

乾土盤水管理法應用於非洲堇之研究

吳玉竹¹

摘 要

非洲堇在台灣是具發展力的盆花植物，惟其根系對通氣的要求甚高，易發生根腐。土壤使用於盆栽時通氣不良。本研究嘗試發展一套水管理來解決以土壤為栽培介質，盆栽非洲堇的通氣問題。

設計乾土盤水管理法，並以低張力的水分張力計，測量盆栽介質過濕問題。乾土盤的設計能改善盆栽的通氣性，由低張力的水分張力計的張力變化，或由體積含水量的減少趨勢可知排水的效果。乾土盤水管理法，能排走盆栽介質中大孔隙的水，增加通氣。此一方法對通氣較差的介質特別有效，可使栽培介質的選用更具彈性。

關鍵詞：乾土盤水管理法、水分張力計。

前 言

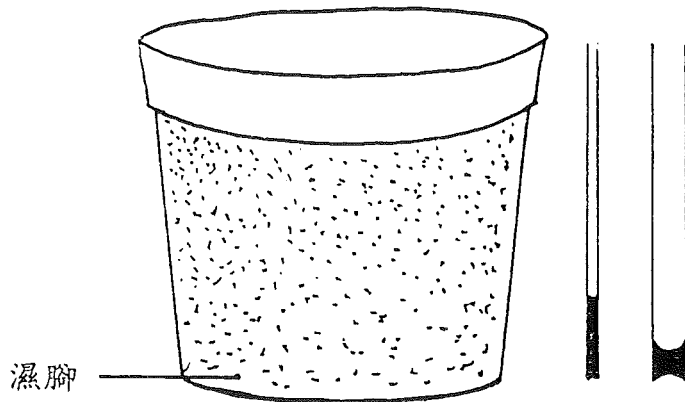
非洲堇自發現迄今有百餘年，已在世界各地造成栽培的熱潮，特別是歐、美、日等地，是普遍栽培的盆花植物。隨經濟的發展，國人對盆花的需求日增，而非洲堇迄今仍未能在台灣普遍栽培的主因是缺乏栽培知識，而且非洲堇對土壤及環境的要求極高，容易發生根爛^(1,2)。非洲堇的根對通氣性的要求甚嚴，對濕腳極敏感，需要疏鬆的介質配方及減少濕腳的水管理法，才能種出健康的植株。

一般消費者自花市購回後，對非洲堇的管理沒有依循的準則，常因澆水的不當及養分的管理而發生根爛或不開花的問題。降低了對非洲堇栽培的熱情。因此欲在台灣推廣非洲堇的栽培必須建立一套簡便實用的栽培管理法。

¹臺東區農業改良場助理。

盆器種植的通氣問題---濕腳

盆栽在灌水後，會於盆底形成地下水位，此即為濕腳的位置。依水力勢（hydraulic potential）平衡的原理，當水不再向外流出時，代表盆內介質中各點的水力勢相等，其值均為零。水力勢為重力勢（gravitational potential）與基勢（matrix potential）之和。隨盆子的高度增加，其重力勢增加，基勢愈負，水分張力愈大。在盆底的位置，重力勢與基勢均為零，水呈飽和狀態，濕腳於是發生(圖一)。



濕腳的現象在充分灌溉後，自然發生。盆栽介質的孔隙愈大，對植物根系的傷害程度可略減。

圖一、濕腳的位置

Fig.1. The wet foot location

以盆栽種植時，無論使用任何介質，濕腳的現象都存在。但濕腳對植株傷害的嚴重程度會隨使用介質的種類及澆水的方法略有增減。

盆底的地下水位(濕腳)會隨介質孔隙間的毛細現象上升的情形而愈嚴重。毛細管上升的高度 h ，與毛細管的半徑 d 成反比 ($h = 0.3/d$)。因此，就土壤而言，質地愈細者濕腳問題愈嚴重。

