

# 植栽改善室內空氣中二氧化碳濃度之研究

郭博文<sup>\*1</sup> 江志民<sup>2</sup>

<sup>\*1</sup>經國管理暨健康學院健康產業管理研究所副教授

<sup>2</sup>經國管理暨健康學院餐旅管理系助理教授

## 摘要

本研究希望能夠了解一般住宅室內置放植栽對於室內空氣中之二氧化碳濃度是否具有調節的功能，藉由試驗於民宅室內放置 25 種植栽以了解室內二氧化碳濃度的變化情形。

- (一)本研究於放入植栽後，立即測量當時室內二氧化碳濃度，全體平均值約 537.5(14.1) ppm，與筆者(2009)之研究於無人之辦公室內量測四小時之二氧化碳濃度平均值 539.1(11.9) ppm 相當。
- (二)本研究中置入植栽第一小時後就約略達到一定值，其數值與筆者(2009)先前之研究，測量公園內早晨之二氧化碳濃度平均值相當，有些植物甚至更低於該數值，顯示置入植栽後對室內二氧化碳濃度有相當的改善效果。
- (三)置入植栽後八小時，二氧化碳濃度平均值降低較多者有吊蘭、筆筒樹、粉黛葉、波斯頓腎蕨、兔腳蕨、虎尾蘭、吉祥萬年青及黃椰子等；降低較少者有圓葉椒草、美人蕨、檸檬萬年青、綠珊瑚及粉火鶴等。各種植物間進行單因子變異數分析具有顯著性差異，各種植物進行雪費氏(Scheffe)事後分析，各種植物之間具有顯著性差異。
- (四)本研究中置入植栽前之室內二氧化碳濃度均低於行政院環保署公告之「室內空氣品質標準值」之標準 600 ppm。

**關鍵字：**室內空氣品質、室內環境、二氧化碳濃度、植物

---

\* 通訊作者

# A Research on Using Plants to Reduce Density of Indoor Carbon Dioxide

Kuo, Po-Wen<sup>\*1</sup> Chiang, Chih-Ming<sup>2</sup>

<sup>\*1</sup> Assistant Professor, Graduate school of Health Industry Management, Ching Kuo Institute of Management and Health

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Hotel and Institutional Management, Ching Kuo Institute of Management and Health

## Abstract

This research intends to understand indoor plants' adjustment functions in regard to the oxygen and carbon dioxide condensations and, through testing a variety of different plants, to learn about indoor density of carbon dioxide.

1. This study immediately measured the density of carbon dioxide following placing plants indoors, and found that the average was about 537.5 (14.1) ppm, similar to the value 539.1(11.9) ppm reported in Kuo's (2009) study which measured the four-hour carbon dioxide density in an unoccupied office.
2. The research showed that, after placing the plants indoors for an hour, the average density of carbon dioxide would reach a certain value. This value equaled Kuo's (2009) previous study which measured the average density of morning carbon dioxide in a park. Some plants even showed averages lower than this value, which indicated that plants were indeed able to reduce indoor carbon dioxide density.
3. After a period of 8 hours in an unoccupied room, the plants which reduced the average density of carbon dioxide more included: *Chlorophytum comosum* spider, *Cyathea lepifera*, *Dieffenbachia maculata*, *Nephrolepis exaltata*, *Davallia mariesii*, *Sansevieria laurentii*, *Rohdea japonica* and *Chrysalidocarpus lutescens*; the plants which reduced the average density of carbon dioxide less included: *Peperomia obtusifolia*, *Blechnum gibbum*, *Dracaena deremensis*, *Euphorbia tirucalli* Linn and *Anthurium andreaeanum*. A factor analysis of variance between the various groups of plants suggested significant differences, with various plants examined by Scheffe ex-post analysis also showing significant differences between the groups.
4. Before putting plants into the tested rooms, the density of carbon dioxide was below the EPA of the Executive Yuan's announced "Indoor environment quality recommended value," 600ppm.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> density, indoor environment, carbon dioxide

