

# 節水栽培對水稻產量及品質之影響<sup>1</sup>

呂奇峰、羅正宗<sup>2</sup>

## 摘 要

呂奇峰、羅正宗。2014。節水栽培對水稻產量及品質之影響。臺南區農業改良場研究彙報 64：10-19。

本試驗主要探討不同節水灌溉模式對水稻臺南 11 號產量及品質之影響，並期望能建立臺南 11 號的節水栽培模式，以達節省水田灌溉水並維持稻作穩定生產及品質之目的。試驗結果顯示，2011 年第一期作節水模式一（灌溉 7 天停灌 3 天）較慣行灌溉處理約減產 8.4%，節水模式二（灌溉 10 天停灌 5 天）則減產最多（約 17.8%），兩節水模式減產的主要原因為顯著降低臺南 11 號每叢穗數。另外 2011 年第一期作之兩節水模式在白米味度值、糙米食味品質及外觀方面，均與慣行灌溉處理無顯著差異。2012 年第一期作進一步調整節水模式為乾濕交替式水稻栽培方式（Alternative wetting and drying rice cultivation），期望能增加水稻生育期間之有效分蘗數，以達增產及節省灌溉用水之功效。2012 年第一期作試驗結果顯示，兩節水模式對產量及產量構成因素均與慣行栽培無顯著差異。在米質方面，僅完整米率因節水灌溉而顯著降低外，其它如白米味度值、糙米外觀及食味品質也均無顯著差異。綜合以上試驗結果發現，2012 年節水模式二（水稻插秧存活後即進行節水灌溉，待土表下 5 cm 之土壤水分張力開始呈現負值時，行 2 cm 淺水灌溉，直到齊穗期後，再以土表下 15 cm 處之土壤水分張力達到 -20 kPa 為灌溉起始點之灌溉方式）最具穩定稻作生產及節省水田灌溉用水之試驗目標。

**關鍵字：**水稻、節水栽培、產量與品質

接受日期：2014 年 10 月 17 日

## 前 言

水稻是世界上重要糧食作物之一，也是臺灣最主要的糧食。水稻在臺灣的栽培面積十分廣闊，時常需要消耗鉅量灌溉用水。臺灣雖屬亞熱帶海島型氣候，年平均降雨量約 2,500 公厘左右。但因降雨時間分佈不均，形成了明顯的雨季（5～10 月）及早季（11～4 月）的分別，再加上近年來全球氣候變化異常、臺灣工商業發達以及水庫嚴重淤積等問題，使得在水資源的利用及調配上嚴重地壓縮到水田灌溉用水。因此如何適當節省水田灌溉水，並維持穩定稻作生產及品質的節水栽培方法，乃成為水資源利用上的重要議題。

臺灣地區現行的水稻栽培多採湛水栽培方式，在數個月的生育期間經常維持 3～6 cm 的

---

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 427 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場嘉義分場助理研究員、研究員兼嘉義分場分場長。

水深，常需要不斷的灌水以補充植株的蒸散及水田蒸發的損失。若將此套做法套用於全部栽培品種與氣候環境條件下，將耗費相當龐大的灌溉水量。然而水稻產量與稻作總用水量間，並非呈正比關係<sup>(8)</sup>，換言之，經常澆水栽培對水稻的產量並非絕對有益。

在水稻生長過程中，需要適當的水分才能獲得最佳的品質及產量，但也並非全生育期皆要處於澆水狀態，有些時期對水分並不敏感，例如分蘖盛期應進行斷水曬田工作，如此具有抑制生育後期無效分蘖產生、幫助後期養分吸收及避免倒伏等功用。但如果在水稻需水敏感時期發生水分供應不足，將會造成產量及品質上的損失，例如在營養生長期、孕穗期、開花期及穀粒充實期時發生缺水，皆會影響水稻的產量及品質，但各品種間的損害程度則有所不同<sup>(6,15,17,18)</sup>。然而缺水所造成的產量損失，主要是因為水稻缺水時期的差異，而影響不同產量構成因素所造成的，例如分蘖期影響每叢穗數、幼穗分化始期影響每穗粒數、減數分裂期及抽穗期影響千粒重及稔實率、成熟期影響千粒重及稻米品質等等<sup>(15)</sup>。在生理層面而言，水稻如果水分吸收不足，將會造成葉片水分潛勢、氣孔導度<sup>(13,14)</sup>及光合作用速率降低，使得光合產物減少<sup>(7,12)</sup>，進而影響稻穀產量與品質。

