

葡萄園水分管理指標研究

林正鈞 葉明智

國立中興大學土壤研究所

摘 要

一般農民在水分管理上，皆憑藉以往的經驗來決定其灌溉時間和灌溉量，缺乏簡易的方法遵循，而傳統上使用張力計，在大面積園區中埋設張力計，不但需要時常維護，耗時費力，而且成本也高。故本研究擬以一種簡易蒸發盆為工具做為田間水分管理的指標。

本試驗以中興大學葡萄中心、土壤系館內外與溫室、及新社鄉三個農戶為試驗觀測地點，將所設計之蒸發盆放置於各試驗點，記錄其蒸發水量、埋設在土壤中之張力計的讀數變化及灌溉日期及灌溉量。

綜合各不同試驗地點土深 30 cm 處不同時期的土壤張力及蒸發盆蒸發量之調查作迴歸及相關分析，相關係數 r 值為0.882，由迴歸係數可知每蒸發 1 cm，台中葡萄園土深 30 cm 處的張力平均上升 8.36 分巴，依于氏推薦土層 30 cm 處張力在 40 分巴以上時才灌水的果粒中可溶性固形物含量最高，則蒸發盆的累積蒸發量達 4~5 cm 之間做為決定何時灌溉的依據，應該是可行的。

由葡萄中心 78 年第二收的水分管理數據顯示，如按上述建議蒸發盆每蒸發 4~5 cm 之間就灌溉，則每次灌溉量約為 24 mm 水深，才能使土層 30 cm 處張力計讀數降到 10 分巴以下。根據這一指標方法，進一步設計水位偵測電路，即可達到自動化灌溉管理之目的。這一系統結構已獲得中央標準局專利，目前已有果園使用達 4 年以上，控制穩定，節省水資源與勞力，可進一步推廣應用。

關鍵字：蒸發指標、葡萄園、灌溉。

前 言

在栽培葡萄的生長期間，皆有學者指出對於不同時期水分管理的重要性。During (1979)⁽²⁾指出在萌芽前水分供應若不足會降低葡萄的萌芽率，Smart and Coombe (1983)⁽⁶⁾則提出葡萄萌芽後若土壤缺水，其對於新梢的長度及產量影響很大，會造成新梢停止生長、黃化，形成壞疽等現象。Kasimatis (1974)⁽³⁾表示在葡萄果粒快速肥大初期沒有供給適當水分的話，果實就無法達到正常的大小了，而過了這段時期才供應水分，對果實增大就沒有幫助，Winkler 等人 (1974)⁽¹⁰⁾曾說明在葡萄的成熟期如果嚴重地缺乏水分，會延遲果實成熟，Nelson (1951)⁽⁴⁾認為接近成熟期的噴灌是很危險的，因為只有在果實潮濕的情形下才會感染灰黴，且糖度高的果實比較容易感染。由以上的研究可看出水分管理在葡萄各生長期都非常重要。

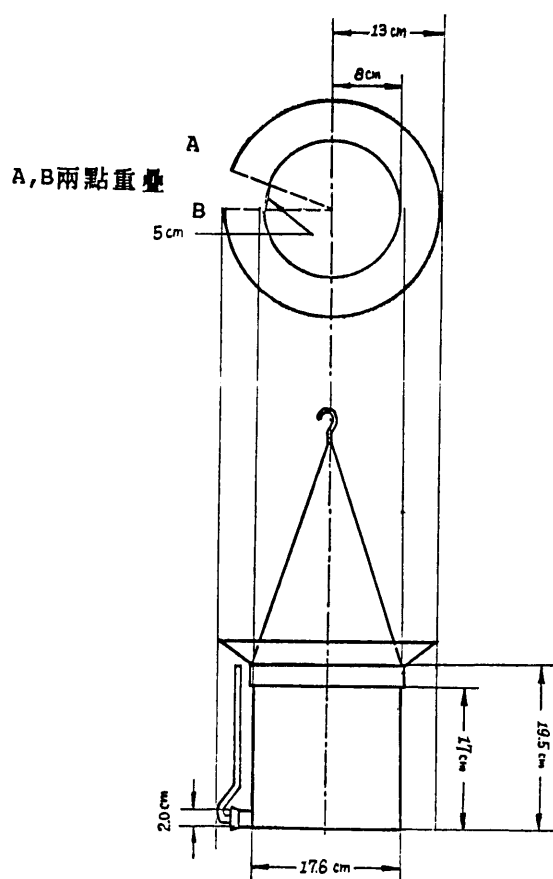
水分管理的方法很多，利用張力計做為水分管理的工具，不但需要時常維護，農民不易做到，且無法精確決定灌溉量。以氣象資料來估算作物需水量是較方便的方法，但是對農民

而言，公式理論仍嫌複雜，使用困難。蒸發盆蒸發量是綜合所有氣象因子的指標，可反應各地不同氣候下，作物的蒸發散量，因此用蒸發盆蒸發量作為水分管理指標是所有管理方法中較實用、簡便的。

然而傳統的標準蒸發皿體積較大或造價昂貴，故本研究擬以簡單便宜又不佔空間的自製蒸發盆取代標準蒸發皿，並找出蒸發盆與張力計間之關係，以確立蒸發盆作為田間土壤水分管理指標之可行性。

材料與方法

自製蒸發盆的製作是利用規格一致的1/5000 Wagner之栽培盆當作裝水的容器（圖一）。用燒有刻度的L型玻璃管塞入盆子底下的洞口，使玻璃管與蒸發盆產生連通作用即可讀出水位變化。利用花盆吊勾以鐵絲固定於蒸發盆周圍，再用快速黏膠加強花盆吊勾與蒸發盆的固定作用，完成後將蒸發盆固定於南面受陽棚架下，來測量蒸發量。為避免雨水濺出蒸發盆並促進集雨功用，另外以ABS塑膠板剪成略帶傾斜環狀的集水器，放在蒸發盆的頂端，且用夾子固定在花盆吊勾的線上，防止被風吹歪。



圖一、自製蒸發盆簡圖

Fig. 1. Diagram of evaporation pan.