---

\*Corresponding Author

## 壹、前言

隨著「綠建築解說與評估手冊」(2003)的檢討更新，綠建築九大指標評估系統，包括：基地綠化指標，基地保水指標，水資源指標，日常節能指標，二氧化碳減量指標，廢棄物減量指標，污水垃圾改善指標，生物多樣性指標與室內環境指標，成為九大指標。所謂「室內環境指標」主要在評估室內環境中，隔音、採光、通風換氣、室內裝修、室內空氣品質...等，希望藉此喚起國人重視室內環境品質，並減少室內污染傷害以增進生活健康。根據「室內空氣品質管理法」立法前之草案總說明「每人每天約百分之九十之時間處於室內之環境中，室內空氣品質之良窳，直接影響工作品質及效率，使得室內空氣污染物對人體健康影響受到重視。有效改善室內空氣品質，維護室內環境品質，方可保障國民身體健康。」而「室內空氣品質資訊網」也提到「一般判斷室內通風或空調系統是否適用，主要是以二氧化碳為指標，因為二氧化碳為人體呼吸的代謝產物，當二氧化碳濃度明顯升高時，即顯示出室內換氣量不足。」二氧化碳被視為室內空氣品質良窳最重要的化學性指標。同時也是用來評量室內人員密度是否過高以及換氣效率是否良好之重要指標。大氣中二氧化碳的含量約在 0.03-0.04 % 之間，在清淨的室內環境中，二氧化碳濃度會接近大氣中之濃度。室內二氧化碳的來源主要來自於人類呼吸、吸煙、及其他燃燒行為。當室內人員密度過高或是換氣效率不佳時，容易造成二氧化碳濃度累積。郭博文(2009)指出，研討會開始一小時後，二氧化碳的濃度可由 1067 ppm 增加至 2103 ppm，數值超過環保署室內空氣品質二氧化碳項目的第二類 1000 ppm (經 8 小時測定值)的建議值甚多。筆者(2009)同時發現無人在辦公室內時，其二氧化碳濃度變動甚小，未放置植物時辦公室內且無人狀態下經歷 1 小時、2 小時、3 小時及 4 小時後二氧化碳濃度的測定平均值與標準差約  $539 \pm 11$  ppm，經 95% 顯著水準檢定下並無顯著差異。林盛隆等(2008)指出在有人使用之情況下，室內 CO<sub>2</sub> 總量會因人體代謝作用而有增加。Wei (2010)針對大型商業辦公建築夏季室內空氣的調查與分析發現，大部分的房間的 CO<sub>2</sub> 平均濃度未能達到清潔標準規定值(1255 ppm)。

建築工程上，安裝新的通風系統或更改現有通風系統是控制室內空氣品質的最直接且重要的方法之一。目前世界各國對於室內通風或空調系統的規範主要是參考美國冷凍空調協會 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE) 訂定的通風規範(ASHRAE Standard 62-89)。ASHRAE 通風標準裡設定：室內每人需要的外氣量大約是 15-20 cfm(ft<sup>3</sup>/m, cubic feet per minute)，並建議二氧化碳濃度值不應超過 1000 ppm，教室換氣率應大於 3h<sup>-1</sup>(Air Change Rate, 每小時外氣量置換相當於該空間容積量的次數)。香港室內空氣質素中心認為：辦公室的一般二氧化碳水準應在 600-800 ppm 範圍內。

Rogler(2002)指出植物能調節氣候，影響溼度，吸附塵埃，增進空氣品質，吸收二氧化碳然後釋出氧氣。1771 年，英國化學家 J. Priestley 第一個用實驗的方法證實植物可“淨化”空氣，即放出 O<sub>2</sub>。1779 年，荷蘭 J. Ingenhousz 在 Priestley 的基礎上研究提出，植物只有在光下才能“淨化”空氣、放出 O<sub>2</sub>，在黑暗中放出 CO<sub>2</sub>，所以，他不僅證實了光合作用的存在，而且也發現了呼吸作用。光合作用代表二氧化碳經由一連串的反應變

化固定成為碳水化合物。植物根據其二氧化碳固定合成路徑的不同，可分為三大類：C<sub>3</sub>（一般植物）、C<sub>4</sub>（高溫 / 高水分 / 高可用光線環境型）以及 CAM（高溫 / 低可用水分環境型）植物。第一種是現在植物界的主要方式，大部分的植物都是屬於 C<sub>3</sub> 型，例如菠菜、豌豆以及向日葵等等，都是經過所謂的卡爾文循環（Calvin' s cycle）合成碳水化合物。玉蜀黍、甘蔗以及高粱等雜糧作物以及草本作物大部分皆屬 C<sub>4</sub> 型植物，會經過所謂的 Hatch-Slack-Kortschak 途徑來合成碳水化合物。最後一類便是景天酸代謝（Crassulacean Acid Metabolism；CAM）型植物，像龍舌蘭科（Agavaceae）、仙人掌科（Cactaceae）、景天科（Crassulaceae）、大戟科（Euphorbiaceae）、百合科（Liliaceae）、蘭科（Orchidaceae）和葡萄科（Vitaceae）植物等都是屬於這類植物，然而要留意的是，有些科的植物並非整科全都屬於 CAM 型植物。唯植物在不同之光環境下會有不同的光合作用特性。如陽性物種通常會有較高的光飽和點、光補償點及最大光合速率，而陰性物種則反之，其在低光照下之光合速率常較陽性物種為高(Taiz and Zeiger 2006)。故不同物種之植栽於不同光環境下，其對降低室內 CO<sub>2</sub> 濃度之效果應有不同。郭博文(2009)指出於辦公室放入兩盆福祿桐後其改善效果，剛好約抵過一個人所呼出的二氧化碳量，白堊芋亦有相當改善效果。