嘉南地區近年來常因第一期作缺水而造成大規模休耕情形發生，因此對國內糧食安全供應造成重大的影響。有鑑於此，本場即針對第一期作進行水稻節水栽培試驗，並以嘉南地區栽培最廣的水稻品種臺南 11 號作為參試品種，希望能瞭解臺南 11 號在節水栽培下對產量及品質的影響，期以此節水栽培技術能在有限水資源供應下，獲得穩定的稻作生產與品質。

## 材料與方法

### 一、試驗地點與材料

本試驗分別於 2011 年及 2012 年之第一期作在本場嘉義分場進行田間試驗。參試品種為臺南 11 號。

### 二、試驗設計與方法

兩年試驗皆採隨機完全區集設計 (RCBD)、二重複，行株距為 30 × 15 cm，每小區面積為 5 m × 5 m = 25 m<sup>2</sup>，共六小區。每區皆有塑膠布網室覆蓋，期望在試驗中能屏除雨水干擾，增加實驗準確性。

2011 年第一期作共進行三種處理組合，處理 1 為慣行灌溉處理，灌溉方式為依照一般慣行栽培方式提供灌溉水。處理 2、3 為節水灌溉處理，灌溉方式分別為水稻插秧存活後，進行供灌 7 天停灌 3 天 (100-1 water saving model 1) 及供灌 10 天停灌 5 天 (100-1 water saving model 2)，依此規律週而復始整個水稻生育期 (曬田時期停止灌溉)，直到水稻收穫前 1 週。

2012 年節水模式調整如下，處理 1 為慣行灌溉處理。處理 2 為節水模式一 (101-1 water saving model 1)，水稻插秧存活後進行節水灌溉，待土表下 5 cm 之土壤水分張力開始呈現負值時，即行 2 cm 淺水灌溉，如此反覆操作於整個水稻生育期 (除曬田時期外)，直到收穫前一週。處理 3 為節水模式二 (101-1 water saving model 2)，其節水方式依循節水模式一進行，直到齊穗期後，再以土表下 15 cm 處的土壤水分張力達到 -20 kPa 為灌溉起始點之灌溉方式供水，直到收穫前一週。

### 三、調查項目

在水稻收穫後調查株高、產量構成因素、單位面積產量與米質分析 (味度值及糙米

外觀)等資料。

(一)糙米食味值及蛋白質含量分析:採用 AN-800 型米質成份分析儀 (Kett)。

(二)白米味度值分析:採用 MA-30 型味度計 (TOYO)。

(三)糙米外觀分析:採用 RGQ110B 型米粒外觀判別器 (SATAKE)。

#### 四、統計分析

以上各項數據利用 SAS 9.1 軟體分析,經變方分析 (Analysis of Variance, ANOVA) 測驗處理間之顯著性,再以最小顯著差異性測驗 (LSD test) 進行處理間平均值的差異檢定。

## 結果與討論

### 一、2011 年第一期作

由 2011 年試驗結果顯示,兩節水灌溉模式均有顯著降低臺南 11 號株高的現象,並且各處理間均有顯著差異。其中株高以慣行處理最高 (97.6 cm),其次為灌溉 7 天停灌 3 天處理 (93.6 cm),以灌溉 10 天停灌 5 天處理最矮 (88 cm) (表 1)。

在產量構成因素方面發現,節水處理會造成臺南 11 號每叢穗數顯著降低,其中每叢穗數以慣行處理最多 (16.7 穗),其次為灌溉 7 天停灌 3 天 (15.3 穗),以灌溉 10 天停灌 5 天處理最少 (14.3 穗),各處理間均達顯著差異。而其他產量構成因素如每穗粒數、稔實率及千粒重則各處理間均無顯著差異 (表 1)。由此結果顯示,兩節水處理均會造成臺南 11 號株高及每叢穗數顯著減少的現象,此原因可能為本試驗之節水處理因缺水天數增加而阻礙水稻養份吸收,導致抑制有效分蘗數及株高的生長。然而並非各水稻品種在節水灌溉下表現均一致,根據丁等 (2009) 指出,第一期作臺梗 2 號的每叢穗數及每穗粒數會明顯受到節水處理的影響,而臺梗 9 號與臺東 30 號則以每叢穗數及稔實率的減少較為明顯<sup>(1)</sup>,所以不同水稻品種在相同的節水灌溉模式下對其產量構成因素的影響亦有不同<sup>(10,17,18)</sup>。

