

# 國立交通大學

工學院專班營建技術與管理學程

碩 士 論 文

綠建築於校園生態綠化之研究

Applying Campus On Greenness Eco of Green Building



研 究 生：楊錦緞

指 導 教 授：陳春盛教授

中華民國九十四年七月

綠建築於校園生態綠化之研究

Applying Campus On Greenness Eco of Green Building

研 究 生：楊錦緞

Student : Chin-Tuan Yang

指 導 教 授：陳春盛

Advisor : Chun-Sung Chen

國 立 交 通 大 學

工學院專班營建技術與管理學程



Master Degree Program of Construction Technology and Management  
College of Engineering  
National Chiao Tung University  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of  
Master of Science  
in

Program of Construction Technology and Management

July 2005

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十四 年 七 月

## 中文摘要

以往學校校園規劃的重心是著重在教育、空間架構、型構等，甚少以校園生態角度來切入探討。本文嘗試以「綠建築標章制度」中「綠化量指標」改善校園生態綠化效益，在理論探討部分是由「綠建築」和「校園規劃」的理論為出發點，加上「綠化量」、「生物多樣性標」評估指標的相關文獻，進行廣範回顧，以作為實證調查及分析建議的基礎。

在實證研究部分，本文係以新竹市 12 所國民中小學暨 10 所南投縣 921 重建之國民中小學，進行深入的探討，了解現行指標之執行狀況。

最後就分析所發現之校園植栽綠化在量的方面有 81.8% 通過基準，在質的方面，喬木數種全數通過，但灌木數種只有 13.6% 達到基準值，提出具體改善建議，以提供建立永續校園之參考。



關鍵字：綠建築、綠建築標章制度、綠化量指標、生態綠化

## 英文摘要

The education and the spatial construction are the points of the former campus planning. However it did not have any ecological concept until now . The main purpose of this thesis is to study the greenness of the labeling system for building improve 「 campus ecological efficiency 」 , In the theoretical discussion part , the study chooses 「 Green Building 」 and 「 Sustainable campus planning 」 theories to be the starting point , add in the relevant literature of 「 Greenness 」 and 「 Biological Diversity 」 assessment indices to progress the extensive retrospection to be the foundation of authentic investigations and analytic suggestions.

In the authentic research part , the study takes the 12 existing junior high and elementary schools in Hsin-Chu City and 10 in national elementary and middle schools Reconstructed after the 921 earthquake at Nantou county , to understand the executive situation of current indices.

Finally , advancing the concrete improving suggestions for the tasks finding in the analysis , the design based on is given for the 「 Sustainable campus planning 」 .

Key word : Green Building 、 The Labeling System for Green Building 、 Greenness 、 Greenness Eco-Efficiency.

## 誌 謝

已過不惑之年，能夠重回學校上課，相當珍惜，這三年來要兼顧家庭、工作、學校的壓力，時間總會熬過，真的需要勇氣與毅力，終將開花結果。

承蒙恩師陳春盛教授在授課期間於課業上的教誨與啟發，論文寫作期間給予適時的指導與斧正，其治學嚴謹，尤其重視「實務經驗」及「人格薰陶」。本論文得以順利完成，首先要感謝恩師殷切指導，又體恤在職進修人員必須兼顧工作，仍不斷牽引，感謝 王維志教授、郭一羽教授於論文口試時，對論文的詳實指正與建議，使本論文更加完整，得以完成學業，特此致上學生最誠摯之謝意。

當然要感謝父母親的體諒、支持，親友的關懷與期許，長官 藍國琪副組長、同事 程貴仁先生的熱心相助，及尚有許許多多相助關愛的朋友、同學與同事們，尤其是外子 炳宏的鼎力支持、協助和體諒及兩位兒子對我的鼓勵與配合，實衷心銘感在心，於此一併致謝，希望與您們共同分享這份成果與喜悅。

楊錦緞 2005.7 于交大

# 目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌 謝.....	iii
目 錄.....	iv
表目錄.....	vii
圖目錄.....	viii
一、 緒論.....	1
1.1 研究動機與目的.....	1
1.1.1 研究動機.....	1
1.1.2 研究目的.....	2
1.2 研究範圍與內容.....	2
1.2.1 研究範圍.....	2
1.2.2 研究內容.....	2
1.3 研究方法.....	3
1.4 研究流程與架構.....	4
1.5 研究預期成果.....	6
二、 文獻回顧.....	7
2.1 校園綠化簡介.....	7
2.2 綠建築簡介.....	8
2.2.1 我國綠建築的定義與目的.....	8
2.2.2 我國綠建築推動之情形.....	10
2.2.3 國際間既有綠建築評估工具簡介.....	11
2.3 綠化量指標之文獻回顧.....	14
2.3.1 綠化之重要性.....	14
2.3.2 綠建築綠化量指標評估簡介.....	17

2.3.3 綠化量指標評估公方式 .....	18
2.4 生物多樣性指標之文獻回顧 .....	21
2.4.1 簡介 .....	21
2.4.2 生物多樣性指標之評估方式 .....	24
2.5 綠建築相關法規與規範 .....	27
2.5.1 學校建築基地綠化法規 .....	27
2.5.2 綠建築專章之生態綠化 .....	27
三、研究架構建立與分析模式之擬定 .....	29
3.1 校園之生態綠化 .....	29
3.2 研究對象與項目 .....	30
3.3 分析架構之擬定 .....	33
四、案例分析與評估 .....	35
4.1 基本資料建立 .....	35
4.2 綠化量 .....	37
4.2.1 綠化量計算 .....	39
4.2.2 總綠地面積比 .....	43
4.3 綠化量之分析 .....	47
4.4 植物多樣性 .....	49
4.4.1 喬木種類(Tn)分析 .....	49
4.4.2 灌木種類數(Bn)分析 .....	49
4.4.3 原生、誘鳥誘蝶性 .....	50
4.5 植物多樣性分析 .....	53
4.5.1 喬木種類(Tn)分析 .....	53
4.5.2 灌木種類(Bn)分析 .....	54
4.5.3 原生、誘鳥誘蝶分析 .....	54
4.6 小結 .....	55