鑒於筆者 2009 年發表之研究報告僅有針對三種樹種，雖有初步成果但並不够廣泛探討，在有限的研究設備、經費與研究空間下決定試著以實際民宅環境，以 1 盆或 2 盆植物繼續探究植栽改善室內二氧化碳濃度之研究。是以針對花卉市場常見之室內植物 25 種進行研究，希望能夠了解實際應用上各種室內植栽對於室內空氣二氧化碳是否具有調節的功能，提供一般民眾參考，藉以採用最簡便的方式改善室內空氣品質達到促進健康之目的。

## 貳、材料與方法

### 一、材料：使用常見之室內植栽 25 種供試，詳如表 1。

表 1. 供試植物

編號	供試樹種(學名 '英名')	科名
1.	筆筒樹( <i>Cyathea lepifera</i> 'Commen Free Ferm')	杪欏科 Cyatheaceae
2.	兔腳蕨( <i>Davallia mariesii</i> )	水龍骨科 Polypodiaceae
3.	波斯頓腎蕨( <i>Nephrolepis exaltata</i> 'Bostoniensis')	骨碎補科 Davalliaceae
4.	美人蕨( <i>Blechnum gibbum</i> 'Silver Lady')	烏毛蕨科 Blechnaceae
5.	盤花木( <i>Dorstenia elata</i> )	桑科 Moraceae
6.	嬰兒淚( <i>Pilea depressa</i> 'Miniature peperomia, Baby's tears')	蕁麻科 Urticaceae
7.	圓葉椒草( <i>Peperomia obtusifolia</i> 'Baby rubber plant')	胡椒科 Piperaceae
8.	綠珊瑚( <i>Euphorbia tirucalli</i> Linn. 'Milk bush, Malabar-tree')	大戟科 Euphorbiaceae
9.	麗格海棠( <i>Begonia x hiemalis</i> Fostsch)	秋海棠科 Begoniaceae
10.	圓葉福祿桐( <i>Polyscias guilfoylei</i> )	五加科 Araliaceae
11.	吊蘭( <i>Chlorophytum comosum</i> spider plant)	百合科 Liliaceae
12.	吉祥萬年青( <i>Rohdea japonica</i> )	*天門冬科 Asparagaceae
13.	虎尾蘭( <i>Sansevieria laurentii</i> )	天門冬科 Asparagaceae
14.	密葉竹蕉( <i>Dracaena deremensis</i> cv. 'Compacta')	天門冬科 Asparagaceae
15.	檸檬萬年青( <i>Dracaena deremensis</i> 'Lemon Lime')	天門冬科 Asparagaceae
16.	擎天鳳梨( <i>Aechmea fasciata</i> (Lindl.) Baker)	鳳梨科 Bromeliaceae
17.	黃椰子( <i>Chrysalidocarpus lutescens</i> )	棕櫚科 Arecaceae
18.	圓扇蒲葵( <i>Livistona rotundifolia</i> Java Fan Palm, Windmill Tree)	棕櫚科 Arecaceae
19.	粗肋草( <i>Aglaonema modestum</i> 'Chinese evergreen')	天南星科 Araceae
20.	紅火鶴( <i>Anthurium andreanum</i> 'Flamingo plant')	天南星科 Araceae
21.	粉火鶴( <i>Anthurium andreanum</i> )	天南星科 Araceae
22.	黛粉葉( <i>Dieffenbachia maculata</i> )	天南星科 Araceae
23.	裂葉蔓綠絨( <i>Philodendron selloum</i> Koch Lacy Tree Philodendron)	天南星科 Araceae
24.	大葉白鶴芋( <i>Spathiphyllum kochii</i> Engler & Krause 'Peace lily')	天南星科 Araceae
25.	金錢樹( <i>Zamioculcas zamiifolia</i> )	天南星科 Araceae

\*被子植物 APG III 分類法 2009 年將 Agavaceae 龍舌蘭科併入 Asparagaceae 天門冬科

二、方法：每日將次日供試之生長狀況良好之單一健康樹種置入民宅客房 (長 4.65 m，寬 4.20 m，高 2.97 m) 之窗台，將門窗緊閉，於次日早晨 8:00 起，先利用二氧化碳監視器 (IAQ-CALC indoor air quality meter, TRUST SCIENCE INNOVATION, Model 7515，儀器誤差±3%)，測量當時室內二氧化碳濃度，並測量室內溫度。每日 8:00 起至 16:00 止，每一小時量測室內之 CO<sub>2</sub> 濃度一次，共計 8 小時。試驗於 2011 年 8 月-11 月進行，白晝室內溫度約 28°C-32°C，採一般自然光源及民宅常用之日光燈光源，照度 185 lux，每種樹種每月測定 1 次，共測試 3 次。根據 Wolverton (1997) 及王思力等 (2005) 的研究結果，室內每 9 m<sup>2</sup> 的面積至少放置一棵 6 吋盆大小的植物。為求能有效反應室內外空氣環境對人體之影響，於離地面 1.5 公尺高處採取空氣樣品供試。

