氣飽和情形下，所導致之穗上發芽情形非常嚴重。至於表四的第二期作，品種間之穗上發芽表現並無差異存在；不同稻穀成熟度處理，僅在發芽率造成明顯差異，其隨收穫期之接近而降低，但仍有80%以上；不同噴水天數處理之影響則表現得極為明顯，其隨處理天數之增加，發芽勢下降，但最低仍在60%以上，發芽率則在80%以上，顯示雖經噴水處理，種子之發芽整齊度雖受影響，但仍保有大部分之發芽能力；造成第二期作不同處理差異性下降，氣溫之逐漸降低應為主因，但季節風之增大，吹散水氣，延緩穀粒因濕氣飽和所助長之穗上發芽現象，亦有關連。

表三、第一期作噴水處理對發芽特性之影響

Table 3. Effect of sprinkling treatments on characteristics of germination in 1st crop

Factor	Treatment	Speed of germination	Percentage of germination
Variety	TCS 10	71.08a <sup>1</sup>	74.06a
	TK 2	26.28b	35.75b
	TK 3	18.78c	22.78c
	TN 67	19.14c	24.78c
Grain maturity stage	70%	48.69a	55.50a
	80%	33.08b	38.77b
	90%	19.69c	23.75c
Sprinkling day	1 day	38.75a	47.39a
	3 days	40.89a	46.28a
	5 days	29.83b	33.83b
	7 days	25.81b	29.86b

<sup>1</sup> Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

表四、第二期作噴水處理對發芽特性之影響

Table 4. Effect of sprinkling treatments on characteristics of germination in 2nd crop

Factor	Treatment	Speed of germination	Percentage of germination
Variety	TCS 10	72.08a <sup>1</sup>	87.89a
	TK 2	69.92a	90.03a
	TK 3	75.03a	86.47a
	TN 67	76.22a	87.03a
Grain maturity stage	70%	74.38a	91.06a
	80%	73.96a	87.54b
	90%	71.60a	84.96c
Sprinkling day	1 day	81.94a	94.56a
	3 days	77.00b	90.47b
	5 days	71.44c	86.14c
	7 days	62.86d	80.25d

<sup>1</sup> Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

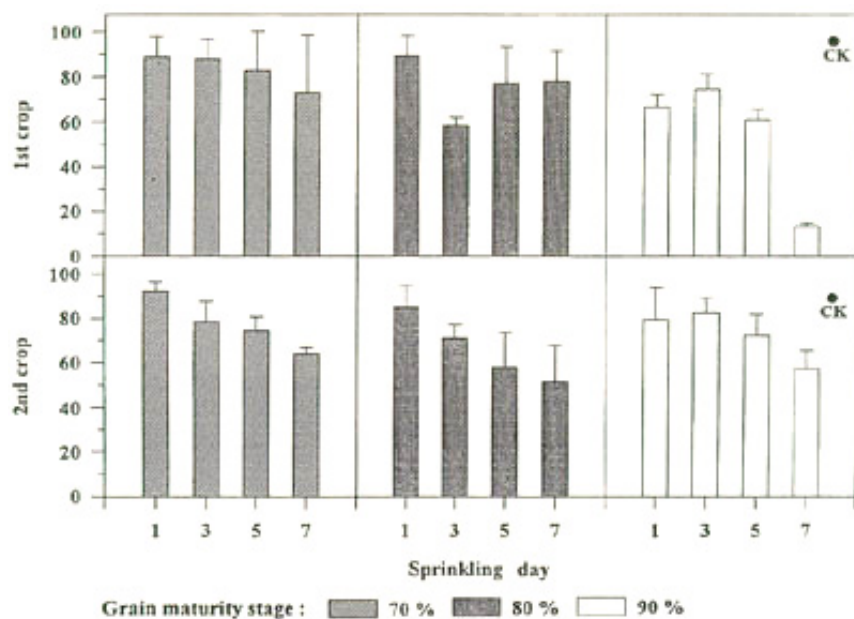
將各品種在不同噴水處理下之發芽勢與發芽率表現，分別以圖一~圖八表示。其因期作、稻穀成熟度與噴水天數影響所造成之發芽情形變化，則可清楚呈現。唯一採用之秈稻品種台中秈10號表現得和其他三個粳稻品種明顯不同，由圖一、圖二和其他的圖相較，若與個別未經噴水處理之對照相較而言，台中秈10號之穗上發芽情形顯然輕微得多。且和粳

