

## 不同生育時期之灌溉對文旦果實品質及產量之影響<sup>1</sup>

江國忠<sup>2</sup>

### 摘要

為探討於不同生育時期（春芽萌發期、開花期、果實肥大期和生育全期）之灌溉，對文旦果實品質及產量之影響，於八十五至八十七年度在花蓮地區文旦主要產地之壽豐鄉果園進行試驗。於每株距樹基 45 公分及 90 公分之 16 mm PVC 管各開一小孔進行滴灌，以水閥控制水量，當土壤水分張力達 0.6 bar 時，即行灌溉處理，每次以 60 ml/min 流量，間歇性方式灌水 8h/2 days。結果顯示，以開花期進行滴灌之處理效果最佳，其果實平均糖度為 11.4 oBrix，平均酸度為 0.46%，每株平均果汁量為 149 ml，每株平均產量為 53.7 kg，而以完全不灌溉之處理表現最差。由本試驗果實品質與產量綜合而論，在文旦開花期進行滴灌處理，為提昇文旦果實品質及增加單位產量的較佳土壤水分管理對策。

（關鍵字：生育時期、灌溉、文旦、果實品質、果實產量）

<sup>1</sup>花蓮區農業改良場研究報告第 161 號，本試驗部分經費承行政院農業委員會（計畫編號：85 科技-1.7-糧-18(1-4)，86 科技-1.7-15(1)，87 科技 1.1-糧-10(3)補助，謹此誌謝。

<sup>2</sup>作物環境課助理研究員。

### 前言

花蓮縣文旦種植面積為全省之冠，為花蓮地區最重要之經濟果樹（林與陳 1992；農林廳 1998）。土壤水分是文旦果樹栽培上的重要因子，控制得宜，植株生長良好，果實品質佳，產量亦會提高，而在本省有關文旦土壤水分管理方面的資料欠缺，且鮮有人研究之。本試驗的目的在考量經濟灌溉及施肥的前提下，於文旦之不同生育時期進行土壤水分管理，以探討土壤水分管理對果實品質及產量之影響，以供文旦栽培之參考。

近二十年來從事水分生理研究之學者，開始重新探討缺水逆境(water deficit stress) 對一般作物所造成的各種影響，如缺水所引起果樹生育受阻情形在不同的生育階段影響亦不同(Mitchell et al., 1984)。當缺水程度足以使葉片水分潛勢(leaf water potential) 低於某一臨界值時，氣孔即閉合以減少細胞過度失水，二氧化碳無法進入細胞內，光合作用受阻，此一臨界值，因作物而異，在柑橘則為-18 -30 大氣壓且隨葉齡的增加而增加。Levy 等人(1978)的葡萄柚長期灌溉之試驗結果顯示，40 天之灌溉期距，造成植株缺水而減緩樹冠之發育，降低果實之數量。Marsh (1973)以土壤水分張力為柑橘園之灌溉指標，作者指出最佳之起灌土壤水分張力在 30 cbar 左右，唯此值會因張力計埋設的深度而異。黃與連(1994)指出在柑橘果實發育期間之 30cm 深度的土壤水分張力在 10cbar 80 cbar 之間，而 60cm 深度之土壤水分張力在 10 cbar 40 cbar 之間時，果實平均周徑及糖度均高，顯示此一土壤水分張力範圍對果實生育頗為適宜。在文旦果實品質分析方面，以土壤水分張力 60 cbar 下之果實糖度最高為 11.2

oBrix，但果汁率最低僅為 34.1%，其次土壤水分張力 30 cbar 者，糖度為 9.7 oBrix，但果汁率最高為 43.3%，而土壤水分張力 10 cbar 者，糖度最低僅為 9.0 oBrix，但果汁率僅為 38.2%（陳 1999）。

## 材料與方法

一、試驗品種：麻豆文旦（*Citrus grandis* (L.) Osbeck）。

二、試驗設計：採用逢機完全區集設計，五處理，六重複，每處理 2 株，滴灌系統自水源以 20 mm PVC 管接至處理株，各處理株再以 16 mm PVC 管接至樹冠下，每株於距離樹基 45 cm、90 cm 處各開一小孔灌溉，以水閥控制水量，水量為 28.8 l/2days。