三、統計分析：利用 SPSS for Window 第 18 版統計軟體進行單因子變異數分析 (ANOVA) 及雪費氏 (Scheffe) 事後分析。

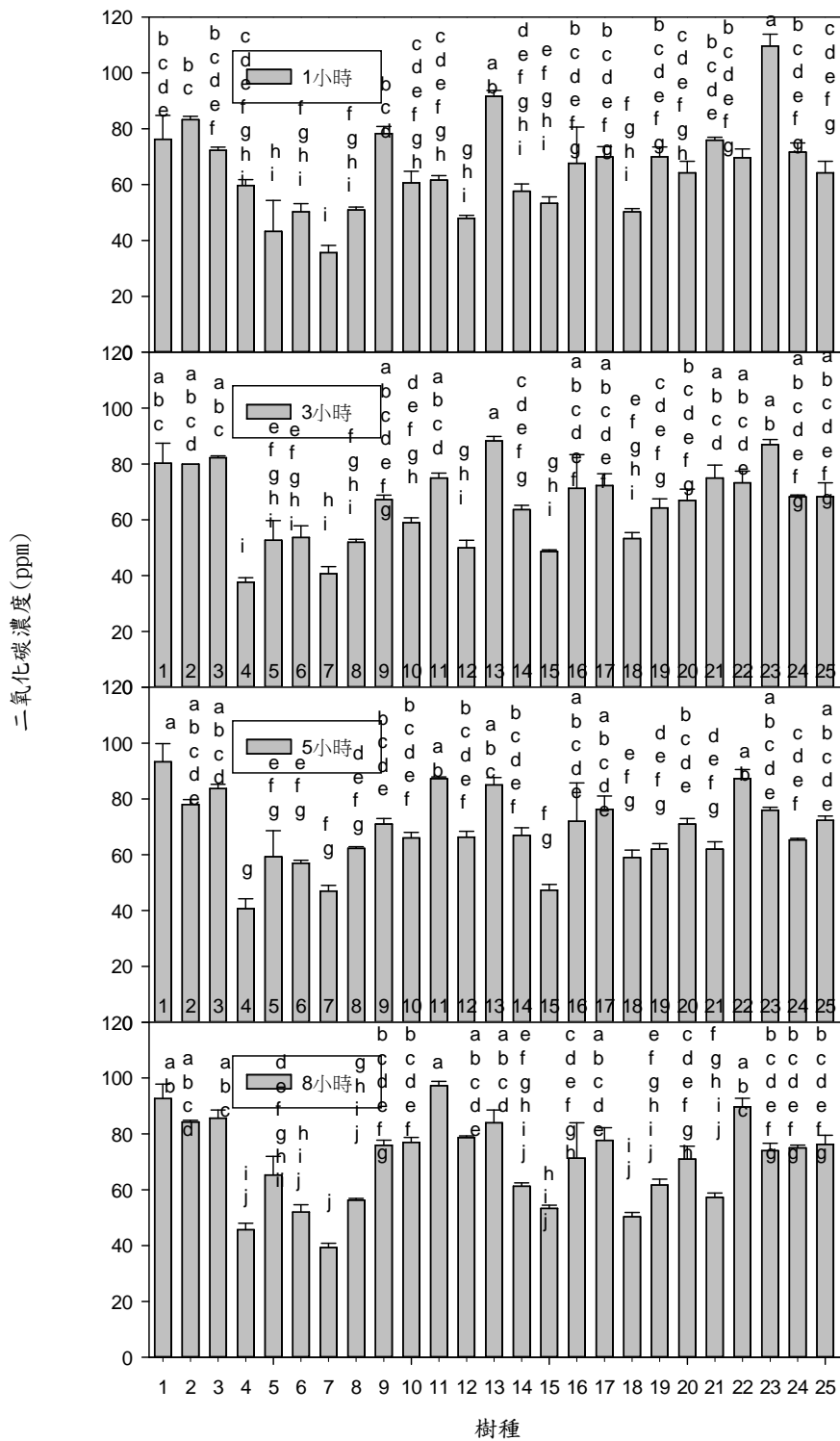
## 參、結果與討論

### (一)各種植物實際測量下之室內二氧化碳濃度

置入植栽前，室內二氧化碳濃度室內二氧化碳濃度為 517-585 ppm ( $537.5 \pm 14.1$  ppm)，與筆者(2009)之研究於無人之辦公室內量測四小時之二氧化碳濃度平均值  $539.1 \pm 11.9$  ppm 相當。此值低於行政院環保署公告之「室內空氣品質建議值」之標準值 (600 ppm)，也低於楊武泰(2011)採用空調之托兒所之室內二氧化碳平均濃度 1561 ppm，以及自然通風條件之托兒所室內二氧化碳平均濃度 569 ppm。

