

# 室內盆栽吸音特性之研究—以台灣常用的室內觀葉盆栽為例

## A Study of Sound Absorption Characteristics on Indoor Potted Plants —Using the Common Indoor Garden Potted Plants in Taiwan as example

陳宜君<sup>1</sup>、賴榮平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>作者一，成功大學建築學系研究生

<sup>2</sup>作者二，成功大學建築學系教授

### 主要聯絡方式

成功大學建築所音響研究室

台南市大學路1號701

電話:06-2757575 轉 54169 FAX: 06-2757575 轉 54167

E-mail:jiajjen@hotmail.com

### 摘要

以盆栽來美綠化室內環境可說是最廣為人們運用的手法，植物除具備美學上的功能外，尚具備構成空間、調節氣候、工程機能上及心理上等之效果。關於植物在音環境上的研究，已有研究證實植栽確實是可運用於戶外以衰減噪音。但若將植物運用於室內時，其吸音性能如何，目前尚未有明確答案，有鑒於此，本研究針對台灣常見的室內觀葉盆栽做吸音特性之研究，探討其對室內吸音的影響。

本研究主要針對台灣常見的室內觀葉盆栽探討其樹冠大小、葉片形狀、葉片厚度、葉片大小、葉片密度對單盆吸音力之影響，找出其吸音特性與性能，即聲音的收頻率對吸音力的關係，包括線型、波峰波谷值、差值、主要的吸音頻率範圍、相對應的吸音力數值...等。而實驗量測所得之數據資料亦能廣泛應用於所有的室內空間中，以提高室內吸音力、降低餘響時間。

**關鍵字：**室內觀葉盆栽、吸音力

### Abstract

The use of potted plants to beautify the indoor environment is a very common method. Apart from the aesthetics the plants bring, they also have the effect of constructing spaces, adjusting climate, engineering function and psychological effects. Researches on plants in relation to acoustics have proved that plants indeed are able to attenuate outdoor noises. However, the effects of sound absorption of indoor plants have yet to be clarified. For this reason, the objective of this paper discusses the sound absorption effects of Taiwan's most common indoor potted foliage plants, to better understand their impact on indoor sound absorption.

The aim of this research is to locate the impact on sound absorption of a single pot according to the size of its canopy, leaf shape, leaf thickness, leaf size, and leaf density. Importantly, this finds the characteristics and effectiveness in sound absorption, which in turns, locates the relations between sound absorption frequency and sound absorption capacity. These relations include the curve form, wave value and discrepancy, main sound absorption frequency range, sound absorption values, and so forth. The values obtained from the experiments can be widely applied in all indoor spaces, to improve indoor sound absorbency and to reduce the reverberation time.

**KEY WORDS :** Indoor Potted Foliage Plant, Sound Absorption.

## 壹、前言

從一般的住宅空間到辦公室、商業空間甚至是公共建築大廳空間，往往可見盆栽的設置，以盆栽來美綠化室內環境可說已經是最廣為人們運用的手法，植物除了具備綠美化空間之美學上的功能外，尚具備構成空間、調節氣候、工程機能上及心理上的效果，其中，工程機能上的應用包括噪音之控制等。

關於植物在音環境上的研究，本研究透過國內外文獻蒐集後得知，植栽確實已被視為是可運用於戶外衰減噪音的一個工具，但至於若將植物運用於室內時，其吸音性能如何，目前尚未有明確答案，因此，本研究以台灣常見的室內觀葉盆栽為研究對象，探討其吸音特性及對室內吸音的影響。此處所謂之吸音特性是指材料其聲音之吸收頻率對吸音力的關係，包括主要的吸音頻率範圍、吸音力數值..等。

而本研究成果將能廣泛應用於所有的室內空間中，以提高室內吸音力、降低餘響時間，對改善室內的音響性能有所助益，基於以上所述動機，茲將本研究的主要目的整理如下：1.針對室內觀葉盆栽，找出影響吸音性能的變因。2.找出室內觀葉盆栽的吸音特性與性能。3.建立室內觀葉盆栽吸音力之數據與資料。

