

粒狀紅土應用於非洲堇之研究

吳玉竹¹

摘 要

土壤應用於盆栽時易發生通氣不良，因此目前盆栽多使用多孔性的介質。本研究嘗試以改良後的土壤作為盆栽非洲堇之介質，並發展一套評估介質性能的方法。

選擇紅土，調整 pH 及肥力後，製成粒狀紅土。經過調製的粒狀紅土，通氣性及保水力與蛇木屑三號相仿，成為一種疏鬆的土壤盆栽介質。非洲堇的盆栽試驗結果顯示，粒狀紅土與蛇木屑三號同為通氣性佳的栽培介質，由其存活的情形及根系的觀察結果可得知，但其保水力低，灌溉次數須增加。以 pH、總體密度、總孔隙率、最大保水量及排水孔隙率可評估盆栽介質的根系環境，包括疏鬆度、保水力及通氣性等。

關鍵詞：粒狀紅土、總體密度、保水量、排水孔隙率。

前 言

目前栽培非洲堇使用的多為無土介質，已不採用土壤。因為除了土壤成分的變異大，有病原菌及雜草種子，總體密度大之外，還有通氣不良的問題。因此以土壤為盆栽介質，其理化性質難掌控，且會造成搬運不便的問題。

本研究嘗試以土壤盆栽非洲堇，並發展一套評估盆栽介質性能的方法，作為調整土壤理化性質的依據。

非洲堇的盆栽介質

¹臺東區農業改良場助理研究員。

非洲堇使用的栽培介質為多孔性的無土介質，其配方的成分以泥炭苔、眞珠石、蛭石、蛇木屑為主。

劉燕君⁽¹¹⁾探討以稻殼作為非洲堇介質的可行性，並以康乃爾配方(水苔泥炭與眞珠石各半)與稻殼混合成五種不同的比例，栽植非洲堇。以康乃爾配方的植株其生長優於含有不同稻殼比例之混合介質，但若於每升介質添加六克魔肥(N : P₂O₅ : K₂O = 7 : 40 : 6)，則四種含有稻殼的混合介質，其植株生長與康乃爾配方(對照組)有相近的結果。由此可知，稻殼用作栽培介質時須補充肥料，否則會有缺氮之虞。在試驗期間，前兩星期每日早上、下午各澆水一次，每次澆水以水從盆底流出為止，兩星期後則視情形澆水。

White 等⁽³⁸⁾以無煙煤渣與水苔泥炭(peat moss)各半的配方，種植非洲堇、杜鵑、聖誕紅等均有良好的結果。也有學者以鋸屑與泥炭以不同組合配方種植各種植物，對非洲堇來說，鋸屑與泥炭各半的配方比單獨使用的效果佳⁽⁴¹⁾。

常見盆栽介質的種類

目前栽培介質採用的質材十分廣泛，包括田間土壤、砂、眞珠石、各類的泥炭、各種的樹皮、木屑、岩棉等⁽²⁷⁾。另外也有報告使用茅草⁽³³⁾，垃圾堆肥⁽³⁴⁾，花生殼⁽¹⁴⁾，稻殼⁽¹²⁾及無煙煤渣⁽³⁸⁾做為栽培介質。台灣本土開發的介質有蔗渣，炭化玉米穗軸^(5,9)，炭化稻殼⁽⁹⁾及金針菇堆肥⁽¹⁰⁾。

土壤在田間是良好的栽培介質，同時具備了保水及保肥力，通氣好，並能固定植株，然而若將土壤移至盆器中，則通氣會有問題，容後詳述。在 1960 年代以後，土壤在栽培介質中的地位已被疏鬆、多孔性的無土介質所取代，在美國的盆栽植物僅有少部份用有土介質來栽培⁽²⁷⁾。

而非洲堇常用的栽培介質配方多以泥炭土、蛇木屑、蛭石、眞珠石為主^(8,13,17)。泥炭土的研究較多，有專書說明⁽³⁰⁾，蛇木屑、蛭石、眞珠石的研究較少，下面就其特性分述之。

泥炭土可分為泥炭苔(peat moss)、蘆葦莎草泥炭(Reed-sedge peat)及腐植泥炭(peat humus)三大類^(7,27)，其中以泥炭苔在園藝利用上最為重要⁽⁶⁾。泥炭苔是由水蘚(sphagnum)或立灰蘚(hypnum moss)組成，以前者為主。顏色為黃褐色至褐色。以水蘚為主的泥炭(sphagnum peat moss)的 pH 是所有泥炭中最低的為 3.0 - 4.0，在使用時必須混合 8 - 20 kg m⁻³ 的磨細的苦土

石灰，可將調整 pH 至大部份作物合適生長的範圍。但在水質中含鈣較多的地區，苦土石灰的用量須酌減⁽²⁷⁾。此類泥炭的含氮量在 0.6 ~ 1.4 % 之間且分解慢，保水力達 60 % 的體積含水量。泥炭苔具有較好的通氣性⁽²¹⁾。其他種類的泥炭，其 pH 的範圍分別是立灰蘚泥炭(hypnum peat moss) 5.2 - 5.5 ，蘆葦莎草泥炭 (Reed-sedge peat) 4.0 - 7.5 ，腐植泥炭 (peat humus) 5.0 - 7.5 。值得一提的是腐植泥炭 (peat humus) 係高度分解，其含氮量較高，不適用於用作育苗介質，或其他對鹽類忍受較低的植物的栽培介質。而腐植泥炭在被微生物分解的過程中會放出多量的銨態氮，會對幼苗木、非洲堇等造成傷害⁽²⁷⁾。