置入植栽後，第一小時至第八小時實際之室內二氧化碳濃度，各時段最低者分別為第 1 小時編號 23 號天南星科植物裂葉曼綠絨之  $433.7 \pm 3.1$  ppm，第 2 小時編號 9 秋海棠科麗格海棠之  $442.0 \pm 1.0$  ppm，第 3 至第 5 小時為編號 17 棕櫚科黃椰子之  $450.7 \pm 2.3$  ppm、 $447.7 \pm 3.2$  ppm、 $446.7 \pm 2.9$  ppm，第 6 小時編號 11 百合科吊蘭之  $447.3 \pm 1.5$  ppm，第 7 小時編號 20 天南星科紅火鶴之  $449.3 \pm 2.5$  ppm，第 8 小時編號 17 棕櫚科黃椰子之  $445.3 \pm 2.5$  ppm；實際之室內二氧化碳濃度，最高者各時段第 1 至第 5 小時皆為編號 1 杪欏科筆筒樹各時段濃度分別為  $509.0 \pm 3.6$  ppm、 $511.0 \pm 3.6$  ppm、 $505.0 \pm 2.6$  ppm、 $500.0 \pm 1.0$  ppm、 $492.0 \pm 1.7$  ppm，第 6 至第 8 小時皆為編號 7 胡椒科圓葉椒草各時段濃度分別為  $495.7 \pm 0.6$  ppm、 $495.7 \pm 0.6$  ppm、 $495.0 \pm 1.0$  ppm，各時段各種植物間進行單因子變異數分析具有顯著性差異。各種植物進行雪費氏(Scheffe)事後分析，各種植物間具有顯著性差異。在此顯示，民宅客房置入植栽後，不論改善效果如何，各種植物均能降低室內二氧化碳濃度。

本研究中置入植栽第一小時後二氧化碳濃度就約略達到一定值，其數值與筆者(2009)先前之研究測量公園內之早晨 5 點二氧化碳濃度平均值  $481.6 \pm 43.5$  ppm，早晨 6 點二氧化碳濃度平均值  $450.9 \pm 5.6$  ppm，早晨 7 點二氧化碳濃度平均值  $457.8 \pm 6.9$  ppm 相當，有些植物甚至更低於該數值，顯示置入植栽後對室內二氧化碳濃度之改善效果。楊武泰(2011)自然通風條件之托兒所室內二氧化碳平均濃度為 569 ppm，其建議若能置入適當室內植物，應可改善室內二氧化碳濃度過高的現象。此在筆者先前的辦公室置入盆栽之研究中有提到，值得再作探討。



註：第8小時之柱狀圖上之英文字母相同者表示不具有顯著性

圖 1 25 種植物樹種經過 1 小時、3 小時、5 小時、8 小時之二氧化碳濃度減低量

Fig. 1 The reduction of carbon dioxide concentration in 25 kinds of plant species after 1 hour, 3 hours, 5 hours, 8 hours..

(二)各種植物每小時實際降低之二氧化碳濃度

置入植栽後，如圖 1 所示，室內二氧化碳濃度即見降低，第 1 小時其幅度最大者為編號 25 天南星科裂葉蔓綠絨之  $109.7 \pm 4.2$  ppm，降低最少者為編號 9 胡椒科圓葉椒草之  $35.7 \pm 2.5$  ppm，綜觀 25 種供試植物，以第 1 小時為例：二氧化碳濃度降低幅度較大者有裂葉蔓綠絨、虎尾蘭、兔腳蕨、麗格海棠、筆筒樹、粉火鶴、波斯頓腎蕨等 7 種植物 ( $109.7-72.3$  ppm)；中等者有大葉白堊芋、黃椰子、粗肋草、粉黛葉、擎天鳳梨、紅火鶴、金錢樹、吊蘭、圓葉福祿桐等 ( $71.7-60.7$  ppm)；降低幅度較小者有圓葉椒草、盤花木、吉祥萬年青、嬰兒淚、圓扇椰、綠珊瑚、檸檬萬年青、密葉竹蕉及美人蕨等 ( $35.7-59.7$  ppm)。各種植物間進行單因子變異數分析具有顯著性差異。各種植物進行雪費氏(Scheffe)事後分析，各種植物間具有顯著性差異。