爲求瞭解蒸發盆的蒸發量與土壤含水量的變化，在試驗中放置蒸發盆的同時，也埋設張力計作爲反應土壤含水量的工具。本試驗分別在葡萄中心、中興大學及新社鄉使用蒸發盆測蒸發量，調查的項目有蒸發盆蒸發量、土壤張力值和灌溉日期、灌溉量。在各地的試驗過程，可閱表一，依據表一的分配情形，其目的是爲了比較不同土層深度張力計讀數和蒸發盆累積蒸發量之關係、探討各試驗地點土層 30 cm 張力計讀數和蒸發盆累積蒸發量之關係以及綜合所有試驗地點土層 30 cm 張力計讀數和蒸發盆累積蒸發量之對應資料進一步分析其關係。地點分述如下：

葡萄中心之試驗

在葡萄中心的試驗依時間及張力計埋設深度的不同可分成下列三階段討論：

- 一 78年5月8日至78年9月1日這段期間，是葡萄第一收從果實肥大期至第二收催芽完畢的時間。正逢台中地區之雨量集中期。此時在葡萄中心置放一蒸發盆，選擇金香、巨峰各一試驗區，分別在土層 30 cm 及 50 cm 處每區埋設不同深度之張力計各 4 支，每隔 2 至 3 天不定期至園區進行資料調查，其目的在比較不同土壤深度之張力值與蒸發盆蒸發量之關係。
- 二 78年9月23日至79年2月21日這段期間，只針對巨峰試驗區進行試驗。從78年9月23日至78年12月21日是此試驗區第二收新梢生長至採收完畢的生長期。該期間是台中地區的乾早期。將巨峰園區分爲 5 小區，每小區在土深 30 cm 處埋設 2 支張力計，及吊一個蒸發盆於靠近向陽位置的葡萄棚架邊緣，其目的是一週數次不定期收集田間調查資料及利用蒸發盆對每小區進行土壤水分管理，使得透過不同方式的管理，可以得到更多以及更大變易範圍的數據，以利於分析累積蒸發量與土壤水分張力的關係。

(一) 第 1 小區

蒸發盆每蒸發 4 cm 的水量，即給予灌溉，以噴灌方式第一次約灌 12~20 mm 的水深，隔天視張力計指針下降幅度再斟酌加灌，每次最多加灌 20 mm 的水量。爲保證土層有充份濕潤，直到 2 支張力計讀數都下降至 10 cb 以下，才停止灌溉。灌溉後便補充 4 cm 的水量至蒸發盆內。

(二) 第 2 小區

蒸發盆每蒸發 7 cm 的水量，就採取第 1 區相同之灌溉處理方式，之後並補充 7 cm 的水量至盆內。

(三) 第 3 小區

蒸發盆每蒸發 10 cm 的水量，亦採取第 1 區相同之灌溉處理方式，之後並補充 10 cm 的水量至盆內。

另外有 2 小區依葡萄在不同的生長時期，而給予不同的水分管理，其方式是將葡萄生長期分成 3 期：第 1 期是從催芽完畢到葡萄每一串花穗開花量超過一半，且整個園區有上述情形的數量達一半以上之前，之後則進入第 2 期。當葡萄開始著色時，若一串葡萄有半數以上的葡萄其著色率超過一半的數量，且又佔園區之 5 成以上，則完成第 2 期的水分管理，而邁入第 3 期的水分管理，一直到葡萄採收完畢。其餘的 2 小區之水分管理方式如下。

(四) 第 4 小區

第 1 期、第 2 期和第 3 期的灌溉時間分別是蒸發盆蒸發 4 cm、7 cm 和 10 cm 時，就採取和第 1 區相同之灌溉處理方法，之後再補充所蒸發的水量至盆內。

(五)第5小區

與第4區不同之處在於3個時期分別是蒸發盆蒸發7 cm、4 cm和10 cm來決定灌溉時間，其他作法與第4區相同。

在78年第2收的葡萄水分管理至12月21日葡萄採收完畢後，就不再進行灌溉處理，使葡萄進入休眠期。但是仍進行田間調查，直到79年2月21日為止。

79年3月8日至79年6月8日這段期間只針對巨峰區進行土壤水分管理及田間調查。巨峰於這段期間的生長期處於催芽完畢後1週至著色轉熟期。此時台中的氣候從乾早期開始進入多雨期。這次土壤水分管理方式除了將每小區之2支張力計分別埋設於15 cm和30 cm土層外，其他管理調查與78年9月23日至78年12月21日期間之方式相同。其目的在比較同期園區土深15 cm和30 cm之張力值與蒸發盆蒸發量之關係。