蛇木屑是由杪櫛科 (*Cyatheaceae*) 的根切碎後製成，其產品依粗細分成數種等級供不同的植物栽培使用，或加工製成蛇木板、蛇木盆栽培蘭花，最細的蛇木屑則混合其他介質作播種使用。其排水透氣性極佳，但可能有蟲卵或蟲類寄生，用久後亦會腐爛是其缺點。

蛭石是由類雲母 (mica-like) 之矽酸鹽礦物經 760 ~ 1000 °C 的高溫加熱膨脹為無數相互平行的薄片，薄片之間可保存水分與養分，並且表面有無數負電荷，故陽離子交換能力達 20 - 30 meq / 100 g⁽⁷⁾。蛭石間的大孔隙使其亦具通氣佳、排水好的特性，為一優良的栽培介質。但其結構疏鬆易受外力破壞，而降低其通氣性，故不宜與土壤共同使用⁽⁷⁾。一般多與泥炭苔混合作為播種扦插介質。

真珠石又稱白蛭石，原石出產於日本與希臘。市售的真珠石由希臘進口原石將此矽酸鋁火成岩先經粉碎，再經 760 ~ 982 °C 的高溫加熱而成。真珠石本身不吸水，pH 值為 7.5 左右，不具緩衝力，無陽離子交換能力，不影響介質的酸鹼度，品質一致，無病蟲害，不腐化或分解，與土壤混合使用不易擦破變碎。

盆栽介質理化性的評估

介質理化性質的測定項目，物理性包括總體密度 (bulk density)、總孔隙度 (total porosity)、充氣孔隙度 (air-filled porosity)、粒子大小分布 (particle size distribution)、水分保留能力 (water-holding capacity) 和水分釋放特性 (water release characteristics) 等；而化學性質，不外酸鹼度 (pH)、緩衝能力 (buffer capacity)、鹽基交換能力 (basic exchange capacity)、陽離子交換能力 (cation exchange capacity)、含鹽度 (salinity)

或可溶性鹽類 (soluble salts)、電導度 (E.C.)、營養素 (nutrients)、水溶性元素 (soluble elements)、總元素 (total elements) 等 (4, 16, 23, 29, 35, 36, 40)。

總體密度可知介質的疏鬆程度，而一般栽培家關心總體密度，是涉及搬運費用及倒伏問題。在測量或計算總體積時，如何不破壞其結構，利用鋁質筒套⁽³²⁾，利用容器做水平記號求體積的方法⁽²⁴⁾，設計一套機械敲打的儀器測定體積⁽²⁸⁾，利用圓錐體公式計算標準盆的總體積⁽²²⁾。

由固體密度與總體密度可知總孔隙率。固體密度的測定有的學者採用燈油法 (kerosene method)，以此測出的介質體積會低估固體密度。測定發泡煉石的固體密度⁽²⁾，以 100 mL 量筒裝水 50 mL，將 20 g 的烘乾浮石投入，以水上升的體積為浮石的體積，此一方法也會低估固體密度。由此求出的總孔隙率會比實際值小。

有許多學者為充氣孔隙率加以定義，例如定義為總孔隙率與水分含量之差⁽²²⁾；以水分張力定義⁽¹⁹⁾，充氣孔隙率為介於 0 cm 與 10 cm 水分張力之間，釋放水分的體積百分率。將充氣孔隙率定義為，總孔隙度與容器容水量 (container capacity) 之間的差值^(26, 23)。解釋為介質在達飽和水分之後充分排水時，介質中充滿空氣孔隙的體積百分率⁽¹⁸⁾。

粒子大小分布是將介質以不同篩網分出大小等級，計算各等級所佔的重量百分率。水分釋放特性的測定及計算，是測定 0, 10, 30, 50, 100 cm 水柱壓力所釋放出來水分所佔的體積百分率。

介質化學性質的測定，以分析介質的萃取液為主，不過有機介質也可直接測定總元素含量。然而介質與水應以何種比例混合，似無定論。調查 55 種栽培介質的化學特性⁽³¹⁾，以 1 : 1.5 (v / v) 萃取測定，結果良好。在測定美洲核桃殼之 pH 及可溶性鹽類時⁽³⁵⁾，也是用 1 : 1.5 (v / v) 萃取液。以土壤學常用的飽和糊漿法⁽²³⁾，測定 pH。認為泥炭介質最好的萃取比例為 1 : 2 (v / v)⁽⁴⁰⁾。

材料與方法

粒狀紅土製作

土壤是最天然的栽培介質，具有固定植株，通氣性好，保水力及保肥力四項特點，但若用於盆栽種植，土壤的濕腳問題嚴重⁽²⁷⁾。目前多以多孔性的無土介質取代土壤⁽³⁷⁾。Nelson⁽³⁷⁾指出欲以土壤作盆栽介質必須使土粒變粗並增加團粒構造。在研究初期以土壤試種非洲堇，植株生長不良，根系僅分布於土表 1 ~ 2 公分處，推論此為通氣不良所致，故在使用土壤為盆栽介質時須改善通氣，製成粒狀可達此一目的。