第三小時實際降低之二氧化碳濃度，二氧化碳濃度降低幅度最大者為編號 12 天門冬科(龍舌蘭科)虎尾蘭之  $88.3 \pm 1.5$  ppm，降低最少者為編號 4 烏毛蕨科美人蕨之  $37.7 \pm 1.5$  ppm，25 種植物中二氧化碳濃度降低幅度較大者有虎尾蘭、裂葉蔓綠絨、波斯頓腎蕨、筆筒樹、兔腳蕨、吊蘭、粉火鶴、黃椰子、擎天鳳梨等 9 種植物 ( $88.3-71.3$  ppm)、中等者有大葉白堊芋、金錢樹、麗格海棠、紅火鶴、粗肋草、密葉竹蕉、粉黛葉及圓葉福祿桐等 ( $68.3-59.0$  ppm)；降低幅度較小者有美人蕨、圓葉椒草、檸檬萬年青、吉祥萬年青、綠珊瑚、盤花木、圓扇椰、嬰兒淚等 ( $37.7-53.7$  ppm)。各種植物間進行單因子變異數分析具有顯著性差異。各種植物進行雪費氏(Scheffe)事後分析，各種植物間具有顯著性差異。

第五小時實際降低之二氧化碳濃度，二氧化碳濃度降低幅度最大者為編號 1 杪櫨科筆筒樹之  $93.3 \pm 6.5$  ppm，降低最少者為編號 4 美人蕨之  $40.7 \pm 3.5$  ppm，25 種植物中二氧化碳濃度降低幅度較大者有筆筒樹、吊蘭、虎尾蘭、波斯頓腎蕨、兔腳蕨、黃椰子、裂葉蔓綠絨、金錢樹、擎天鳳梨、麗格海棠及紅火鶴等 11 種植物 ( $93.3-71.0$  ppm)；中等者有密葉竹蕉、吉祥萬年青、圓葉福祿桐、大葉白堊芋等 ( $71.0-62.3$  ppm)；降低幅度較小者有美人蕨、圓葉椒草、檸檬萬年青、嬰兒淚、圓扇椰、盤花木、粗肋草、粉火鶴及綠珊瑚等 ( $40.7-62.3$  ppm)。各種植物間進行單因子變異數分析具有顯著性差異。各種植物進行雪費氏(Scheffe)事後分析，各種植物間具有顯著性差異。

第八小時實際降低之二氧化碳濃度，二氧化碳濃度降低幅度最大者為編號 11 百合科吊蘭之  $97.3 \pm 1.5$  ppm，降低最少者為編號 7 圓葉椒草之  $39.3 \pm 1.5$  ppm，25 種植物中二氧化碳濃度降低幅度較大者有吊蘭、筆筒樹、粉黛葉、波斯頓腎蕨、兔腳蕨、虎尾蘭、吉祥萬年青、黃椰子、圓葉福祿桐、金錢樹、麗格海棠、大葉白堊芋、裂葉蔓綠絨、擎天鳳梨及紅火鶴等 15 種植物 ( $97.3-71.0$  ppm)；降低較少者有圓葉椒草、美人蕨、檸檬萬年青、綠珊瑚及粉火鶴等 ( $39.3-57.3$  ppm)。各種植物間進行單因子變異數分析具有顯著性差異。各種植物進行雪費氏(Scheffe)事後分析，各種植物間具有顯著性差異。隨著時間增加二氧化碳濃度降低超過 70 ppm 之物種逐漸增加，八小時內降低幅度最大者 109.7 ppm，降低最少者 35.7 ppm。

第一小時及第二小時二氧化碳降低較多者均為編號 25 裂葉蔓綠絨，第三小時及第四小時均為虎尾蘭，第五小時為筆筒樹，第六小時至第八小時均為吊蘭。根據王思力等人的研究，吊蘭、虎尾蘭、龍舌蘭等植物只要一盆就可吸收 8-10m<sup>2</sup> 面積的室內空氣(王