五、結論與建議.....	57
5.1 結論.....	57
5.2 建議.....	58
5.3 後續研究建議.....	58
參考文獻.....	60
附錄、校園常見植栽名錄.....	64





## 表目錄

表 2-1 綠建築之定義.....	9
表 2-2 EEWH系統.....	9
表 2-3 國內近年推動綠建築之各項措施.....	11
表 2-4 國際間既有綠建築評估工具簡介.....	13
表 2-5 都市綠地對尖峰氣溫的效果.....	15
表 2-6 台灣各種植栽單位面積四十年CO <sub>2</sub> 固定量 (2003 年版).....	20
表 2-7 固定量計算用喬木栽種間距與樹冠投影面積A <sub>i</sub> 基準.....	21
表 2-8 生物多樣性指標基準值BDc (適用於規模二公頃以上基地) ..	25
表 2-9 生物多樣性指標之生態綠網及植物多樣性簡易評估表.....	26
表 3-1 本文研究之對象.....	31
表 4-1 本文研究學校之基本資料一覽表.....	36
表 4-2 本文研究之學校植栽數量統計表.....	38
表 4-3 本文研究之綠化量指標統計表.....	41
表 4-4 未達標準所需增加綠化面積比較表.....	43
表 4-5 各級學校校地面積比.....	45
表 4-6 本研究校園喬、灌木植栽種類表.....	50
表 4-7 植物原生、誘鳥誘蝶性統計表.....	53
表 4-8 本文生態綠化評估綜整表.....	56

## 圖目錄

圖 1-1 研究計劃流程架構圖.....	5
圖 3-1 綠建築綠化架構圖.....	33
圖 3-2 修正後綠建築校園生態綠化分析架構圖 .....	34
圖 4-1 綠化量與基準值倍數圖.....	42
圖 4-2 各項植栽之CO <sub>2</sub> 固定量百分比.....	43
圖 4-3 學校綠地面積佔校地百分比.....	46
圖 4-4 CO <sub>2</sub> 總固定量與相關之迴歸分析圖 .....	48
圖 4-5 喬木與校地及綠地面積迴歸分析圖 .....	54
圖 4-6 灌木與校地及綠地面積迴歸分析圖 .....	54
圖 4-7 原生、誘鳥誘蝶與校地及綠地面積迴歸分析圖 .....	55



# 一、緒論

## 1.1 研究動機與目的

### 1.1.1 研究動機

以往校園規劃的重心是著重於教育、空間架構、型構等，甚少以生態校園性角度切入探討，環境生態思維已成生活的一環，而要將此一生態觀念深植人心，最根本也是最直接的方法便是經由學校的生活教育來達成，一般學校具有較寬廣的基地，更能提供環境生態觀念實證經驗的學習，其校園應充分利用環境作為教學的場域，讓學生從中體驗自然，探討環境、領悟生命，並發展解決環境問題的經驗與能力。

京都議定書在今年（2005 年）二月正式生效，130 個國家批准了溫室氣體減量的國際條約，將控制二氧化碳、甲烷等六項廢氣的排氣量。當中最主要的就是二氧化碳，相關的議題包括面臨全球暖化、冰山溶解、溫室效應導致海平面上升等。

1999 年 921 大地震，造成全台灣地區建築嚴重損傷，其中校園建築部分損壞嚴重，極需非常之建設；此時正值「綠建築」觀念萌芽的階段，在重建之課題上，社會各界鑑於過去校園環境不符合永續觀念的規劃方式，紛紛提出新的校園規劃理念。

教育部整合各界意見後，在重建議題上提出「新校園運動」，擬定綠色學校計畫，明確指出建構綠色校園環境之目標，提出未來學校符合綠建築指標規範，由此可見綠建築將是未來學校建築規劃之主要依據，為達成符合 21 世紀綠色健康學校，因此本研究以探討「綠建築於校園生態綠化之研究」為研究對象。

## 1.1.2 研究目的

增進國內綠色校園「綠化量」、「生物多樣性」之生態綠化效益，期盼能從有關政府相關部門正推動「綠建築標章制度」來應證永續校園效益發展理念。

- 1.綠校園植物可吸收二氧化碳，減緩「溫室效應」，保護生物棲息地，利於動物遷移之分析。
- 2.了解國內推動永續校園所面臨的諸多瓶頸問題之所在。
- 3.調查分析目前校園環境在生態上有那些缺失，以提供予各級學校環境規劃與校園改造之基本參考資料。
- 4.藉由案例以評估綠建築標章制度於推動「建構永續校園」之策略與可行性；使校園環境成為推動環境教育之執行基礎並能配合城鄉風貌再造、社區總體營造、生態旅遊之推動，以達到永續校園環境教育之目標。

## 1.2 研究範圍與內容

### 1.2.1 研究範圍

本研究範圍乃探討有關校園生態環境以「綠建築標章制度」九大指標之「綠化量指標」及「生物多樣性指標」中有關生態綠化加以評估應用，就國內推動永續綠色校園之改造，探討其生態綠化效益，並參考國內現有推動綠色校園相關文獻與個案做永續校園生態綠化效益分析，符合永續發展，以促進校園建築與環境共生共利，維護生態環境之平衡，校園與週邊環境間的融合，並達到生態教育思想延續性。

### 1.2.2 研究內容

本研究的內容可分為以下三方面進行探討：

### 1.理論與相關文獻的探討

校園空間為最具有生態價值的開放空間之一，在現行的綠地系統上扮演著重要的角色，富有教育、生態等多方面的功能價值，是營造生態綠化重要一環，因此，本研究針對校園生態議題、環境綠化、生物多樣性等方面的相關文獻進行蒐集與整理。

### 2.調查方法與調查項目之擬定

藉由文獻回顧調查所得之數據，選定學校進行所須之項目與樣本分析，進行校園進一步深入之評估及其生態效益分析。

### 3.實證研究分析與結論

根據學校基本資料、綠化、環境生態情形等調查資料，進行現況分析與文獻回顧所得之綠建築理論方式進行比對討論及計算，以期探討校園生態效益，以及針對研究對象提出具體的改善建議。