欲製成粒狀的土壤盆栽介質，必須選用具良好團粒構造，且粒團穩定性佳的土壤，紅土即具此一特色。紅土中有豐富的鐵、鋁氧化物，能形成團粒並維持其穩定性。當紅土用於盆栽時，可將其製成穩定的粒狀構造，這是一般沖積土所缺乏的特性。紅土的不飽和導水度高，水能迅速的在土粒間分布，當根附近土壤的水分被根吸收後，其他的位置的水能迅速補充，這是一般粗質地的土壤或疏鬆的無土介質所缺乏的特性。紅土的酸度或氧化還原狀態極易由於施用石灰或控制水分而發生劇烈的變化，及電荷性質的改變。這些理化性質的改變，使紅土易於調整⁽¹⁾。

本研究擬配製一種土壤介質，調控其理化及肥力性質。供試的土壤是取大肚山的蔗田，為陳厝寮系的紅土。製作粒狀紅土時，以苦土石灰調整 pH，補充肥料以改善肥力狀況，並混合稻殼以降低總體密度。粒狀紅土的配方如表一。配方的研擬將於結果與討論中詳細說明。粒狀紅土的配製步驟如下：

- (1) 稱取一公斤紅土，混入 2.5 克苦土石灰。混合時以噴霧器將土濕潤充分拌勻，期紅土與苦土石灰能充分反應，靜置六天後備用。
- (2) 將所需的肥料用量，溶解成溶液，以噴壺均勻噴撒於土中。
- (3) 取 5 克稻殼，與經過上述步驟處理的紅土均勻混合，此時噴水致土面呈反光狀，將之置於托盤中左右搖晃，至成為粒狀為止。製成的粒狀紅土，百分之八十的粒徑在 0.5 - 1.0 公分之間。

表一、粒狀紅土配方

Table 1. The formula of the granulated soil medium.

Component	amount
Latosolic soil	1000.0g
Magnesium lime	2.5g
Rice hull	5.0g
Nitrogen	100.0mg kg ⁻¹
Phosphorous	227.0g
Potassium	150.0g
Calcium	684.0g
Magnesium	325.0g
Manganese	5.6g
Copper	5.6g
Zinc	5.6g
Boron	0.5g
Molybdenum	0.05g

介質性能的測定

粒狀紅土僅就其理化性質來評估，因為肥力的問題已於紅土中加入肥料及液肥來克服。測定包括 pH、總體密度、固體密度及最大保水量四項，由此可知盆栽介質的酸鹼度，總體密度，總孔隙率，最大保水量及排水孔隙率，以此五項性質評估盆栽介質的性能。測定的介質除了粒狀紅土之外，泥炭苔、蛇木屑三號、眞珠石、泡棉、稻殼、紅土、蛭石、紅土+蛭石（1：1）等亦一併了解。

1. pH：以水與土(或介質)體積比為 1：1 混合後，靜置三十分鐘，以玻璃電極測定。
2. 總體密度：總體密度是質量與總體積的比。本研究使用 9 公分口徑的塑膠花盆來測定。測定方法如下：
 - (1) 以口徑 9 公分的圓形花盆為容器，其體積為 V_T 。
 - (2) 在花盆底部墊入一張大小合適的濾紙，防止裝填後，介質自盆底的排水孔外漏，並稱重為 W_0 。
 - (3) 裝填介質的方法：先裝入半量，在盆的四周各拍擊十下後，再裝滿。並以尺刮平盆口，稱重 W_1 。
 - (4) 同時以秤量瓶定出當時介質的含水量，將 W_1 換算成介質烘乾時可稱得的重

量 W_2 。

3. 固體密度：固體密度是質量與固體的體積之比。本研究乃採用比重瓶法⁽¹⁵⁾。在測定蛇木屑、蛭石、真珠石、稻穀等介質時，先以磨碎機，將之磨成粉末，以利驅出介質內的空氣。測定的步驟如下：
- (1) 將比重瓶（50 mL）清洗晾乾後，稱重 W_0 。
 - (2) 裝入介質粉末約 1/3 瓶，稱重 W_1 。
 - (3) 同時以秤量瓶定出該介質的含水量，依此求出此介質的烘乾重 W_2 。
 - (4) 以蒸餾水小心洗下瓶頸的粉末，加蒸餾水至半滿，置於加熱板上至微沸，以排除空氣，並小心的攪動，避免介質粉末隨產生的泡沫溢出造成誤差。
 - (5) 將比重瓶放冷至室溫，以冷卻的除氯水加滿，小心加蓋後，以乾布拭乾，並注意不可將布與比重瓶塞的頂點接觸，以免水經毛細管作用而流失。稱重 W_3 。
 - (6) 倒除介質，改裝蒸餾水，稱重 W_4 。
 - (7) 由此可計算介質的密度為：

$$\rho_s = \frac{\rho_w (W_2 - W_0)}{(W_2 - W_0) - (W_3 - W_4)}$$

式中 ρ_s 為介質的密度， ρ_w 為蒸餾水的密度。

4. 最大保水量：最大保水量是飽和排水後的體積含水量。由最大保水量可知介質保水力，並能進一步計算當時的排水孔隙率。可表示成下式：

$$\theta_{V(\max)} = \frac{V_{W(\max)}}{V_T} \times 100\%$$

式中 $\theta_{V(\max)}$ 為最大保水量， V_w 為含水體積， V_T 為容器的總體積。

最大保水量的測定步驟如下：

- (1) 續總體密度的測定步驟（4），將已裝填好介質的花盆，置於水盤中 24 小時，使之充分濕潤。
- (2) 將花盆拿起，懸空於網架上，使之自由排水，約 5 分鐘，稱重 W_3 。