元元等，2006；王思力等，2005)。本研究中吊蘭、虎尾蘭等植物亦屬於可以降低較多二氧化碳濃度之植物。將各種植物一至八小時實際降低之二氧化碳濃度之平均值做線性相關分析，如圖 2 所示，實際降低之二氧化碳濃度之平均值與時間呈正相關之植物有筆筒樹、檸檬萬年青、綠珊瑚、金錢樹、紅火鶴、圓扇椰、波斯頓腎蕨、圓葉福祿桐、黛粉葉、擎天鳳梨、兔腳蕨、黃椰子、吊蘭、盤花木、密葉竹蕉、吉祥萬年青；實際降低之二氧化碳濃度之平均值與時間呈負相關之植物有嬰兒淚、粗肋草、圓葉椒草、虎尾蘭、麗格海棠、粉火鶴、大葉白堊芋、美人蕨、裂葉蔓綠絨。實際降低之二氧化碳濃度之平均值與時間呈正相關可以解釋為植物隨時間增加而繼續行光合作用，吸收二氧化碳排出氧氣，而呈現負相關的原因則有待進一步實驗探討。若以八小時後二氧化碳之降低量多少來比較依序為吊蘭(97.3 ppm)、筆筒樹(92.7 ppm)、黛粉葉(89.7 ppm)、波斯頓腎蕨(85.7 ppm)、兔腳蕨(84.3 ppm)、虎尾蘭(84.0 ppm)、吉祥萬年青(78.7 ppm)、黃椰子(77.7 ppm)、圓葉福祿桐(77.0 ppm)、金錢樹(76.3 ppm)、麗格海棠(76.0 ppm)、大葉白堊芋(75.0 ppm)、裂葉蔓綠絨 (74.0 ppm)、擎天鳳梨(71.3 ppm)、紅火鶴(71.0 ppm)、盤花木 (65.3 ppm)、粗肋草(61.7 ppm)、粗肋草(61.7 ppm)、密葉竹蕉(61.3 ppm)、粉火鶴(57.3 ppm)、綠珊瑚(56.3 ppm)、檸檬萬年青(53.3 ppm)、嬰兒淚(52.0 ppm)、圓扇椰 (50.3 ppm)、美人蕨(45.7 ppm)、圓葉椒草(39.3 ppm)。物種間之差異性如圖 2 所示。與環保署「淨化室內空氣之植物應用及管理手冊」比較。該試驗以摘取樹葉若干片，於固定照度及密閉狀態下進行試驗，與本試驗企圖以實際植栽於門窗緊閉之狀態下進行試驗，試驗方法不同，無法比較，二個研究之結果具有改善效果之樹種均有相似之處。



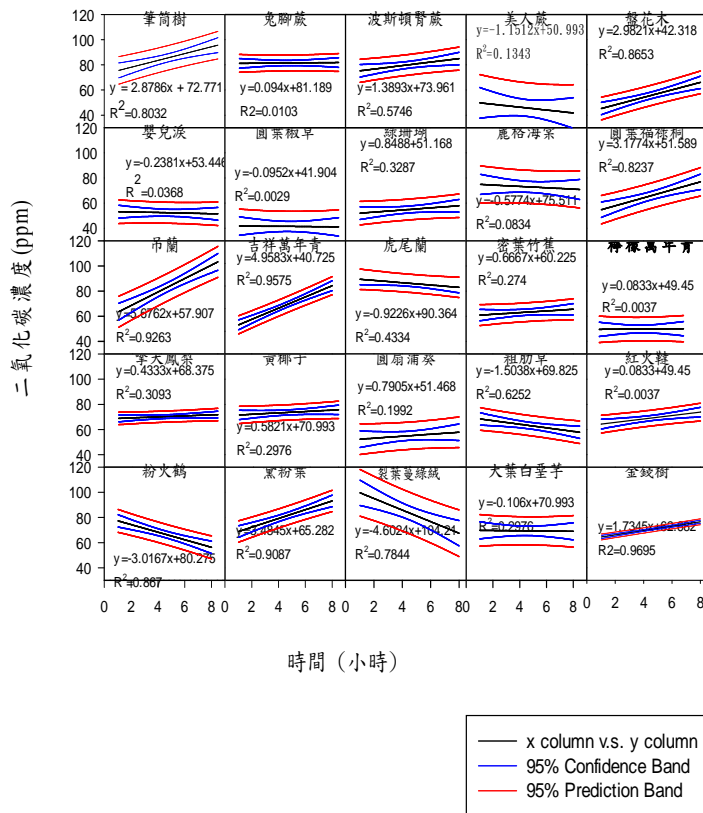


圖1 25種物種1-8小時實際降低二氧化碳濃度平均值之迴歸分析圖

圖2 25種物種1-8小時，實際降低二氧化碳濃度平均值之迴歸分析圖

Fig 2 The regression analysis chart of 25 kinds of species, within eight hours in the actual reduction in the average concentration of carbon dioxide.