## 1.3 研究方法

### 1.文獻回顧法

本研究計畫的方法在理論基礎部份採文獻回顧方式，以綠建築理論為主，配合相關校園資料收集，讓本研究的廣度與深度都能達到一定程度，就我國現階段政府、民間有關機關團體推行「綠色建築標章制度」之相關文獻，逐一作回顧，以了解校園之生態綠化之情形。

### 2.資料分析法

將調查所蒐集到的資料，以統計軟體進行處理及作迴歸分析。主要依據內政部建築研究所「綠建築解說與評估手冊」中「綠化量指標」及「生

物多樣性」中的生態綠網與植物多樣性來加以探討，並對目前校園生態環境進行評估與分析。

#### 1.4 研究流程與架構

本文共分五章節，各章節重點為：

- 一、「緒論」針對本文的研究動機、目的、方法、研究流程及預期效果等做一描述。
- 二、「文獻回顧」針對校園綠化及綠建築文獻探討，並介紹「綠建築標章制度」的系統中「綠化量指標」及生物多樣性指標之相關文獻回顧。
- 三、「研究架構建立與分析模式之擬定」研究對象與項目之確立及分析模式架構之擬定。
- 四、「案例分析與評估」以綠建築之「綠化量指標」及「生物多樣性」有關生態綠化加以評估及分析。
- 五、「結論與建議」依據前四章的資料，針對本文研究所獲得之結果及建議以供未來研究者參考。

本文的研究流程與架構，如圖 1-1 所示。

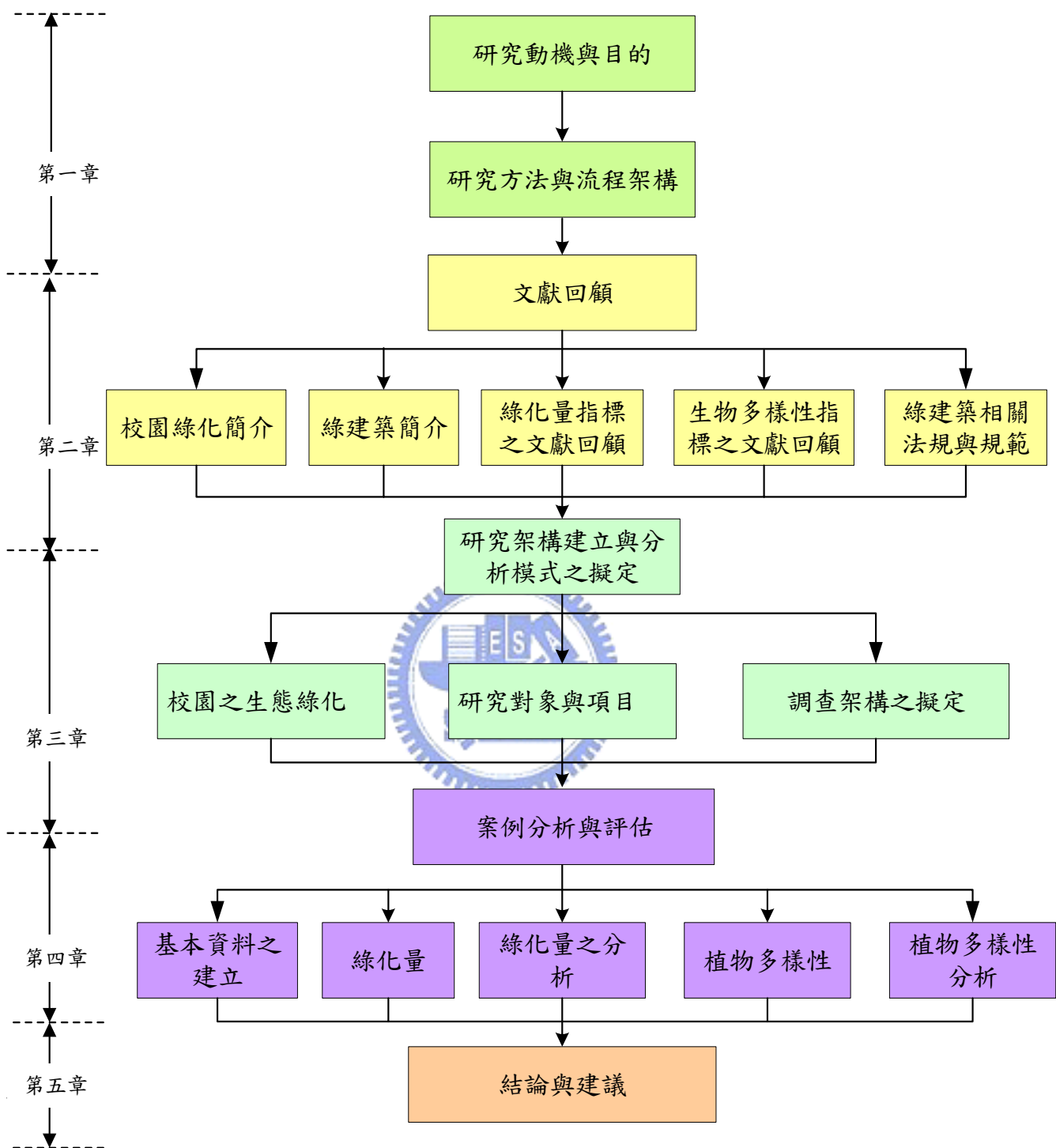


圖 1-1 研究計劃流程架構圖



## 1.5 研究預期成果

全球環境氣候變遷之溫室效應，會造成負面效應，我國現階段改善溫室效應，內政部建築研究所所推行「綠色建築標章制度」之九大指標中「綠化量指標」，可探討分析植物的光合作用可固定空氣中的二氧化碳，所謂的「幾分綠意，幾分氧；多少樹蔭，多少居住品質」，並在生態綠化的設計中，可保護生物棲息地，利於動物遷入達到生物多樣化的目標。建構安全、建康、效率及舒適的居住空間，達到人及建築物與環境共生共榮、永續發展的目標。