目前園藝學家改以疏鬆，多孔性的無土介質來取代土壤⁽³⁾，即是利用多孔性介質，毛細現象較輕微，能使介質中有充分的空氣可供根系呼吸，而達到減輕濕腳為害的情形。

水分管理法的改進亦可減少濕腳發生的機會。盆栽一般補充水分的方法是自盆面向下灌水，如此當水於盆內達平衡時，濕腳於盆底自然發生。

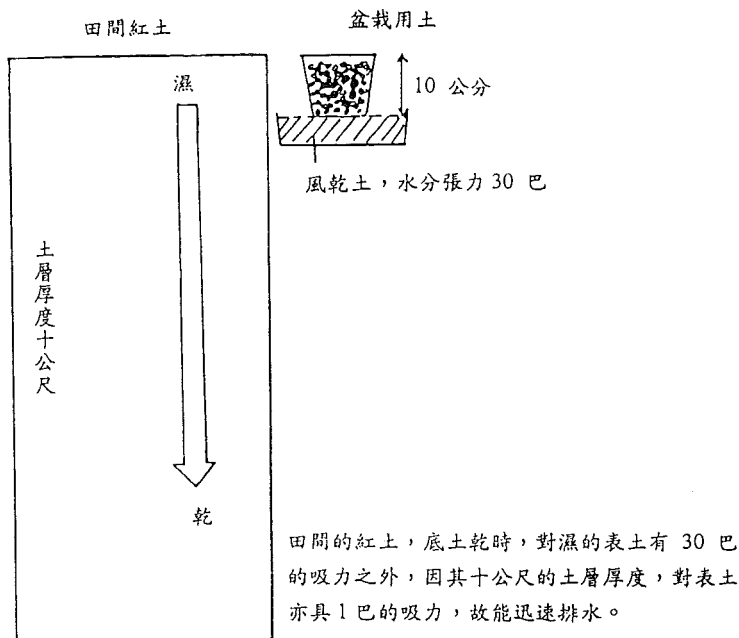
而利用毛細管吸水的水分管理法(德州式栽培法及燈蕊式栽培法)，是由盆底經由多孔性的介質，如真珠石或尼龍繩吸水，如此水僅於小孔隙中流動，大孔隙中仍充滿空氣可供根呼吸，濕腳僅於每月大量自盆面澆水時發生。

利用多孔性的無土介質及毛細管吸水的栽培法，在栽培時所使用的介質及種植方式有專用的介質配方及方法，對一般栽培者在應用時稍嫌複雜。

材料與方法

乾土盤的設計

盆栽介質經充分灌溉後，當水不再自盆底流出時，表示盆栽介質中各點的水力勢已達平衡，其值均為零。依定義，水力勢為重力勢與基勢之和，圖二灌溉後各點的重力勢與基勢，此時盆底的基勢為零，呈水飽和態，亦即為發生濕腳現象的位置。



圖二、田間紅土與盆栽用土之水力勢平衡圖。

Fig.2.Both of the states of hydraulic potential balance in the Latosolic soil and the soil in the pot.

使用無土介質時，因其孔隙大，故濕腳的問題較小，且配合毛細管吸水的水分管理法(德州式及燈蕊式栽培法)，解決根系生長的問題。採用紅土為盆栽介質時，除了製成粒狀紅土外，另設計一種新的水分管理法，來完全克服濕腳，解決盆栽的通氣問題。