表 1. 2011 年第一期作不同節水處理對臺南 11 號農藝性狀、產量及乾物重之影響

Table 1. Variation on the agronomic, yield characteristics and dry matter weight of rice variety Tainan 11 under saving irrigation treatments in the 1st crop of 2011

Treatments	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Spikelet panicle (no.)	Fertility percentage (%)	1000 grain weight (g)	Top dry weight (g/plant)	Yield (kg/ha)
Normal irrigation	97.6a <sup>1</sup>	16.7a	75.9a	95.1a	27.9a	74.9a	6,828.8a
100-1 water saving model 1	93.6b	15.3b	78.7a	94.0a	28.5a	65.8b	6,252.7ab
100-1 water saving model 2	88.0c	14.3c	76.2a	96.0a	28.2a	56.0c	5,611.7b

<sup>1</sup> means in the same column followed by the same letter are not significantly different at  $\alpha = 0.05$  by LSD.

在產量方面發現，灌溉 10 天停灌 5 天的節水模式會顯著降低臺南 11 號稻穀產量（17.8%）。而灌溉 7 天停灌 3 天處理與慣行灌溉雖無顯著差異，但仍有降低的趨勢。由以上試驗結果得知，臺南 11 號稻穀產量降低的主要原因係為節水灌溉會顯著降低臺南 11 號每叢穗數所造成。

此外，試驗中也發現，兩節水灌溉模式均會造成地上部乾物重顯著減少的現象，其中以灌溉 10 天停灌 5 天之節水模式最為顯著。因此瞭解兩節水模式會因為缺水天數增加而影響地上部乾物重的表現（表 1）。然而缺水不僅會造成地上部乾物重的減少，也會使水稻根系的長度及密度受到抑制。根據 Thangaraj *et al.*（1990）指出，在水稻營養生長期間進行連續節水處理 19 天中發現，當土壤水分潛勢達到 -0.01 MPa 時，就會有抑制水稻根系生長的情形發生，當土壤水分潛勢介於 -0.3 ~ -0.5 MPa 時，抑制水稻根系生長的情形可達 75% 左右<sup>(19)</sup>。然而造成水稻生長受阻的原因係為水稻營養生長期間，大部份光合產物會轉移至幼葉、葉鞘及根部（sink），若在此時期遭遇缺水，便會造成葉片氣孔導度下降，影響光合產物合成與輸送，進而影響地上部及根系的生長<sup>(3)</sup>。

表 2. 2011 年第一期作不同節水處理對臺南 11 號糙米食味品質、白米味度值及糙米外觀之影響

Table 2. Variation on the chemical composition, palatability value and rice quality of rice variety Tainan 11 under saving irrigation treatments in the 1st crop of 2011

Treatments	Palatability value	Amylose (%)	Protein (%)	Taste value	Head kernels (%)	Immature kernels (%)	Damaged kernels (%)
Normal irrigation	67.2a <sup>1</sup>	18.6a	7.4a	51a	10.7a <sup>1</sup>	43.1a	10.2a
100-1 water saving model 1	65.0a	18.6a	7.9a	50a	10.1a	44.2a	10.4a
100-1 water saving model 2	66.0a	18.6a	7.7a	49a	9.9a	43.6a	9.9a

<sup>1</sup> means in the same column followed by the same letter are not significantly different at  $\alpha = 0.05$  by LSD.

稻米的品質表現主要為品種的遺傳特性所控制，但是環境因子也會影響米質的表現，換言之，同一品種在不同節水栽培環境下，所生產的米質也可能會有所差異。因此在本試驗中亦探討不同節水模式對臺南 11 號的糙米食味品質及白米味度值之影響，結果發現，兩節水模式對臺南 11 號的糙米品質、外觀、直鏈澱粉、蛋白質含量與白米味度值皆與慣行處理無顯著差異（表 2）。由此得知，兩節水模式對臺南 11 號第一期作的糙米食味品質、外觀及白米味度值的表現影響不大。李等（1993）指出，第一、二期作適度提高土壤水分張力，可明顯達到節省灌溉用水的目的，並對水稻之碾米品質、白米外觀、烹調及食用品質均不會有影響<sup>(4)</sup>。另外，在水分利用效率（Water-use efficiency; WUE）方面發現，兩節水模式的水分利用效率雖均無顯著差異，但皆有高於慣行處理的趨勢（表 3）。