本研究將以國中、小學校為案例，利用我國現行推動之綠建築來評估校園之生態綠化效益，進行個案分析探討，做為推動校園綠化政策之參考。





## 二、文獻回顧

### 2.1 校園綠化簡介

學校校園的空間規劃及營建管理等必須符合環境保護及教育的要求，達到省能源、省資源、乾淨寧適的目標，鼓勵師生參與規劃及維護的工作。

校園之規劃需考量六大特性：永續性、安全性、經濟性、教育性、環保性、施工性等。有以下幾點設計原則：

1. 確保安全、健康及舒適的無障礙環境。
2. 落實高效能、彈性化且符合機能的教學環境。
3. 營建可供作社區終身學習及景觀地標之核心設施。
4. 符合綠建築之綠化量指標。
5. 創造令人愉快的景觀空間，豐富使用者視野。
6. 人綠共生的自然環境，提供理想的校園研究環境。
7. 大量綠化可調節週邊氣溫，降低校舍溫度並節省冷氣使用。
8. 長期維護容易。
9. 施工便利，建設成本低廉。

植栽的設計方式將以保存現有基地的林木狀況並配合區內自然環境作符合生態的栽植，儘量不做大幅度的樹木遷移或砍伐，一方面可確保現有林相的均衡分佈，另一方面可節省為數可觀的金錢投資，規劃植栽及配置的基本原則如下：

- (1). 保存既有的野生林區，綠化種植強調視線的美感，選擇適合本區氣候形態的花木進行修飾美化。

- (2).校區步道之闢建將避開現有長成中大樹的位置。
- (3).為顧及管理維護的方便，選擇抗風性強，生性強健的優勢植栽種類。
- (4).植栽樹種類型以台灣原生種植物為主。
- (5).植栽樹種之種苗（幼苗）取得容易且繁殖方法簡便之考慮。
- (6).植栽樹種成長土壤的酸鹼性、日照性、排水性、修剪性之考慮。
- (7).強調植栽樹種於校區四季的表情（四季中賞花觀景、香氣、賞景、生態保護等功能）。

## 2.2 綠建築簡介

### 2.2.1 我國綠建築的定義與目的

「綠建築」在日本稱為「環境共生建築（Environmental Symbiosis Building）」，歐洲國家稱為「生態建築（Eco-Architecture）」或是「永續建築（Sustainable Building）」，美、加稱為「綠建築（Green Building）」等，主要皆是強調生態平衡、生態效益、物種多樣化、資源回收再利用、再生能源及節能、降低環境負荷及親近自然環境，確保全球永續發展。

#### 1. 「綠建築」之定義

何謂「綠建築」？本研究列舉「聯合國全球永續發展宣言」以及「內政部建築研究所」等分別屬於國際以及國內推動「綠建築」最具代表性之文獻以及單位，為「綠建築」所下的定義如下表：

表 2-1 綠建築之定義

單位	定義
聯合國全球永續發展宣言	「在經濟與環境二個問題中有效率的利用僅有的資源並提出解決的方法，進一步改善生活的環境就是所謂的『綠建築』。」(江哲銘，2000)
內政部建築研究所	1.積極面的定義為：「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮及人類生活環境永續發展的建築設計。」 2.實質面的定義為：「消耗最少地球資源，製造最少廢棄物的建築物。」(內政部建築研究所(A)，2001，P6)

內政部建築研究所更對綠建築評估九大指標，歸納成四大部分，簡稱「EEWH系統」如下表：

表 2-2 EEWH 系統

指標群	指標名稱
生態(Ecology)	1.生物多樣性指標
	2.綠化量指標
	3.基地保水指標
節能(Energy Saving)	4.日常節能指標
減廢(Waste Reduction)	5.CO <sub>2</sub> 減量指標
	6.廢棄物減量指標
健康(Healthy)	7.室內環境指標
	8.水資源指標
	9.污水垃圾改善指標

資料來源：內政部建研所，綠建築解說與評估手冊(2003 更新版)

綜合上述「綠建築」的定義與解釋之後，可將「綠建築」定義歸納為：

「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮及人類生活環境永續發展的建築設計並消耗最少地球資源及製造最少廢棄物的建築物，即生態、節能、減廢、健康的建築物」。

## 2. 「綠建築」之目的

我國綠建築發展萌芽於能源危機的衝擊，接著為因應環保趨勢及推動永續發展的共識與潮流，1999年內政部建築研究所正式建立「綠建築標章」認證制度，並接受各界申請。其目的為：建立評估系統，期能掌控國內建築物的耗能、耗水、排廢及環保等相關議題，營建相關業者需依本「綠建築標章制度」之評估系統進行設計，確實可達「生態、節能、減廢及健康等」之建築物，同時消費者能依據「綠建築指標」來選擇居住環境，可獲得「節能、省水、減廢、衛生、舒適、健康及環保等」之目的。

如果從地球環境立場考量，符合現代世代的發展不能損及未來世代可享有同樣發展的機會，達到健康、安全、平等及永續等四大目標，不但降低人類活動對居住環境所造成破壞，更能加強建築與環境共生的理念，為建築問題尋求可滿足生態環境的解決方案。

### 2.2.2 我國綠建築推動之情形

國內在內政部建築研究所的推動下，推動「綠建築與居住環境科技」計畫，積極進行建築污染防治、建築節約能源及建築資源利用等研究發展工作。目標為：建立一套建築環境性能評估規範與系統，可針對建築設計與施工計畫進行其環境性能評估，並配合後續各項管制、獎懲措施及法令政策制定等，並加強綠建築輔導管理以減輕建築開發對環境造成之衝擊影響，達成建築開發與環境共生共存、確保地球永續發展之長遠目標（黃榮堯，1996）。