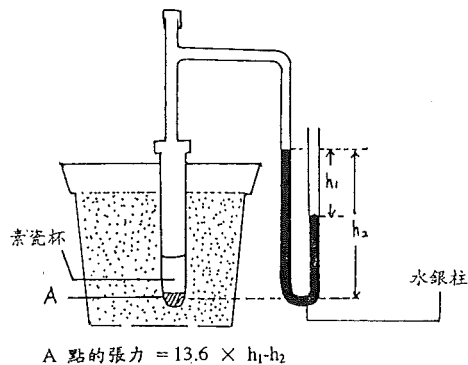
乾土盤設計的構想，是依據物理性良好的田間紅土水分勢能分析。紅土的土層深厚，一般均大於十公尺。假設地下水位是在表土以下十公尺深度的位置，此時土層中各深度的基勢與重力勢表示如圖二當降雨或灌溉後，水會迅速的自表土向下分布，以達水力勢平衡。加上紅土的質地均一，水於土壤中的移動沒有阻礙，故能迅速排水。當紅土移至盆器環境中時，沒有深厚的土層可以吸納水分，濕腳的問題於是出現。風乾土的基勢約為負 30 巴，若於盆底放置乾土盤，使之與濕腳接觸，則水會由盆底向乾土盤移動而達到排水的目的。乾土盤在此即扮演田間自然狀態下深厚土層的角色。

乾土盤的排水效果

乾土盤的設計是利用乾土近30巴的吸力，來排除盆底的濕腳。乾土盤的製備，取風乾之紅土過2mm的篩網，裝於淺盤中以手或塑膠管刮平土面，此時土壤厚度約為2.5 cm。

利用低張力的水分張力計可測量以乾土盤排水後，基勢的變化情形，並可由排出的水量計算其體積含水量的變化。

爲了要測定濕腳問題，本試驗特別設計一種低張力的水分張力計。低張力的水分張力計是以水銀柱的變化來反應張力，其構造如圖三基勢可由下式求得。



圖三、低水分張力儀的構造

Fig.3.The structure of the low-potential water potential meter.

$$\text{基勢} = - (13.6 \times h_1 - h_2)$$

這是一種高感度張力計，其感度為0.5 mm，相當於 5×10^{-4} 巴。

乾土盤對不同介質的排水效果，測定體積含水量的變化。利用乾土的吸水能力，以排除盆栽在灌水後殘留於大孔隙及盆底的水，使介質能迅速的脫離低張力狀態，更利於根系生長，今以泥炭苔、蛇木屑三號、泡棉、蛭石、真珠石、稻殼、紅土及紅土+蛭石（1:1）等八種介質，進行乾土盤排水後，體積含水量變化的評估。測定步驟如下：

- (1) 取口徑9cm的花盆4個，清洗晾乾。
- (2) 將濾紙剪成圓形，其大小以花盆底徑相當約7cm，墊於盆底，防止裝入的介質外漏。
- (3) 將盆及濾紙一起稱重，為 W_0 。
- (4) 計算盆子的體積 V_T 。
- (5) 裝入介質：先裝1/2後，在盆的四週各拍十下，使介質能充滿盆中，再填滿。
- (6) 將裝好介質的盆子稱重 W_1 。
- (7) 將裝好介質的盆子置於水盤中，使介質充分吸水，為了確使介質能完全浸潤，靜置24小時。
- (8) 靜置了24小時的盆子拿出水盤後，於懸空的網架上使其自由滴水5分鐘後，稱重 W_2 。
- (9) 將兩盆置於土盤，另兩盆則續置於網架在第10、30、60、120分鐘及24小時分別稱重，為 W_3 、 W_4 、 W_5 、 W_6 、 W_7 。
- (10) 計算體積含水量的變化情形。

非洲堇的盆栽試驗

欲了解乾土盤水分管理法對不同盆栽介質的非洲堇生長的影響如何。選用兩種體積含水量差異大的介質，蛇木屑三號及紅土+蛭石（1:1），栽植非洲堇，並分別比較乾土盤水分管理法的效用。

供試的非洲堇品系是桃姑，原種於7公分口徑的白色花盆，由小苗定植約四個月，使用的介質是泥炭苔、嘉泰有機肥及泡棉各三分之一。試驗時將植株換植於9公分口徑的花盆，剪去盆底2公分的老根，將試驗的介質裝填於四週。

