

坡地柑桔園土壤水分及營養管理技術改進¹

黃和炎 呂俊堅²

摘 要

黃和炎、呂俊堅·1991·坡地柑桔園土壤水分及營養管理技術改進。台南區農業改良場研究彙報 27:17~24。

據調查南部坡地果園，一般土壤有機質含量極端缺乏（0.7~1.5%），土壤呈強酸性反應（pH4.0~5.2），缺少灌溉設施，水土保持不盡理想，導致表土容易流失。新化分場之土壤甚具代表性，因而選擇一公頃五年生柳橙園進行試驗，經二年結果摘述如下：(一)、省產滴灌器材每公頃設施費用在60,000元左右，尙可被果農接受，惟滴頭缺點尙多，如容易阻塞及流量不均勻等，須再改善。(二)、滴水表面滲透半徑約10~15公分，而呈90度之扇狀向下分佈，深達1公尺，達到根系之吸收範圍。(三)、在乾旱期每棵果樹每次滴灌60~80公升/10小時，維持在-0.3~-0.5bar以內，其滴灌期距約7~20天。(四)、台肥之液體肥料滴施濃度宜稀釋 300倍，較人工施用固體肥料（穴施或條施），可節省人工費用約3,000元/公頃/次。(五)、施用有機肥料30公斤/棵/年，土壤有機質含量顯著增加，而施用2公斤石灰石粉，半年內維持較高之土壤反應，而後漸次恢復。(六)、灌溉區之果樹生長速度其樹幹直徑較無灌溉區第一年無顯著差異，第二年增加11.3%，單粒果實重量增加14%，糖份增加0.7Brix。酸度略降。

關鍵詞：坡地果園、土壤水分、營養管理。

接受日期：1991年5月23日。

前 言

本省雖屬多雨地區，但雨量分佈過於集中，尤其南部每年10~3月為乾旱季節，佔全年降雨量之10.6%(150mm)，而4~9月佔89.4%⁽¹⁾，且大部份集中在7~9月，所以在坡地上甚難有效利用，豪雨時更造成土壤沖刷，土壤肥力變劣，並易造成下游污染、所以坡地的經營管理，首需做好的水土保持工作，使水土流失減少到最低限度，保持良好的生長環境。

本省坡地面積97萬4千公頃，約佔全省總面積27%⁽⁸⁾，而多數果樹都生長在坡地上，可見坡地在果樹產業的重要性。南部地區的坡地土壤有機質、磷、鈣、鎂含量普遍低，pH值多數在6.0以下⁽³⁾，又多數果園缺少灌溉設施，在這種惡劣環境下的柑桔果園，其樹齡難以維持長久，果實產量不高，品質不佳，生產者甚難有利可圖；尤其目前經貿已國際自由化，水果進口將漸次開放，所以

1.台南區農業改良場研究報告第193號。本計畫承行政院農委會78農-9.3-林-26(1)M，79農建-9.3林-53(2B) 經費補助。謹此致謝。

2.台南區農業改良場副研究員兼新化分場主任、助理。台灣省台南縣新化鎮712，口埤18號。

果農惟有生產高級品，方能與進口貨抗衡。且國人的消費習慣亦漸趨於高水準，低級產品將被淘汰。本試驗選在新化分場的坡地柑桔園，針對坡地的缺點加以改善進行試驗，但果樹為長期作物，難能立竿見效，經二年的結果獲有若干結論，茲將試驗經過與結果敘述如下，以供參考。

材料與方法

一、試驗材料及環境

供試作物：5年生柳橙。滴灌器材：PE及PVC管路、滴嘴、水質過濾器、流量表、壓力表、水分張力計、蓄水池一座（20公噸）。肥料及土壤改良劑：石灰質材、有機肥、化肥及液肥。試區坡度：8~12度，並已做好水土保持設施。試驗地點：台南農業改良場新化分場。