中興大學土壤系館之試驗

78年7月11日至78年8月23日在中興大學用1/2000 Wagner的栽培盆，裝過篩後的土壤系試驗田土壤6盆，每盆土重加盆重共15 kg，再加水3 kg，用小鏟子攪勻使土壤飽和，插入張力計，分成放置於室內、戶外和溫室3種處理，每1處理有2盆土及1個蒸發盆，記錄其張力值和蒸發量。若當張力計讀數高過70分巴以上，因土樣過乾，則加水攪勻土樣，重新繼續記錄土壤張力和蒸發量的變化。其目的在比較不同環境土壤張力值與蒸發盆蒸發量之關係。

新社鄉之試驗

79年1月19日至79年6月8日在台中縣新社鄉選擇永源村徐平貴、月湖村吳松村和東興村林桶三戶農友的巨峰葡萄園作為蒸發盆的試驗地。有關農戶葡萄園的資料依姓名次序其葡萄分別是13、10和20年生，株距×行距以公尺表示則是5.64×3.76、4.33×5.85和8.23×4.66，各農戶葡萄產量每收1分地皆在1,800 kg左右，第2收一般比第1收產量低。各在其園內棚架上掛置一個蒸發盆，土層30 cm處埋設1支張力計，每隔1或2週調查其土壤張力和蒸發量的變化，及灌溉情形。

由以上各地點的試驗中，收集不同地方不同時期的蒸發盆蒸發量、土壤張力值和灌溉資料。由該資料選擇在2次灌溉或下雨之間的蒸發盆蒸發累積量和土壤張力值，扣除該期間第1次停止灌溉或下雨後達平衡第1天的蒸發盆蒸發累積量和土壤張力平均值的資料處理過程後，所得之蒸發累積量和土壤張力的對應關係建立本試驗所需的資料型態。

本研究中取不同地點、不同時期及不同土層深度之張力值與蒸發盆累積蒸發量分別作一次迴歸分析及相關係數分析，以判斷土壤張力隨蒸發盆累積蒸發量變化的關係和其可靠程度。最後又參考葡萄中心78年第2收的灌溉處理、蒸發盆蒸發量和土壤張力值資料，以找出蒸發盆蒸發量和土壤張力值的關係及蒸發盆蒸發量和灌溉處理的關係，作為蒸發盆在應用上的準則。

結果與討論

由表一的試驗結果，可以分析說明葡萄中心不同土層深度張力計觀測值與蒸發量的關係。另外再針對葡萄中心、土壤系館及新社鄉等3個地點，分別分析各地點30 cm深度之張力計讀數與蒸發量之相關性，再進一步結合所有30 cm深度之土壤水分張力值與蒸發盆累積蒸發量之資料進行總體性相關分析，以做為利用蒸發量決定灌溉時間的依據。最後以葡萄中心78

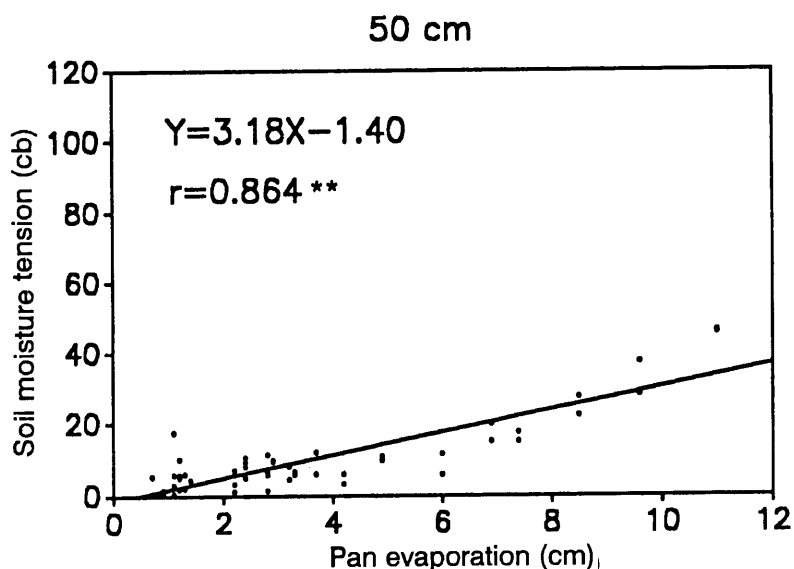
年第2收之水分管理資料，分析計算每次灌溉的水深。

表一、各試驗地點、不同時間、不同張力計深度調查表

Table 1. Locations, periods of time and depths for field data collection

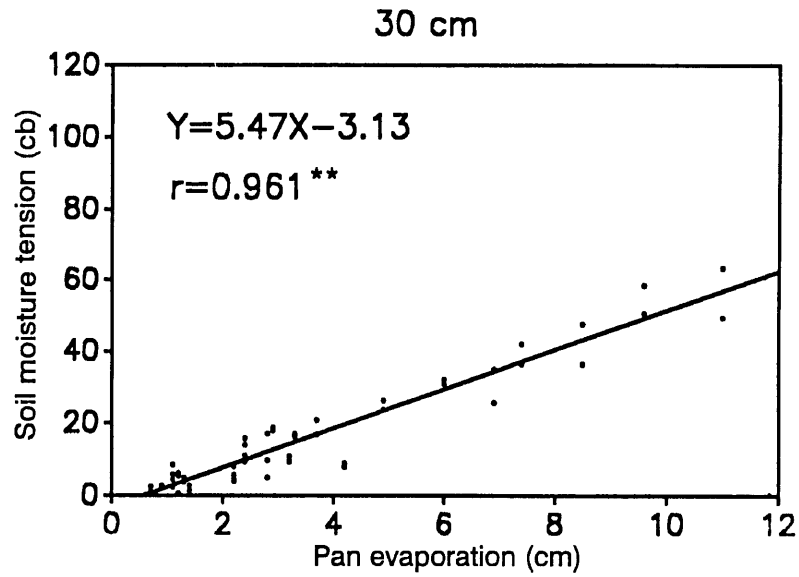
Location	Depth of tensiometer	Investigated duration				
Grape center	15					3.8~6.8
	30	5.8~9.1	9.23~2.21			3.8~6.8
	50	5.8~9.1				
Chung-Hsing U.	30	7.11~8.21				
Hsing-She	30					1.19~6.8
Time	1989 Apr.	July	Oct.	1890 Jan.	Apr.	July

