

東山國小與社頭國小校園植栽減碳效益調查分析

林忠義¹ 李仲堃² 黃慧萍² 謝明君² 呂博清³

¹ 中州科技大學景觀系講師 cylin@dragon.ccut.edu.tw

² 中州科技大學景觀系學士

³ 中州科技大學景觀系副教授 bowching@dragon.ccut.edu.tw

摘要

過往校園綠化成效之優劣，常以植栽數量及覆蓋面積作為評量基準，但在綠建築解說與評估手冊之綠化量指標要求下，除前述評量基準外，更須兼顧生態性及植栽減碳效益，以充分發揮植栽功能，兼可避免外來物種之入侵。本研究調查結果顯示，東山國小內喬木具原生種或誘鳥引蝶之比例為 77.91%，具原生種及誘鳥引蝶之灌木比例為 76.83%；另外，社頭國小內喬木具原生種或誘鳥引蝶之比例為 27.56%，具原生種或誘鳥引蝶之灌木比例為 40.85%。再深入比較前述資料得知，社頭國小因為基地面積較東山國小大，所以種植之植栽數量也較多，惟其喬木所佔全校植栽比例僅為 16.1%（喬木總數/（喬木加灌木總數）），相較於東山國小喬木所佔全校植栽比例為 20.8%，明顯較為不足。再利用綠化量評估指標進行評估後，得知兩校園植栽之 TCO_2 皆大於 TCO_{2C} ，雖符合綠化量評估指標之規範，惟東山國小之超出率達 132%，然社頭國小之超出率卻僅有 1.03%；且該國小之基地內植栽配置對 CO_2 年削減率亦僅 6.38%，較東山國小對 CO_2 年削減率 16.51% 為低；相較於東山國小較小之校園面積，因為選用較高比例之喬木、原生種及誘鳥引蝶植栽，不論在加計優待係數之植栽總 CO_2 固定量，或基地內植栽配置對 CO_2 之年削減率，皆明顯勝過社頭國小。

由此可知，基地內植栽減碳效益及 CO_2 年削減率之良窳，除直接受到基地面積、活動人口之影響外，更受到植栽種類、植栽配置及植栽數量之影響。當植栽配置得宜，選用種類多樣並兼具生態性，不僅同樣可以達到美化校園環境之成效，更可以同時具備強大削減 CO_2 之機能。

關鍵字：校園植栽減碳、綠建築、綠化量指標、二氧化碳固定量

通訊作者

姓名：林忠義

E-mail：cylin@dragon.ccut.edu.tw

壹、前言

有關建築、工業、商品設計之節能減碳計畫，及全民日常生活減碳及節能活動，正鋪天蓋地的在全球各地進行，這股節能減碳風潮亦同時影響著當今的景觀規劃、設計乃至施工。當前國內有關建築之節能減碳基準，概以綠建築解說與評估手冊（2007）中所提之九大指標為依循，其中之一的綠化量指標，更常被用以檢驗基地之綠化程度及植物對環境之貢獻量；惟實際應用綠化量評估指標，以評估基地內植物對環境貢獻量之研究，仍屬少數，其中，特別針對校園環境中之綠化手法與二氧化碳減量相關之研究，更付之闕如。朱澄樹（2004）嘗試以大甲高中為例，進行校園綠建築綠化指標之植栽 CO₂ 固定量調查研究，比較了內政部建築研究所出版的綠建築解說與手冊，2001 版與 2003 版及國民中小學綠建築設計手冊，對於大甲高中植栽 CO₂ 固定量評估；其中，於 2001 版中大甲高中植栽 CO₂ 固定量為 3,337,860 kg 小於基地法定量 3,918,274 kg；於國民中小學綠建築設計手冊中大甲高中植栽 CO₂ 固定量為 8,624,346 kg 大於基地法定量 3,918,274 kg；於 2003 版中大甲高中植栽 CO₂ 固定量為 5,160,877 kg 大於基地法定量 4,701,929 kg；最後，該研究以生物量材積方式分析植栽四十年最大 CO₂ 固定量，整體平均值為 2,258 kg，中位數值為 1,968 kg 與綠化指標手冊以大喬木每棵可固定 12,928~29,088 kg 為四十年之固定量有極大之差距，並建議綠化指標手冊修正相關係數；惟該研究著重於綠化量指標中相關公式及係數之合理性檢算，雖有進行校園植栽數量調查及 CO₂ 固定量分析，但並未與基地內排碳量進行比較與解析。另外，周佩琪（2008）所著農村植栽配置減碳效益之研究中，以基地 CO₂ 固定量與排放量之平衡率，探討基地植栽配置之妥適性，並經由基地內綠地重劃及植栽重新配置模擬，比較得出重劃後之基地，若未加上植栽之重新配置，其 CO₂ 固定成效並不明顯；其中，當植栽重新配置後，其平衡率由重劃後之 2.16%，提升至 6.63%，效果顯著。

因此，本研究期望藉由調查環境較單純、開放空間較多的校園，利用綠建築解說與評估手冊（2007）中所提之綠化量指標，並參考周佩琪（2008）所提之平衡率觀點，進行植栽之二氧化碳減量效益探討，包括檢算植栽配置現況下的二氧化碳減量總效益，以及校園人口之二氧化碳排放與植栽二氧化碳固定量是否達平衡等，以作為日後相關單位在校園基地綠化之規劃設計上，兼顧植栽固碳效益之參考。

貳、研究方法

一、調查範圍

（一）基地位置及面積

為比較不同校園中，所選用之植栽對於二氧化碳固碳效益之比較，本研究選定兩所位於彰化縣內之國小，進行植栽調查，相關位置如圖 1。其中之一的校園為彰化縣員林鎮東山國小，位於員林鎮東郊，屬八卦山脈系綿延下的一所山腳學校，旁與聞名全省的百果山風景區