二、試驗方法

1.將一公頃柳橙園垂直分作2組各0.5公頃，一組行明管滴灌，另一組行暗管滴灌（埋入地下30公分，但第二年改為明管），每條灌溉管長度以不超過100公尺為限，以減少尾端因水壓不足所發生的誤差。每棵果樹裝設兩個濾嘴、蓄水池建在山坡上，依地形自然落差所產生的壓力進行滴灌（圖3）。區分明暗管之目的，據器材生產者表示，明管滴嘴易結薄膜而阻塞，暗管因無光照且土壤保持濕潤狀態可減輕阻塞情形。水分張力計離滴嘴20、40、60、80公分各埋設1支，其深度也分為20、40、60、80公分，以測定土壤水分含量及分布情形，並指示灌溉時期。在開花期及幼果期在 -0.3Bar 時行滴灌，其他時期定在 $-0.5\sim-1.0\text{Bar}$ 。

2.全試區於1987年10月底設施完成，11月間於果實採收後開始處理，至1990年6月為期2年6個月。每年11月間條施有機肥30公斤/棵（其成份為水分47.4%，有機質56.6%，全氮1.68%， P_2O_5 2.48%， K_2O 0.28%， CaO 14.93%， MgO 3.15%， pH 8.7）及石灰石粉2公斤。化學肥料1~3月施台肥液體肥料1號（12~6~6），其三要素用量120：80：80公克/棵，5~8月採用5號液肥（4.5~9~9）用量120：240：240公克/棵，合計年施三要素量為280：320：320公克/棵，液肥稀釋約300倍隨水滴施。

3.試驗處理

(1)滴灌，每棵柳橙年施有機肥30公斤，液肥三要素280：320：320公克/棵，石灰石粉2公斤。

(2)滴灌，綜合有機肥30公斤/棵，液肥三要素280：320：320公克/棵。

(3)滴灌，液肥三要素280：320：320公克/棵。

(4)對照，固肥三要素320：350：350公克/棵。對照區不施有機肥，因此多施化肥補足。

4.調查項目

(1)土壤肥力：pH、有機質、 P_2O_5 、 K_2O ，於每年12月（基肥前），及6月取綜合樣品（20點混合），重複2次。分析方法：pH 1：1玻璃電極法，有機質比色法，鉀用Mehlich's法，磷用Bray's第一法。

(2)葉片養分於幼果期採取成熟而未老化葉片，每棵果樹採20片，10棵混合為一個綜合樣品，分析方法：分解植體樣品，N用楮氏法，P用分光光度計比色法，K用火焰光度計，其餘元素用原子吸光儀分析。

(3)植株生育情形：樹幹直徑，每處理固定4棵平均值。

結果與討論

一、營養管理

(一)土壤經施肥管理後之肥力變異情形

本試驗在1987年11月下旬開始處理，以不處理為對照，處理區每棵果樹每年12月上旬施用有機肥30公斤及石灰石粉2公斤，1~8月滴施三要素液肥280：320：320公克，經處理後之土壤肥力變動詳如表一：

土壤反應：每棵果樹施用2公斤石灰石粉，經1年後其pH由4.5提高至5.4,但在半年內可提高至6.2~6.6，然後漸次下降，可知強酸土壤施用石灰之方法，宜少量分次施用，以減少被土壤所固定。黃、蔡氏在柑桔園施用石灰質材也得相同結果⁽⁵⁾。

有機質：有機質施用1年後由1.2%提高至1.9%，但施後半年有較高的含量（≥2.4），所以在本省高溫多雨條件下，有機質容易消失，宜每年施用。

土壤磷鉀含量，有效性磷鈣有累積增加情形可能與pH提高有關，氧化鉀雖有增加但不規則。

表一、不同取樣時間調查土壤處理後土壤肥力變異情形

Table 1. Change of soil fertility after treatment

取樣時間 Sampling time	處 理 Treatment	土 壤 肥 力 Soil fertility			
		pH	organic matter(%)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
NOV. 1987	處理前	4.0	0.7	34	113
		5.0	1.77	46	174
*NOV. 1988	滴灌+石灰+有機肥+液肥 固體化肥(對照)	5.4	1.9	60	210
		4.5	1.0	35	150
Jun. 1989	滴灌+石灰+有機肥+液肥 固體化肥(對照)	6.2	2.4	100	240
		4.0	0.9	40	144
*NOV. 1989	滴灌+石灰+有機肥+液肥 固體化肥(對照)	5.8	2.2	118	218
		4.4	0.8	35	120
Jun. 1990	滴灌+石灰+有機肥+液肥 固體化肥(對照)	6.6	2.5	124	240
		4.6	0.8	41	114

* 每年土壤取樣後每棵果樹施綜合有機肥30公斤，石灰石粉2公斤。

* Every year, 30kg of organic fertilizer and 2kg of lime powder per plant were applied after soil sampling.