三、試驗處理：

氮、磷及鉀之用量按照作物施肥手冊（農林廳 1996）柑橘類者施用，氮肥每年每株施用硫酸銨 2.4 公斤，磷肥每年每株施用 1.7 公斤，鉀肥每年每株施用硫酸鉀 0.8 公斤；40% 氮肥、100% 磷肥及 30% 鉀肥於採收後至春芽萌發前環狀施用，40% 氮肥及 30% 鉀肥於開花至著果間撒施，20% 氮肥及 40% 鉀肥於果實發育期撒施。文旦之不同生育時期灌溉處理如下：

1. 對照區（不灌溉區）。
2. 春芽萌發期灌溉區（修剪後至始花期）。
3. 開花期灌溉區（始花期至幼果形成初期）。
4. 果實肥大期灌溉區。
5. 全期灌溉區，春芽萌發期、開花期、果實肥大期均灌溉。

四、土壤水分張力測定及灌溉方法：

在距離樹幹基部 60 cm 處，於 30、60 cm 深度埋設張力計以測定土壤水分張力；果樹生長各階段依各處理別，當土壤水分張力達 0.6 bar 時，即行灌溉處理，每次以 60 ml/min 流量，間歇性方式灌水 8h / 2days。

五、調查及測定項目：

植體樣品分析（氮—微量擴散法，磷—鉬黃法，鉀—焰光分析法，鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅—原子吸收光法，張 1981），果實園藝性狀及產量調查。

## 結果與討論

一、不同生育時期灌溉處理對文旦葉片營養要素含量之影響

在文旦果實肥大期，採取未結果枝條之葉片分析其營養要素含量如表一至表三所示，葉片氮含量在三個年度中均以完全不灌溉區之處理者最高，三個年度分別為 2.59、3.39 及 2.78%，而 85 年度與 87 年度以在果實肥大期進行滴灌處理者之 2.46 與 2.26%、86 年度則以全期進行滴灌處理者之 2.21% 為最低，但各處理葉片之氮含量均適宜或高於本省現行文旦營養診斷標準之適中濃度 2.2—2.5% 範圍(Chang et al., 1994)。葉片之磷含量，85 年度以在春芽萌

發期進行滴灌處理者之 0.21%最高，而 86 年度與 87 年度則均以全期進行滴灌處理者之 0.17 與 0.26%為最高，而 85 年度以全期進行滴灌處理者之 0.12%、86 年度與 87 年度以在果實肥大期進行滴灌處理者之 0.14 與 0.18%為最低，但各處理葉片之磷含量均適宜或高於本省現行文旦營養診斷標準之適中濃度 0.12—0.18%範圍 (Chang et al., 1994)。葉片之鉀含量，三個年度均以全期進行滴灌處理者最高，分別為 0.78、3.02 及 1.51%，而三個年度均以在開花期進行滴灌處理者最低，分別為 0.72、1.32 及 1.15%，一般而言，各處理葉片之鉀含量幾乎高於或低於本省現行文旦營養診斷標準之適中濃度 1.4—1.7%範圍(Chang et al., 1994)，惟植株均未發現有缺鉀之徵狀。葉片之鈣含量，三個年度各處理均高於本省現行文旦營養診斷標準之適中濃度 (Ca : 2.5—4.5%) 範圍 (Chang et al., 1994)。葉片之鎂含量，三個年度各處理幾乎適宜或高於本省現行文旦營養診斷標準之適中濃度 (Mg : 0.26—0.5%) 範圍(Chang et al., 1994)。葉片之鐵及錳含量，三個年度各處理均適宜本省現行文旦營養診斷標準之適中濃度 (Fe:60—120 mg/kg, Mn: 25—200 mg/kg) 範圍 (Chang et al., 1994)。葉片之銅及鋅含量，三個年度各處理均低於本省現行文旦營養診斷標準之適中濃度 (Cu : 5—16mg/kg, Zn:25—100 mg/kg) 範圍 (Chang et al., 1994)，惟植株均未發現有缺銅或缺鋅之徵狀。

表一、85 年度各處理對文旦葉片營養元素含量之影響

Table 1. The leaf nutrient contents of wentan pomelo with different treatments in 1996.

Treatment *	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	------(%)-----					------(mg/kg)-----			
	2.59	0.20	0.73	4.15	0.36	89	59	3.9	18
	2.56	0.21	0.75	4.79	0.39	91	37	3.8	16
	2.58	0.18	0.72	4.63	0.40	80	39	3.5	12
	2.46	0.13	0.75	4.86	0.47	94	38	4.2	11
	2.48	0.12	0.78	4.32	0.40	79	39	4.6	13

\* . No irrigation.