為鄰；東山國小總面積 19,887 平方公尺；其中包括辦公室 6 間、教室 13 間、禮堂 1 間、餐廳和廚房各 1 間、機汽車棚各 1 處、廁所 5 間，綜合球場一處，校園內植栽調查分區及相關設施如圖 2。另外，第二個選定的校園為彰化縣社頭國小，其位於社頭鄉社斗路，是社頭鄉歷史極為悠久的國小，交通極為方便，學校附近有許多鄉鎮所屬機關；社頭國小總面積為 34,296.7542 平方公尺，其中，非綠地面積包含：行政大樓、教室、籃球場、網球場、司令台、體育館、圖書館、廚房、回收場、停車場、守衛室...等，此部分所占面積為 20082.0815 平方公尺，校園內植栽調查分區及相關設施如圖 3。

(二) 學校人口數量

本研究參考彰化縣教育局網站 (<http://www.boe.chc.edu.tw/>) 2010 年 11 月資料，得知：東山國小現有師生人數 501 人，其中，學生 468 人，教職員工 33 人；另外，社頭國小教職員工生 964 人，其中，學生 909 人、教職員工 55 人。

二、調查日期及方法

本研究基地之一的彰化縣員林鎮「東山國小」，經由多次現地植栽調查、拍照、紀錄及量測，彙整成校園植栽實勘資料；歷次校園調查之時間分別為：99 年 3 月 10 日、3 月 17 日、4 月 14 日、5 月 12 日、10 月 13 日、11 月 10 日，共計 6 天次 13 小時。另外，社頭國小校園調查之期間為：99 年 10 月 15 日、10 月 18 日、11 月 1 日，合計 3 天次 12 小時。校園植栽調查之內容，包含：植栽種類、植栽分布位置、植栽數量、樹冠面積、綠帶面積，基地尺寸及學校人口數等。

三、植栽調查成果

本研究中調查到之樹冠面積所採用方式，係觀測每一植栽其樹冠邊緣垂直落於地面之最大可能半徑，並於地面標註相對位置，再利用捲尺量測此半徑值 R ，以圓形計算其投影面積；若有整成特殊形狀之植栽，則按其形狀另外計算之，樹冠面積調查示意圖如圖 4。

本研究依校園內植栽配置狀況，將東山國小植栽分為 24 個綠帶區，社頭國小植栽分成 9 個綠帶區。其中，東山國小植栽總數量為 819 棵，喬木 86 棵，灌木 328 棵，花草 395 棵，棕櫚類 10 棵；原生種及誘鳥引蝶之喬木計 67 棵，原生種及誘鳥引蝶之灌木計 252 棵，詳細調查資料，如表 1~24。另外，社頭國小校內喬木及灌木植栽總數量計有 1,935 棵；其中，喬木 312 棵、灌木 1623 棵；其中，喬木類中具原生種或誘鳥引蝶者計 86 棵；灌木類中具原生種或誘鳥引蝶者計 663 棵，詳細調查資料，如表 25~33。

四、綠化量評估指標說明

本研究引用綠建築解說與評估手冊 (2007) 中之綠化量評估指標，將本研究區內兩校之綠帶植栽各自進行減碳量檢算，以得出基地植栽減碳效益，以下簡要說明綠化量評估指標之各項參數：

(一) 基地綠化之總 CO₂ 固定量計算值

$$T\text{CO}_2 = (\sum (G_i \times A_i)) \times \alpha \quad (1)$$

其中， $T\text{CO}_2$ ：基地綠化之總 CO₂ 固定量計算值 (kg)； G_i ：某植栽種類之單位面積 CO₂ 固定量 (kg/m²)； A_i ：某植栽之栽種面積，喬木以樹冠投影面積基準計算，灌木、花圃、草地以實際種植平面面積計算，蔓藤類以實際立體攀附面積計； α ：生態綠化優待係數 (≥ 0)，此係數為針對有計畫之原生植物、誘鳥誘蝶植物等生態綠化之優惠，無特殊生態綠化者設 $\alpha = 1.0$ ，其中， α 值之計算，可由下列公式推求：

$$\alpha = 0.8 + 0.5 \times ra \quad (2)$$

另外， ra ：原生或誘鳥誘蝶植物採用比例，無單位，可由下列公式計算得出：

$$ra = \left(20.0 \times \sum_{i=1}^{n'} Nt'_i + \sum_{i=1}^{nb'} Nb'_i \right) / \left(20.0 \times \sum_{i=1}^n Nt_i + \sum_{i=1}^{nb} Nb_i \right) \quad (3)$$

其中， n 、 Nt ：喬木之種類數，與數量 (棵)； n' 、 Nt' ：原生或誘鳥誘蝶喬木之種類數，與數量 (棵)； nb 、 Nb ：灌木藤蔓之種類數，與數量 (棵)； nb' 、 Nb' ：原生或誘鳥誘蝶灌木藤蔓之種類數，與數量 (棵)。

(二) 綠建築綠化總 CO₂ 固定量基準值

$$T\text{CO}_{2C} = 1.5 \times (0.5 \times A' \times \beta) \quad (4)$$

$$A' = (A_0 - A_p) \times (1 - r) \quad (5)$$

其中， A' ：最小綠地面積 (m²)，不得低於基地面積之 15%； β ：單位綠地 CO₂ 固定量基準 (kg/m²)，依據建築技術規則設計施工編第二百零二條所訂之二氧化碳固定量基準值； $T\text{CO}_2$ 之合格判斷公式，需滿足 $T\text{CO}_2 > T\text{CO}_{2C}$ 。