非洲堇的盆栽試驗

欲驗證粒狀紅土是良好的土壤介質，在經過調控後的理化及肥力性質，能使非洲堇生長良好，以建立粒狀紅土在栽培介質中的地位。對照的介質有兩種，其一為蛇木屑三號，初步以各種介質栽培發現以蛇木屑三號的生長情形較佳。在以盆面澆水的灌溉方式下，蛇木屑三號的濕腳問題較小，植株生長良好，其根系健康。另一對照為紅土+蛭石（1：1）配方，此介質的保水力佳，但通氣性差，有濕腳的問題，惟植株生長的情形佳。

供試的非洲堇品系是紫紅花，原種於 7 公分口徑的盆中，由小苗定植後已四個月，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 11 公分口徑的花盆，將試驗的介質裝填於盆內的周圍空隙。

試驗有三種處理，各八重覆，共計二十四株。試驗前先摘除老葉及腋芽，葉數為 11 ~ 16，依葉數平均分成三組，隨機換成粒狀紅土、蛇木屑三號及紅土+蛭石（1：1）三種盆栽介質。試驗於土壤系溫室進行，每週一及五澆水，灌溉的方法是以尖嘴壺自盆面澆灌，直至盆底有水快速流出為止。隔週施用一次研發之 2-5-5 液肥，稀釋 500 倍，每株施用 100 毫升。

試驗從 1994 年 11 月底至 1995 年 2 月底止，為期 13 週。試驗期間測量中間葉寬，計算其葉片數、花枝數及花朵數。試驗結束後，洗出根系觀察。

1. 總葉面積的計算

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。

2. 其它生育性狀的調查方法

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。

3. 根系的觀察

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

粒狀紅土是針對理想栽培介質的要求，將紅土的理化及肥力性質調控至合適

栽培非洲堇，以下分別就粒狀紅土的調製，盆栽介質性能的評估及各種盆栽介質的理化性質，討論之。

粒狀紅土的調製

粒狀紅土是為改善紅土的通氣而設計。最初在紅土中加入適量的肥料，2%的稻殼及0.25%苦土石灰，試種非洲堇結果非洲堇生長不良。植株根系僅分佈於盆面1~2公分處，研判根系未能深入的原因是通氣不良造成，因此引發了調製粒狀紅土的構想。其製作是利用紅土濕潤後，土壤可結合呈粒狀的現象，在過程中一併加入苦土石灰、肥料及稻殼。

1. pH的調整

非洲堇栽培介質適合的pH為6.5~6.7之間，在pH6.2~7.0之間亦能正常的生長及開花⁽¹³⁾。供試的紅土pH為4.0，以0.25%，0.5%，1%三種苦土石灰添加量比較其對紅土pH提升的效果。經六天後，pH依次為6.24，6.64，6.74。粒狀紅土的苦土石灰的添加量是0.25%。選用較低量的理由是，為防止過多的鈣被非洲堇吸收，累積在葉片上使之硬化而降低美感。

2. 肥力的補充

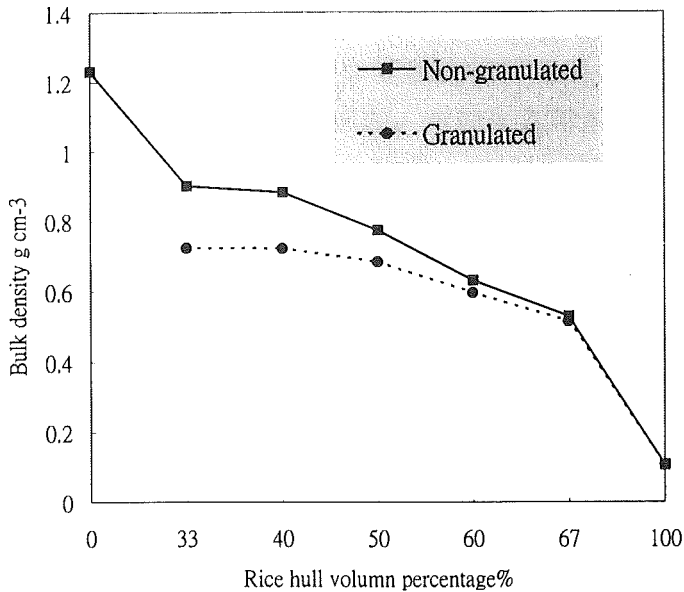
粒狀紅土的施肥分成兩個階段，第一階段是在製作粒狀紅土的過程中添加肥料，第二階段是使用液肥來補充，容後詳述。