試驗有四處理，各四重複，共計十六株。試驗前先摘除老葉及腋芽，使葉數為15~18。依葉數平均分成四組，隨機換成蛇木屑三號及紅土+蛭石（1:1）兩種介質，進行乾土盤水管理法的比較試驗，於有補光的實驗室進行。每週一及五灌溉，澆水的方法是以尖嘴壺自盆面向下澆水，直至盆底有水快速流出為止。

試驗從1995年2月中起，為期五週，試驗期間每週測量其葉寬、計算其葉片數、花枝數及花朵數。試驗結束後，洗出根系觀察。

非洲堇的生育評估的項目有總葉面積，葉片數、花枝數及花朵數、根系觀察。

在本研究中將總葉面積定義為中間大小葉寬的平方與葉片數的乘積。以液晶顯示型游標尺測量葉寬，每週測量一次。葉片數是以葉寬大於一公分者始計為一片。花枝是以可辨視出第一花苞者，始計為一個花枝；當花的對瓣張開的角度大於90度時視為開花，花瓣褐化時視為花謝。每週調查一次。為觀察粒狀紅土及乾土盤兩試驗中非洲堇根系生長的情形，將根洗出，觀察其根量及根長。

結果與討論

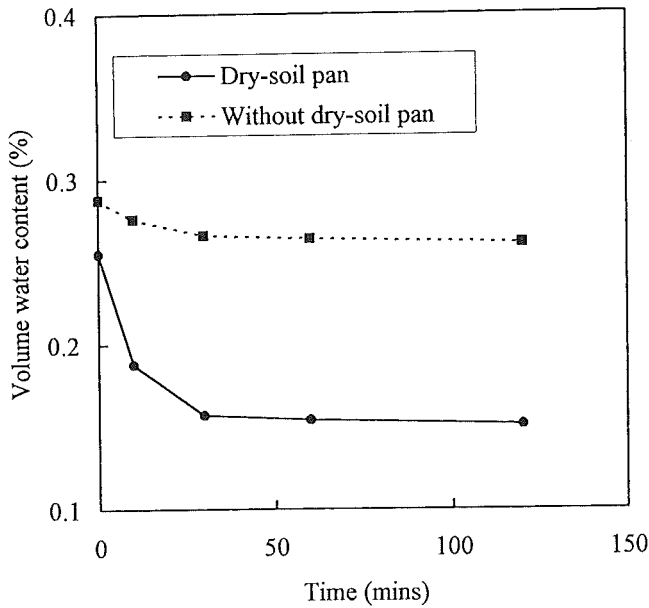
本研究的乾土盤水管理方法，是專為盆面澆灌的水分補充法而設計，能排除濕腳。非洲堇一般使用的水管理方法有直接自盆面澆灌或以毛細管吸水的方式來補充水分。盆面澆灌的水分補充法，是最常用的方法，但易發生濕腳的問題。毛細管吸水的補充方式，雖略可改善濕腳，但栽種時須配合特別的介質配方及種植方法。

乾土盤水管理法的效果

乾土盤水管理方法是為了解決盆栽灌溉後的濕腳，其設計是由田間的紅土土層深厚，表土水飽和時，底土是乾的，會對表土的水分自然形成抽吸力，土層深度為十公尺時，抽吸力為1巴，當土層為二十公尺時，抽吸力為2巴。乾土盤即利用風乾土近30巴的吸力來排走盆底多餘的水。