五、二氧化碳平衡率

目前國際能源署 (International Energy Agency, IEA) 關於各項跨國 CO₂ 排放指標，如總排放量、CO₂ 人均排放量、每單位 GDP 之 CO₂ 排放等之比較，均採用 IPCC 之部門方法之排放來計算。本研究依經濟部能源局採 IPCC 國家溫室氣體清冊指南 (2010)，所進行之統計資料得知，台灣過去 20 年來 (1990~2009) CO₂ 排放年增率為 4.1%，而至 2009 年為止，我國 CO₂ 人均年排放量已達 10.4 公噸，在亞洲國家中名列前茅，近年來雖有微幅下降，但仍超過 10 公噸大關。有鑑於人均排放量為一項重要之跨國 CO₂ 排放指標，本研究擬以我國 CO₂ 人均排放量，即國人每人每年 CO₂ 排放量之角度，進行校園植栽之 CO₂ 固定量，平衡居民 CO₂ 排放總量之探討。因此，為解析基地內植栽配置對 CO₂ 之實質平衡效果，本研究利用周佩琪 (2008) 提出基地 CO₂ 固定量與排放量之平衡率觀點，以說明植栽配置與居民所排 CO₂ 之關聯性，其定義為：CO₂ 固定量與排放量之平衡率 = 植栽 CO₂ 年固定量與居民 CO₂ 年排放量之比值，以百分比計。



參、結果與討論

一、各綠化量評估指標檢算

(一) 基地綠化之總 CO₂ 固定量計算值 (kg)

由綠化量評估指標說明可知，欲求得基地綠化之總 CO₂ 固定量計算值，須先行求出生態綠化優待係數 α ；然欲求得生態綠化優待係數 α ，又須先行計算出 ra ：原生或誘鳥誘蝶植物採用比例。因此，本研究統計所調查之兩校區植栽特性後，將具有原生種或誘鳥誘蝶植物之比例 ra 利用公式 (3) 進行計算，分別得出東山國小植栽之 $ra=0.708185053$ ，社頭國小之 $ra=0.409894442$ ；再利用公式 (2) 計算得出東山國小及社頭國小之 α 值分別為 1.154092527 及 1.004947221。比較東山國小及社頭國小之原生或誘鳥誘蝶植物採用比例 ra 值，可知東山國小選用較高比例之原生或誘鳥誘蝶植物；因此，其生態綠化優待係數 α 亦較社頭國小優異。

再將前述 ra 及 α 代入公式 (1)，計算得出各基地之總 CO₂ 固定量計算值。其中，各基地中含有原生或誘鳥誘蝶植物可於 CO₂ 固定量計算中獲得加權，即生態綠化優待係數 α ，因此，以下將分別計算基地中未加計及加計優待係數之植栽減碳量，以解析出兩校植栽選用及配置上之差異，對於基地植栽總 CO₂ 固定效益之影響。

(1) 未加計優待係數之植栽總 CO₂ 固定量計算值計算

計算東山國小現有植栽於未加計優待係數狀況下，可得到：喬木+灌木類 CO₂ 固定量計算值為 6,647,488.5 kg；棕櫚類 CO₂ 固定量計算值為 25,560 kg；草地 CO₂ 固定量計算值為 61,602.4 kg；花園 CO₂ 固定量計算值為 355 kg；總計東山國小植栽於未加計優待係數狀況下，總 CO₂ 固定量計算值為 6,738,081.9 kg，即 $TCO_2=6,738,081.9$ kg。另外，計算社頭國小現有植栽於未加計優待係數狀況下，可得到：喬木+灌木類 CO₂ 固定量計算值為 5,614,681 kg；草地（含蔓藤）CO₂ 固定量計算值為 139,452 kg。總計全校植栽於未加計優待係數狀況下，總 CO₂ 固定量計算值為 5,754,133 kg，即 $TCO_2=5,754,133$ kg。

比較東山國小及社頭國小，於未加計優待係數狀況下之植栽總 CO₂ 固定量計算值及校地總面積，分別為：東山國小- $TCO_2=6,738,081.9$ kg / $A=19,887m^2$ ；社頭國小- $TCO_2=5,754,089$ kg / $A=34,296.7542$ m²，可知，東山國小校園面積雖小，但其總 CO₂ 固定量計算值較高，顯示其校園植栽綠化效益頗為優異。

(2) 加計優待係數之植栽總 CO₂ 固定量計算值計算

經將前述東山國小及社頭國小各類植栽中，可加計相關優待係數之植栽 CO₂ 固定量重新計算，得到重新計算後之兩校植栽 CO₂ 固定量計算值，分別為：東山國小植栽總 CO₂ 固定量計算值為 7,776,369.965 kg，亦即 $TCO_2_{東山}=7,776,369.965$ kg；社頭國小植栽總 CO₂ 固定量計算值為 5,782,599.8 kg，亦即 $TCO_2_{社頭}=5,782,599.8$ kg。

(二) 綠建築綠化總 CO₂ 固定量基準值檢算

本研究經分析及調查後，得到東山國小內不可綠化之場所只有運動場（兼球場），其形狀為橢圓型，尺寸約為 5,000m²，經計算得出最小綠地面積 $A'=(19,887-5,000)*(1-0.4)=8,932.2$ m²，已知綠地面積占基地 15%時應有面積為 2,983.05 m²，比較兩者，得知本基地之最小綠地面積 $A'>$ 綠地面積占基地 15%時應有面積；另外，由綠建築解說與評估手冊中，查詢單位綠地 CO₂ 固定量基準表（如表 34），得知學校用地之 $\beta=500$ ，故利用公式（4）可以計算得到，本基地之綠建築綠化總 CO₂ 固定量基準值 $TCO_{2C}=3,349,575\text{kg}$ 。

另外，同樣分析社頭國小內不可綠化之場所：操場、網球場及籃球場；其中，操場為 200m 之橢圓型田徑場，尺寸約為 5,000m²，網球場面積為 2,052.75 m²，籃球場面積為 1,804.86 m²，因此本基地內不可綠化面積總計為 8,857.61 m²。利用公式計算後，可得出最小綠地面積 $A'=(34,296.7542-8,857.61)*(1-0.4)=15,263.48652$ m²，已知綠地面積占基地 15%時應有面積為 5,144.51313 m²，比較兩者，得知本基地之最小綠地面積 $A'>$ 綠地面積占基地 15%時應有面積；另外，經由代入公式（4）計算亦可得到，本基地之綠建築綠化總 CO₂ 固定量基準值 $TCO_{2C}=5,723,807.445\text{kg}$ 。