稻品種表現不同的，是其在第一期作僅較第二期作稍降，降幅遠較其他梗稻品種為小，甚至在第一期作成熟前期進行噴水處理時，其發芽勢之表現超越第二期作。故符合前述推測秈稻耐高溫外，須再加上對低溫較敏感，亦有可能的是台中秈10號具有休眠性基因，此點有待進一步探討。其次，在百分之八十稻穀成熟度且噴水天數為3天之處理，其發芽勢與發芽率皆低於噴水天數為7天者，且部分樣品的標準偏差較高，皆說明取樣樣品之不均質，即同時混有不同發芽程度的稻穀。但整體而言，台中秈10號在成熟前期進行噴水處理一天後，發芽勢開始下降，但發芽率則是在噴水處理五天後，較為明顯下降。當然愈接近收穫期，會使影響之天數提前且降幅增大。

三個梗稻品種若與個自的對照之發芽勢與發芽率相較，其在第一期作因穗上發芽所造成發芽特性之下降就明顯得多，第二期作則趨緩和。此亦說明梗稻品種和秈稻品種相反，對高溫之抵抗性差，但對低溫則不如秈稻之敏感。然三個梗稻品種間之表現仍稍有不同，由圖五、圖六可知會穗上發芽之台梗3號最為敏感，第一期作在成熟前期進行噴水處理一天，穗上發芽即會明顯增加，甚至在百分之七十稻穀成熟度時進行噴水處理五天後，即已幾乎完全喪失發芽能力，愈至成熟後期進行噴水處理之穗上發芽現象愈趨嚴重。第二期作之發芽勢與發芽率則在噴水處理三天後，才有較明顯逐漸下降的現象。

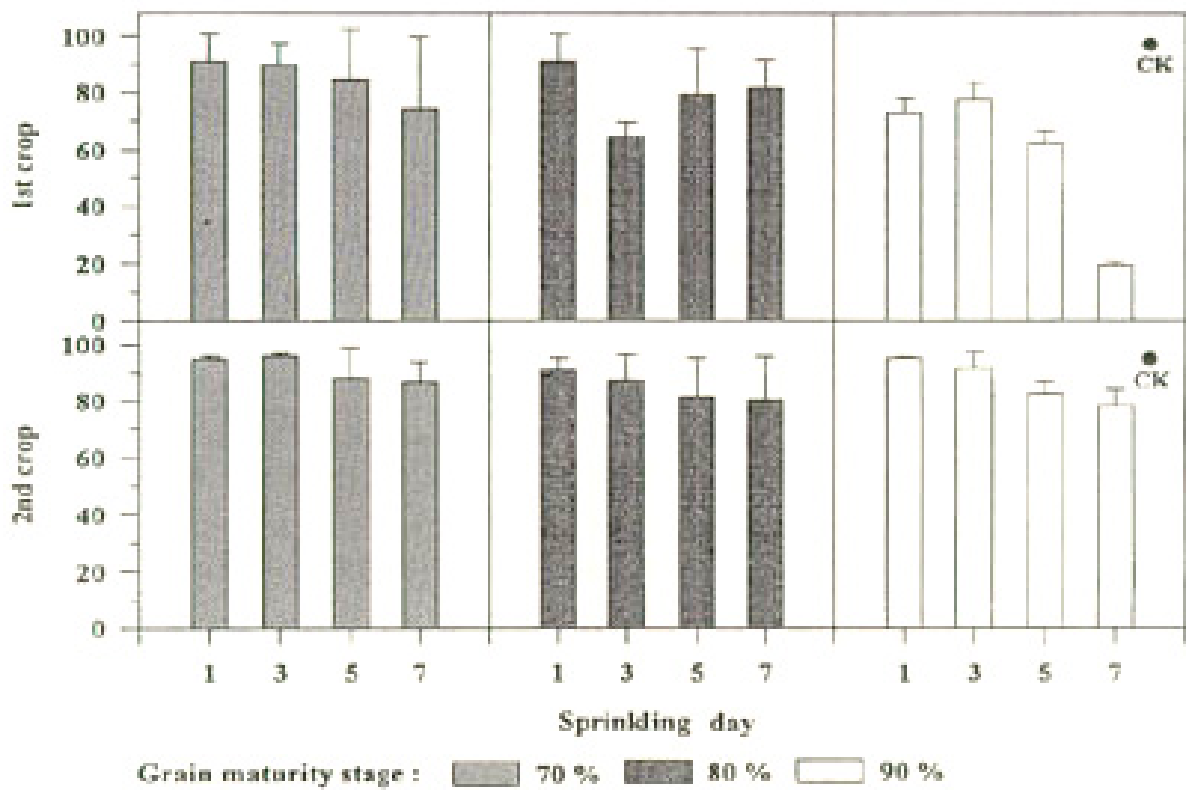
由圖七與圖八，可知台農67號因噴水處理所造成穗上發芽現象和台梗3號極為類似，此點由兩品種其對照之發芽勢與發芽率表現相近亦可看出。但兩品種亦有不同之處，即是台農67號在百分之七十稻穀成熟度時，對噴水處理造成穗上發芽現象不及台梗3號的敏感。