茲將國內近年推動綠建築之各項措施，彙整如表 2-3 所示。

表 2-3 國內近年推動綠建築之各項措施

年 度	施 政 重 點
1995	內政部營建署建築技術規範增加「節約能源條款」，規範建築外殼的耗能基準值。
1996	行政院國家永續發展委員會將「綠建築」納入「城鄉永續發展政策」的執行重點，行政院環保署於「環境白皮書」中將「永續綠建築」納為施政重點。
1997	推動「綠建築與居住環境科技」計畫，進行敷地生態環境、建築污染防治、建築節約能源、建築資源利用、室內環境控制及綠建築示範等方向的研究發展工作。
1998	「全國能源會議」結論，內政部建研所以台灣亞熱帶氣候的研究為基礎，充分掌握國內建築物的耗能、耗水、排水、環保之特性，訂定綠建築評估系統，包括綠化、基地保水、水資源、日常節能、二氧化碳減量、廢棄物減量及污水垃圾改善等七大評估指標。
1999	頒訂「綠建築標章推動使用作業要點」，並於同年開始受理業界申請「綠建築標章」。
2000	內政部建研所編製「綠建築與評估手冊」、「綠建築宣導手冊」與「綠建築標章申請作業手冊」提供給各級政府機關興建綠建築的參考。
2002	明文規定凡受中央機關或其補助達二分之一以上，且工程總價在新台幣五仟萬元以上之公有新建建築物，應先行取得「候選綠建築證書」，始得申請建造執照，政府帶起示範作用，推行綠色建築。
2003	增訂「生物多樣性指標」、「室內環境指標」為九大評估指標系統。

### 2.2.3 國際間既有綠建築評估工具簡介

1987 年「蒙特婁公約」至 2000 年「永續建築研討會」，這段期間發



展了許多綠建築的評估工具與方法，各國都有其生態環境之差異特性，必須合乎其本身的地理、人文、文化及生活習性，才能達其最佳效果；其中以英國、美國、加拿大及日本等國家評估系統最為完整且成熟，所以於本節中加以描述，供參考、比較。

從評估工具內容發展上，大體上可將「綠建築」分類成三個階段，即為「省能環保」與「生態綠化」，最後才「舒適健康」；目前國內外應用於綠建築設計的評估工具，大致上可分為兩大方向，其一為以「省能源、環保、自然調和、舒適及健康等」綠建築設計理念作為查核表單，另一部份則「利用定量評估之軟體，以評估建築物整體生命週期對環境之衝擊」，茲將國際間既有綠建築評估工具及指標內容，如下表所示（林敬智，2002）。



表 2-4 國際間既有綠建築評估工具簡介

評估工具	研發國家	施行國家	評估指標內容
1.BREEAM	英國建築研究所	英國、澳洲、歐盟、香港	以建築物整體發生的環境議題，評估新建與既有之建築物，採用查核表單之方式，進行評分比較。
2.Eco-Quantum	荷蘭	荷蘭	以建築物生命週期之觀點配合電腦軟體輔助，進行環境負荷之定量評估。
3.LCA-Tools	澳洲	澳洲	希望藉由工具軟體的應用，提供給建築師設計環保綠建築的策略建議，該資料庫的來源係由當地研究機構所蒐集彙整而得。
4.LCE、LCO <sub>2</sub>	日本	日本	以生命週期的觀點評估建築物能源消耗與CO <sub>2</sub> 的排放量，並對於建築物的種類、建築材料、居住者的生活方式等都加以評估。
5.LEED V2.0	美國綠建築協會	美國	以建築生命週期的觀點，輔以查核表單之方式，進行評分比較，該評估系統有六大分類，共計69個評分點，若建築物超過一定比例的得分，即通過綠建築之評估。
6.GBTool	加拿大	加拿大	評估項目包括能源消耗、環境負荷、室內空氣品質、服務品質、使用前管理與經濟性等評估。
7.台灣「綠建築評估及標章制度」	內政部建築研究所	台灣地區	以科學化的計算公式計算之，符合基準值的建築物給予一個標章，共有九個指標項目，評估對象包括新建的建築物，而且傾向於設計階段的評估，要符合申請「綠建築標章」或「候選綠建築證書」，至少必須通過「日常節能指標」與「水資源指標」兩個門檻指標。

資料來源：林敬智（2002）

## 2.3 綠化量指標之文獻回顧

### 2.3.1 綠化之重要性

#### 1. CO<sub>2</sub> 減量

五十年來因為人類產業活動的增加，使得地球大氣中的二氧化碳濃度已從 290ppm 上昇至 380ppm，地球氣候不斷的高溫化，綠化對二氧化碳固定效果，無疑是改善氣候有效的對策。

針對 CO<sub>2</sub> 的減量策略，除了建材的改善，以及減少化石燃料的使用之外，較積極以及最經濟的方式，便是「綠化」數量的提昇，利用植物本身的光合作用吸取 CO<sub>2</sub> 並將其中的碳元素轉換自身成長材料，並排放出氧氣進而達成 CO<sub>2</sub> 減量的目的。

根據現有的能源技術來進行碳素減量約 70 美元/公噸，以石化技術來進行碳素減量約需 100 美元/公噸，若以在台灣種植柳杉林來進行碳素的成本只要 37 美元/公噸（中華建築中心，2002 年），用綠化來固定 CO<sub>2</sub> 量之成本可謂最經濟實惠。

#### 2. 減少空調耗電量、節約能源

緩和「都市熱島氣候」有效的對策莫過於採行都市環境「綠化」，由林憲德針對台灣三大都市（台北市、台南市、高雄市）中的公園綠地與氣溫分佈進行相關研究分析（林憲德，2001，「由台灣的都市氣候論生態環境改善對策」），一公里半徑的平均氣溫與平均綠地面積所做的迴歸方程式，以表 2-5 所示，由迴歸方程式的係數可知，在台灣的大都會區大約每提昇 10% 的綠覆率，對周圍平均氣溫有降低 0.13°C~0.28°C 的效果，其中則以台北市的降溫效果最大（0.27°C~0.28°C），這已證實都市綠化政策確實對於都市氣候有良好的緩和效果。



依此推算，我們的都市環境可以提升 30% 的綠覆率的話，則在夏季約可降低都市溫度 0.4°C~0.9°C；也由台電的統計數字顯示，在夏季尖峰氣溫每上昇 1°C 會使空調用電上昇 6%，如此可降低夏季尖峰用電 2.4~5.4%，以台灣電力公司 2001 年的統計為例，燃煤發電平均成本是每度 0.92 元，而天然氣發電高達每度 2.75 元，不但可節省可觀的使用電成本，同時可避免因使用煤碳、天然氣等發電可能造成的二氧化碳排放的高污染，所以都市環境「綠化」是一舉數得的生態效益。