. Irrigation during spring sprout flushing.

. Irrigation during flowering.

. Irrigation during fruit development and maturing.

. Irrigation all the year.

表二、86 年度各處理對文旦葉片營養元素含量之影響

Table 2. The leaf nutrient contents of wentan pomelo with different treatments in 1997.

Treatment *	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	------(%)-----					------(mg/kg)-----			
	3.39	0.15	2.66	4.64	0.72	89	62	4.3	19

	2.76	0.16	2.76	5.65	0.62	79	45	3.5	15
	2.34	0.14	1.32	6.72	0.75	100	38	4.5	13
	3.18	0.14	2.94	6.46	0.62	99	54	3.0	14
	2.21	0.17	3.02	5.77	0.52	74	45	2.9	12

- \* . No irrigation.  
. Irrigation during spring sprout flushing.  
. Irrigation during flowering.  
. Irrigation during fruit development and maturing.  
. Irrigation all the year.

表三、87 年度各處理對文旦葉片營養元素含量之影響

Table 3. The leaf nutrient contents of wentan pomelo with different treatments in 1998.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
*	------(%)-----					------(mg/kg)-----			
	2.78	0.20	1.30	3.29	0.30	80	33	2.5	10
	2.66	0.23	1.22	3.64	0.31	80	43	1.5	9
	2.33	0.25	1.15	2.87	0.28	80	52	2.7	12
	2.26	0.18	1.17	3.47	0.25	88	84	2.0	16
	2.45	0.26	1.51	3.98	0.22	60	38	1.8	8

- \* . No irrigation.  
. Irrigation during spring sprout flushing.  
. Irrigation during flowering.  
. Irrigation during fruit development and maturing.  
. Irrigation all the year.

## 二、不同生育時期灌溉處理對文旦果實品質之影響

在文旦收穫時採樣、調查及分析果實品質，每株採取四粒文旦進行調查分析結果如表四至表六所示，果實果汁量在三個年度中均以在開花期進行滴灌處理者最高，雖均與完全不灌溉區處理間之差異達 5%之顯著水準，但與其他三個處理間之差異並不顯著。果實之糖度，三個年度均以在開花期進行滴灌處理者最高，唯在八十五年度時該處理與其他四個處理間差異並不顯著，而在 86 年度及 87 年度則與完全不灌溉及全期灌溉之處理的糖度之差異達 5%之顯著水準。果實之酸度，三個年度均以完全不灌溉區處理者最高，而其他處理間之差異並不顯著。果實之維生素 C 含量，三個年度均以在開花期進行滴灌處理者最高，而以完全不灌溉之處理的含量最低，且兩處理間之差異達 5 % 顯著水準。果實之果皮厚度，則不因處理之不同而有所差異。

表四、85 年度各處理對文旦果實品質之影響

Table 4. Comparison of fruit quality of wentan pomelo with different treatments in 1996.

Treatment **	Peel thickness (cm)	Fruit juice (ml)	Sugar content (°Brix)	Acidity ( % )	Vit. C (mg/kg)
	1.3 <sup>a*</sup>	109 <sup>b*</sup>	11.8 <sup>a*</sup>	0.54 <sup>a*</sup>	3.38 <sup>b*</sup>
	1.3 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>	12.1 <sup>a</sup>	0.51 <sup>b</sup>	3.83 <sup>a</sup>
	1.2 <sup>a</sup>	122 <sup>a</sup>	12.2 <sup>a</sup>	0.50 <sup>b</sup>	3.85 <sup>a</sup>
	1.3 <sup>a</sup>	115 <sup>ab</sup>	12.0 <sup>a</sup>	0.52 <sup>ab</sup>	3.57 <sup>ab</sup>
	1.3 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>	12.0 <sup>a</sup>	0.52 <sup>ab</sup>	3.50 <sup>ab</sup>

\* means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

\*\* . No irrigation.

. Irrigation during spring sprout flushing.

. Irrigation during flowering.

. Irrigation during fruit development and maturing.

. Irrigation all the year.

表五、86 年度各處理對文旦果實品質之影響

Table 5. Comparison of fruit quality of wentan pomelo with different treatments in 1997.