圖二是葡萄中心78年5月8日至78年9月1日在土深50 cm處平均張力計讀數與蒸發盆的蒸發量所作的一次迴歸與相關。圖三則是葡萄中心相同時期在土深30 cm處平均張力計讀數與蒸發盆的蒸發量所作的一次迴歸與相關之圖。由這2個圖的比較可獲知土層越淺，累積蒸發量的係數越大，表示土壤張力的變化幅度亦隨之增大，所以張力計埋設的深度愈淺，張力計讀數隨蒸發盆累積蒸發量的反應愈敏感。在圖四和圖五亦有相同的趨勢，但此2圖的相關係數分別是0.728和0.680，相關性稍低，其原因是調查期間正逢雨季，各土壤水分張力測點所含變異因子較多，又這段期間是以單支張力計讀數和累積蒸發量做相關分析，得到的相關係數當然比以平均張力計讀數和累積蒸發量所做的相關係數低。



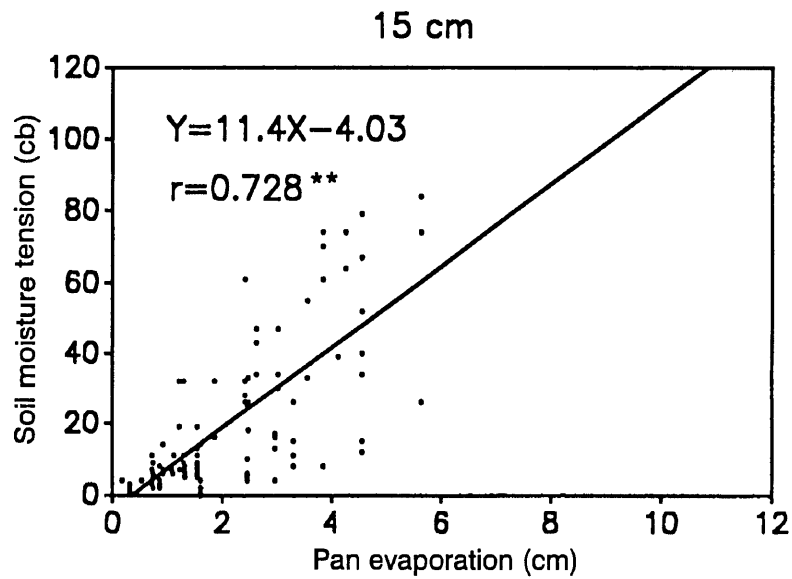
圖二、葡萄中心土深50 cm處78年5月8日至78年9月1日張力計讀數平均值對蒸發盆蒸發量所作之圖及其迴歸相關

Fig. 2. The correlation between averaged soil moisture tensions of 50 cm depth and the pan evaporations at the grape center from May 8th to September 1st of 1989.



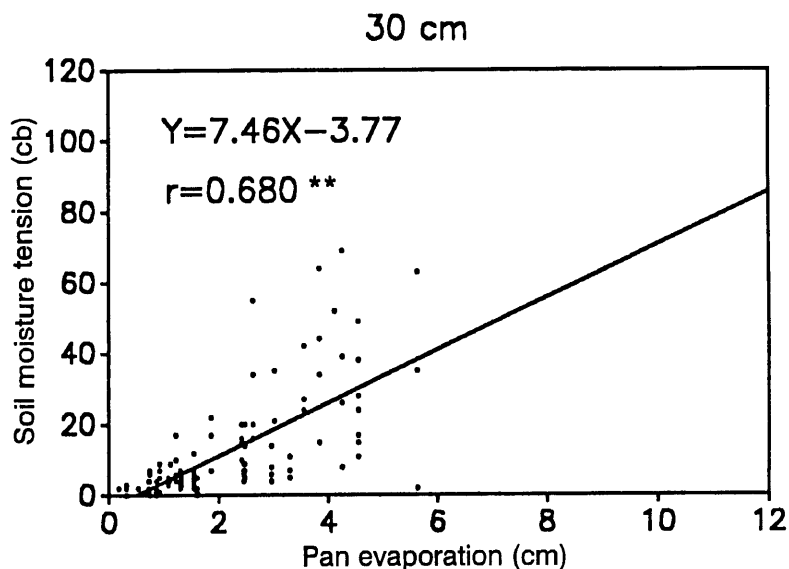
圖三、葡萄中心土深30 cm處78年5月8日至78年9月1日張力計讀數平均值對蒸發盆蒸發量所作之圖及其迴歸相關

Fig. 3. The correlation between averaged soil moisture tensions of 30 cm depth and the pan evaporations at the grape center from May 8th to September 1st of 1989.