表 2-5 都市綠地對尖峰氣溫的效果

都市名	綠覆率每增加 10% 之降溫效果	迴歸方程式 (Gr 為綠覆率%，T 為氣溫°C)
台北 (PM2:00)	-0.28°C	$T = 36.0 - 2.8 \times Gr$
台北 (PM9:00)	-0.28°C	$T = 36.0 - 2.8 \times Gr$
台北 (AM2:00)	-0.27°C	$T = 36.0 - 2.7 \times Gr$
台南 (PM2:00)	-0.14°C	$T = 36.0 - 1.4 \times Gr$
台南 (PM9:00)	-0.15°C	$T = 36.0 - 1.5 \times Gr$
台南 (AM2:00)	-0.13°C	$T = 36.0 - 1.3 \times Gr$
高雄 (AM2:00)	-0.13°C	$T = 36.0 - 1.3 \times Gr$

資料來源：林憲德 (2001)。

### 3. 生物多樣性的生態效益

「生物多樣性」是人類文明的基礎，現在人類的生活必需品，例如衣料、食物、家居物品甚至藥品，大部分均依賴生物，假如沒有多樣化的生物物種，那能產生燦爛的人類之文明，其目的無非希望在人類建設開發行為中，多留一些與其他生物共生共榮的空間，以讓人類文明多一份永續生存的希望。

生態綠化建立穩定的植群社會，塑造其自我調適的生態系，使綠地具有泛指一切由微生物至高級動物構成的生活基盤環境，亦即「具備某種特

定環境條件，可讓某些生物族群集賴以生存的有限區域」。

生態綠化可以使環境的「植物多樣性設計」，主要在栽培植物物種、氣候、空間、空間之多樣性，以創造多樣化生物棲地條件，改變昔日我們忽視生物多性的好處，因而扼殺了生物多樣性的環境。

#### 4. 噪音之控制

隨著汽機車等機械使用率的增加，噪音污染也就成為環境保護中重要的公害之一。為了減緩噪音的問題，除了隔音材料的使用以外，植物亦可有效的減低噪音。若能將牆或土堆配合種上植物，它們可以吸收與它們接觸的不同音波。葉子及土壤等柔軟物體可以吸音，而硬的物體如樹幹和牆可使聲音偏斜傳相不同方向（Theodore D. Walker，1995，P48-56）。

#### 5. 微氣候的控制

植物藉由其本身之生理特徵，能夠有效對於微氣候進行調整，以營造較為令人感到舒適的環境。例如：在炎熱的夏天，植物的遮蔭效果除了直接阻擋太陽輻射外，更可藉由本身的蒸散作用，排放水氣，藉以調整溼度與氣溫。

另外藉由適當的選種與栽植，植物可直接減低強大空氣流動的風速，這對於改善都市環境中因高樓林立所形成的高樓風，以及海邊強大海風的緩和皆具有良好的效果。

植物除了可以對於戶外空間的微氣候有所改善外，對於室內溫度的調節，植物也有其良好效果。

#### 6. 沖蝕控制

我國台灣地區由於不當的開發以及水土保持工作的忽略，近年來每逢豪大雨或颱風來襲，便會形成嚴重的土壤沖蝕、山崩以及土石流，造成了

人民極大的生命財產的損失，無形中也間接造成區域性的衰退現象。

針對土壤沖蝕的控制，除了採用土木水利工程之外，以適當植栽進行綠化，將可攔截雨水直接對於土壤的沖擊，並且植物的根系可以牢固的固定土石。是另外一種有效的控制以及改善的都市災害防治對策。

## 7.淨化空氣

植物其枝葉繁茂能過濾塵埃、阻擋和吸收有害氣體，例如：氟化氫、氯、二氧化氮、鉛蒸氣、及臭氧等，而達空氣淨化的作用。空氣污染所造成的疾病是現代人的文明病，呼吸新鮮空氣是都市居民所渴望的環境權。

### 2.3.2 綠建築綠化量指標評估簡介

綠建築的「綠化量指標」與「生物多樣化指標」密切相關，兩者均為評估「綠地環境」之指標，但後者偏向於評估兩公頃以上大型基開發之「綠地生態品質」，而本指標則在於評估「綠化量」之功能，其評估對象不限於任何基地。

基地綠化量指標之評估單位為：「植物 CO<sub>2</sub> 固定量效果」作為綠化量之總量管制，藉以鼓勵綠化多產生氧氣、吸收二氧化碳、淨化空氣，進而達到緩和都市氣候高溫化現象、改善生態環境、與美化環境等，同時對生物多樣化環境也有較大貢獻。

植物大致上區分為六大類，然此並非植物學上之分類法，乃是以樹形為分類依據，與其 CO<sub>2</sub> 固定效果分述如下：（綠建築解說與評估手冊，2003）。

1.闊葉大喬木類植物的特色是較為高大，遮陰性佳，由於其立體化的樹葉分佈，使其樹葉量最多，其 CO<sub>2</sub> 固定效果亦屬最佳，然而因樹種、

樹形、樹葉密度的差異，不同喬木的 CO<sub>2</sub> 固定效果也有明顯差異。

2.闊葉小喬木、針葉木或疏葉形喬木類植物的 CO<sub>2</sub> 固定效果：由於其葉面積較少，其 CO<sub>2</sub> 固定效果比上述喬木稍小，當然本分類之間的 CO<sub>2</sub> 固定效果也有明顯差異。

3.大棕櫚類植物的 CO<sub>2</sub> 固定效果：其特色是樹形細長高挑，飄逸著南國熱帶的氣氛，常用於於觀賞與步道上的導引，由於其葉面積較喬木稀少，其 CO<sub>2</sub> 固定效果約為大喬木的一半，乃採用大王椰子的 CO<sub>2</sub> 固定效果解析平均植，作為此類植物的標準評估值。