(二)植體葉片養分

在柳橙幼果期（1990年4月），採取成熟而未老化葉片分析各種元素含量，如表二顯示，試區柳橙葉片含N量不足，約達暫定標準下限的70%，Mg略超過標準含量。Zn未達標準之下限。Cu、Mn在標準範圍。Fe超過標準量的3倍，導致葉色深綠，葉片脆弱缺乏彈性，而缺N現象不易被發現，改進方法可以用石灰質材調高土壤反應，使鐵之溶解濃度降低，減少Fe被吸收（已進行中）。

表二、柳橙葉片各元素含量

Table 2. Elements content of citrus leaves

	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
樣品含量	2.02	0.14	1.44	2.01	0.58	18.4	7.5 ^{ppm}	264	35
* 暫定標準	2.9	0.12	0.9	2.5	0.30	25	5	60	25
含量									
	3.5	0.18	1.7	4.5	0.50	100	16	120	200

綜合樣品重複2次

* 連深⁽²⁾1990作物需肥診斷技術

二、土壤水分管理

(一)坡地土壤水分含量較少，果樹根系自然往下層伸長以吸取底層水分等物質，據調查試驗地柳橙根之主要分布在30~60cm剖面，而水分張力計埋設深度也在此範圍，以指示灌溉與否，而劉氏（1985）⁽⁶⁾及謹氏（1972）⁽⁷⁾在果樹水分生理強調果樹在花期至幼果期對水分的重要性。本試驗在果樹開花及幼果期需水量較高在-0.3bar時即行滴灌，平時在-0.5~-1.0bar時行滴灌，以誘導根系往下發展，擴大吸收水分範圍，而且下層養分也可以被吸收利用，陳、楊氏（1985）⁽⁴⁾在蔗田灌溉應用已獲得良好結果。

(二)每年12月至4月為柳橙開花期，幼果期及生理落果期這段期間果樹需水量極高，即張力計達-0.3bar（田間含水量）即行給水，用水量80公升/株，灌溉期距約7天，若在-0.5~-1.0bar時之滴灌期距約10~20天。（圖1）

(三)明管與暗管（地表下30公分）在滴頭阻塞方面並無差異，但明管維護較容易，暗管在田間作業上被破壞的情形較少。目前省產的滴嘴，阻塞的情形尚待改善。澳大利亞進口之可調式滴嘴，其調整流量可靠性高，但價格約為省產之2~3倍。為解決阻塞有效方法，淨化水質，如多層過濾，蓄水池加蓋防止藻類產生，均有利滴灌作業。

三、柳橙生育情形

果樹生長經給水及肥料予否有不同反應，但五年生以後生長較緩慢，經連續處理24個月始達差異顯著水準，即化肥外加施有機肥，石灰及乾旱時行滴灌則柳橙樹幹直徑增加12.5%經30個月增加13.5%，而且有機肥及滴灌在試驗地的條件下對果樹的生長也極有幫助，即經30個月的處理較對照區達5%差異顯著水準而增加8.8%。

表三、各處理間柳橙樹幹直徑生長情形

Table 3. Trunk growth of citrus as affected by different treatments

處 理	樹幹直徑(Cm)			
	0月	12月	24月	30月
* C+CO+L+I	10.6 ^{a***}	11.9 ^a	13.5 ^a	4.2 ^a
C+CO+I	11.0 ^a	11.5 ^a	13.0 ^{ab}	13.6 ^{ab}
C+I	10.4 ^a	11.2 ^a	12.4 ^{ab}	12.9 ^{bc}
C(CK)	10.6 ^a	11.1 ^a	12.0 ^b	12.5 ^c

*C: 化肥 Chemical fertilizer, Co: 有機肥 Compost, L: 石灰 lime, I: 滴灌 Dripping irrigation。

**每處理固定4棵之平均值

The trunk diameter was the average of 4 same plants

***鄧肯氏多變異測定 $p=0.05$ ，凡同行字母相同者不顯著。

Duncun's multipel range test, the values in each column with same letter are not significantly different at the 5% level.