圖四、葡萄中心土深15 cm處79年3月8日至79年6月8日張力計讀數對蒸發盆蒸發量所作之圖及其迴歸相關

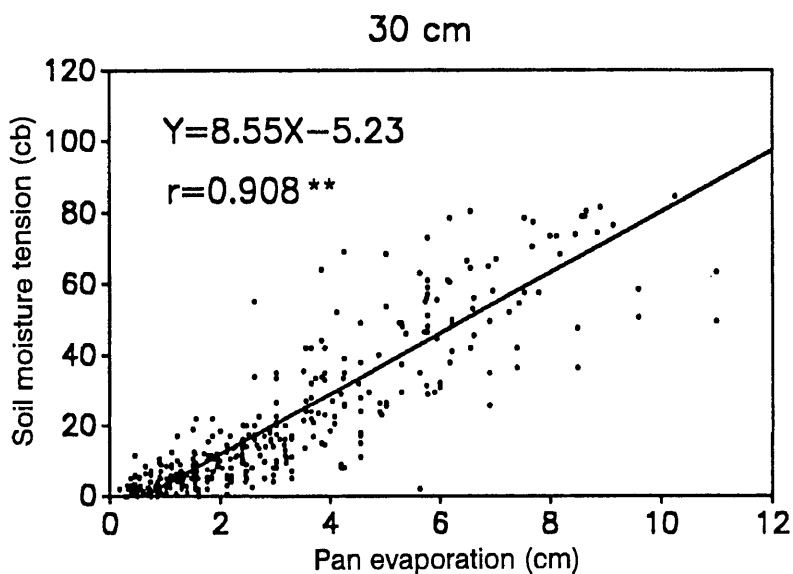
Fig. 4. The correlation between averaged soil moisture tensions of 15 cm depth and the pan evaporations at the grape center from March 8th to June 8th of 1990.



圖五、葡萄中心土深30 cm處79年3月8日至79年6月8日張力計讀數對蒸發盆蒸發量所作之圖及其迴歸相關

Fig. 5. The correlation between averaged soil moisture tensions of 30 cm depth and the pan evaporations at the grape center from March 8th to June 8st of 1990.

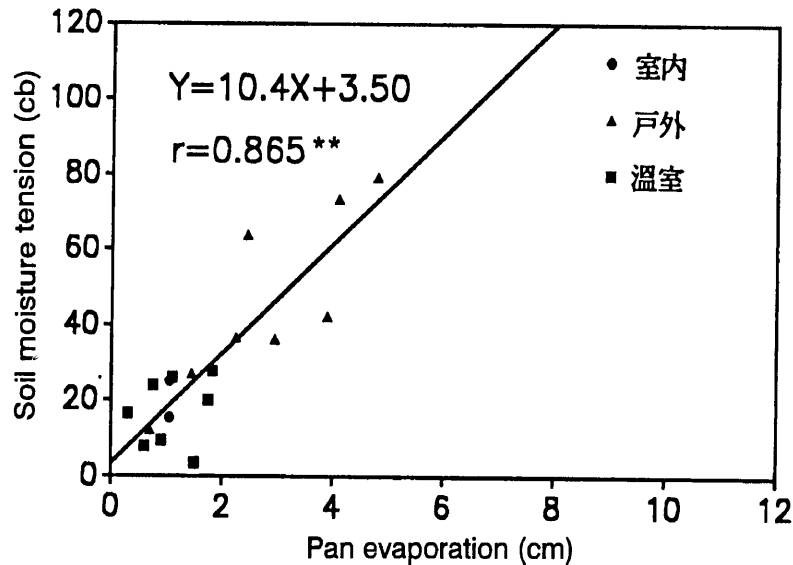
圖六是用葡萄中心土深30 cm處78年5月8日至79年6月8日一年多的平均張力計讀數與蒸發量所做的迴歸相關，其相關性r值高達0.908可見葡萄中心土深30 cm處之平均張力計讀數與蒸發盆蒸發量之間互有極顯著代表性，故由迴歸式之斜率推測葡萄中心土層30 cm處，蒸發盆每蒸發1 cm的水量，平均土壤張力應上升8.55分巴是合理的。



圖六、葡萄中心30 cm處78年5月8日至79年6月8日張力計平均值與蒸發盆蒸發量所作之圖及其迴歸相關

Fig. 6. The correlation between averaged soil moisture tensions of 30 cm depth and the pan evaporations at the grape center from May 8th, 1989 to June 8th, 1990.

圖七是在土壤系館78年7月11至78年8月21日室內、戶外及溫室所做的張力計讀數與蒸發量之迴歸相關，由圖中可知其相關性亦達極顯著水準。此外可發現戶外的土壤張力值上升速率及蒸發盆蒸發速率都比室內、溫室為快，大致可說明室外蒸發作用較旺盛。若將不同處理分開做迴歸相關，戶外之相關r值是0.838，迴歸係數是14.137，而溫室分別是0.235和3.837，室內因數據不足所以不能進行分析。可能是因為調查期間太短，使溫室的處理在缺乏風的條件下，蒸發盆蒸發量對應張力計讀數的值都太接近，以致於在做迴歸相關分析時，與戶外的處理有較大的不同，如果調查時間夠長，資料充足，溫室和戶外二處理間在做迴歸相關分析時應會減小差異。