Treatment **	Peel thickness (cm)	Fruit juice (ml)	Sugar content (°Brix)	Acidity ( % )	Vit. C (mg/kg)
	1.3 <sup>a*</sup>	132 <sup>b*</sup>	9.2 <sup>b*</sup>	0.52 <sup>a*</sup>	3.06 <sup>b*</sup>
	1.2 <sup>a</sup>	152 <sup>a</sup>	10.4 <sup>ab</sup>	0.48 <sup>b</sup>	3.42 <sup>a</sup>
	1.2 <sup>a</sup>	156 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	0.46 <sup>b</sup>	3.50 <sup>a</sup>
	1.3 <sup>a</sup>	141 <sup>ab</sup>	10.0 <sup>ab</sup>	0.49 <sup>ab</sup>	3.28 <sup>ab</sup>
	1.3 <sup>a</sup>	146 <sup>ab</sup>	9.6 <sup>b</sup>	0.52 <sup>ab</sup>	3.19 <sup>ab</sup>

\*means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

\*\* . No irrigation.

. Irrigation during spring sprout flushing.

. Irrigation during flowering.

. Irrigation during fruit development and maturing.

. Irrigation all the year.

表六、87 年度各處理對文旦果實品質之影響

Table 6. Comparison of fruit quality of wentan pomelo with different treatments in 1998.

Treatment **	Peel thickness	Fruit juice	Sugar content	Acidity	Vit. C
--------------	----------------	-------------	---------------	---------	--------

	(cm)	(ml)	(°Brix)	( % )	(mg/kg)
	1.3 <sup>a*</sup>	140 <sup>b*</sup>	10.0 <sup>b*</sup>	0.45 <sup>a*</sup>	3.17 <sup>b*</sup>
	1.2 <sup>a</sup>	162 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	3.48 <sup>ab</sup>
	1.2 <sup>a</sup>	168 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>
	1.2 <sup>a</sup>	146 <sup>ab</sup>	10.8 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	3.30 <sup>ab</sup>
	1.3 <sup>a</sup>	153 <sup>ab</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.45 <sup>a</sup>	3.25 <sup>b</sup>

\*means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

\*\* . No irrigation.

. Irrigation during spring sprout flushing.

. Irrigation during flowering.

. Irrigation during fruit development and maturing.

. Irrigation all the year.

### 三、不同生育時期灌溉處理對文旦果實產量之影響

在文旦收穫時採樣與調查果實之果重、果肉重及產量，調查結果如表七至表九所示，單果重在三個年度中均以全期進行滴灌處理者最高，而以開花期之滴灌處理者最低，唯在春芽萌發期、開花期或果實肥大期進行滴灌處理，三者之單果重之差異並不顯著。果實之果肉重，三個年度均以在開花期進行滴灌處理者最高，而以完全不灌溉處理者最低，唯全期灌溉和完全不灌溉處理之果肉重的差異並不顯著。果實之產量，三個年度均以在開花期進行滴灌處理者最高，雖均與完全不灌溉區處理間之差異達 5% 之顯著水準，但均與其他三個處理間之差異不顯著。

表七、85 年度各處理對文旦果實產量之影響

Table 7. Comparison of fruit yield of wentan pomelo with different treatments in 1996.

Treatment **	Fruit weight (g)	Pulp weight (g)	Yield (kg/pt.)
	624 <sup>a*</sup>	367 <sup>b*</sup>	43.5 <sup>b*</sup>
	593 <sup>ab</sup>	388 <sup>a</sup>	46.7 <sup>a</sup>
	582 <sup>b</sup>	391 <sup>a</sup>	47.0 <sup>a</sup>
	613 <sup>ab</sup>	375 <sup>ab</sup>	45.5 <sup>ab</sup>
	627 <sup>a</sup>	370 <sup>b</sup>	45.1 <sup>ab</sup>

\*means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

\*\* . No irrigation.

. Irrigation during spring sprout flushing.

. Irrigation during flowering.

. Irrigation during fruit development and maturing.

. Irrigation all the year.

#### 八、86 年度各處理對文旦果實產量之影響

Table 8. Comparison of fruit yield of wentan pomelo with different treatments in 1997.

Treatment **	Fruit weight (g)	Pulp weight (g)	Yield (kg/pt.)
	625 <sup>a*</sup>	368 <sup>b*</sup>	51.8 <sup>b*</sup>
	598 <sup>ab</sup>	390 <sup>a</sup>	54.7 <sup>ab</sup>
	587 <sup>b</sup>	392 <sup>a</sup>	56.5 <sup>a</sup>
	610 <sup>ab</sup>	377 <sup>ab</sup>	53.6 <sup>ab</sup>
	629 <sup>a</sup>	372 <sup>b</sup>	53.2 <sup>ab</sup>

\*means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

\*\* . No irrigation.