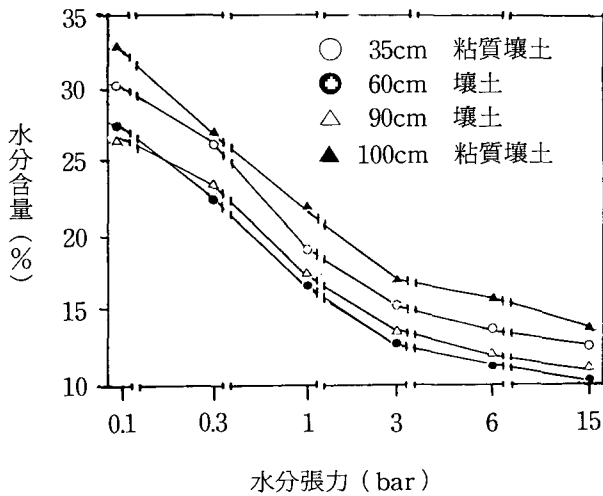


圖 1. 各層次土壤水份變化

Fig 1. Soil moisture at different layers

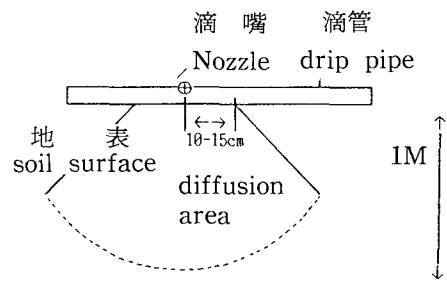


圖 2. 滴水灌溉水份滲透分布

Fig 2. Water diffusion at different soil layer by drip irrigation system

四、果實品質分析

果樹為長期作物，進行管理改善，需較長期始能見效，本試驗經第一年處理結果除果重顯著增加外，其他因子鮮有變動，第二年結果如表四，平均果重處理者顯著增加13.7%，果皮重增加15.1%糖度略有提高，酸度略降，但未達顯著水準。

表四、果實品質分析

Table 4. Analysis of fruits quality

處 理 Treatments	果 重 F.W.(g)	果皮重 Peel wt.(g)	果皮厚 Peel thi(mm)	種子/果 Seeds /fruit	糖 度 Brix	酸 度 Acidity (%)	果 肉 鬆 緊
滴灌+有機肥+ 化肥+石灰	145.7 ^a	35.1 ^a	3.1 ^a	14.0 ^a	12.4 ^a	0.53	適中
化肥(對照)	128.2 ^a	30.5 ^b	2.9 ^a	14.3 ^a	11.7 ^a	0.56	緊

果重為100個之平均值，餘2重複，每重複10個果實。

* 鄧肯氏多變異測定P=0.05，同行凡字母相同者不顯著。

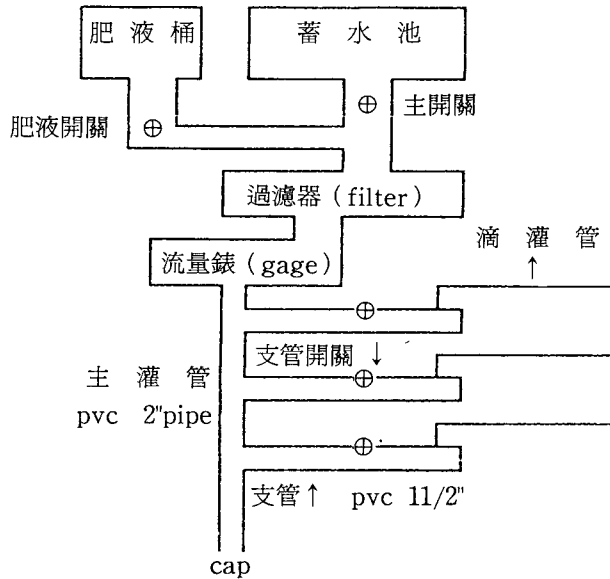


圖 3. 肥液施用系統配置。

Fig 3. Lay out of the fertilization system

五、經效益分析

由表五計算滴灌區公頃設施60,000元，一般區15,000元。每年用於施肥，灌溉及設施維護費用滴灌區為11,800元，一般區31,200元即滴灌區較一般區節省19,400元，約使用 2 年餘即可收回滴灌設施費用。省產之灌溉黑色PE管及自澳大利亞進口之可調式滴頭估算約可使用7~