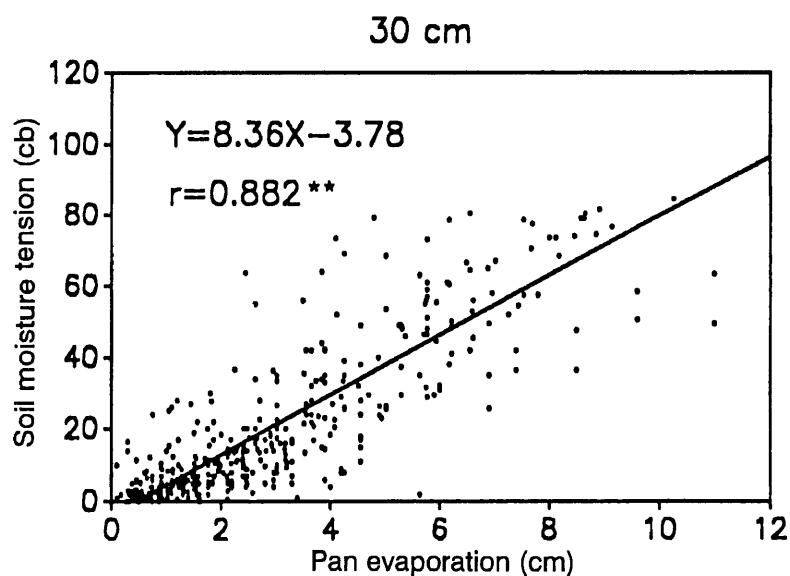
圖七、土壤系館78年7月11日至78年8月21日室內、戶外、溫室三種不同處理之張力計平均值與蒸發盆蒸發量所作之圖及其迴歸相關

Fig. 7. The correlation between averaged soil moisture tensions of potting soil and pan evaporations observed in indoor, outdoor and greenhouse at the soil departmental building from July 1st to August 21st of 1989.

由新社鄉農戶處的資料所作的張力計讀數與蒸發量之迴歸相關，看不出土壤張力與蒸發量之間有相關性存在，原因是蒸發盆未適當放置，有嚴重遮蔭情形，影響蒸發盆之正常蒸發量。且下雨時雨水進入蒸發盆的量受棚架上葉片的影響，都是造成土壤張力與蒸發量相關性差的原因。

圖八是將葡萄中心、土壤系館及新社鄉農戶處所有30 cm土層深之個別張力計讀數與蒸發量做對應關係，發現其相關r值仍有0.882，可見不同地區之土壤張力值與蒸發盆累積蒸發量的相關性也很高的。由圖八，可以大約估算台中地區整年中，蒸發盆每蒸發1 cm深的水，則在土壤30 cm深處的張力約上升8.36分巴。

在本研究中，以葡萄中心在第二階78年9月23日至78年12月21日恰逢乾旱期間，所進行的水分管理較完整，可做為決定灌溉水量的依據。表二是葡萄中心5個小區的土壤張力記錄，表三則是五小區之灌溉記錄。從表二中可知第1區蒸發盆每蒸發4 cm的水量，就施予灌溉，其在葡萄第2期處理中，最高之土壤張力為25分巴，依于氏(1987)⁽¹⁾推薦土層30 cm處張力若



圖八、葡萄中心、土壤系館、新社鄉所有調查30 cm處張力計讀數與蒸發量之迴歸相關
Fig. 8. The overall correlation between the soil moisture tensions of 30 cm depth and the pan evaporations at the three different locations.

超過40分巴，才給予灌溉的原則，則蒸發盆每蒸發4 cm的水量，就施予灌溉的管理方式，似乎偏濕。而第2、第3區7 cm、10 cm之處理方式，到達該灌溉的時候，土壤張力可能高達90分巴以上，則又太乾。第4區和第5區不同生長時期之灌溉方式有時土壤張力也達到60分巴以上，也可能太乾了。參考圖六和圖八中一次迴歸方程式的斜率，及依于氏(1987)推薦土層30 cm處張力在40分巴以上時才灌的果粒中可溶性固形物含量最高，則葡萄生長全期平均在蒸發盆的累積蒸發量達4~5 cm再決定灌溉，應該是可行的。

從表三，5小區的灌溉量可知，灌溉時欲使土層30 cm土層30 cm的張力計讀數降到10分巴以下，最高灌溉量是在4 cm的灌溉處理中每蒸發1 cm的水量，需灌8.53 mm的水量；最低的灌溉量是在10 cm的灌溉處理中每蒸發1 cm的水量，需灌2.23 mm的水量。若由上一段推薦自製蒸發盆的累積蒸發量達4~5 cm再灌溉的方式，為找出一個適合此決定何時灌溉的大概灌溉量，可從表三選擇最接近推薦方式的第1小區蒸發盆累積蒸發量達4 cm就灌溉的處理結果，做為決定灌溉量的參考。將該小區所有灌溉量除以所有蒸發盆蒸發量，得平均每蒸發1 cm的水量，需灌6.04 mm的水量，每次灌溉約需24 mm的水量才能使土層30 cm處的張力值降到10分巴以下。故知蒸發盆的累積蒸發量達4~5 cm再灌溉，也差不多需24 mm的水量才能使土層30 cm處的張力值降到10分巴以下。在葡萄中心78年第2收，葡萄生長全期平均之灌溉量與蒸發盆累積蒸發量之比例約0.5~0.6，若以此數值應用於水分管理可能水量會過多，因本研究是灌溉至土層30 cm處的張力值降到10分巴以下，而Weaver (1976)⁹⁾指出土壤水分張力在0~5分巴時會使葡萄根部缺O₂，大於10分巴時才可確定過量的水分已排除，所以灌溉水量是多了。又葡萄在不同生長期所需的灌溉量亦不同，果實肥大期需要水量較多，果實轉熟之後需要水量較少，故最好能依葡萄不同生長期的需要來灌溉。

表二、葡萄中心78年第2收巨峰試驗區內各小區之張力記錄(cb)