表 3. 2011 年第一期作不同節水處理之水分利用效率 (WUE) 分析

Table 3. Variation on the water use efficiency of rice variety Tainan 11 under saving irrigation treatments in the 1st crop of 2011

Treatments	Water-use efficiency (WUE) (kg/m <sup>3</sup> )
Normal irrigation	0.4239a <sup>1</sup>
100-1 water saving model 1	0.4808a
100-1 water saving model 2	0.4841a

註：水分利用效率 (Water-use efficiency, WUE) = 作物經濟產量 / 生產此產量之用水量

<sup>1</sup> means in the same column followed by the same letter are not significantly different at  $\alpha = 0.05$  by LSD.

由 2011 年試驗結果顯示，兩節水模式均會造成臺南 11 號稻穀產量降低的現象，其主要原因為節水處理會顯著減少臺南 11 號每叢穗數所造成的。因此便將 2012 年第一期作節水模式一調整為水稻生育期以乾濕交替式水稻栽培方式灌溉<sup>(9)</sup> (Alternate wetting and drying rice cultivation)，期望能增加水稻分蘖時期的水分供應，進而促進水稻生育期間有效分蘖數的形成，而達到增加產量與節省水田灌溉用水之目的。

另外，也將節水模式二調整為水稻營養生長期間以乾濕交替式灌溉方式進行，直到水稻齊穗期後，再依循李等 (1993) 之節水模式，以土表下 15 cm 處之土壤水分張力達到 -20 kPa 為灌溉起始點之灌溉方式，希望能再節省齊穗期後的灌溉用水量，並期盼具有不影響水稻產量與品質之功效<sup>(4)</sup>。

## 二、2012 年第一期作

由 2012 年試驗結果顯示，兩節水模式對臺南 11 號的株高、產量構成因素 (每叢穗數、每穗粒數、稔實率及千粒重)、每公頃產量及地上部乾物重皆與慣行處理無顯著差異 (表 4)。由此得知，兩節水模式對臺南 11 號上述農藝性狀表現影響不大。若由兩節水處理模式互相比較則可發現，節水模式二 (水稻齊穗期後以土壤水分張力達 -20 kPa 為灌溉起始點)，並未造成穀粒產量顯著降低的現象發生。李與陳 (1997) 曾以臺中 189 號及臺中秈 10 號，在第一期作穀粒充實期間分別進行 0 MPa (湛水處理)，-0.02 MPa 及 -0.04 MPa 三個土壤水分張力等級做為灌溉起始點之節水試驗中發現，臺中 189 號之光合作用速率分別較湛水處理減少 16% (-0.02 MPa) 及 22.8% (-0.04 MPa)；臺中秈 10 號也分別較湛水處理減少 15.6% (-0.02 MPa) 及 16.2% (-0.04 MPa)<sup>(7)</sup>，並認為第一期作穀粒充實期間，可提高土壤水分張力至 -0.018 MPa (土壤下 15 cm)，對其稻穀產量不會有不利的影響<sup>(4)</sup>。Lu *et al.* (2000) 認為當水稻幼穗形成後，在土壤表面下 10 ~ 15 cm 深的土壤臨界水分潛勢可能為 -0.02 MPa，若過低則會影響水稻的生產<sup>(13)</sup>。另外根據李等 (1993) 以砂頁岩沖積土大里系土壤進行水稻齊穗後，以土表下 15 cm 之土壤水分張力達到 -0.02 MPa 為灌溉起始點之節水灌溉方式發現，土壤水分張力達到此灌溉起始點的平均天數約為 5 天左右<sup>(4)</sup>。因此認為在水稻灌排水管理方面，並非於齊穗期後應採用 5 ~ 10 cm 的深水灌溉至抽穗後第 18 天，如能以乾濕交替灌溉方式供水，可改善土壤通氣及避免第一期作水稻成熟期間，根系長期浸泡在高溫下之傷害，如此作法對水稻生產而言並非不利。