台梗2號在圖三與圖四之表現與其餘兩個梗稻品種相較，其對噴水處理較不敏感，即穗上發芽現象不及台梗3號與台農67號之嚴重，其在百分之九十稻穀轉黃時進行噴水處理五天後，才會近乎完全喪失發芽能力。無論發芽勢與發芽率，台梗2號在第一期作噴水處理一天後即明顯下降，第二期作則在噴水處理五天後始逐漸降低。



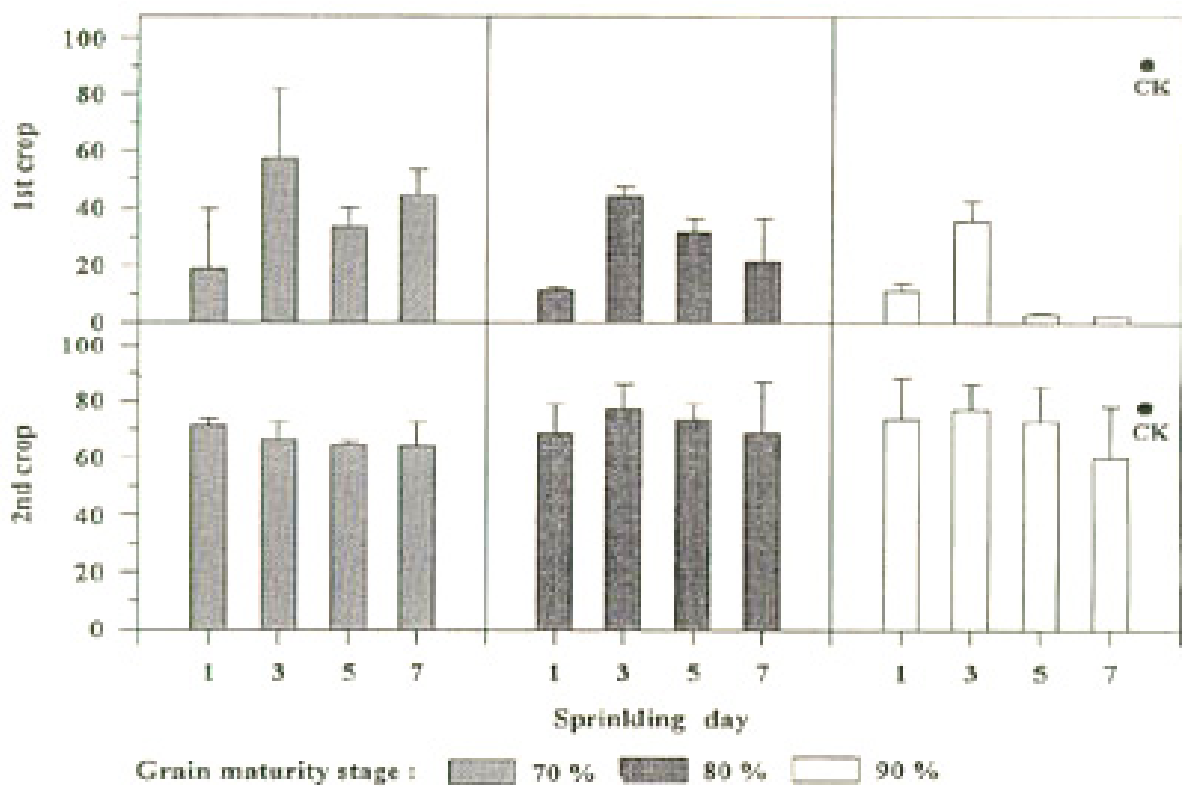
圖一、不同噴水處理下台中秈 10 號之發芽勢。

Fig. 1. Speed of germination (%) of TCS 10 under different sprinkling treatments.



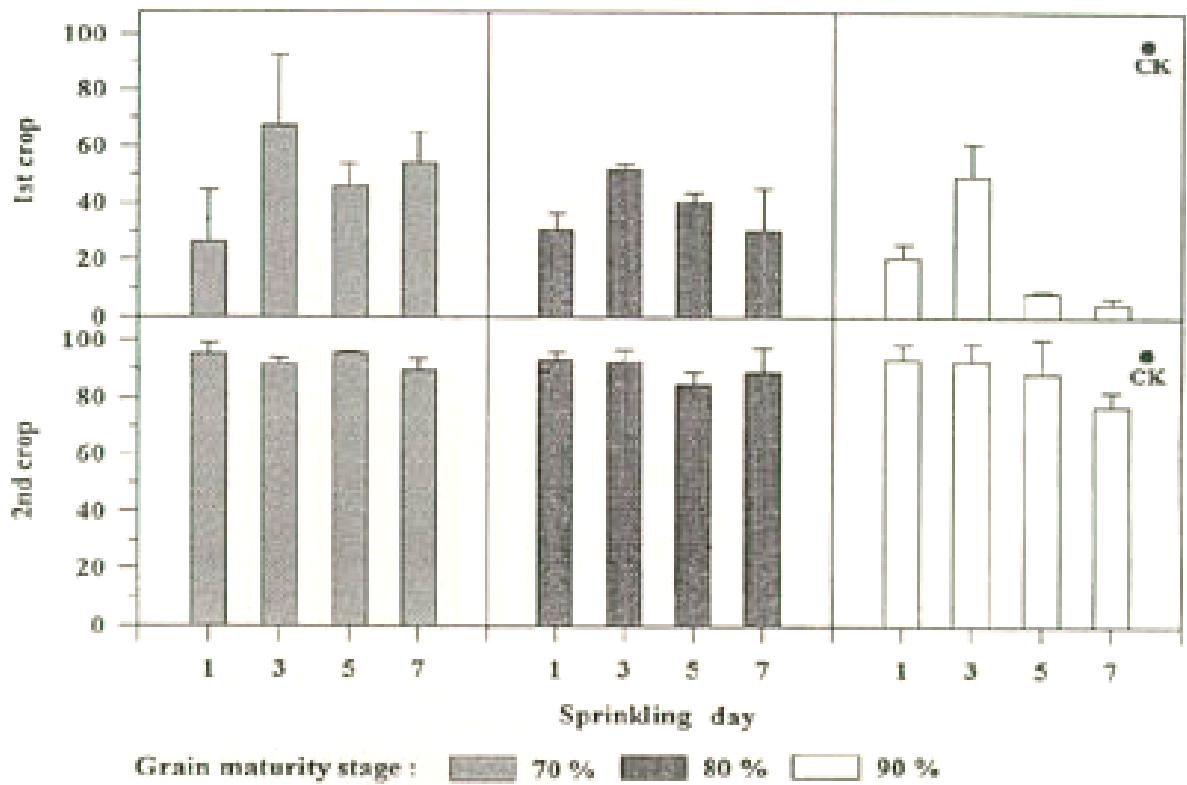
圖二、不同噴水處理下台中秈 10 號之發芽率。

Fig. 2. Percentage of germination of TCS 10 under different sprinkling treatments.



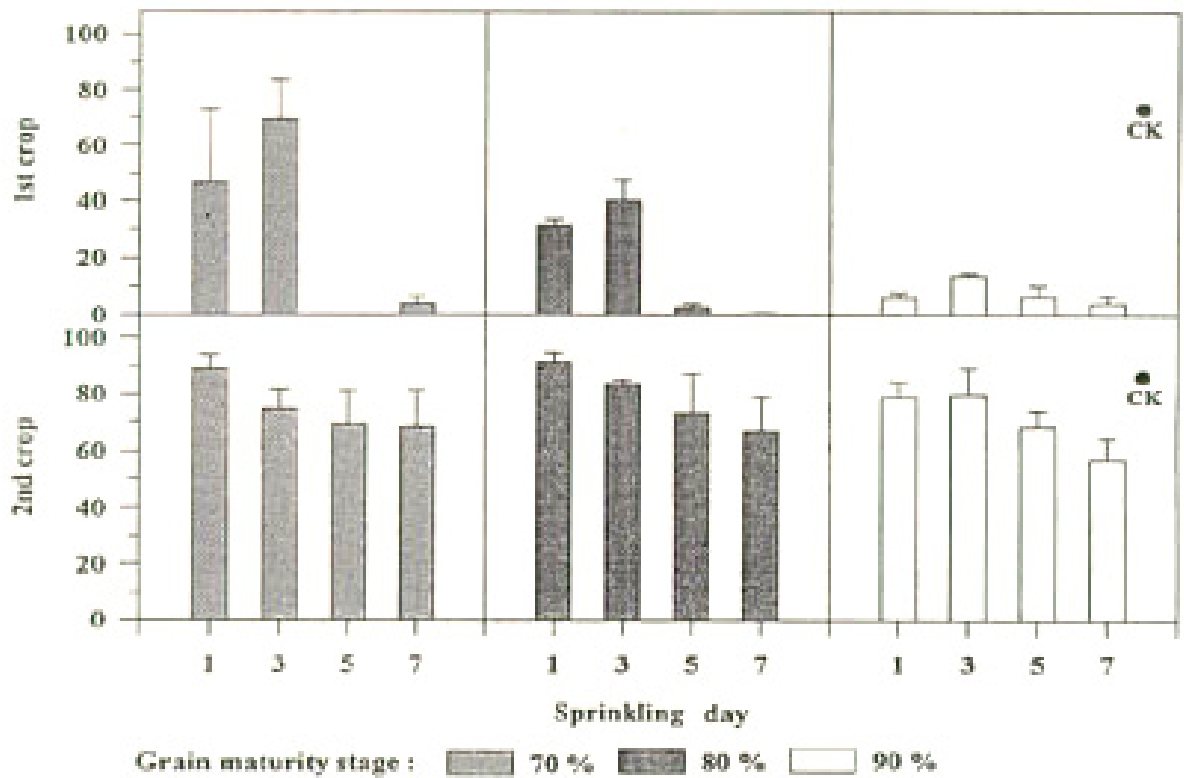
圖三、不同噴水處理下台粳 2 號之發芽勢。

Fig. 3. Speed of germination (%) of TK 2 under different sprinkling treatments.



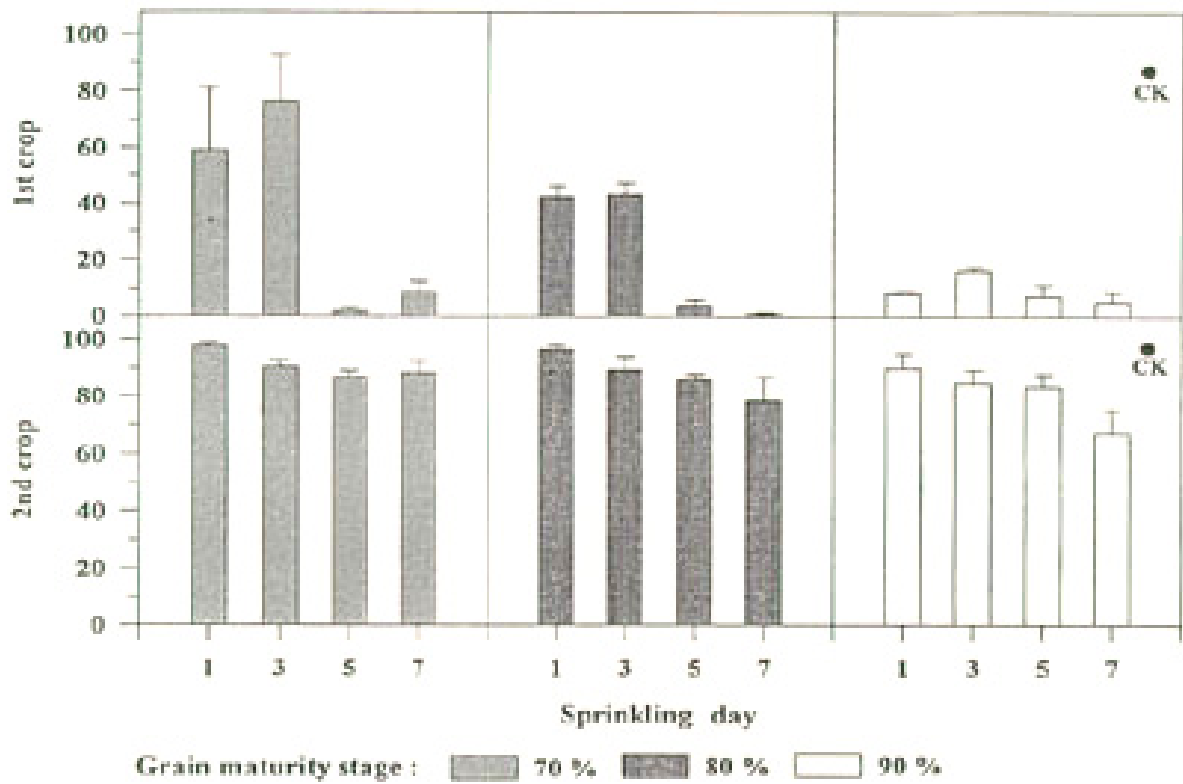
圖四、不同噴水處理下台梗 2 號之發芽率。

Fig. 4. Percentage of germination of TK 2 under different sprinkling treatments.