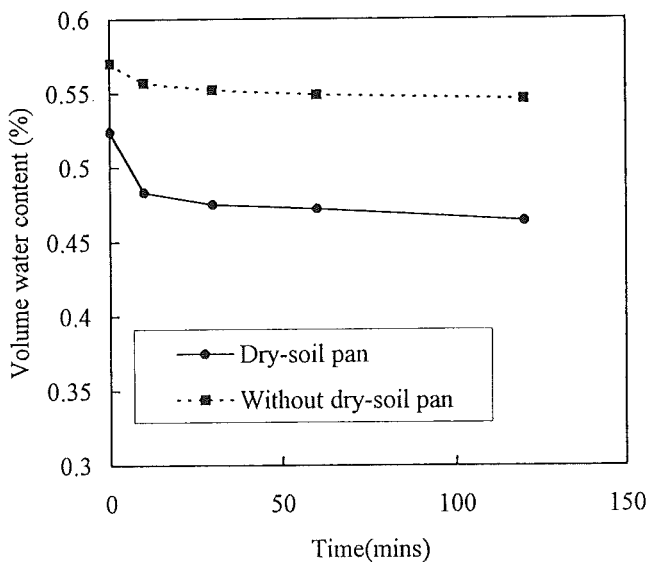
無論是從體積含水量的變化（圖四及圖五）或水分張力的變化（圖六），均顯示乾土盤的排水效果在最初的十分鐘，已接近完成。愈疏鬆的介質，在十分鐘以內排出的水量愈多。由Darcy定律可知，水的移動速率與水力勢

梯度及導水度成正比。在濕腳與乾土盤接觸的瞬間，界面的水力勢梯度最大，故能很快的排出大量的水。隨著接觸時間的增加，水的流速極慢，這是因為大孔隙的水在最初十鐘均已排除，而小孔隙間水的流速較慢之故。



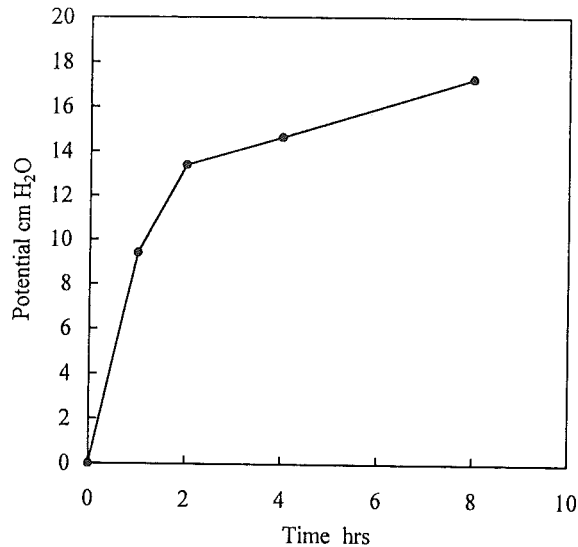
圖四、乾土盤對蛇木屑三號的排水效果

Fig.4.The dry-soil pan draingage effect in the snake-saw dust No.3.



圖五、乾土盤對紅土+蛭石（1/1）的排水效果

Fig.5.The dry-soil pan drainage effect in Latosolic soil+Vermiculite(1 : 1)



圖六、乾土盤排水盆底基勢的變化

Fig.6.The curve of the pot bottom's matric potential with the dry-soil pan.

蛇木屑三號進行乾土盤排水試驗的結果，實線為乾土盤處理後，蛇木屑的體積含水量隨時間變化的情形(圖四)。乾土盤的排水效果在最初十分鐘最明顯，約可排出二十四小時排出總水量的五分之三，而後的變化趨勢漸漸平緩，三十分鐘至二十四小時的變化極小，與相同時間內不以乾土盤處理的結果(虛線部份)比較，顯然在乾土盤處理三十分鐘以後，乾土盤對蛇木屑三號已不具有吸水的功能。蛇木屑三號的最大體積含水量是25.5%左右，空氣孔隙率是62.1%；經乾土盤排水十分鐘後，可排出6.7%的水，空氣孔隙率可增為68.8%，增加率為10.8%。