Table 2. Soil moisture tensions in the five experimental plots of the second vintage at the grape center in 1989

Order	Date	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5
1	78-09-25	6.5	11.5	0.5	6.0	4.0
2	78-09-27	7.5	14.5	9.0	8.5	7.0
3	78-09-29	8.5	19.0	10.5	10.5	8.0
4	78-10-02	9.5	26.0	13.0	11.0	9.0
5	78-10-04	14.5	38.0	23.0	15.5	14.0
6	78-10-06	7.0	53.5	33.5	5.0	18.5
7	78-10-09	11.5	80.0	54.0	9.5	29.5
8	78-10-11	17.5	84.5	57.5	12.0	33.0
9	78-10-12	21.0	90.0	61.0	16.0	42.0
10	78-10-13	24.5	92.0	65.0	19.5	46.0
11	78-10-14	19.5	91.0	65.5	20.0	50.5
12	78-10-16	25.0	91.5	71.0	29.0	60.0
13	78-10-17	4.5	63.0	74.0	9.5	46.5
14	78-10-18	7.0	7.0	79.5	13.0	4.5
15	78-10-20	9.5	10.0	77.0	13.0	6.5
16	78-10-21	11.5	12.0	8.5	14.5	7.5
17	78-10-23	18.0	18.5	13.5	21.5	13.0
18	78-10-25	6.0	18.5	20.5	25.5	3.5
19	78-10-27	8.5	20.5	26.0	28.0	6.5
20	78-10-30	11.5	25.0	33.5	36.0	8.5
21	78-11-02	19.0	36.5	48.5	6.5	15.0
22	78-11-03	17.5	39.5	56.5	10.0	12.0
23	78-11-04	6.5	10.0	63.5	10.5	11.5
24	78-11-06	12.5	19.0	75.5	20.0	18.5
25	78-11-08	15.0	19.5	86.0	20.5	20.0
26	78-11-10	22.5	25.5	89.0	30.0	27.0
27	78-11-11	4.0	30.0	90.0	33.5	9.5
28	78-11-14	9.0	42.0	93.0	52.5	16.0
29	78-11-15	9.5	33.0	52.0	10.0	14.5
30	78-11-16	10.0	39.5	22.0	4.0	10.0
31	78-11-17	12.0	41.5	3.0	5.0	12.0
32	78-11-20	24.5	62.0	13.5	14.5	32.0
33	78-11-21	24.0	63.5	14.5	15.5	14.5
34	78-11-22	2.5	9.5	16.5	17.5	2.5
35	78-11-24	5.5	14.5	20.5	20.0	5.5
36	78-11-27	8.5	21.0	25.5	18.5	8.0
37	78-11-29	11.5	28.5	36.5	33.0	11.0
38	78-12-01	12.5	28.0	36.5	33.5	12.5
39	78-12-04	22.5	43.0	52.0	50.5	20.0
40	78-12-06	24.0	45.0	59.0	52.5	24.0
41	78-12-07	2.5	44.5	64.0	57.0	25.5
42	78-12-08	4.5	44.5	69.5	62.0	28.0
43	78-12-11	8.5	58.5	81.5	77.5	40.0
44	78-12-13	10.5	65.0	71.5	83.0	47.0
45	78-12-14	2.0	59.5	77.0	17.0	43.5
46	78-12-15	3.5	65.5	77.5	7.0	48.0
47	78-12-16	4.5	4.0	3.0	7.0	52.0
48	78-12-18	7.0	9.0	8.5	9.5	57.0
49	78-12-20	8.0	10.5	11.5	12.0	60.0
50	78-12-21	9.0	13.5	13.5	13.0	60.0

表三、葡萄中心78年第2收巨峰試驗區內各小區之灌溉記錄

Table 3. Irrigation records for the five experimental plots of the second vintage at the grape center in 1989

Plot order	Irrigation order	Investigated duration	Total amount of irrigation (mm)	Irrigation water required per 1 cm of evaporation rate (mm)
Plot 1	1	78.10.04 - 78.10.05	19.23	4.81
	2	78.10.13 - 78.10.16	34.10	8.53
	3	78.10.23 - 78.10.23	20.71	5.18
	4	78.11.02 - 78.11.03	26.80	6.70
	5	78.11.10 - 78.11.10	20.65	5.16
	6	78.11.20 - 78.11.22	30.43	7.61
	7	78.12.06 - 78.12.06	20.59	5.15
	8	78.12.13 - 78.12.13	20.69	5.17
Plot 2	1	78.10.13 - 78.10.17	50.99	7.28
	2	78.11.02 - 78.11.03	26.80	3.83
	3	78.11.20 - 78.11.22	30.43	4.35
	4	78.12.15 - 78.12.15	25.76	3.68
Plot 3	1	78.10.20 - 78.10.20	22.06	2.21
	2	78.11.14 - 78.11.16	41.33	4.13
	3	78.12.15 - 78.12.15	30.37	3.04
Plot 4	1	78.10.05 - 78.10.05	19.37	4.84
	2	78.10.13 - 78.10.16	34.10	8.53
	3	78.10.30 - 78.10.30	20.80	2.97
	4	78.11.14 - 78.11.15	30.99	4.43
	5	78.12.13 - 78.12.14	30.93	3.09
Plot 5	1	78.10.13 - 78.10.17	50.99	7.28
	2	78.10.23 - 78.10.23	20.71	5.18
	3	78.11.02 - 78.11.03	26.80	6.70
	4	78.11.10 - 78.11.10	20.65	5.16
	5	78.11.20 - 78.11.22	30.43	7.61