. Irrigation during spring sprout flushing.

. Irrigation during flowering.

. Irrigation during fruit development and maturing.

. Irrigation all the year.

#### 表九、87 年度各處理對文旦果實產量之影響

Table 9. Comparison of fruit yield of wentan pomelo with different treatments in 1998.

Treatment **	Fruit weight (g)	Pulp weight (g)	Yield (kg/pt.)
	581 <sup>a*</sup>	360 <sup>b*</sup>	52.8 <sup>b*</sup>
	570 <sup>b</sup>	384 <sup>a</sup>	55.9 <sup>ab</sup>
	566 <sup>b</sup>	386 <sup>a</sup>	57.6 <sup>a</sup>
	571 <sup>b</sup>	380 <sup>a</sup>	55.4 <sup>ab</sup>
	585 <sup>a</sup>	372 <sup>ab</sup>	53.8 <sup>ab</sup>

\*means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

\*\* . No irrigation.

. Irrigation during spring sprout flushing.

. Irrigation during flowering.

. Irrigation during fruit development and maturing.

. Irrigation all the year.

### 結論

從本試驗之文旦園藝性狀及產量調查數據顯示，一般而言在開花期進行滴灌處理，即文旦開花期土壤水分張力達 0.6 bar 時，即行灌溉處理，每次以 60 ml/min 流量，間歇性方式灌



水 8 h/2days，增加果實之果肉重及果汁、糖度、維生素 C 之含量之效果較佳，並可提高單位產量，故可做為改進文旦果實品質及提高產量的土壤水分管理對策之參考依據。

### 誌謝

本試驗報告承蒙國立中興大學土壤環境科學系陳教授仁炫博士審查斧正，特誌謝忱。

### 參考文獻

- 1.方英傑、王傳釗、陳正義 1982 台糖公司自營農場土壤肥力測定及其應用 台灣糖業研究所技術專刊 TB (32): 1 76。
- 2.林慶喜、陳任芳 1992 花蓮地區文旦常見營養障害、生理異常及病蟲害圖鑑 p.2 16 花蓮區農業改良場。
- 3.黃維廷、連 深 1994 不同生育時期灌溉處理對椪柑、樹體營養及果實收量與品質之影響研究 台灣省政府農林廳農業試驗報告。
- 4.連深、張淑賢、黃維廷、吳婉麗 1989 柑橘營養診斷之基礎及應用之現況 果園作物營養診斷 應用研習會專輯 p.1 26 台灣省農業試驗所、中華土壤肥料學會。
- 5.陳溪潭 1999 土壤水分含量對麻豆文旦植株落葉、開花及果實品質之影響 文旦產銷經營研討會專刊 p.59 70 花蓮區農業改良場。
- 6.張淑賢 1981 本省現行植物分析法 作物需肥診斷技術 p.53 58 台灣省農業試驗所特刊第 13 號 台灣省農業試驗所。
- 7.郭魁士 1990 土壤學 p.127 385 中國書局。
- 8.農林廳 1996 作物施肥手冊 p.68 72 行政院農業委員會、台灣省政府農林廳。
- 9.農林廳 1998 台灣農業年報 p.106 107 台灣省政府印刷廠。
- 10.Chang, S.S., W.T. Huang, S. Lian, A.H. Chang and W.L. Wu. 1994. Research on leaf diagnosis criteria and its application on leaf diagnosis criteria and its application on the fertilization recommendation for citrus orchards in Taiwan. p.1-1 1-19. In "Proceedings of the International Workshop on Leaf Diagnosis and Soil Testing as a Guide to Crop Fertilization", Sep. 12 17, 1994, Taiwan.
- 11.Levy, Y., H. Biellorei, and J. Shalhevet. 1978. Long-term effects of different irrigation regimes on grapefruit tree development and yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 680 683.
- 12.Marsh. A.W. 1973. Irrigation. In W. Reuther (Edi.) "The Citrus Industry" Vol.3, p.230 279, University of California.
- 13.Mitchell, P.D., P.H. Jerie, and D.J. Chalmers. 1984. The effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth, and yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 604 606.