## 貳、研究範圍與方法

根據材料吸音原理、植物生理構造及文獻，把影響室內觀葉盆栽吸音特性的變因分成環境、栽培介質、枝葉型態及質感、植物生理等四大類，本研究擇以景觀建築設計的觀點從基本視覺特性的應用面切入，著重於探討枝葉型態及質感變因對盆栽吸音力的影響，對植物生理因素暫不考慮，而對環境條件及栽培介質條件加以控制在限制的實驗條件下，求出盆栽之吸音力並找出其枝葉型態及質感因素對吸音力的影響程度，擬定研究範圍如【圖1】中之網底所示。



【圖1】影響室內觀葉盆栽吸音特性之變因

本研究在量測方法上採餘響室法吸音率測定法 (Method for Measurement of Sound Absorption Coefficients in a Reverberation Room) 進行量測，而量測方法、量測場所、量測之儀器設備等各方面主要是依 CNS A3165 及 ISO354 的規定。

## 參、研究過程

### (一) 盆栽試體的選定與分組

本研究針對台灣常見的室內盆栽中，以觀葉為主的宿根性草本類盆栽及常綠木本類盆栽作為主要研究對象，進一步藉由實際探訪園藝公司，並利用【表 1】的枝葉物理量量測表，對市售常見的觀葉盆栽逐一的進行調查、紀錄，利用測出的枝葉數值經試算將盆栽試體量化，並定義出本研究變因中的境界數值，如【表 2】。進一步將探討變因分為五大組，每組只做一變因變化以探討其對吸音力的影響而將其他四個變因控制成相同條件狀況，根據實際調查所得的盆栽基本資料，將符合條件的盆栽納為實驗室體，本實驗共針對 26 種盆栽進行實驗室量測，如【表 3】。

【表 1】盆栽之枝葉物理量量測表範例

量測項目		備註
整體植株	高度 (H)	
	兩向寬幅 (W)	
樹冠	表面積	簡化成幾何立體圖形
	體積	
葉	葉片代表長度 (l)	以成熟葉片為量測對象
	葉片代表寬度 (w)	
	葉片單片面積	
	葉片總數量	
	葉柄直徑	
	葉柄平均長度	
	密度	葉片數量×單片葉面積/樹冠體積=密度
莖	主枝的直徑	
	主枝的平均長度	
	分枝的直徑	
	分枝的平均長度	
塑膠盆器	高度	
	盆口內徑	

【表 2】本研究之枝葉形態及質感變因

變因		設定
葉片 形狀	寬葉型	凡葉片之代表長度 l/代表寬度 w 所得出的比值小於等於 4 者，即 $l/w \leq 4$
	細長葉型	凡葉片之代表長度 l/代表寬度 w 所得出的比值大於 4 者，即 $l/w > 4$
葉片 厚度	肉質型	肉質葉片肥厚多肉，一般而言肉質型的葉片厚度最厚
	革質型	革質葉片如硬挺皮革或軟皮，革質葉片厚度介於肉質型葉片及紙質型葉片之間
	紙質型	紙質葉片薄軟如紙張，紙質型葉片厚度最薄
葉片 大小	大葉型	葉面積 $> 200 \text{ cm}^2$
	中葉型	$200 \text{ cm}^2 \geq \text{葉面積} \geq 80 \text{ cm}^2$
	小葉型	葉面積 $< 80 \text{ cm}^2$
葉片 密度	密葉型	葉片數量 $\times$ 單片葉面積 / 樹冠體積 $\geq 0.06 \text{ (cm}^2/\text{cm}^3)$
	中密葉型	$0.06 \text{ (cm}^2/\text{cm}^3) > \text{葉片數量} \times \text{單片葉面積} / \text{樹冠體積} \geq 0.03 \text{ (cm}^2/\text{cm}^3)$
	疏葉型	葉片數量 $\times$ 單片葉面積 / 樹冠體積 $< 0.03 \text{ (cm}^2/\text{cm}^3)$
樹冠 大小	大型	樹冠的表面積 $> 30000 \text{ cm}^2$
	中型	$30000 \text{ cm}^2 \geq \text{樹冠的表面積} \geq 10500 \text{ cm}^2$
	小型	樹冠的表面積 $< 10500 \text{ cm}^2$