Smart and Coombe (1983)⁽⁶⁾的文章中，曾引述一些學者使用標準A式蒸發皿作為估算作物需水量時，針對葡萄所建議的作物係數。葡萄生長早期 (early season) 的作物係數 Stanhill (1962)⁽⁷⁾建議為0.22，Safran (1977)⁽⁸⁾則認為是0.5；葡萄生長中晚期 (mid-late season) 前述作者分別推薦為0.56及0.8。至於葡萄生長全期平均 (seasonal average) Zyl and Huyssteen (1980)⁽⁸⁾指出葡萄的作物係數在0.24~0.31。自製蒸發盆和標準A式蒸發皿應用的原理相同，可參考上面文獻記載的數據加以修正而應用於不同地區。

從葡萄中心的試驗結果，可知土層愈淺，則平均張力計讀數與累積蒸發盆蒸發量所作的迴歸係數愈大。在土壤系館的試驗中，證實戶外的土壤及蒸發盆之蒸發速率比室內、溫室快。在新社的試驗可瞭解蒸發盆的使用是否正確，影響試驗結果很大，蒸發盆一定要放於向陽無遮陰處。綜合各不同試驗地點土深30 cm處不同時期的土壤張力及蒸發盆蒸發量之調查作迴歸及相關分析，相關係數r值為0.882，由迴歸係數可知每蒸發1 cm，台中葡萄園土深30 cm處的張力平均上升8.36分巴，及依于氏(1987)⁽¹⁾推薦土層30 cm處張力在40分巴以上時才灌的果粒中可溶性固形物含量最高，則葡萄生長全期平均在蒸發盆的累積蒸發量達4~5 cm再決定灌溉，應該是可行的。

由本研究葡萄中心78年葡萄第2收的水分管理數據顯示，如按上述建議蒸發盆每蒸發4~5 cm之間就灌溉，則每次灌溉量約為24 mm水深，才能使土層30 cm處張力計讀數降到10分巴以下。

誌 謝

本研究承行政院農委會補助經費（79農建-7.1-糧-54(8)），全文發表於中華農學會報新156期第43~55頁，80年12月。

參考文獻

1. 于迺文 1987 釀酒葡萄園土壤水分張力變化之電腦模擬與管理試驗 碩士論文 國立中興大學土壤學研究所 p.1~99。
2. During, H. 1979. Effects of air and soil humidity on vegetative growth and water relationships of grapevines. *Vitis* 18 : 211—220.
3. Kasimatis, A. N. 1974. Grape. In Hagan, R. M. et al. (ed.) Irrigation of agricultural lands. p. 719—733. *Agron.* 11. Amer. Soc. Agron. Madison, Wis., USA.
4. Nelson, K. E. 1951. Factors influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (Pers.). *Phytopathology* 41(4) : 319—326.
5. Safran, B. 1977. Effects of cultivation practices on the quality of the vintage in hot regions. *Proc. Int. Symp. Qual. Vintage, 1977* p.243—261. Stellenbosch, South Africa.
6. Smart, R. E. and J. B. G. Coombe. 1983. Water relations of grapevines. in Kozlowski, T. T.(ed.) *Water deficits and plant growth. Vol. VII Additional woody crop plants.* p.137—196. Academic press, New york, USA.
7. Standhill, G. 1962. The control of field irrigation practices from measurements of evaporations. *Isr. J. Agric. Res.* 12 : 51—62.
8. Van Zyl, J. L. and L. Van Huyssteen. 1980. Comparative studies on wine grapes on different trellising systems. I. Consumptive water use. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 1 : 7—14.
9. Weaver, R. J. 1976. *Grape growing.* John Wiley & Sons, New York, USA. p.127.
10. Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliewer and L. A. Linder. 1974. *General Viticulture.* University of California press, Berkeley, Los Angeles, London.

Water Management Indicator for Vineyards

Chenfang Lin and Mingchih Yeh

Dep. of Soil Science, National Chung-Hsing University

ABSTRACT

In general, farmers used their experiences to determine irrigation scheduled for the water management in vineyards, without and simple method as indicator to follow up while traditional soil water tensiometer was not properly applicable due to maintenance difficulty and cost-effect disadvantage. It is the purpose of this study to propose a simple pan evaporation method as an index for managing soil water in vineyards.

The experiments were carried out at three locations, the Grape Center of National Chung Hsing University, the Department of Soil Science, and Hsing-She country side. Observed data included depth of water evaporated from pans, soil moisture tensions at different depth of soil, and/or irrigation date and amount of water applied.

The overall analysis on the relationship between soil moisture tensions at 30 cm depth and pan evaporations in the three locations resulted the correlation coefficient of 0.882, a highly significant correlation. From the regression coefficients it could be found that every 1 cm of pan evaporation would have the soil moisture tension at 30 cm depth to increase 8.30 cbar. It was also found that the supply of water after the soil moisture tension at 30 cm depth running up to 40 cbar would have more content of soluble solid in the grape. Accordingly, the evaporation around 4-5 cm from the pan could be referred as the proper time for irrigation.

The amount of water for each irrigation, taking the water management record of the second vintage at the grape center in 1989 as reference, was about 24 mm. This quantity would bring the soil moisture tension at 30 cm depth down below 10 cbar near field capacity, if the irrigation was set up at the suggested 4-5 cm of the pan evaporated water level.

Key words: evaporation indicator, vineyards, irrigation.