

盤根現象對穴盤育苗根群發育之影響

種苗場 / 黃玉梅

前言

一般利用有底的穴盤生產種苗時，在育苗過程中幼苗根系會因受穴格的限制，使種苗根系沿著穴格邊緣及底部纏繞生長，產生盤根現象。此種盤根現象會造成局部根群密度提高，根與根之間相互競爭氧氣而產生缺氧狀況，因此降低根的呼吸功能及根群代謝活性，而影響根吸收水分及養分的能力，植株生長受到抑制，定植後對環境逆境抵抗力減弱，甚至影響產量。穴格的大小、形狀、高度與斜度等均會影響根群的分佈與發育，因此適當的穴格處理可改變根群的分佈狀態減少盤根現象。本文延續上文接著討論利用穴盤育苗所產生的盤根現象及其對作物的影響，並且介紹可減少盤根現象的幾種方法。

一、盤根現象：

有關盤根現象許氏(1995)認為，在容器內生長的根有向容器壁伸長之習性，因容器限制則沿著側壁纏繞生長，木質化後形成纏繞根(circling roots)永不會復原且缺少牽引固定力。Whitcomb學者(1985)則認為，在容器內生長的根很容易纏繞、歪曲或沿著容器邊緣生長，最後集結於容器底部。Marr和Jirak(1990)兩位學者觀察到在利用小穴格育苗時，根系容易互相纏繞，根毛生長減少，根生長有停頓、老化的現象。

綜合學者的看法可將盤根解釋為：在形態上，根因容器限制不能自然伸展，當根尖接觸到盆底時則在底盤水平纏繞生長，而側根則往側壁生長而延著側壁纏繞，最後便形成盤根。在生理上，盤根使容器邊緣及底部局部根群密度提高造成供氧量不足，根的活性降低，根生長有停頓及老化等現象。

二、形成盤根之原因：

1. 容器障礙(Container bound)：

生長於容器內的根受到容器阻隔無法像在土壤中自然伸展，而局限於容器內纏繞生長而形成盤根。

2. 指向運動(Tropism movement)：

由於根具有屈地性(Geotropism)及屈水性(Hydrotropism)，根屈地向下生長且往水份含量較高的地方尋找水源，由於重力作用通常在容器的底部擁有較高的水份含量，使根因屈地性及屈水性而集結於底部形成盤根。

3. 氧氣(Oxygen)：

靠近介質中心位置氧氣含量較少，而邊緣擁有較多的氧氣，使根向容器邊緣生長，最後形成盤根。

4. 物理阻抗(Mechanical impedance)：

容器內壁與介質之間自然產生縫隙，當介質孔隙度較低時，根會迴避介質的物理阻抗而選擇容器內壁與介質之間的縫隙

【研究成果】

生長減少抗力(Bennie, 1991)。

三、盤根在生理上之影響：

1.根的呼吸作用下降：

盤根造成局部的根群密度增加，根群密度提高後根與根之間相互競爭氧氣，使根系獲氧量不足呼吸作用因此下降而迅速影響根的代謝功能(Peterson et al.,1991；Saglio et al.,1984)。