【表 3】26 種實驗試體量測之枝葉物理量簡表

No.	盆栽種類	葉片形狀	葉片大小	葉片厚度	葉片密度	樹冠大小
1	黃金葛	寬葉型	小葉型	革質型	密葉	小型
2	密葉竹蕉	細長葉型	小葉型	革質型	密葉型	小型
3	短葉虎尾蘭	寬葉型	小葉型	肉質型	密葉型	小型
4	羽葉福祿桐	寬葉型	小葉型	紙質型	密葉型	小型
5	銀后粗肋草	寬葉型	中葉型	革質型	密葉型	小型
6	粗肋草	寬葉型	中葉型	革質型	密葉型	小型
7	白馬粗肋草	寬葉型	中葉型	革質型	密葉型	小型
8	錦竹芋	細葉型	中葉型	革質型	密葉型	小型
9	虎尾蘭	細長葉型	中葉型	肉質型	密葉型	小型
10	蜘蛛抱蛋	細長葉型	大葉型	革質型	密葉型	中型
11	綠葉竹蕉	長葉型	小葉型	革質型	密葉型	中型
12	魚尾椰子	寬葉型	大葉型	革質型	密葉型	中型
13	袖珍椰子	細長葉	小葉型	紙質型	密葉型	中型
14	劍羽粗肋草	寬葉型	中葉型	革質型	密葉型	中型
15	斑葉鵝掌藤	寬葉型	小葉型	革質型	密葉型	中型
16	綠帝王蔓綠絨	寬葉型	大葉型	革質型	密葉型	中型
17	百花天堂鳥	寬葉型	大葉型	革質型	密葉型	中型
18	紅帝王蔓綠絨	寬葉型	大葉型	革質型	疏葉型	中型
19	白鶴芋	寬葉型	大葉型	革質型	密葉型	大型
20	百合竹	細長葉型	小葉型	革質型	密葉型	大型

21	夏雪黛粉葉* <sup>2</sup>	寬葉型	大葉型	革質型	密葉型	大型
22	圓葉蒲葵	寬葉型	大葉型	革質型	密葉型	大型
23	澳洲鴨腳木	寬葉型	中葉型	革質型	密葉型	大型
24	彩紋竹蕉	細長葉型	小葉型	革質型	密葉型	大型
25	觀音棕竹	細長葉	小葉型	革質型	疏葉型	大型
26	黃椰子	細長葉	小葉型	紙質型	疏葉型	大型