田間種植花卉基肥的肥料施用的三要素比例1:3:1。紅土的磷固定能力很強，因此三要素中要多補充磷。粒狀紅土三要素比例是N:P₂O₅:K₂O=10:52:18。氮的田間安全推薦量是60 mg kg⁻¹⁽³⁹⁾，紅土為黏壤土，氮的用量可略增，粒狀紅土中加入的N為100 mg kg⁻¹，磷、鉀，依次為227、150 mg kg⁻¹。鈣、鎂因已混入0.25%的苦土石灰，含有684 mg kg⁻¹的鈣及325 mg kg⁻¹的鎂，故不再加入鈣鎂肥料。粒狀紅土中為安全起見，補充錳、銅、鋅、各5.6 mg kg⁻¹，硼0.56 mg kg⁻¹及鉬0.01 mg kg⁻¹等五種微量元素，以防缺乏⁽²⁵⁾。

3. 總體密度的改良

紅土中加入稻殼，可使總體密度降低(圖一)。未加稻殼時的總體密度是1.23 g cm⁻³，加入33~67%體積百分比的稻殼可使總體密度降至0.53~0.90 g cm⁻³。製成粒狀紅土後總體密度也會降低。理想介質對總體密度的要求是0.3~0.6 g cm⁻³⁽³⁾。粒狀紅土中稻殼添加量是40%(體積百分比)，相當於5%的重量百分比，

總體密度為 0.72 g cm^{-3} 。此一稻殼添加量的決定是考慮在總體密度漸減的情況下，保水力最大者。使用五個月以後的總體密度降為 0.59 g cm^{-3} ，是因部份紅土會隨灌溉水流失之故。



圖一、紅土的總體密度隨稻殼添加量及製成粒狀而變化之情形

Fig.1. The bulk density of the latosolic soil changed with the amount of the rice hull and made as the granulated soil medium..

盆栽介質性能的評估

本研究中對栽培介質理化性質，是以 pH、總體密度、總孔隙率、最大保水量及排水孔隙率來評估。以下是粒狀紅土、泥炭苔、蛇木屑三號、蛭石、眞珠石、稻殼、泡棉、紅土、紅土+蛭石（1：1），計九種介質的比較(表二)。

1. pH

盆栽介質的酸鹼度可左右植株根系吸收養分的有效性，對一般的作物而言，合適的 pH 範圍約在 6 ~ 7 之間，對非洲堇而言 6.2 ~ 6.7 最爲適宜⁽¹³⁾。

粒狀紅土中已加入 0.25 % 的苦土石灰，pH 是 6.24；種植一個月後 pH 為 5.98；五個月後的 pH 為 5.78，非洲堇的生長還是很正常。

2. 總體密度

對盆栽介質而言，總體密度除了影響其疏鬆度外，亦涉及重量過重所造成搬運不便的問題。理想的栽培介質其對總體密度的要求是在 $0.3 \sim 0.6 \text{ g cm}^{-3}$ 之間⁽³⁾。

表二、各種栽培介質的一些重要性質

Table 2. Some of the important characters of the culture mediums.

Culture mediums	Solid density	Bulk density	Total porosity	Max water-holding capacity	Drainage air porosity	pH
	g cm^{-3}	g cm^{-3}		%		(1:1)
Granulated latosolic soil	2.237	0.722	71.79	22.7	49.09	6.24
Latosolic soil	2.650	1.231	53.55	40.4	13.15	4.10
Rice hull	1.618	0.107	93.39	27.0	66.39	6.32
Snake-saw dust No.3	1.635	0.155	90.52	28.4	62.12	5.81
Vermiculite	2.877	0.126	95.62	51.2	44.42	7.75
Perlite	2.306	0.121	94.75	25.6	69.15	7.79
peats	1.633	0.139	91.49	74.1	17.39	3.84
Latosolic soil + Vermiculite (1:1)	2.666	0.679	74.53	52.4	22.13	5.04

粒狀紅土的總體密度約為紅土 (1.23 g cm^{-3}) 的一半，為 0.72 g cm^{-3} 。種植五個月後的總體密度降為 0.59 g cm^{-3} ，符合理想介質總體密度的要求⁽³⁾。粒狀紅土使用五個月後總體密度降低的主因是部份紅土被灌溉水洗失之故。推算粒狀紅土的總體密度降至 0.3 g cm^{-3} 以下需 16 個月，栽培非洲堇約每半年需換盆一次⁽¹³⁾，粒狀紅土總體密度的降低並不會造成栽培上的限制。

3. 總孔隙率、最大保水量及排水孔隙率

總孔隙率是由總體密度與固體密度計算而得，也為一表示盆栽介質疏鬆度的指標。總孔隙率愈大，此介質愈疏鬆。尤其是可以總孔隙率及含水量，計算當時的空氣孔隙率，得知通氣性。

最大保水量，定義為盆栽介質在充分飽和，自由排水後的含水量，以此代表在自然灌溉下，盆栽介質的含水量。總孔隙率與最大保水量的差值，定義為排水孔隙率，此可代表在自然灌溉下安全通氣量的指標。

盆栽介質的含水量為一變動的值，會隨時改變。飽和時的含水量等於總孔隙率，此時介質中的所有孔隙均被水充滿，含水量為一最大值，沒有空氣孔隙。隨著水漸次排走或蒸發，流失的水量為增加空氣孔隙的量。