表 4. 2012 年第一期作不同節水處理對臺南 11 號農藝性狀、乾物重及產量之影響

Table 4. Variation on the agronomic, yield characteristics and dry matter weight of rice variety Tainan 11 under saving irrigation treatments in the 1st crop of 2012

Treatments	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Spikelet panicle (no.)	Fertility percentage (%)	1000 grain weight (g)	Top dry weight (g/plant)	Yield (kg/ha)
Normal irrigation	98.1a <sup>1</sup>	16.0a	70.4a	94.8a	27.6a	58.1a	6,156a
100-1 water saving model 1	97.9a	15.3a	71.0a	95.9a	27.5a	58.0a	5,475a
100-1 water saving model 2	96.7a	15.3a	71.6a	95.5a	27.0a	59.5a	5,466a

<sup>1</sup> means in the same column followed by the same letter are not significantly different at  $\alpha = 0.05$  by LSD.

在糙米食味品質方面，兩節水模式對臺南 11 號糙米的品質、直鏈澱粉、蛋白質含量及白米味度值，皆與慣行灌溉處理無顯著差異（表 5）。由此可知，2012 年兩節水模式不會影響臺南 11 號的糙米食味品質及白米味度值的表現。

表 5. 2012 年第一期作不同節水處理對臺南 11 號糙米食味品質、白米味度值及糙米外觀之影響

Table 5. Variation on the chemical composition, palatability value and rice quality of rice variety Tainan 11 under saving irrigation treatments in the 1st crop of 2012

Treatments	Palatability value	Amylose (%)	Protein (%)	Taste value	Head kernels (%)	Immature kernels (%)	Damaged kernels (%)
Normal irrigation	77.0a <sup>1</sup>	18.6a	5.6a	61.7a	33.5a	54.5a	1.6a
100-1 water saving model 1	75.5a	18.6a	5.8a	59.5a	29.1a	57.9a	1.5a
100-1 water saving model 2	75.5a	18.6a	5.9a	62.2a	21.4c	57.1a	2.1a

<sup>1</sup> means in the same column followed by the same letter are not significantly different at  $\alpha = 0.05$  by LSD.

在糙米外觀方面發現，完整米率以慣行灌溉模式最高，節水模式二最少，且各處理均達到顯著差異。反觀 2011 年第一期作糙米外觀分析結果顯示，各處理間並無顯著差異，但亦發現臺南 11 號之完整米粒仍有隨著節水天數增加而減少的趨勢。因此認為臺南 11 號之完整米粒可能會因節水灌溉而有降低的現象。丁等（2009）亦指出，臺梗 9 號於第一期作節水灌溉環境下，其完整米率會因減少灌溉而有降低的現象，而臺梗 2 號及臺東 30 號則降幅較小<sup>(1)</sup>。Cheng *et al.*（2003）研究指出，節水處理的方式對米質的

影響會因為水稻品種不同而有所差異<sup>(11)</sup>。另外，試驗中未熟粒偏高的原因可能與塑膠布網室內溫度較高有關，雖然塑膠布網室均會在早晨 8 點至下午 5 時期間打開，但網室內溫度仍有較一般田區高的現象。

由 2012 年節水試驗發現，兩節水模式的水分利用效率雖均與慣行灌溉處理無顯著差異，但皆有高於慣行處理的趨勢（表 6）。然而水稻節水栽培的目的是希望在有限的水源供應下，獲取最大的稻作生產效益，換言之，也就是期望以最少灌溉用水量來發揮水稻品種的穩定生產及品質的潛能。因此如何提升水稻品種的水分利用效率，亦是未來水稻節水栽培研究上的一大重要目標。

表 6. 2012 年第一期作不同節水處理之水分利用效率（WUE）分析

Table 6. Variation on the water use efficiency of rice variety Tainan 11 under saving irrigation treatments in the 1st crop of 2012

Treatments	Water-use efficiency (WUE) (kg/m <sup>3</sup> )
Normal irrigation	0.3849a <sup>1</sup>
100-1 water saving model 1	0.4795a
100-1 water saving model 2	0.5488a

註：水分利用效率（Water-use efficiency, WUE）= 作物經濟產量 / 生產此產量之用水量

<sup>1</sup> means in the same column followed by the same letter are not significantly different at  $\alpha = 0.05$  by LSD.