## 肆、結論

### (一)、植栽吸音率的平均值

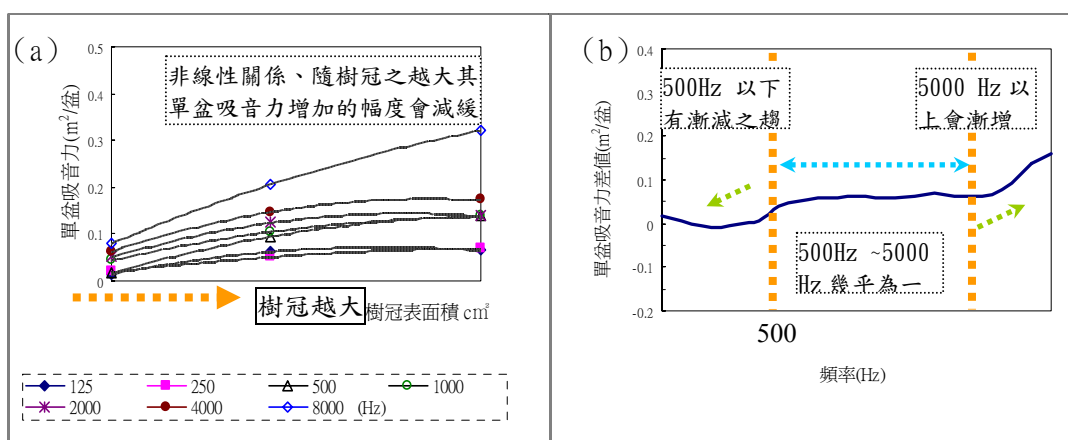
針對盆栽試體在相同條件（葉片厚度、葉片形狀、葉片大小、葉片密度）下，其樹冠大小分別為大型、中型及小型時，量測得的吸音率做比較，其吸音率比較如【表 4】。

【表 4】樹冠大小之吸音率

樹冠大小	頻率 盆栽種類	250	500	1000	2000	NRC 值	平均值	偏差值
大型樹冠	百合竹	0.10	0.20	0.20	0.20	0.175	0.183	0.061
	白鶴芋	0.05	0.10	0.15	0.15	0.112		
	夏雪黛粉葉	0.15	0.25	0.35	0.30	0.262		
中型樹冠	綠葉竹蕉	0.15	0.25	0.30	0.40	0.275	0.237	0.031
	魚尾椰子	0.15	0.15	0.25	0.30	0.212		
	百花天堂鳥	0.10	0.30	0.35	0.30	0.262		
	劍羽粗肋草	0.20	0.15	0.20	0.25	0.200		
小型樹冠	密葉竹蕉	0.15	0.15	0.30	0.40	0.250	0.237	0.012
	白馬粗肋草	0.25	0.15	0.25	0.25	0.225		

### (二)、樹冠大小對吸音特性之影響

1. 室內觀葉盆栽雖然會隨著樹冠越大（即樹冠表面積越大）而單盆吸音力漸增，但是樹冠表面積對單盆吸音力之曲線並非呈簡單線性關係，而是隨著樹冠之越大其單盆吸音力增加的幅度會減緩，樹冠表面積對單盆吸音力之曲線如【圖 4 (a)】所示。