### 肆、結論

(一)置入植栽後八小時，二氧化碳濃度降低較多者有吊蘭、筆筒樹、粉黛葉、波斯頓腎蕨、兔兒蕨、虎尾蘭、吉祥萬年青及黃椰子等；降低較少者有圓葉椒草、美人蕨、檸檬萬年青、綠珊瑚及粉火鶴等。各種植物群組間進行單因子變異數分析具有顯著性差異，各種植物進行雪費氏(Scheffe)事後分析，群組間具有顯著性差異。

(二)本研究中置入植栽第一小時後就約略達到一定值，其數值與筆者(2009)先前之研究，測量公園內早晨之二氧化碳濃度平均值相當，有些植物甚至更低於該數值，顯示置入植栽後對室內二氧化碳濃度之改善效果。

(三)本實驗於放入植栽後，立即測量當時室內二氧化碳濃度，全體平均值約 537.5(14.1) ppm，與筆者(2009)之研究於無人之辦公室內量測四小時之二氧化碳濃度平均值 539.1(11.9) ppm 相當。

(四)本研究中置入植栽前之室內二氧化碳濃度均低於行政院環保署公告之「室內空氣品質標準值」之標準 600 ppm。

## 伍、參考文獻

1. 室內空氣品質管理法(立法於民國100年11月8日)
2. 王元元、張立志(2006)室內空氣淨化技術的研究與進展，暖通空調HV&AC36(12)24-27。
3. 王思力，馮文如，鍾巖(2005)居室中主要揮發性有機物污染狀況及其防治對策〔J〕，中國熱帶醫學5(2)210-212。
4. 公共場所室內空氣品質自主管理手冊(2008)行政院環境保護署。
5. 江哲銘、楊武泰、李俊璋、何明錦、陳瑞鈴、羅時麒(2009)建築室內空氣品質最佳化量測方法之研究—以辦公建築及寺廟建築為例，中華民國建築學會「建築學報70期增刊(技術專刊)」，90-110。
6. 江哲銘、張桂鳳、廖慧燕、楊逸詠、周伯丞(2006)設計品質指標運用於新建住宅室內環境空間性能評價之案例研究，中華民國建築學會「建築學報」57：1-23。
7. 江哲銘(2004)室內環境品質診斷及改善補助計畫。
8. 余亞白、陳源、賴呈純、謝鴻根(2006)室內空氣淨化植物的研究與利用現狀及應用前景，福建農業學報21(4)425-429。
9. 「室內空氣品質」的重要性，工業區綠美化資訊網
10. 李岷(2003)室內植物對空氣的淨化作用，工業區綠美化資訊網
11. 林盛隆、魏士閔、黃俊豪與陳王琨(2008)簡報室熱舒適度案例之研究，中華民國建築學會「建築學報」65：125-138。
12. 綠建築解說與評估手冊」(2003)，內政部建築研究所。
13. 綠建築解說與評估手冊」(2009)，內政部建築研究所。
14. 陳美智、何東波、詹秋貴(2007)台北市實施綠覆率對空氣淨化累積效果之動態模擬分析，中華民國建築學會「建築學報」61：21-42。
15. 張榕(2007)室內植物對人體健康的影響，北方園藝(4)131-133。
16. 郭博文(2009)植栽改善空氣中二氧化碳濃度之研究，環生學報(2)：53-64。
17. 陳星皓、江哲銘、黃貞燕(2008)班群教室內物理環境綜合評估之研究—以高雄市國民小學為例—中華民國建築學會「建築學報」63：25-46。
18. 陳彥宇(2007)常見室內植物對甲醛及二氧化碳之吸收及反應，台大植物病理與微生物學研究所碩士論文。
19. 楊武泰、江哲銘、何明錦、陳瑞鈴、羅時麒(2011)台灣地區托兒所室內空氣品質及其決定因素，中華民國建築學會「建築學報」75：61-80。
20. 葉德銘(2007)淨化室內空氣之植物應用及管理手冊，行政院環境保護署。
21. 葉德銘(2002)最自然的空氣淨化器-室內植物，鄉間小路28：62-65。
22. Burchett M. (2008) Interior Plants for Sustainable Facility Management and Workplace Productivity, 19th National Conference of the Facility Management Association of Australia, Sydney.
23. Kimmins, J.P. (1997) *Forest ecology: a foundation for sustainable management*, Prentice Hall.
24. Millar JD (1989) NIOSH, Center for Disease Control, Before Subcommittee of Superfund, Ocean and Water Protection, Committee On Environment and Public Works, U.S. Senate, Washington, DC.
25. Rogler, L. (2002) Are plants in offices beneficial to health? The comprehensive office series' of the Association for Administrative Professions <http://www.plants-for-people.org> or <http://proj.moeaidb.gov.tw/lisic/8.htm>.
26. Taiz, L. and E. Zeiger. (2006) *Photosynthesis: Physiology and Ecological Considerations*. Plant Physiology 4nd. pp. 204-206。
27. Wolverton, B.C. (1997) *How to grow fresh air: 50 Houseplants that purify your home or office*. Penguin Books New York. 144pp.
28. Wei Xiaoqing, Li Nainping, Zhou Hui, Xiao Shubo, Hu Lijun (2010) Investigation and analysis on indoor air quality of large commercial office building in summer *Journal of Southeast university* 26(2):243-245。