二、基地內師生排碳量計算

經本研究調查得知，東山國小現有師生人數 501 人，其中，學生 468 人，教職員工 33 人；社頭國小現有師生人數 964 人，其中，學生 909 人，教職員工 55 人。考量師生實際上課天數，一年約為 2 學期*18（週/學期）*5（天/週）=180 天，留校時間從早上 7 點至下午 6 點止，總計 11 小時，因此，校園人口實際留校時間對於基地人均年排碳量之影響，應予以加權修正，則留校時間修正係數應為 $180*11/24/365=0.226$ 。因此，利用下表 35 中的 2009 年人均年 CO₂ 排放指標資料為基準，計算出：東山國小全校師生每年排出之二氧化碳總量約為 5,210.4 噸/年，再乘上留校時間修正係數 0.226，得出東山國小全校師生每年排出之二氧化碳估算量為 1,177.55 噸/年；同樣，經計算後可得出社頭國小全校師生，每年排出之二氧化碳總量約為 2,265.79 噸/年。

三、綜合討論

(1) 植栽種類及效益

仔細分析兩校選用植栽種類，可知東山國小內原生種及誘鳥引蝶之喬木計 67 棵，佔喬木類植栽比例為 77.91%（67/86），原生種及誘鳥引蝶之灌木計 252 棵，佔灌木類植栽比例為 76.83%（252/328）；另外，社頭國小內喬木類中具原生種或誘鳥引蝶者計 86 棵，佔喬木類植栽比例為 27.56%（86/312），灌木類中具原生種或誘鳥引蝶者計 663 棵，佔灌木類植栽比例為 40.85%（663/1623）。再深入比較前述資料得知，社頭國小因為基地面積較東山國小大，所以種植之植栽數量也較多，惟其喬木所佔全校植栽比例僅為 16.1%（喬木總數/（喬木加灌木總數）），相較於東山國小喬木所佔全校植栽比例為 20.8%，明顯較為不足。



(2) 植栽總 CO₂ 固定效益

本研究分析東山國小及社頭國小，兩校園之未加計及加計優待係數植栽總 CO₂ 固定量，及綠建築綠化總 CO₂ 固定量基準值，考量基地植栽之配置除消極符合綠化量指標外，更期待可以削減基地內人類活動所產生之碳排放。因此，本研究轉化基地內植栽四十年週期之二氧化碳固定量為一年期，分別得出兩國小之一年期加計優待係數之植栽總二氧化碳固定量；其中，東山國小之 $TCO_2_{東山}=7,776,369.965$ kg，社頭國小之 $TCO_2_{社頭}=5,782,599.8$ kg，東山國小之校地面積雖然相較社頭國小為小，但因選用具誘鳥引蝶及原生種植栽比例較高，因此得到較佳之植栽總二氧化碳固定值；再比較兩校之 TCO_{2C} 值，雖然兩基地皆滿足 $TCO_2 > TCO_{2C}$ 之要求，但東山國小之超出率 $[(TCO_2 - TCO_{2C}) / TCO_{2C}]$ (沈勝豐、陳明賢，2009) 達 132%，相較於社頭國小之超出率僅 1.03%，再次驗證選用植栽之重要性。

(3) 基地 CO₂ 固定量與排放量之平衡率

為解析基地內植栽配置對 CO₂ 之實質平衡效果，本研究利用周 (2008) 提出基地 CO₂ 固定量與排放量之平衡率觀點，以說明植栽配置與居民所排 CO₂ 之關聯性，其定義為：植栽 CO₂ 年固定量與居民 CO₂ 年排放量之比值，以百分比計。茲將相關資料整理如表 36，由表中可知，不論東山國小或社頭國小，校園植栽之 TCO_2 皆大於 TCO_{2C} ，故兩基地之綠化效應，符合綠化量評估指標之規範；然而，社頭國小之植栽總 CO₂ 固定量 TCO_2 ，僅略大於綠建築綠化總 CO₂ 固定量基準值 TCO_{2C} ，且該國小之基地內植栽配置對 CO₂ 固定量與排放量之平衡率亦僅 6.38%；相較於東山國小較小之校園面積，因為選用較高比例之喬木、原生種及誘鳥引蝶植栽，不論在加計優待係數之植栽總 CO₂ 固定量，或基地內植栽配置對 CO₂ 固定量與排放量之平衡率，皆明顯勝過社頭國小。

(4) 綜述

由前述分析可知，基地內植栽減碳效益及 CO₂ 平衡率之良窳，受到基地面積、活動人口、植栽種類、植栽配置及植栽數量之影響。當植栽配置得宜，選用種類多樣並兼具生態性，不僅同樣可以達到美化校園環境之成效，更可以同時具備強大削減 CO₂ 之機能；惟若植栽規劃設計時，僅就綠美化之層面考量，一味地以數量取勝，而忽略其同時可具備之減碳效益，甚或應具備之生態功能，將無形中造成資源浪費及環境生態破壞，而平白辜負了校園綠美化之原始初衷及教育目的。

肆、結論與建議

一、結論

1. 經調查得知，東山國小內原生種及誘鳥引蝶之喬木計 67 棵，佔喬木類植栽比例為 77.91% (67/86)，原生種及誘鳥引蝶之灌木計 252 棵，佔灌木類植栽比例為 76.83% (252/328)；

另外，社頭國小內喬木類中具原生種或誘鳥引蝶者計 86 棵，佔喬木類植栽比例為 27.56% (86/312)，灌木類中具原生種或誘鳥引蝶者計 663 棵，佔灌木類植栽比例為 40.85% (663/1623)。