## 檢討與建議

綜合以上試驗結果得知，2011 年節水試驗發現，各節水處理均會顯著降低臺南 11 號每叢穗數及產量的表現。李與陳（1994）研究亦指出，在水稻營養生長期進行節水處理，會使得每叢穗數及產量顯著降低<sup>(5)</sup>。試驗中造成每叢穗數降低的原因係為形成有效分蘗所需的養分，必須經由水分輸送至積貯器官（sink），若在此時期缺水，即會影響養分的輸送，進而造成水稻每叢穗數減少，最終導致產量降低的現象發生。因此 2012 年節水模式調整為乾溼交替式節水灌溉方式，希望增加水稻分蘗時期水分供應，盼能有效促進穗數形成，進而提升產量。由 2012 年節水試驗結果發現，兩節水模式的每叢穗數及稻穀產量與慣行灌溉均無顯著差異，因此證實 2012 年兩節水模式確實具有明顯改善 2011 年節水模式之缺點。

另外，在 2012 年節水試驗中，節水模式二採取齊穗期後，提高土壤水分張力達到 -20 kPa 為灌溉起始點之灌溉方式，並未造成穀粒產量顯著降低，此原因可能是當水稻缺水使葉片光合作用減少時，水稻莖部及葉鞘於開花前所儲存的光合產物可提供作為穀粒充實的供源所致<sup>(3,16,20)</sup>，此現象在其他作物如麥類、玉米中亦有發現<sup>(3)</sup>。Yang *et al.*（2001）研究指出，穀粒充實期間以輕微缺水處理（-0.05 MPa），雖會抑制光合作用速率，但也會促進穀粒充實期縮短，並增加儲藏於莖桿與葉鞘中再分配之光合產物量，使得穀粒加速充實<sup>(20)</sup>。

就穀類種子而言，澱粉的合成主要來自穀粒充實期間光合作用所產生的碳水化合物，其次為開花前莖葉所儲存的碳水化合物。這些儲存性的碳水化合物在水稻幼穗分化後，分蘗、

新葉及根系生長逐漸減少時，會大量累積在莖桿及葉鞘內，待開花後轉移至穗內供給穀粒充實用<sup>(2)</sup>。這些蓄積於營養器官的碳水化合物主要具有供給部份穀粒充實以及在多變的氣候環境下，維持穀粒生長與減輕逆境對穀粒產量影響之功效。

在稻米品質方面，由兩年節水試驗結果顯示，各節水處理對臺南 11 號糙米外觀、食味品質及白米味度值的表現方面，除了節水處理可能會降低臺南 11 號的完整米粒率外，其餘大多無顯著影響。綜合以上試驗結果發現，2012 年乾溼交替式灌溉方式確實具有節省水田灌溉用水及穩定稻作生產之效益。

然而，進行乾溼交替式灌溉方式亦有幾點須加注意，例如栽培過程中為避免遭遇雜草問題時，可先行灌水一段時間，待有效抑制雜草後，再重新進行乾濕交替式灌溉。另外，乾溼交替式灌溉方式也可能會造成肥料流失的問題發生，特別是氮素在還原及氧化交替狀態下，以氣體或隨著灌溉水流失<sup>(9)</sup>。因此如何在水稻節水栽培的環境下，避免或減少氮素流失而獲得穩定稻作生產及品質的問題，亦值得深入探討。