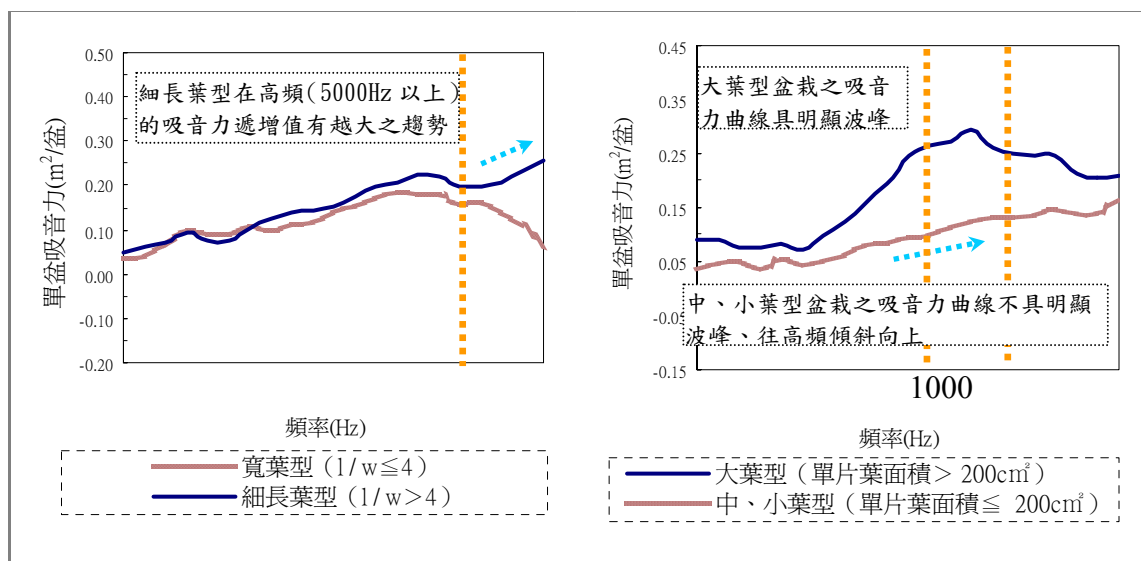


【圖 4】樹冠表面積對盆栽吸音力之影響

2. 在相同條件下，樹冠表面積增大時各頻率增加的單盆吸音力差值，由統計結果可得出其曲線特徵如【圖 4 (b)】所示，樹冠增大時，其單盆吸音力的提升在 5000 Hz 以上會漸增，500Hz~5000 Hz 幾乎為一定值，在 500Hz 以下有漸減的趨勢，顯示樹冠增大時對 5000 Hz 以上的吸音力提升最為顯著，其次是 500Hz~5000 Hz。

### (三)、葉片形狀對吸音特性之影響

1. 由 26 種盆栽試體的單頻吸音力曲線可比較看出，葉片形狀主要對高頻（5000Hz 以上）之吸音力較具影響，細長葉型 ( $l/w > 4$ ) 較寬葉型盆栽在高頻的單盆吸音力遞增值有越大之趨勢、即線型越陡，趨勢圖如【圖 5】。



【圖 5】葉片形狀對盆栽吸音力之影響

【圖 6】葉片大小對盆栽吸音力之影響

### (四)、葉片厚度對吸音特性之影響

1. 肉質葉片的確會因厚度增加而對吸音力有所提升，本研究以固定葉片形狀（細長葉型）、葉片大小（中葉型）、葉片密度（中密葉型）、樹冠大小（小型）、不同葉片厚度（肉質型、革質型）為實驗試體，其單盆吸音力差值最大在 160~4000Hz 為 0.03~0.05，相當於單盆吸音力差值多大於 10%。

2. 對革質與紙質葉片而言，其他更為重要的因素如莖、葉柄、葉的振動...等對吸音力所造成之影響可能比些微的厚度差異所造成的影響來得大，因此，建議找出葉片的特質而非單以厚度來衡量肉質、革質、紙質葉片其對吸音力之影響，例如紙質葉片可能振動比葉厚度的影響更為明顯故反而應以振動對吸音力的影響為主要考量，待後續研究進一步探討，以釐清原因。

### (五)、葉片大小對吸音特性之影響

1. 葉片大小與單盆吸音力曲線之線型有密切關係，大葉型盆栽(即單片葉面積超過  $200\text{cm}^2$ ) 其單盆吸音力曲線之線型特徵為具明顯波峰的曲線，波峰多產生於高頻 ( $1000\text{Hz} \sim 3150\text{Hz}$ )，且整體線型隨著頻率越高而升高，至於中、小葉型盆栽其單盆吸音

力曲線之線型特徵則為傾向於往高頻傾斜向上的線性直線，且較為平穩不具明顯波峰，將 26 種盆栽試體的單頻吸音力曲線整理比較後得出線型特徵如【圖 6】所示。

2. 在相同條件下（葉片厚度、葉片形狀、葉片密度、樹冠大小固定），葉片從小、中葉增為大葉時，其單盆吸音力於中高頻（630Hz~5000Hz）之提升最為顯著。

#### （六）、葉片密度對吸音特性之影響

1. 在相同條件下，葉片密度越大其單盆吸音力有增加的趨勢，以固定葉片厚度（革質型）、葉片形狀（寬葉型）、葉片大小（大葉型）、樹冠大小（中型）、密葉型的魚尾椰子（密度 0.08）與疏葉型的紅帝王蔓綠絨（密度 0.02）為例，其單盆吸音力差值在 1600~6300Hz 密葉型較疏葉型高出 0.05~0.1，在 160~1250Hz 約為 0.05，在其他頻率則小於 0.05。