粒狀紅土的總孔隙率為 71.8%，最大保水量是 22.7%，排水孔隙率是 49.1%。僅加入 40% 稻殼，未製成粒狀時的總孔隙率為 65.5%，最大保水量是 41.7%，排水孔隙率是 23.8%。紅土的總孔隙率是 53.6%，最大保水量是 40.4%，排水孔隙率是 13.2%。雖然上述三種介質的排水孔隙率均落在理想介質要求的空氣孔隙率 10 ~ 50% 之間⁽³⁾。但紅土及未製成粒狀紅土的配方，其排水孔隙率會因灌溉後細小土粒會阻礙毛細管的暢通，使排水孔隙率降低之外，澆水於盆面也會造成土壤表面的結皮而發生通氣不良的情形，這些問題在製成粒狀紅土之後就不會發生。

綜合酸鹼度、總體密度、總孔隙率、最大保水量及排水孔隙率五項評估因子，可檢視盆栽介質的根系環境，包括其疏鬆度、保水力、通氣性等。此五項因子缺一不可，是評定根系環境的必備參數。

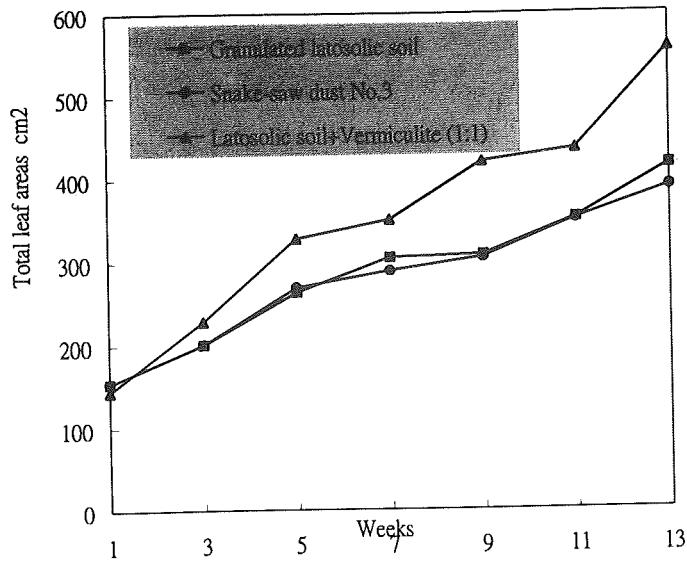
非洲堇盆栽試驗結果

粒狀紅土經過性能分析之後，欲進一步瞭解粒狀紅土盆栽非洲堇的效果，對照的介質是通氣性相仿的蛇木屑三號及通氣性較差的紅土+蛭石（1：1）兩種。

由存活的情形可知，蛇木屑三號最好，粒狀紅土次之，紅土+蛭石（1：1）最差。經過四個月的觀察結果，從植株的存活情形來看，蛇木屑三號的存活率達百分之百，顯示能提供植株良好的通氣性。粒狀紅土的處理在第二週時死去兩株，存活率降為百分之七十五，所餘的六株則一直健康的生長至試驗結束，研判初期的死亡是因移植時根系受傷所致。紅土+蛭石（1：1）在初期的生長情形良好，到了第七週後植株相繼死亡，最後僅餘三株，存活率降為百分之三十八。

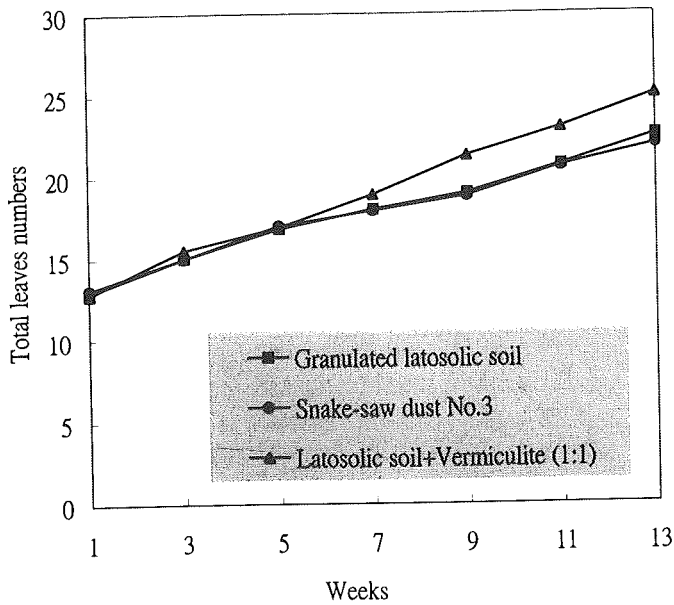
紅土+蛭石（1：1）存活植株的生長狀況優於粒狀紅土及蛇木屑三號的原因，可能是其能提供較充足的水分，相對的根能吸收的養分也較多之故。但其存活率較差，生育的品質變化較大。紅土+蛭石（1：1）的存活植株的平均總葉面積增加情形明顯優於粒狀紅土及蛇木屑三號（圖二），其他的生育調查結果如葉片數、花枝數、花朵數也是如此（圖三、圖四、圖五）。