4.灌木類植物的 CO<sub>2</sub> 固定效果：灌木植物的特色是低矮濃密，常用於阻隔圍籬，由於灌木叢的 CO<sub>2</sub> 固定效果與其樹叢高度（即樹葉量）有關，依不同高度而區分為三種評估層級。

5.多年生蔓藤類植物的 CO<sub>2</sub> 固定效果：用來作為建築物立體綠化最好的植物，對空氣的淨化頗有貢獻。

6.草花及草類植物的 CO<sub>2</sub> 固定效果：草花與草類植物大部分為一年生植物，因其葉片每年均會分解、腐爛、散失而無長期 CO<sub>2</sub> 固定效果，所以其 CO<sub>2</sub> 固定效果並不能像木本植物般有長年累積。

至於人工修剪的草坪，由於其白天的光合作用與夜間的呼吸作用相抵消，對於 CO<sub>2</sub> 固定效果幾乎等於零，亦即人工草坪對於空氣淨化幾乎毫無貢獻，值得特別留意。

### 2.3.3 綠化量指標評估公方式

「綠建築解說與評估手冊」對於綠建築中的綠化量獎勵基準，希望能夠在基地內最小綠地面積 A' 內實施全面綠化，而且單位綠化面積的 CO<sub>2</sub> 固定量計算值必須大於基準值 600( kg/m<sup>2</sup>)。其最小綠地面積 A' 以及建築基地

中的總綠化量所換算的 CO<sub>2</sub> 固定量 TCO<sub>2</sub> 依下列公式計算之，另外，其植栽的分類與單位面積 CO<sub>2</sub> 固定量參考表 2-6「台灣各種植栽單位面積四十年 CO<sub>2</sub> 固定量」計算之，其疏種喬木的栽種面積認定方式參考表 3-3「固定量計算用喬木栽種間距與樹冠投影面積 Ai 基準」計算之。

$$T CO_2 = (\sum Gi \times Ai) \times \alpha \text{-----} \quad (\text{式1})$$

$$A' = 0.5 \times r \times (A_0 - A_p) \text{-----} \quad (\text{式2})$$

至於 TCO<sub>2</sub> 之合格判斷公式如下：

$$T CO_2 > T CO_2 c = 600 \times A' \text{-----} \quad (\text{式3})$$

變數說明：

T CO<sub>2</sub>：基地綠化之總 CO<sub>2</sub> 固定量計算值 (kg)

T CO<sub>2</sub> c：綠建築綠化總 CO<sub>2</sub> 固定量基準值 (kg)

Gi：某植栽種類之單位面積 CO<sub>2</sub> 固定量 (kg/m<sup>2</sup>)

Ai：某植栽之栽種面積基準 (m<sup>2</sup>)，喬木以表 2-7 之樹冠投影面積計算。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、其他則以實際密植平面面積計。

A'：最小綠地面積 (m<sup>2</sup>)，但不得低於總基地地面積 15%，亦即若 A' < 0.15×A<sub>0</sub>，則 A' = 0.15 A<sub>0</sub>

α：生態綠化優待係數

1. 乃針對有計劃之本土植物、誘鳥誘蝶植物、耐污染植物等生態綠化之手法加以優惠計算；若無特殊生態綠化者，則 α = 1.0。
2. 本土植物是指台灣欒樹、樟樹、茄苳、大葉欖仁、苦楝、春不老、月桃、狀元紅、七里香等本土原生植物或歸化良好的鄉土植物。
3. 誘鳥誘蝶植物是指毛柿、木瓜、山枇杷、荊桐、榕樹、楊梅、鐵刀木、觀音宗竹、柑橘、馬兜玲、野薑花等結果植物及花蜜植物。
4. 80% 綠地面積有生態綠化者優待係數為 1.2，60% 綠地面積有生態綠化者優待係數為 1.1；此優待必須由設計者提出整體植栽生態計畫說明後由委員會認定後使用之。

A<sub>0</sub>：基地面積 (m<sup>2</sup>)

A<sub>p</sub>：學校類建築不可綠化之運動場地面積 (m<sup>2</sup>)，如田徑場、球場等，以



場地線內面積計之，但不適用於學校類建築以外基地。

r：法定空地比，無單位。即  $r=1.0-\text{法定建蔽率}$

- 1.本項規定乃在保證獲得綠化量指標獎勵的綠建築至少必須擁有基地 15 % 以上的綠化量（即 0.15 之意義），以防止高法定建蔽率建築基地，以低綠化水準取得綠化指標之獎勵。
2. 0.5 之意義乃表示空地之五成均應綠化，而另外空地之五成可留為車道、步道、水溝之非綠地用。
- 3 600 [kg/m<sup>2</sup>]：單位綠地 CO<sub>2</sub> 固定量基準 [kg/m<sup>2</sup>]

表 2-6 台灣各種植栽單位面積四十年 CO<sub>2</sub> 固定量 (2003 年版)

植栽種類		CO <sub>2</sub> 固定量
生態複層 綠化	大小喬木、灌木、花草密植混種區(喬木平均種植 間距 3.0m 以下、土壤深度 1.0m 以上)	1100
密植喬木	密植喬木大小喬木密植混種區(平均種植間距 3.0m 以下、土壤深度 0.9m 以上)	900
疏種喬木	闊葉大喬木(土壤深度 1.0m 以上)	808
	闊葉小喬木、針葉木或疏葉形喬木(土壤深度 1.0m 以上)	537
	大棕櫚類(土壤深度 1.0m 以上)	410
密植灌木叢(高約 1.3m，土壤深度 0.5m 以上)		438
密植灌木叢(高約 0.9m，土壤深度 0.5m 以上)		326
密植灌木叢(高約 0.45m，土壤深度 0.5m 以上) 205(灌木叢 標準值)		205
多年生蔓藤(以立體攀附面積計量，土壤深度 0.5m 以上)		103
高草花花圃或高莖野草地(高約 1m，土壤深度 0.3m 以上)		46
一年生蔓藤、低草花花圃或低莖野草地(高約 0.25m，土壤深 度)		14
人工修剪草坪		0