- 2.社頭國小因為基地面積較東山國小大，所以種植之植栽數量也較多，惟其喬木所佔全校植栽比例僅為 16.1% (喬木總數/(喬木加灌木總數))，相較於東山國小喬木所佔全校植栽比例為 20.8%，明顯較為不足。
- 3.本研究分析獲得，東山國小之 TCO_2 東山=7,776,369.965 kg，社頭國小之 TCO_2 社頭=5,782,599.8 kg；另外，亦得到東山國小及社頭國小之綠建築綠化總 CO_2 固定量基準值 TCO_{2C} 值分別為 3,349,575kg 及 5,723,807.445kg。
- 4.不論東山國小或社頭國小，校園植栽之 TCO_2 皆大於 TCO_{2C} ，惟東山國小之超出率達 132%，社頭國小之超出率僅 1.03%，故兩基地之綠化效應，雖皆符合綠化量評估指標之規範，但社頭國小之超出比例明顯偏低。
- 5.經本研究調查得知，東山國小加權後之全校師生每年排出之二氧化碳估算量為 1,177.55 噸/年；同樣，經計算後可得出社頭國小全校師生，每年排出之二氧化碳總量約為 2,265.79 噸/年。
- 6.本研究利用基地 CO_2 固定量與排放量之平衡率，解析得到東山國小及社頭國小之平衡率分別為 16.51%及 6.38%。

二、建議

- 1.社頭國小之校地面積大於東山國小，但其校園植栽之 TCO_2 值卻不及東山國小，且 TCO_{2C} 值之超出率亦僅 1.03%，故該基地之綠化效應，明顯不佳；建議其植栽可多採複層式配置或增加誘鳥誘蝶及原生種喬木數量比例達 75%以上。
- 2.目前對於植栽減碳或固碳之效益評估，尚未有具體效益評量指標，僅追求效益極大化；建議未來相關研究中，對於效益評量指標之訂定，能加入時間及成本效益，以訂出符合成本與兼顧減碳之評量指標，供各級學校甚或相關公共建設，進行植栽調整及配置時之參考。

伍、參考文獻

- 1.李仲堃。2010。校園植栽減碳效益之研究。中州技術學院專題研究報告。
- 2.黃慧萍、謝明君。2010。校園植栽減碳效益之研究-以彰化縣社頭國小為例。中州技術學院專題研究報告。
- 3.經濟部能源局。2010。我國燃料燃燒 CO_2 排放統計與分析。Pp.9。
- 4.章錦瑜 (2010)：景觀喬木賞花圖鑑。台中市：晨星出版有限公司。
- 5.章錦瑜 (2010)：景觀灌木藤本賞花圖鑑。台中市：晨星出版有限公司。



- 6.沈勝豐、陳明賢。2009。台中都會公園綠覆率與植栽二氧化碳固定量之研究。水土保持學報 41 (4): 411-424。
- 7.林登·霍桑、亞倫·涂古德著，柯美玲譯 (2010): 四季草花圖鑑。台北市：貓頭鷹出版。
- 8.林登·霍桑著，趙日新譯 (2010): 多年生花卉圖鑑。台北市：貓頭鷹出版。
- 9.周佩琪。2008。農村植栽配置減碳效益之研究。國立中興大學水土保持學系碩士論文。
- 10.林憲德。2007。「綠建築解說與評估手冊」。內政部建築研究所。
- 11.林憲德。2005。「綠建築解說與評估手冊」。內政部建築研究所。
- 12.林政賢。2004。綠建築評估指標適用性之研究。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 13.朱澄樹。2004。校園綠建築綠化指標之植栽 CO2 固定量調查研究-以大甲高中為例。國立雲林科技大學營建工程系碩士班碩士論文。
- 14.呂福原、呂金誠、歐辰雄。1998。「台灣樹木解說」。行政院農業委員會。
- 15.全民二氧化碳減量資訊站 <http://co2.saveoursky.org.tw/index.aspx>。
- 16.彰化縣教育局網站 <http://www.boe.chc.edu.tw/>資料。
- 17.彰化縣東山國小網站 <http://163.23.78.193/dspsweb/>。
- 18.彰化縣社頭國小網站 <http://www.stps.chc.edu.tw/school/web/index.php>。

Study on the benefits of carbon emission reduction made by the vegetation located at Dongshan and Shetou Elementary school campuses

Chung-Yi Lin Jung-Kuen Li Huei-Ping Huang Ming-Jiun Shie Po-Ching Lu

Abstract

In this study, we used the green indicator of evaluation manual for green buildings in Taiwan to analyze the benefits of carbon emission reduction for the vegetation placement at two different school campuses. In Dongshan Elementary School, we found the arbors with native species or trap birds and butterfly lead the ratio of 77.91%, and the plants with native species or trap birds and butterfly lead the ratio of 76.83%. Also, in Shetou Elementary School, the arbors with native species or trap birds and butterfly lead the ratio of 27.56%, and the plants with native species or trap birds and butterfly lead the ratio of 40.85%. Then we compared the above data further, and found the percentage of arbors in Shetou Elementary School and in Dongshan Elementary School vegetation were 16.1% and 20.8% respectively. The TCO_2 values in two different school campuses were greater than TCO_{2C} values, and met the standards. Further, as we checked the over rate values of TCO_{2C} , Shetou Elementary School was only 1.03%, but Dongshan Elementary School reached the higher values of 132%. The annual CO_2 reduction rate of vegetation placement in Shetou Elementary School was only 6.38% and worse than that in Dongshan Elementary School(16.51%). Finally, because of chosen a higher proportion of trees and vegetation with native species or trap birds and butterfly in Dongshan Elementary School, both of the amount of carbon dioxide fixation multiplied by optimization factor and the annual CO_2 reduction rate of vegetation placement were significantly better than Shetou Elementary School.