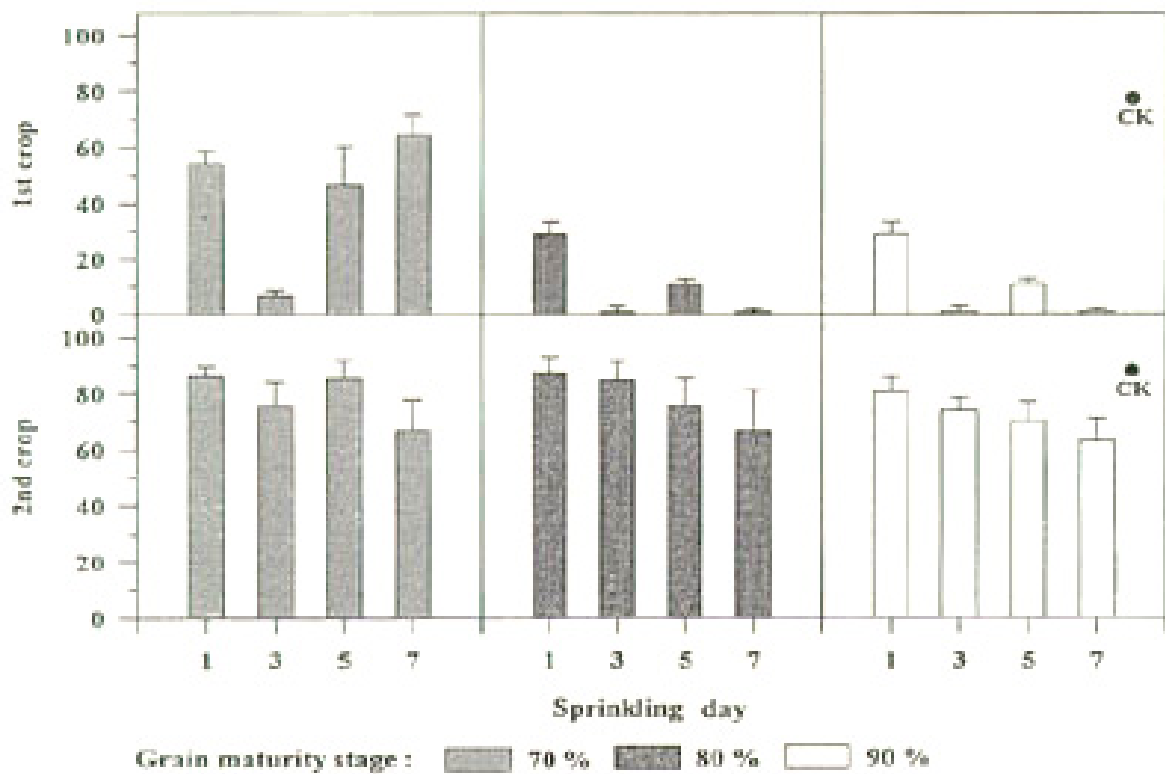
圖五、不同噴水處理下台梗 3 號之發芽勢。

Fig. 5. Speed of germination (%) of TK 3 under different sprinkling treatments.



圖六、不同噴水處理下台梗 3 號之發芽率。

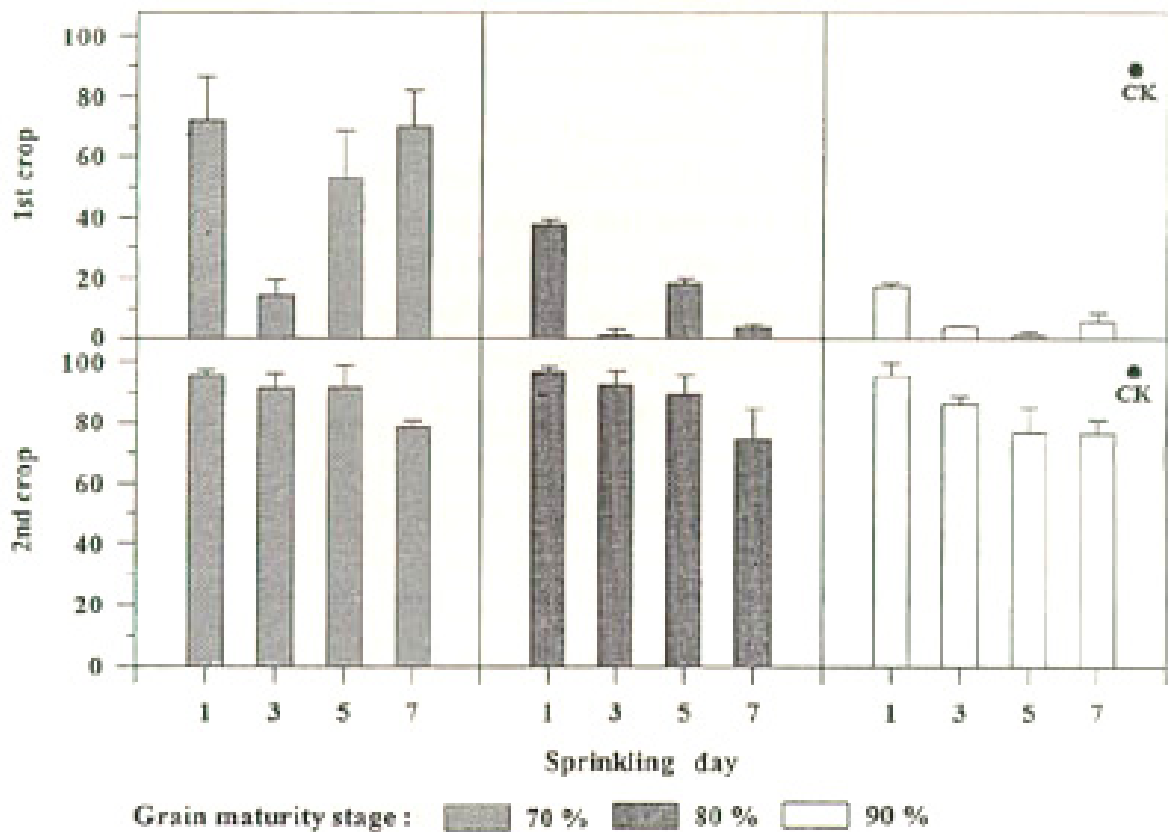
Fig. 6. Percentage of germination of TK3 under different sprinkling treatments.