10年。由以上之估算在坡地果園裝設滴灌，甚具經濟效益。

表五、坡地果園灌溉設施之成本效益比較分析

Table 5. Cost analysis between dripping and traditional irrigation system on slopeland orchard

單位：元／公頃 unit：NT\$/ha			
項 目 Item	滴灌設施區 Drip.irri. system	一 般 設 區 Tradition irri. system	備 註 Remark
材 料	45,000元	10,000元	不含蓄水池
施 工 費	15,000元	5,000元	明管灌溉
小 計a	60,000元 a_1	15,000元 a_2	$a_1 - a_2 = 45,000$ 元 公頃滴灌區較一般區之差額

施肥工資			
基 肥	5,000元	5,000元	滴灌區追肥用液肥隨水滴施 ，短工工資400元/天
追 肥	2天×400元	2天×3,000元	
灌溉工資	10次×400元	10次×2,000元	
維 護 費	2,000元/年	200元/年	
小 計b	11,800元 b_1	31,200元 b_2	$b_2 - b_1 = 19,400$ 元/公頃/年 b_3 滴灌區節省之差額

			$b_3 \times 2.32$ 年 = 45,008元 滴灌區使用2.3年即收回成本

設施估算使用年限：7~10年

引用文獻

1. 無名氏·1986·台南區農業改良場年報 P.3。
2. 連深·1990·作物分析結果的解釋與施肥推荐，作物需肥診斷技術。農林廳編印 P.22-31。
3. 卓家榮·1989·土壤肥料試驗報告。台灣省政府農林廳編印。
4. 陳榮民、楊策群·1985·擬訂蔗田灌溉制度的新觀念。中華民國農學團體74年聯合會特刊 P.77-95。
5. 黃祥慶、蔡宜峰·1988·椏柑園施用石灰之研究。台中區農改良場研究彙報 20：23-31。
6. 劉熙·1985·果樹生理與栽培。五洲出版社 P.257-276。
7. 譚克終·1972·果樹生理學。台灣商務印書館 P.98-106。
8. Liao, M. E. and H. L. Wu. 1987. Soil conservation on steep lands in Taiwan. The Chinese Soil and Water Conservation Society. p.93.

Technical Improvement of Soil Moisture & Nutrition Management on the Slope Land of Citrus Orchards¹

Huang, H. Y. and C. J. Leu²

Summary

In general, the soil of slope land orchards in southern Taiwan are low in organic matter (0.7~1.5%) ,low in pH value (4.0~5.2) and lack of irrigation facilities which resulted in a very serious problem of soil erosion. Soil & water conservation was also poor. Because the soil of Hsinhua Branch station is very typical, one hectare of a 5-yr old orchard of sweet orange was used in this study for the improvement of irrigation and fertilizer application system. The results from 1987 and 1990 are summarized as follow : (1)The cost of the dripping irrigation system is ca. NT\$60,000 dollars/ha which is acceptable to most of the farmers, however, the nozzle and uneven flow rate in the pipes should be improved. (2) The diffusion area of water on the soil surface was 10~15cm in diameter, and the water moved vertically in a sector shape downward to 1 meter in depth. (3)During the dry season, if the dripping irrigation condition controlled at 60~80 litres/tree/10 hrs, the water potential in the soil can aintain between - 0.3~-0.5 bar in 7~20 days. (4)When the iiquid fertilizer of Taiwan Fertilizer Co. (300 dilutions) was mixed into the fertigation system, the application cost of labor reduced. NT\$3,000 dollars/ha/time, comparing to the hand application of solid fertilizers. (5) Application of organic fertilizer at the rate of 30kg tree/yr significantly increased the organic matter content of the soil, and the application of calaium carbonate powder at the rate of 2kg/tree can maintained the soil at high pH value condition in 6 months and then return to the original level. (6) The trunk diameter of the dripped trees incresed 11.3% in 2nd year, fruit weight increased 14%, sugar content increased 0.7 Brix and acidity decreased.

Accepted for publication : May 23, 1991

1.Contribution No.193 from Tainan District Agricultural Improvement Station.

2.Associate Agronomist & Head, Assistant Machinist, respectively, Hsichua Branch Station of Tainan DAIS, 18 Kou-Pei, Hsinhua 712, Tainan, Taiwan, ROC.