Key Words: carbon reduction of school vegetation, green buildings, green production targets, the amount of carbon dioxide fixation



表 1 東山國小綠帶 1 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			1073,100	107.31	20	2,146.2
杜鵑	灌木	13	35,750	3.575	300	10,725
樟樹	闊葉大喬木	3	420,000	42	900	37,800
月橘	灌木	17	71,400	7.14	300	21,420
彩葉草	草花花圃	5	20,000	2	20	40

表 2 東山國小綠帶 2 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			1761,950	176.195	20	3,523.9
杜鵑	灌木	12	33,000	3.3	300	9,900
月橘	灌木	18	75,600	7.56	300	22,680

表 3 東山國小綠帶 3 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			299,700	29.97	20	599.4
福木	闊葉大喬木	5	288,000	28.8	900	25,920

表 4 東山國小綠帶 4 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			47,950	4.795	20	95.9
翠蘆荊	草花花圃	200	80,000	8	20	160

表 5 東山國小綠帶 5 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			236,000	23.6	20	472
福木	闊葉大喬木	5	288,000	28.8	900	25,920

表 6 東山國小綠帶 6 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			54,500	5.45	20	109
金露花	灌木	100	490,000	49	300	14,700

表 7 東山國小綠帶 7 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			1,128,600	112.86	20	2,257.2
小葉欖仁	疏葉大喬木	2	6,300,000	630	600	378,000

表 8 東山國小綠帶 8 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			49,000	4.9	20	98
馬櫻丹	灌木	90	403,200	40.32	300	12,096



表 9 東山國小綠帶 9 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			13,120,000	1,312	20	26,240
芒果	闊葉大喬木	1	1,253,500	125.35	900	112,815

表 10 東山國小綠帶 10 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			777,000	77.7	20	1,554
黃連木	闊葉大喬木	3	1,020,000	102	900	91,800

表 11 東山國小綠帶 11 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
草地			2,900,000	290	20	5,800
朱槿	灌木	1	15,000	1.5	300	450
梧桐花	疏葉大喬木	1	14,000	1.4	600	840
闊葉鐵樹	長綠灌木	2	390,000	39	300	11,700
山茶花	灌木	4	84,000	8.4	300	2,520
光臘樹	疏葉大喬木	3	108,000	10.8	600	6,480
圓柏	灌木	1	22,400	2.24	300	672
桂花	闊葉小喬木	2	30,000	3	600	1,800
福建茶	灌木	1	16,200	1.62	300	486
酒瓶椰子	棕櫚類	2	162,000	16.2	400	6,480

表 12 東山國小綠帶 12 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				1,177,600	117.76	20	2,355.2
酒瓶椰子	棕櫚類	2		162,000	16.2	400	6,480
山茶花	灌木	2		42,000	4.2	300	1,260
大王椰子樹	棕櫚類	1		24,000	2.1	400	840

表 13 東山國小綠帶 13 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				1,058,000	105.8	20	2,116
酒瓶椰子	棕櫚類	3		81,000	8.1	400	3,240
大王椰子樹	棕櫚類	2		24,000	2.4	400	960
福建茶	灌木	2		32,400	3.24	300	972

表 14 東山國小綠帶 14 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				1,145,400	114.54	20	2,290.8
金露花	灌木	60		294000	29.4	300	8,820
小葉欖仁	疏葉大喬木	1		3,150,000	315	600	189,000
圓柏	灌木	1		22,400	2.24	300	672
黑松	闊葉大喬木	2		100,800	10.08	900	9,072



表 15 東山國小綠帶 15 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				1087900	108.79	20	2175.8
雪茄花	草花花圃	25	45000		4.5	20	90
龍眼	闊葉大喬木	1	1253500		125.35	900	112815

表 16 東山國小綠帶 16 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				1100800	110.08	20	2201.6
福木	闊葉大喬木	5	288000		28.8	900	25920

表 17 東山國小綠帶 17 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				989000	98.9	20	1978

表 18 東山國小綠帶 18 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				1070700	107.07	20	2141.4
福木	闊葉大喬木	5	288000		28.8	900	25920
一串紅	草花花圃	30	20000		2	20	40
三色堇	草花花圃	50	30000		3	20	60

鳳仙花	草花 花圃	40	25000	2.5	20	50
粉萼鼠 尾草	草花 花圃	20	15000	1.5	20	30

表 19 東山國小綠帶 19 植栽減碳量

植栽 種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i \cdot A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				1145400	114.54	20	2290.8
木棉	疏葉大 喬木	2	1350000	135	600	81000	
圓柏	灌木	1	22400	2.24	300	672	
黑松	闊葉大 喬木	2	100800	10.08	900	9072	
福建 茶	灌木	3	48600	4.86	300	1458	

表 20 東山國小綠帶 20 植栽減碳量

植栽 種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i \cdot A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				35400	3.54	20	70.8

表 21 東山國小綠帶 21 植栽減碳量

植栽 種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i \cdot A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				43200	4.32	20	86.4
粗勒 草	草花 花圃	13	11700	1.17	20	23.4	



表 22 東山國小綠帶 22 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				250000	25	20	500
粗勒草	草花花圃		12	10800	1.08	20	21.6

表 23 東山國小綠帶 23 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$	
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)			樹冠面積 (m^2)
草地				250000	25	20	500

表 24 東山國小綠帶 24 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
黑板樹	闊葉大喬木	32	42240000	4224	900	3801600
芒果	闊葉大喬木	4	5014000	501.4	900	451260
龍眼	闊葉大喬木	4	5014000	501.4	900	451260

表 25 社頭國小綠帶 1 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
楓香	大喬木	8	2000000	200	900	180,000
榕樹	大喬木	2	300000	30	900	27,000
大王椰子	大喬木	3	750000	75	900	67,500
小葉南洋杉	大喬木	2	500000	50	900	45,000