2.根系吸收運轉能力降低：

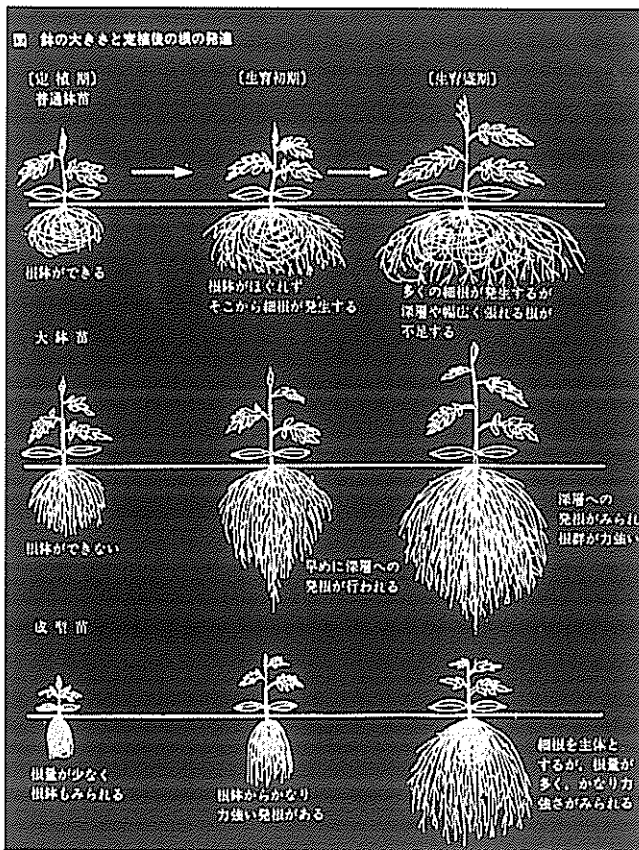
主動吸收與轉運均為耗能反應，當根群呼吸下降使根活力降低，最直接的是影響根系主動吸收與運輸水份及無機養份的功能。且盤根會減少側根的生長，使根尖數目減少而明顯降低吸收的效率(川島，1993)，另外盤根會增加養份與水份的橫向運輸距離，使溶質轉運速率下降。

3. 荷爾蒙改變：

根的生長受容器限時根群最先感受到獲氧量不足，使得根群代謝活性降低，造成在根部合成之Cytokinin與GA運轉困難，然後是cytokinin、GA等物質合成受到抑制，使地上部生長與發育受阻 (Carmi et.al.,1983)。例如番茄在限制根群的環境下，根部乙烯含量隨著呼吸率的下降而增加 (Peterson et. al., 1991a、1991b)。又如西瓜根群受到限制時種苗的根、木質部及葉片的ABA含量增加 (Liu & Latimer, 1995)。

Cytokinin與GA的部位，這些調節物質與水份、無機養分等經由木質部運輸到植株的地上部供生長發育之用。一旦形成盤根會造成根的活性降低影響根的正常功能，此時會造成地上部生長及發育受到不同程度的阻礙。

盤根對定植後生長、成熟期及產量的影響依不同物種及栽培環境而有不同表現。育苗時已形成的盤根現象，定植後永遠不會復原，觀賞樹木定植後易浮根傾

 (圖一、青木，1992)

▲盤根苗定植初期在纏繞部位產生許多細根，生育盛期細根多且根系淺分佈較寬廣，且缺少強而有力的深層支持根，但根系完整之種苗定植初期側根發生的早且深，生育盛期根系旺盛且深，根群活力亦較旺盛。

四、盤根對作物生長之影響：

根是植物吸收水份、養份及合成

斜、倒伏甚至折斷(許, 1995)。利用小穴格培育番茄苗根系容易受到限制而互相纏繞, 根生長停頓, 移植後恢復生長較慢(Marr & Jirak, 1990)。

五、改善盤根現象之方法：

1. 根修剪處理：

a. 空氣修根法(Air root-pruning)：

一般在容器生長的根, 生長至容器的開孔處會因接觸空氣乾燥使根尖乾死而促使側根生長, 增加根尖的數目, 提高根的吸收能力(Whitcomb, 1981)。空氣修根法一般從容器著手, 可在容器的側壁或底部, 增加縫隙或者孔洞設計, 使得根尖有更多的機會曝露於空氣中促進分枝產生, 同時避免根沿盆壁盤繞, 達到空氣修根的目的。

Whitcomb(1981)利用空氣修根(Air root-pruning)原理, 在容器壁剪出連續的垂直的細縫, 稱為垂直空氣修根容器

(Vertical-air-root-pruning container), 當根尖伸長曝露於空氣中自動乾縮壞死, 因而可避免根沿盆壁盤繞, 其具有導根的效果且可防止盤根。