從植株的外觀亦顯示蛇木屑三號與粒狀紅土兩介質其生長情況相近，將兩介



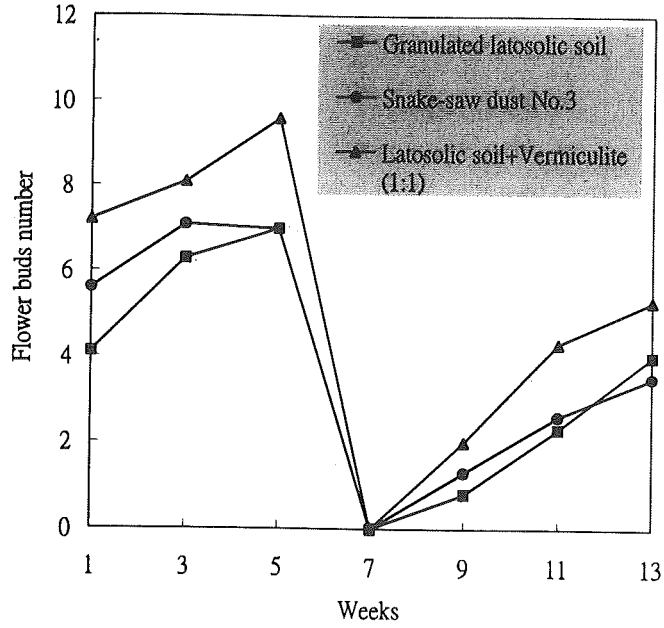
圖二、粒狀紅土盆栽非洲堇總葉面積的增加

Fig.2. The curve of african violet total leaf areas.



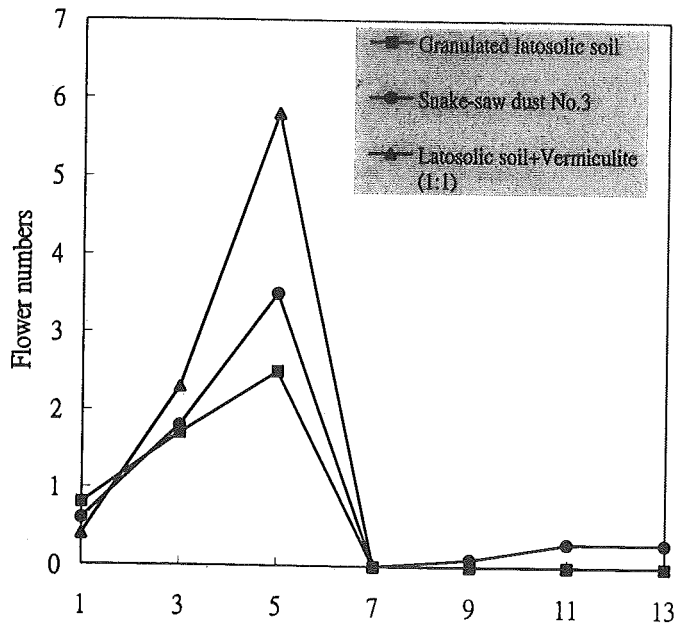
圖三、粒狀紅土盆栽非洲堇試驗總葉片數的增加

Fig.3. The curve of african violet leaves numbers.



圖四、粒狀紅土盆栽非洲堇試驗花枝數的增加

Fig.4. The curve of african violet flower buds number.



圖五、粒狀紅土盆栽非洲堇試驗花朵數的增加

Fig.5. The curve of african violet flower number.

質的根系洗出觀察其根系的生長情形來判斷，其根量及根的長度十分相近，顯示兩介質提供的根系環境一樣好。

由上述的結果可知，通氣條件所左右的是生死存亡的問題，而保水力影響存活植株的品質。故在種植非洲堇時先考慮介質的通氣性，在足夠的通氣條件下，要求最大的保水力。

參考文獻

1. 于天仁 張效年 1982 紅壤的物理化學性質 中國紅壤(李慶達 主編) pp.74-90。
2. 方新政 林學正 1992 發泡煉石之製造 設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告 pp.148-152。
3. 王才義 1989 理想栽培介質之調製 第二屆設施園藝研討會專集 pp. 5-75。
4. 王才義 1990 栽培介質理化性質之測定 興大園藝 15:21-28。
5. 王照月 鄭榮瑞 林滄澤 林學正 1989 炭化玉米穗軸之利用 設施園藝研討會專集 pp.76-82。
6. 李晔 1988 育苗介質與施肥 園藝種苗產銷技術研討會專集 pp.188-202。
7. 李晔 1989 固體介質之養液栽培 養液栽培技術講習會專刊 II pp.78-87。
8. 李盈德 1990 非洲堇 渡假出版社有限公司。
9. 徐信次 岳慶熙 利幸貞 1992 本土化栽培介質之開發與利用 設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告 pp. 152-159。
10. 黃淑汝 1991 金針菇堆肥對園藝作物生長之研究 國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
11. 劉燕君 1990 非洲堇栽培介質及營養研究 中興大學園藝學研究所碩士論文。
12. Backer, E.C., and A.E. Einert. 1973. Rice hull as a growing medium component for cut tulips. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(6): 556- 558.
13. Bartholomew, P. 1985. Growing to show-how to grow prize-winning african violets. AV Enterprises Press, Oxnard, California, U.S.A.
14. Bilderback, T.E., W.C. Fonteno, and D.R. Johnson. 1982. Physical properties of media composed of peatnut hulls, pinebark, and peatmoss