海欖果	小喬木	1	160000	16	600	9,600
矮仙丹	灌木	119	237225	23.7225	300	7,117
月橘	灌木	122	109812	10.9812	300	3,294

表 26 社頭國小綠帶 2 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i \cdot A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
菲律賓榕	大喬木	3	750000	75	900	67,500
稜果榕	大喬木	1	250000	25	900	22,500
大王椰子	大喬木	2	500000	50	900	45,000
春不老	小喬木	10	1600000	160	600	96,000
安石榴	小喬木	2	320000	32	600	19,200
變葉木	小喬木	1	160000	16	600	9,600
桂花	小喬木	22	3520000	352	600	211,200
月橘	灌木	94	84580	8.458	300	2,537

表 27 社頭國小綠帶 3 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i \cdot A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
榕樹	大喬木	3	750000	75	900	67,500
羅漢松	小喬木	1	160000	16	600	9,600
金剛纂	灌木	1	24700	2.47	300	741
金露花	灌木	13	21000	2.1	300	630

表 28 社頭國小綠帶 4 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i \cdot A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
楓香	大喬木	4	1000000	100	900	90,000
五葉松	大喬木	3	750000	75	900	67,500
山櫻花	小喬木	1	160000	16	600	9,600
金露花	灌木	78	124800	12.48	300	3,744



表 29 社頭國小綠帶 5 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
肯氏南洋杉	大喬木	3	750000	75	900	67,500
鳳凰木	大喬木	2	500000	50	900	45,000
福木	大喬木	8	2000000	200	900	180,000
洋玉蘭	大喬木	1	250000	25	900	22,500
大王椰子	大喬木	27	6750000	675	900	607,500
阿勃勒	大喬木	1	250000	25	900	22,500
羊蹄甲	小喬木	8	1280000	128	600	76,800
羅比親王海棗	小喬木	1	160000	16	600	9,600
孔雀椰子	小喬木	3	480000	48	600	28,800
千頭木麻黃	小喬木	33	5280000	528	600	316,800
黃槐	小喬木	7	1120000	112	600	67,200
玉蘭花	小喬木	5	800000	80	600	48,000
長穗木	灌木	27	237600	23.76	300	7,128
杜鵑	灌木	544	1572704	157.2704	300	47,181
胡椒木	灌木	4	16100	1.61	300	483
紅樓花	灌木	1	4200	0.42	300	126
馬纓丹	灌木	45	324000	32.4	300	9,720
金露花	灌木	159	254964	25.4964	300	7,649
鵝掌藤	灌木	1	24700	2.47	300	741
姑婆芋	多年生大型草本	1	2650	0.265	20	5
蔓綠絨	多年生蔓性觀葉植物	2	3850	0.385	100	39
草皮			8138355	813.8355	20	16,277

表 30 社頭國小綠帶 6 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
榕樹	大喬木	6	1500000	150	900	135,000
福木	大喬木	7	1750000	175	900	157,500
蘋婆	大喬木	1	250000	25	900	22,500
扁柏	小喬木	3	480000	48	600	28,800
變葉木	小喬木	1	160000	16	600	9,600
月橘	灌木	1	2820	0.282	300	85
桂花	灌木	28	78960	7.896	300	2,369
金露花	灌木	53	1886800	188.68	300	56,604
麒麟花	灌木	14	73500	7.35	300	2,205
繁星花	灌木	5	3750	0.375	300	113
黃時鐘花	灌木	76	105395	10.5395	300	3,162

表 31 社頭國小綠帶 7 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
福木	大喬木	4	1000000	100	900	90,000
蘭嶼羅漢松	小喬木	3	480000	48	600	28,800
扁柏	小喬木	4	640000	64	600	38,400
美葉鳳尾蕉	灌木	2	12000	1.2	300	360

表 32 社頭國小綠帶 8 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO ₂ 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO ₂ 固定量 $G_i * A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
鳳凰木	大喬木	1	250000	25	900	22,500
大王椰子	大喬木	3	750000	75	900	67,500
榕樹	大喬木	19	4750000	475	900	427,500



黑板樹	大喬木	57	14250000	1425	900	1,282,500
芒果樹	大喬木	1	250000	25	900	22,500
水黃皮	大喬木	1	250000	25	900	22,500
小葉欖仁	小喬木	10	160000	16	600	9,600
白飯樹	灌木	16	87360	8.736	300	2,621
圓柏	灌木	183	1154364	115.4364	300	34,631
矮仙丹	灌木	37	74688	7.4688	300	2,241
草皮			61565846	6156.5846	20	123,132

表 33 社頭國小綠帶 9 植栽減碳量

植栽種類	植種面積 $A_i(m^2)$				單位面積 CO_2 固定量 $G_i(kg/m^2)$	CO_2 固定量 $G_i * A_i(kg)$ 株數
	名稱	類型	株數	樹冠面積 (cm^2)		
福木	大喬木	10	2500000	250	900	225,000
黑板樹	大喬木	13	3250000	325	900	292,500

表 34 單位綠地 CO_2 固定量基準值 β (kg/m^2)

使用分區或用地	CO_2 固定量基準值 β (kg/m^2)
學校用地、公園用地	500
商業區、工業區	300
科學園區、前四類以外之建築其它	400

(綠建築與解說評估手冊 2007)

表 35 我國燃料燃燒 CO_2 排放指標—按部門方法統計

年別	CO_2 排放量		人均排放 (公噸 CO_2 /人)	CO_2 排放密集度 ($kg CO_2$ /元)
	(千公噸)	成長率(%)		
1990	110,851	2.10%	5.5	0.0207
1991	119,943	8.20%	5.9	0.0208
1992	128,220	6.90%	6.2	0.0206
1993	137,626	7.30%	6.6	0.0207
1994	145,669	5.80%	6.9	0.0204
1995	153,176	5.20%	7.2	0.0201
1996	161,624	5.50%	7.6	0.0200
1997	174,024	7.70%	8.1	0.0202
1998	185,403	6.50%	8.5	0.0206
1999	195,384	5.40%	8.9	0.0205