紅土+蛭石(1:1)進行乾土盤排水試驗的結果(圖五)。實線為乾土盤排水後紅土+蛭石(1:1)的體積含水量隨時間減少的情形。在最初的十分鐘，乾土盤已排出二十四小時排出總水量的五分之二。與蛇木屑最大的差異在於紅土+蛭石(1:1)的體積含水量變化是持續發生，此乃因為紅土的小孔隙的水分尚未平衡之故。紅土+蛭石(1:1)的最大保水量是52.4%，空氣孔隙率為22.1%，經乾土盤排水十分鐘後，可排出4.1%的水，空氣孔隙率可增加為26.2%，增加率為18.5%。

在以乾土盤處理後，濕腳位置的張力迅速上升，脫離飽和的狀態。圖六為以水充分飽和泥炭苔介質後，置於乾土盤上，測定泥炭苔介質，在9公分口徑的花盆盆底濕腳的張力，其張力隨時間變化的情形。

在以乾土盤處理後，濕腳位置的張力迅速上升，脫離飽和的狀態。圖

六為以水充分飽和泥炭苔介質後，置於乾土盤上，測定泥炭苔介質，在9公分口徑的花盆盆底濕腳的張力，其張力隨時間變化的情形。

綜合圖四至圖六的結果可知，乾土盤的效用是使灌溉後的盆栽介質的空氣孔隙率增加，亦使介質迅速脫離低張力狀態。對原本空氣孔隙率大的介質而言，如蛇木屑三號、真珠石、稻殼、粒狀紅土等，其增加的空氣孔隙率僅具些微的幫助；但對原本空

氣孔隙率小的介質如紅土、泥炭苔、紅土+蛭石（1:1）等，其增加的空氣孔隙率能有效的改善通氣狀況，助於根系的生長。

乾土盤水分管理法對非洲堇生長的效果

確認了乾土盤的排水效果後，欲進一步了解乾土盤水分管理法在盆栽非洲堇時的效用，乃設計盆栽試驗。參試的介質有蛇木屑三號及紅土+蛭石（1:1）兩種，未以乾土盤處理時，兩介質的排水孔隙率分別為62.1%，22.1%，最大保水量為28.4%，52.4%。以乾土盤排水二十四小時後，空氣孔隙率可增為73.5%，33%；保水量各減為16.9%，41.4%。從非洲堇盆栽試驗的總葉面積的增加情形來看，乾土盤水分管理法對紅土+蛭石（1:1）所種植的非洲堇有正面的效果，因為紅土+蛭石（1:1）的排水孔隙率較小，未以乾土盤處理時，通氣不良是此一介質的限制因子，以乾土盤處理後則可改善。對蛇木屑三號則具負面效果，蛇木屑三號的排水孔隙率未使用乾土盤時已達62.1%，通氣良好，使用乾土盤後，增加的孔隙對根系的效用不大，反而會造成保水量降低而形成缺水的問題。

將參試的非洲堇植株的根系洗出蛇木屑三號介質根系的生長良好，比較之下，紅土+蛭石（1:1）生長較差，根量較少且短，此可顯示出介質通氣的優劣對根系生長的影響。對蛇木屑三號介質而言，以對照組的根系生長較佳；對紅土+蛭石（1:1）而言，則以乾土盤水分管理法者較好。

參考文獻

- 1.李盈德 1990 非洲堇 P. 76-79 渡假出版社有限公司 台北市。
- 2.Bartholomew, P. 1985. Growing to show-how to grow prize-winning african violets. AV Enterprises Press, Oxnard, California, U.S.A.
- 3.White, J.W. 1974. Criteria for selection of growing media for greenhouse crops. Flor. Rev. 145(4009): 28- 30, 73-74.

The Study of A Dry-soil Pan Method for African Violet

Yu-Jyu Wu¹

Summary

African violet is a popular houseplant in developed countries. The beautiful plant requires intensive care for almost year-around flowering. It demands highly aerated growth medium to prevent root rot.

A dry-soil pan method, a pan of dry soil was put beneath the pot was designed to drain the excess water after irrigation. The drainable air porosity was effectively increase to prevent root rot.

Key words : A dry-soil pan

¹ Assistant of Taitung DAIS.