14. Bilderback, T.E., W.C. Fonteno, and D.R. Johnson. 1982. Physical properties of media composed of peatnut hulls, pinebark, and peatmoss and their effects on azalea growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(3): 522 - 525 .
15. Black, G.R., and K.H. Hartage. 1986. Particle density. *In Klute, A. (ed.) Methods of soil analysis, part 1: Physical and mineralogical methods.* 14: 377- 382. Amer. Soc. Agron. Inc, Madison, Wisconsin, U.S.A.
16. Brown, E.F., and F.A. Pokorny. 1975. Physical and chemical properties of media composed of milled pine bark and sand. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(2) : 119- 121.
17. Bruce, C. 1993. Plenty of light means plenty of flowers. *Amer. Hort. P.* 18.
18. Bugbee, G.J., and C.R. Frink. 1986. Aeration of potting media and plant growth. *Soil Sci.* 141(6) : 438- 441.
19. Fonteno, W.C., D.K. Cassel, and R.A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(6) : 736 - 741.
20. Hanan, J.J., O. Christos, and P. Christodoalos. 1981. Bulk density, porosity, percolation and salinity control in shallow, freely draining, potting soils. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(6): 742- 746.
21. Handreck, K.A., and N.D. Black. 1984. Choosing materials for potting mix. *In Growing media for ornamental plant and turf.* Chap. 13:103-123. NSWU Press, Australia.
22. Hershey, D.R. 1988. Calculation of growing medium bulk volume using medium height and pot dimensions. *HortScience* 23(3) :626 .
23. Jenkins, J.R., and W.M. Jarrel. 1989. Predicting physical and chemical properties of container mixtures. *HortScience* 24(2) : 292 - 295.
24. Joiner, J.N., and C.A. Conover. 1965. Characteristics affecting desirability of various media components for production of container-grown plants. *Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc.* 25: 320- 328.
25. Jones, U.S. 1979. Micronutrients — for healthy plant growth. *In Fertilizers and soil fertility.* Reston, Publ. Co., Virginia, U.S.A.

26. Milks, R.R., W.C. Fonteno, and R.A. Larson. 1989. Hydrology of horticultural substrates: I, II, III. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(1):48-61.
27. Nelson, P.V. 1991. Root media. *In* Greenhouse operation and management. (4th ed). Chap. 5: 171 - 208. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, U.S.A.
28. Pokorny, F.A., and B.K. Henny. 1984. Construction of a milled pine bark and sand potting medium from component particles. I. Bulk density : a tool for predicting component volumes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(6) : 770 - 773.
29. Rishani, N. and R.P. Rice. 1988. Use of carob as a potting medium component. *HortScience.* 23(2): 334-336.
30. Robinson, D.W., and J.G.D. Lamb. (eds.) 1975. Peat in Horticulture. Academic Press Inc., New York, U.S.A.
31. Sonneveld, C., J.V.D. Ende, and P.A. Van Dijk. 1974. Analysis of growing media by means of a 1 : 1.5 volume extract. *Comm. Soil. Sci. Plant Anal.* 5(3) : 183- 202.
32. Swartz, W.E., and L.T. Kardos. 1963. Effects of compaction on physical properties of sand-soil-peat mixture at various moisture contents. *Agron. J.* 55: 7- 10.
33. Turgeon, A.J., K.A. Hurto, and L.A. Spomer. 1977. Thatch as a turfgrass growing medium. *Illinois Research.* 19(3): 3- 4.
34. Verdonck, O., M.De. Boodt, and R. Gabriels. 1987. Compost as a growing medium for horticultural plants. *Compost: production, quality and use.*
35. Wang, T.Y., and F.A. Pokorny. 1989. Pecan shells as an organic component of container potting media. *HortScience.* 24(1) : 75 - 78.
36. Waters, W.E., W. Lewellyn and J. Nesmith. 1970. The chemical, physical and salinity characteristics of twenty-seven soil media. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 83 : 482 -488.
37. White, J.W. 1974. Criteria for selection of growing media for greenhouse crops. *Flor. Rev.* 145(4009): 28- 30, 73-74.
38. White, J.W., W.R. Chubb, and H.B. Charnbury. 1972. Anthracite coal refuse

- as a soil-less medium for greenhouse flower crops. Bulletin, Pennsylvania flower growers. (255): 2- 5.
39. White, R.E. 1987. Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Sci. Pub., Boston, U.S.A.
40. Wilson, G.C.S. 1983. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. Acta Hort. 150: 19-27.
41. Worrall, R.J. 1981. Comparison of composted hardwood and peat-based media for production of seeding, foliage and flowering plants. Scientia-Horticulturae. 15: 4, 311- 319.

- as a soil-less medium for greenhouse flower crops. Bulletin, Pennsylvania flower growers. (255): 2- 5.
39. White, R.E. 1987. Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Sci. Pub., Boston, U.S.A.
40. Wilson, G.C.S. 1983. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. Acta Hort. 150: 19-27.
41. Worrall, R.J. 1981. Comparison of composted hardwood and peat-based media for production of seeding, foliage and flowering plants. Scientia-Horticulturae. 15: 4, 311- 319.

The Study of the Granulated Latosolic Soil for African Violet

Yu-Jyu Wu¹

Summary

A latosolic soil was chosen as the growth medium. Soil pH and fertility were adjusted before a granulation process. The performance of the granulated soil medium were characterized by pH, bulk density, total porosity, water holding capacity and drainage air porosity. Results showed that the granulated soil medium is quite suitable for growing health African violet plant.

Key words : Granulated soil medium , Bulk density, Total porosity, Water holding capacity, Drainage air porosity.

¹ Associate assistant of Taitung DAIS.