2000	215,488	10.30%	9.7	0.0214
2001	219,855	2.00%	9.9	0.0223
2002	227,836	3.60%	10.2	0.0226
2003	237,213	4.10%	10.5	0.0227
2004	245,303	3.40%	10.9	0.0221
2005	251,699	2.60%	11.1	0.0217
2006	259,265	3.00%	11.4	0.0212
2007	262,787	1.40%	11.5	0.0203
2008	252,042	-4.10%	11.0	0.0193
2009	239,615	-5.00%	10.4	0.0187

註：1990~2009 年燃料燃燒 CO₂ 排放量年平均成長率 4.1%。(經濟部能源局，2010.07)

表 36 東山國小及社頭國小基地植栽屬性分析

項目/基地名稱	東山國小	社頭國小
基地面積	19,887 m ²	34,296.7542 m ²
未加計優待係數之植栽 總 CO ₂ 固定量	6,738,081.9 kg	5,754,133 kg
生態綠化優待係數 α	1.154092527	1.004947221
加計優待係數之植栽總 CO ₂ 固定量	7,776,369.965 kg	5,782,599.8 kg
	194.41 噸/年	144.57 噸/年
綠建築綠化總 CO ₂ 固定 量基準值(TCO _{2c})	3,349,575 kg	5,723,807.445 kg
師生年平均排碳量	1,177.55 噸/年	2,265.79 噸/年
基地 CO ₂ 固定量 與排放量之平衡率	16.51%	6.38%

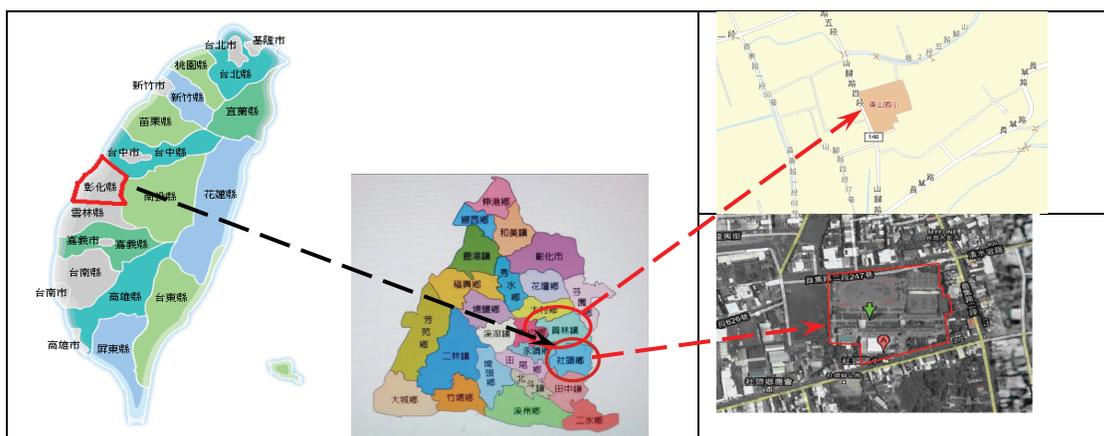


圖 1 彰化縣東山國小及社頭國小位置圖



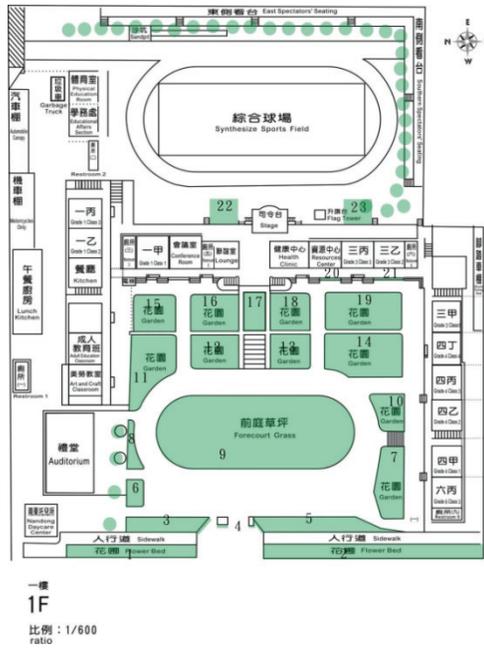


圖 2 彰化縣東山國小校園植栽調查
分區及相關設施

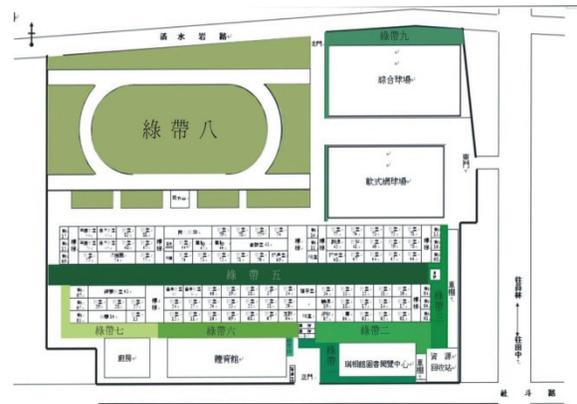


圖 3 彰化縣社頭國小校園植栽調查分區
及相關設施

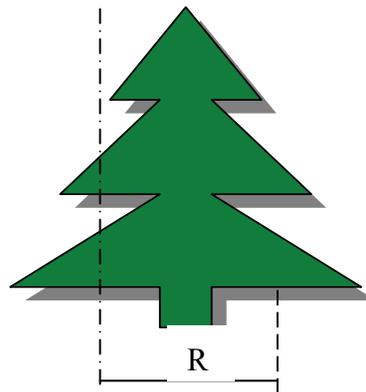


圖 4 樹冠面積調查示意