2. 在相同條件下（葉片厚度、葉片形狀、葉片大小、樹冠大小固定），若葉密度差值小於 0.03 對單盆吸音力之影響不顯著。

#### （七）、其他因素對吸音特性影響之推測

1. 在低頻（315Hz 以下）之吸音力主要受土壤影響，單盆吸音力隨著盆器口徑越大（即土壤之吸音面積越大）而有越高的趨勢。

2. 音影之影響：葉片若過份覆蓋重疊，音影對吸音的影響可能越顯著；又則，靠近土壤面的枝葉若越稀疏可能較不易產生音影之影響，使盆土能充分發揮其吸音作用。

#### （八）、各變因對吸音特性的影響程度

針對 26 種盆栽試體之量測結果，利用統計方法來釐清本研究所選定的變因對吸音特性之影響程度，分別就 125Hz、250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz、8000Hz、10000Hz 中心頻率進行變因對吸音特性影響之統計分析後得出結果如【表 4】所示，其中樹冠大小對於各頻率之單盆吸音力的影響最為顯著及一致，樹冠越大者單盆吸音力越高。然而隨著頻率的增加，影響變因也跟著有所變化，頻率在 8000 Hz 以下，除了樹冠大小外，顯著的影響變因尚有葉片大小，葉片越大者其吸音力越大；頻率在 8000 Hz 以上，顯著的影響變因除了樹冠大小外，尚包括了葉片形狀，並且形狀為細長葉型者其單盆吸音力大於寬葉型者。

【表 4】不同頻率下，對單盆吸音力有顯著影響之變因一覽表

變因項目 \ 頻率 (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10000
葉片形狀							○	○
葉片大小		○		○	○	○		
葉片厚度								
葉片密度							○	
樹冠大小	○	○	○	○	○	○	○	○

○：有顯著影響，p 值 < 顯著水準=0.05

## 伍、誌謝

計劃編號(NSC 93-2211-E-006-062)

## 陸、參考文獻

1. 李岍 (1989)。《室內植物》。臺北市：淑馨。
2. 謝平芳、單玉珍、邱茲容 (1980)。《植物與環境設計》。臺北市：知音。
3. 林慧盈 (2000)。《不同植栽配置模式之減噪效果研究-以台中市綠園道系統為例》。國立中興大學園藝學系碩士論文。
4. 方智芳 (2002)。《群植樹木減音效果及設置準則之研究》。國立台灣大學園藝學系博士論文。
5. 景觀設計元素，1995，Norman K.Booth 著，侯錦雄李素馨合譯，田園城市出版台北。
6. 圖解栽培繁殖技術，薛聰賢編著 (1991)，薛氏家庭園藝出版部出版，員林。
7. 台北市假日花市商業行為之研究，市政建設專題研究報告第 171 輯，民 76.12。
8. Aylor, D. E. (1972) . Noise reduction by vegetation and ground. *J. Acoust. Soc. Am*, 51 (1) , 197-205.
9. Aylor, D. E. (1972) .Sound Transmission through Vegetation in Relation to Leaf Area Density, Leaf Width and Breadth of Canopy. *J. Acoust. Soc. Am*,51 (1) , 411-414.
10. Martens, M. J. M. (1980) . Foliage as a low-pass filter: Experiments with model forests in an anechoic chamber. *J. Acoust. Soc. Am*. 67(1), 66-72.
11. Bullen, R., & Fricke, F. (1982) . Sound propagation through vegetation. *J. Sound and Vibration*. 80(1), 11-23.
12. Embleton, T. F. W. (1963) . Sound propagation in homogeneous deciduous and evergreen woods. *J. Acoust. Soc.*