圖七、不同噴水處理下台農 67 號之發芽勢。

Fig. 7. Speed of germination (%) of TN 67 under different sprinkling treatments.

實際的穗上發芽現象可能發生之時間絕大部分是在第一期作，但由本篇結果資料，會將第一期作穗上發芽嚴重程度予以高估。故若發生在實際天候時，大體推測，成熟前期應在連續下雨三天後，會開始導致穗上發芽，但成熟後期則提前為連續下雨兩天後。至於第二期作，實際可能發生之情況是在收穫期遇到颱風，但機率不高，推測為連續下雨五天後，會有穗上發芽現象發生，然而因颱風造成連續五天之下雨情況應不多見。此外，栽培之品種亦有影響，易穗上發芽品種會使穗上發芽時間提前或程度較嚴重，而秈稻品種則會使穗上發芽時間較延後或程度較輕微。



圖八、不同噴水處理下台農 67 號之發芽率。

Fig. 8. Percentage of germination of TN 67 under different sprinkling treatments.

## 誌 謝

本試驗承蒙農委會經費補助及本場何慶松先生、吳玉雲小姐及其他同仁鼎力協助，謹致誠摯謝忱。

## 參考文獻

1. 高景輝 1987a 種子發育與發芽之生理 植物生長與分化 p.213~273 國立編譯館 台北 台灣。
2. 高景輝 1987b 植物之休眠 植物生長與分化 p.365~400 國立編譯館 台北 台灣。
3. 劉英德 1988 種子萌發的條件 種子生理 p.88~95 五洲出版社 台北 台灣。

4. 中山包著 1960 發芽の外部條件(Ⅱ)溫度 發芽生理學 p.15~25 內田老鶴圃 東京 日本。
5. 手島寅雄 1954a 種子の成熟 栽培學-種子編 pp.36~69 養賢堂 東京 日本。
6. 手島寅雄 1954b 種子の發芽と水分との關係 栽培學-種子編 pp.71~87 養賢堂 東京 日本。
7. 佐々木多喜雄、山崎信弘 1971 水稻品種の低溫發芽性と初期生育との關係-第4報 苗立性との關係 日作紀 40:474~479。
8. Dick, J. W., D. E. Walsh and K. A. Gilles. 1974. The effect of field sprouting on the quality of durum wheat. *Cereal Chem.* 50:180-188.
9. Harris, R. H., G. S. Smith and L. D. Sibbitt. 1943. The effect of sprout damage on the quality of durum wheat, semolina, and macaroni. *Cereal Chem.* 20:333-345.
10. Soper, J. F., R. G. Cantrell and J. W. Dick 1989. Sprouting damage and kernel color relationships in durum wheat. *Crop Sci.* 29:895-898.
11. Upadhyay, M. P., C. F. Morris and G. M. Paulsen. 1988. Characterization of preharvest sprouting resistance in Clark Cream white winter wheat. *Euphytica* 38:85-92.

# Effect of Sprouting on Rice Quality<sup>1</sup>

## (I) Effect of Sprinkling Treatment on Sprouting of Rice Grain

Ai-Na Hsu and Juin-Erh Shou<sup>2</sup>

### ABSTRACT

This study was to evaluate the effect of sprouting due to continuous raining during grain maturity stage of rice grain. The experiment was simulated the raining conditions by artificial sprinkling in 1st crop and 2nd crop. The results indicated that speed of germination and percentage of germination of rice grain in 1st crop were reached very significant difference among varieties, among grain maturity stages, and among sprinkling days, and so were their interactions. Percentage of germination showed very significant difference among grain maturity stages and among sprinkling days in 2nd crop, so was the speed of germination among sparkling days. The significant interaction was occurred on speed of germination between variety and grain maturity stage, speed of germination between variety and sprinkling day. The same interaction results were also found on percentage of germination between variety and grain maturity stage. Only the variety showed significant difference in 1st crop as the treatment effect on characteristics of germination. It was indicated that the *indica* type had more resistance to sprouting than that of *japonica*. The levels of sprouting were increased as the increase of grain maturity stages and sprinkling days in two crop seasons.

**Key words:** rice, sprouting, speed of germination, percentage of germination.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0409 of Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Associate Agronomist and Assistant, Division of Crop Improvement, Taichung DAIS.