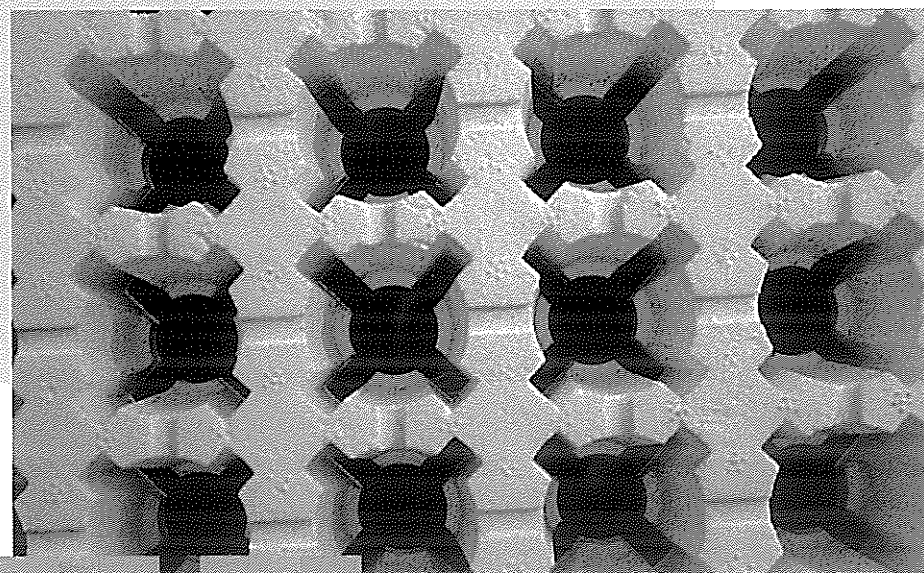
b. 化學修根法(Chemical root-pruning)：

早期學者利用碳酸銅(CuCO_3)塗抹於育苗容器內壁, 當根尖接觸到盆壁時, 會因接觸碳酸銅致毒而停止生長因而刺激支根產生, 使側根數目增加, 同時減少盤根程度(Saul, 1968)。Arnold等學者(1991)以碳酸銅溶液(每公升水加一百克 CuCO_3)塗抹於盆壁再培育蘋果苗木, 試驗證明對根系確實有修根的效果。

2. 改變育苗容器形式：

根之分布受遺傳與環境兩大因子之影響, 利用容器育苗植株之根系分布則與容器之大小、形狀有密切的關係, 容器的深度、傾斜角度、形狀均會影響根群的發育與分佈的狀態。

圖一、荷蘭保麗龍穴盤(為無底穴盤)



【研究成果】

容器形狀對不同的作物類型在根系的發育會有不同程度影響。例如，將深根性的樹種*Dodonaea viscosa*. (漆樹科)種在淺寬之容器內，其生長受到抑制，若種在窄深之容器內其樹冠及根明顯被促進；反之淺根性樹種*Ficus retusa*. (桑科)，種在淺寬之容器內其生長受到促進，在窄深之容器內被抑制(Biran & Eliassaf, 1980)。

正木 敬(1993)以相同容積(2.4cm³)不同形狀之容器培育番茄苗，在育苗初期胚根向下生長，而側根往側壁生長，最後與胚根均到達底部，盆底較寬的容器能使根在底部生長，而較窄的容器，根會沿著側壁螺旋向上生長，形成容器的形狀，而倒角錐形容器根分佈比方形容器均勻。

一般育苗穴盤可分為美式和荷蘭式兩大類，歐式保麗龍穴盤無底且側壁有四個凹槽(圖2)，底部不會有盤根的現象產生(圖3)。常見的美式PE穴盤有方形及圓形兩種，方形穴格的頂端較為傾斜，底部較