## 引用文獻

1. 丁文彥、黃秋蘭、江瑞拱。2009。節水灌溉栽培模式對水稻與陸稻生育及產量之影響。臺東區農業改良場研究彙報 19：1-16。
2. 朱德民。1988。作物生產過程。國立中興大學教材。pp.165-220。
3. 朱德民。1993。植物與環境逆境。國立編譯館。pp.13-64。
4. 李健鋒、陳世雄、許愛娜、宋勳。1993。穀粒充實期土壤水分境況對水稻生育及米質之影響。臺中區農業改良場研究彙報 39：41-50。
5. 李健鋒、陳世雄。1994。營養生長期土壤水分境況對水稻生育之影響—對產量及產量構成要素之影響。臺中區農業改良場研究彙報 42：29-39。
6. 李健鋒、宋勳、陳世雄。1996。營養生長期提早斷水對水稻生育之影響。臺中區農業改良場研究彙報 50：1-9。
7. 李健鋒、陳世雄。1997。土壤水分境況對水稻生育之影響 II、水稻生理性狀與光合作用。臺中區農業改良場研究彙報 55：11-18。
8. 許宗民。1983。水稻耐旱性與節水灌溉之研究。國立臺灣大學農業工程研究所碩士論文。
9. 楊純明。2010。因應氣候變遷水資源短缺情境下之水稻田灌溉策略—論通氣式及乾濕交替式水稻栽培策略。作物、環境與生物資訊 7：212-220。
10. 賴明信、楊純明、郭益全。1998。土壤缺水對水稻與陸稻期作間生產之影響—生長與產量之差異。中華農業研究 47(2)：95-107。
11. Cheng, W., G. Zhang, G. Zhao, H. Yao and H. Xu. 2003. Variation in rice quality of different cultivars and grain positions as affected by water management. *Field Crops Res.* 80: 245-252.
12. Dingkuhn, M., S. K. De Datta, K. Dorffling and C. Javellana. 1989. Varietal differences in leaf water potential, leaf net CO<sub>2</sub> assimilation, conductivity and water use efficiency in upland rice. *Aust. J. Agric. Res.* 40: 1183-1192.
13. Lu, J., T. Ookawa and T. Hirasawa. 2000. The effects of irrigation regimes on the water use, dry matter production and physiological responses of paddy rice. *Plant Soil* 223: 207-216.



14. O'Toole, J. C. and Cruz R. T. 1980. Response of leaf water potential, stomatal resistance and leaf rolling to water stress. *Plant Physiol.* 65: 428-432.
15. Park, H. K., W. Y. Choi, S. Y. Kang, Y. D. Kim and W. Y. Choi. 1999. Effects of soil moisture stress at different growth stage on growth, yield and quality in rice. *Korean J. Crop Sci.* 44(2): 143-148.
16. Rahman, M. S. and S. Yoshida. 1985. Effect of water stress on grain filling in rice. *Soil Sci. Plant Nutr.* 31(4): 497-511.
17. Rahman, M. T., M. T. Islam and M. O. Islam. 2002. Effect of water stress at different growth stages on yield and yield contributing characters of transplanted aman rice. *Pak. J. Biol. Sci.* 5(2): 169-172.
18. Sarvestani, Z. T., H. Pirdashti, S. A. M. M. Sanavy and H. Balouchi. 2008. Study of water stress effects in different growth stages on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Pak. J. Biol. Sci.* 11(10): 1303-1309.
19. Thangaraj, M., J. C. O'Toole and S. K. Dedatta. 1990. Root response to water stress in rainfed lowland rice. *Expl. Agric.* 26: 297-302.
20. Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, Q. Zhu and W. Wang. 2001. Remobilization of carbon reserves in response to water-deficit during grain filling of rice. *Field Crops Res.* 71:47-55.

# Effects of Water-saving Irrigation Regime on Rice Production and Grain Quality<sup>1</sup>

Lu, C. F. and J. C. Lo<sup>2</sup>

## Abstract

This study aims to establish a cultivation model with water-saving irrigation regime (WSI) based on stable production and grain quality in rice (*Oryza sativa* L. cv. Tainan 11). The results showed that the yield from conventional cultivation is significant higher than either from WSI-I (irrigated 7d then drainage 3d) or WSI-II (irrigated 10d then drainage 5d) in 2011. Both yield of WSI-I and WSI-II are 8.4% lower and 17.8% lower than conventional cultivation main caused by less panicle numbers. However, the eating quality and grain appearance have no significant difference among three different cultivation models. In 2012, we modified the irrigation system to the alternative wetting and drying cultivation model to maintain active tiller numbers under water-saving regime. The WSI-III is provided 2 cm depth irrigation when tension meter reading underground 5 cm is negative and the WSI-IV is following the WSI-III until synchronized heading then re-supply water when tension meter reading underground 15 cm is -20 kPa. The results showed both yield and rice quality from WSI-III and WSI-IV have no significant difference than conventional cultivation except of less head rice ratio. In conclusion, we established a useful irrigation regime not only to save irrigation water but also to maintain rice production and grain quality in Taiwan.

**Key words:** Rice, Water-saving Irrigation, Yield and Quality

Accepted for publication: October 17, 2014

---

1. Contribution No.427 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Associate Researcher and Researcher & Head, Chiayi Branch Station, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA.