

第九屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA9-038

作品名稱：聳立的草皮-探討不同環境因子對於立體式草坪牆生長發育之影響

姓名：呂承豫

關鍵字：草坪、立體栽培、生態牆

壹、研究題目

聳立的草皮-探討不同環境因子對於立體式草坪牆生長發育之影響

貳、研究動機

近年來由於全球暖化導致氣候變遷現象加劇，使得對抗暖化以及減少碳排放成為全球首要任務。記得老師曾在上課時，討論到有關綠建築(green building)、綠屋頂(green roof)及生態牆(living wall)等設計具有節能減碳、淨化空氣、降低都市熱島效應以及增進城市綠美化等功能，但生態牆往往有維護管理不易且維護成本過高等問題。綠油油的草皮常常做為庭園造景的元素，但主要應用於平面鋪設，未見有人將之垂直栽培。因此也萌生了應用生態牆立體化栽培的概念來探討草坪垂直栽培的想法，並期望藉此研究以探討立體式草坪牆之實用可行性以及對於草坪生長發育的影響，相關生長資料並可作為將來推廣的依據與參考。

廣義而言，作為建築物綠美化之用的生態牆系統，包含綠屋頂(green wall)、綠覆蓋(green facade)及生態牆(living wall)三種。綠屋頂(green wall)泛指有植物覆蓋的屋頂系統，依種植的植物種類與投入維護管理的不同可分為粗放型(Extensive green roof)及精緻型(Intensive green roof)兩種類型。綠覆蓋系統，為應用單一蔓性植物所形成之鋪面，優點為維護方便且可形成自然優美之綠面。缺點為生長時間較

長，且植物覆蓋後的根系生長可能影響建築鋪面或導致建築物內部漏水。生態牆系統，則為利用模組化版塊(含介質放置位置及排水系統)，使植物栽種於介質中並固定於垂直立面。優點是植物種類多及設置地點彈性大，缺點則是需較多的維護管理。

結縷草(*Zoysia grass*)為台灣庭園造景常用草坪草種，常用於庭園、高爾夫球場、公園綠地及運動球場等的景觀綠美化。維護管理容易。其特性為生長快速、耐踐踏、耐旱性強以及耐病、耐鹽性等特性。對於生長的土壤條件要求較低，且能生長於酸性土壤(pH4.5-5.5)上。以地下走莖作為主要繁殖模式，容易快速形成細緻、綿密的草坪。本次試驗採用結縷草類的菲律賓芝(俗稱台北草)(*Zoysia matrella*)及鵝絨芝(俗稱韓國草)(*Z. tenuifolia*)作為試驗草種。期能藉由本草種的特性，使草坪草垂直生長成為可能。

本次研究擬探討與建置的草坪牆系統，乃融合及改良現有綠覆蓋與生態牆模式的概念。應用現成的模組(市售PVC透水管)使草坪能固定於垂直的立面並且生長。本設備具有可快速完成綠化佈置、根系不會影響建築體表面、設置地點彈性大、維護管理容易、成本較低等優點。期望能藉由本次實驗的進行，能探討不同環境因子對於立體式草牆生長發育的影響，並建立相關生長資料以作為將來推廣設置的依據與參考。

參、研究目的

目前未見有關立體式草坪牆的相關研究，期望能藉此研究探討立體式草坪牆之實用可行性以及對於草坪生長發育的影響，相關生長資料並可作為將來推廣的依據與參考。依據初步實驗，應用適合的設施，草坪確實可以垂直生長，但管理維護方式以及環境因子的影響，仍需進一步探討。期望本研究之成果，將來可用於配合立體花牆系統，以取代生硬的水泥圍牆、工地圍籬或作為鐵欄杆美化之用。

肆、研究過程

一、立體草牆製作

- 1.以方型 PVC 透水管(L:10cm W:20cm H:50cm；南陽化工製造)，直立放置，作為立體草坪牆面單體材料。以 5 支透水管單體為一組，作為立體草坪牆結構主體(L:100cm W:20cm H:120cm)。透水管內部填充砂質壤土，管壁外覆陽明山土作為黏著介質，最外層鋪設草皮。
- 2.供試草種：以結縷草屬(*Zoysia*)的菲律賓芝(台北草)(*Zoysia matrella*)作為本次試驗之草種。
- 3.試驗場地設置：將草坪牆主體置於校園內。每處設置 3 組立體草牆。維護管理為每日噴灌澆水二次，以維持土壤之田間含水量。實驗效期 6 個月，觀察草坪牆之生育狀況。

二、資料調查與分析

草坪生長狀況調查：自試驗開始後，每兩周修剪全區一次(修剪至1.5-2cm，依一般草皮養護方式)，測量修剪下之草坪生長量、鮮種、乾種。藉此分析草皮垂直生長之可行性及形態差異變化。

伍、結果與討論

一、立體草牆製作

由於方型 PVC 透水管(L:10cm W:20cm H:50cm)的結構較預期柔軟，故於立體草牆的製作與改善過程中，遭遇許多瓶頸。原先設定將 PVC 透水管直立後，管內填土即可保持垂直，但實際卻造成管柱傾斜的現象。經重新評估以及應用現有材料改善，故以南方松木板(2.5cm 厚)製作木質外框，並於木框上方鑽洞，以便填土作業(圖一)。雖然，會增加稍微整體裝置的重量，但對於未來的陳列與搬運較為方便(圖二)。

本次試驗的草皮黏著劑為陽明山土，此種土壤為紅褐色黏質壤土，於乾燥時土壤呈現自然團粒，但結構較為鬆散，以手輕壓即會碎裂。但與水混合後，會呈現如同水泥一般的黏稠狀，可當作黏著劑將草皮黏著於框架內。但鋪設草皮時仍需緊密壓實，不然在垂直放置時，容易產生草皮對抗不了重力而掉落的現象。

以陽明山土作為草皮黏著介質具有環保以及能增進草皮根系生長的功能。因為陽明山土極為保濕且土質緊密，以此作為媒介，對於新鋪設草皮的根部生長以及根系與主結構結合有一定的幫助。惟建置初期，須注意水管理。陽明山土於乾燥時容易碎裂，若草皮的根系尚未生長至主結構且密合，即造成垂直草牆的崩落，影響整體功能與美感(圖三)。

二、資料調查與分析

由於前項試驗於初期遭遇許多瓶頸，故此部分資料尚未完成調查與分析，將隨即補上。

三、討論與未來展望

本次設計及試驗垂直草牆時，發現許多可以改善或精進之處，在此提出討論，以供後續研究參考。

1.PVC 透水管的固定：因 PVC 透水管的材質較為柔軟，若需垂直成形排列，需加以固定。本次採用木框架形式，雖可有效固定，但製作框架較為費時費工，且木材經一定時間即會產生老化碎裂，實非理想材料。原先有規劃用不銹鋼材燒製桁架且於每支透水管中放置鋼筋以維持強度，但此規劃製作不便且更為昂貴，恐不利將來量產推廣。

2.黏附介質的選擇：本次以陽明山土作為黏附材料，但此材料於乾燥

石容易造成草皮崩落，需花費時間澆水灌溉。若長期放置室外，則無法達到省工的原始想法。之前曾想過以輕質水泥加上透水透氣性強的珍珠石作為黏附材料，但會有水泥黏稠度與流動性不好掌握，故予以放棄。

3.灌溉模式改良：本次試驗立體草牆，採用人工直接於草皮表面噴灌，但此澆水法於建置初期時，容易造成土壤沖蝕流失，進而影響草皮的固定，且澆水不均勻亦會影響草皮的生長。建議日後可改進為利用滴灌或是毛細管給水系統，如此即可方便管理。

伍、參考資料

- 1.何明錦、陳瑞鈴、林憲德、江哲銘、周鼎金、章裕民、鄭政利、張又升、林子平、郭柏巖及吳麗真. 2007. 綠建築解說與評估手冊 (2007年更新版).行政院內政部建築研究所. 173頁
- 2.陳玲岑. 1996. 草坪植物及綠籬花木類植物對臭氧及二氧化氮的吸收及抗耐性之研究. 國立台灣大學園藝學系研究所碩士論文. 108頁.
- 3.黃國書. 2003. 鹽分逆境對結縷草坪建立過程生育及品質之影響. 屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所 碩士論文. 83 頁.

- 4.鍾翊嫻. 1997. 草坪植物氮素營養和需肥診斷之研究. 國立台灣大學園藝學系研究所碩士論文. 84 頁.
- 5.Dunnett, N. and N. Kingsbury. 2004. Planting green roofs and living walls. Timber press, Inc. Portland, Oregon. USA.
6. Fuller, R. A., K. N. Irvine, P. D. Wright, P. H. Warrn, and K. J. Gaston. 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. Biol. Lett. (3) 390-394.
7. Köhler, M. 2008. Green facades- a view back and some visions. Urban Eco. (11) p.423-436.
8. Sharp, R., J. Sable, F. Bertram, E. Mohan, and S. Peck. 2008. Introduction to green walls technology, benefits and design. green roofs for healthy Cities. www.greenroofs.org. p. 35.
9. VanWoert, N. D., D. B. Rowe, J. A. Andresen, C. L. Rugh, and L. Xiao. 2005. Watering regime and green roof substrate design affect *Sedum* plant growth. Hort. Sci. 40:659-664.
10. Wolverton, B. C. 2007. How to grow fresh air. Lemon tree press, Inc. p.155.



圖一、立體草牆的材料與製作說明。(A)PVC透水管與外部南方松木框，整體裝置高50cm*長50cm*寬10cm。(B)於整體裝置上方鑽孔(紅色箭頭處)，以便填入介質。(C)介質裝填情形。(D)裝填完成的框架，準備進行草皮黏著作業。(E)草皮黏著劑-陽明山土的鋪設狀況。(F)草皮鋪設時需緊密壓實，以利黏著。



圖二、立體草牆完成圖。外框架以南方松木板製作，便於搬運以及陳列。



圖三、草皮崩落狀況。若不重視水管理，則容易造成陽明山土乾燥碎裂而草皮崩落狀況。