平，導水效果較圓形好，水份的利用比較經濟(Sulecki, 1988)，水份分佈也較均勻(Koranski & Laffe, 1990b)。根系在方形穴格中均勻分佈且穴格表面積與體積比值較大，根和土壤接觸面積較多，新根發育速度快，定植後生育較佳，反觀圓形穴格盤根情況較嚴重，定植後生育亦較差(Salter, 1982)。

3.增加容器內之通氣性：

盤根除了是因根本身有向四面八方擴張的特性外，容器中心通氣不良造成氧氣不足，而迫使根集中在容器邊緣和底部纏繞生長。因此，改善容器通氣不良的情形可改善盤根現象及增加根群的活性。增加容器通氣性必須從栽培介質及容器著手。Mills等學者(1989)建議，增加介質的粒徑、減少介質的壓縮、填加保水劑、降低泥炭與蛭石的比例、增加容器的高度等均可增加介質的孔隙度。另Biran和Eliassaf(1980)兩位學者將容器中央充填大



圖三、利用保麗龍穴盤育苗、底部完全無盤根現象。

顆粒的介質或中央漏空及三通氣管來增加通氣性，由於通氣的增加其根分枝較多，地上部生長亦較佳。

4.改變容器構型：

Whitcomb和Williams(1985)兩位學者以直徑15公分長15公分之PVC管當作容器，在容器側壁四面分別黏上(1).四條寬9mm，厚4mm之垂直肋線。(2).四個厚2mm之淺階梯型。(3).四個厚2mm之深階梯型設計等改變容器構型。將維吉尼亞松在經處理的容器內育苗四個月後，無論是在容器的底部或側壁，處理組根尖數均比對照組多且呈顯著性差異。移植至8公升的容器22天後，深階梯型處理之底部根尖數比對照組少26%，但側壁根尖數卻多213%(表1)。顯然深階梯型的容器設計不

僅可刺激種苗產生支根，增加根尖的數目，且可防止盤根，並有助於移植後根系向外延伸(Whitcomb & Williams,1985)。

六、結論：

日本學者青木 宏史(1993)認為，能夠控制根群發育就能控制種苗的品質，要有健康的種苗必須有良好的根系。種苗之生長發育對環境逆境甚為敏感，如何降低容器效應對根群所產生的傷害及盤根現象，為穴盤育苗生產的重要課題，因此利用穴盤育苗時必須考慮下列幾點：

1.掌握市場，確定育苗計畫，儘量縮短種苗留置(holding)的時間減少盤根產生。

2.良好的根圈環境是產生健康根系的必要條件，除了必須有良好的保水性與通氣性外，介質的均勻度是必須考慮的，均勻的水份與氣體，可使根群分佈較均勻，而降低盤根的程度。

3.在經濟的原則下儘可能使用較大的容器，避免根群限制的現象，何種穴格容積最可經濟生產種苗呢？根據學者Dufault(1985)的建議，花菜類為3.8~5.9cm³，而番茄為27~37cm³(200-128格)(Kemble et. al., 1994)。

4.慎選穴盤形狀及材質，減少容器效應。利用空氣修根原理改變穴格構型，有利於排水防止湛水，並有修根作用，促進支根生長。

表1. 容器型式對維吉尼亞松根根尖數目之影響

根尖位置	容器型式 ^a			
	對照組	處理a	處理b	處理c
	根尖位置			
容器底部	75a ^y	144c	108b	253d
容器側邊	69a	77a	121b	187c
總 計	144a	221b	229b	440c

^a對照組：直徑15公分長15公分之PVC管。

處理a：在容器側壁四面垂直黏上四條寬9mm，厚4mm之塑膠條。

處理b：在容器側壁四面垂直黏上四個厚2mm之淺階梯型塑膠。

處理c：在容器側壁四面垂直黏上四個厚4mm之淺階梯型塑膠。

^y同一列英文字母相同者表示在顯著水準5%以下無顯著性差異。

(資料來源：Whitcomb & Williams,1985)