資料來源：綠建築解說與評估手冊，2003 年更新版

表 2-7 固定量計算用喬木栽種間距與樹冠投影面積 Ai 基準

評估對象		栽種間距	樹冠投影面積 Ai
新開發基地新種喬木（註 1）或已開發基地一般喬木評估	市街地或一般小建築基地	4m	16 m <sup>2</sup>
	學校、小社區公園、工業區或一公頃以上基地開發	5m	25 m <sup>2</sup>
	都會公園、科學園區、或五公頃以上基地開發	6m	36 m <sup>2</sup>
已開發基地老樹評估（註 2）	任何基地	以實際樹冠投影面積計算	
新建建築物刻意避開保留之樹評估（註 2）	任何基地	以實際樹冠投影面積兩倍優惠計算	
<p>註 1：喬木間距大於或等於上述間距者，以本表 Ai 基準值計算其 CO<sub>2</sub> 固定量；喬木間距小於上述間距者，以實際間距之平方面積計算其 CO<sub>2</sub> 固定量，但緊鄰建築物之喬木必須以樹幹中心扣除建築物障礙後之樹冠面積計算其 CO<sub>2</sub> 固定量。</p> <p>註 2：米高徑 30cm 以上或樹齡 20 年以上之喬木謂之老樹，但由移植的老樹視同新樹，不予以優惠計算</p>			

資料來源：綠建築解說與評估手冊，2003年更新

## 2.4 生物多樣性指標之文獻回顧

### 2.4.1 簡介

「生物多樣性」為人類生存與福祉的基礎，它提供人類民生必需之物質和工業原料，同時也是農林漁牧品種改良的基因庫，也為人類提供穩定水文、調節氣候、促進養分循環、及維持物種演化等重要的服務功能，此

外生物多樣性在育樂、美學、科學、教育、社會文化、精神、及歷史各方面，均扮演著重要的角色。

維持生物的多樣性最終來說，對人類絕對是有利的，維持生物物種的蓬勃發展，是我們對後代子孫無可推卸的義務與責任。數十年來，每天都有超過一百多種無聲無息的消失，許多生物科學家曾發表共同聲明指出：「一物種滅絕危機對人類文明造成的威脅，僅次於核子戰爭」，生態就像一個用積木堆成的金字塔，人類正在金字塔的頂端，看不到下面少了幾塊積木，如果再不補強，金字塔塌下來，可能是地球上另一次物種大滅絕。

「生態都市」係指「在兼顧自然環境保育、經濟效率與社會公平的原則下，所開發建立符合生態原理及生態保育觀念的都市」(丁育群，2000)，都市土地取得不易，建築基地更是分寸寶貴，建築業者基於利潤的考量，總在有限的土地範圍內，規劃最大的可利用的空間價值；都市公共設施開發，也經常依循此最大利用空間的準則處理，而非以「低環境衝擊」、「自然調和」、及「舒適性」之生態環境來設計，造成都市基盤與建築基地缺乏綠化，都市內盡是人工地盤與充滿水泥叢林建築群，零零星點綴的植栽景物，對於永續都市環境與都市生態生物多樣性的發展，絲毫沒有助益。

都市中建築的高密度化，使生物無法在都市中生存，並逐漸消失在周圍的環境當中。物種的循環，是整個地球生態圈不可或缺的一環，因此綠建築的中心概念，需透過生態與環境的保育，來達到物種多樣化的目的，促使都市中亦能存在小型生態圈，活化都市的生態環境(許國勝，1999)。都市的植生對於都市景觀、都市環境、及都市動植物生態，均有相當的貢獻，對於生態綠化設計的技術，根據相關文獻理論分述如下(綠建築設計技術彙編，2001)：



## 1. 社區綠網系統

(1) 生態綠網：綠地環境的生物多樣性設計，貴在有全面化的生態綠網系統，偏頗破裂的綠地配置，容易造成生物遷移、覓食、求偶甚至遺傳基因交流的障礙，生物移動距離有限，若將許多綠地系統連成一個網狀的交流路徑，對於生物基因之交流有很大的助益，而這種網狀的交流綠地計畫即所謂生態綠網。其規畫原則如下：

- a. 面積效應：綠地面積愈大，越可維持健全的動、植物群落，而對生態較有助益，綠建築生物多樣性指標之標準，限用於兩公頃以上的基地。
- b. 邊緣效益：綠地外緣界線越長越易受外來衝擊，形狀完整的綠地較利於生態環境。
- c. 距離效果：綠地間的距離愈接近越容易進行物種的移動，對植物群落的多樣化愈有利，因此綠地之間不應分隔太遠。
- d. 連結效果：基地綠地系統與週圍綠地連結形成帶狀綠廊，可促進生物的移動，並促成穿越路徑之連結。

(2) 社區綠網設計方式：

- a. 社區周圍綠地綠化：建立完整且連續的生態走廊，提供鳥類、走獸、昆蟲主要交流路線。
- b. 社區公共設施綠化：社區公園採生態式設計，創造生物多樣化環境，建立多樣化生物棲地，使社區中的公園串連成一網路提供生物移動之路徑。
- c. 行道樹綠帶：面臨道路兩側基地之建築線應向內退縮適當距離作為開放空間並施以植栽綠帶設計，基地主要幹道與步道系統兩側

予以綠化，形成一連繫社區的線狀綠帶，並隨鳥類飛行模式種植高喬木綠化，以成為誘導鳥類移動的路徑。

## 2.生態圍籬設計

「生態圍籬」是提供一個「多孔隙的環境」，讓生物可以生長，這環境滋養了豐富的生物，是低層生物棲息的最佳場所，不但適合野花、野草、爬藤植物的生長，也適於甲蟲、小昆蟲的覓食與築巢，利用植物排列形成天然圍籬，豐富的多孔隙環境才能擁有多樣化的生物環境。

## 3.濃縮自然設計：

所謂「濃縮自然」是指其綠地有多樣乾濕變化的土壤濕度，有不同陰影覆蓋的多樣化環境，有分解腐爛物的多樣化低等生物，有搬運土壤、挖掘地的蟲蟲世界，多樣化的寄生者與被寄生者、捕食者、及被食者，形成複雜多樣的小生態鏈，使得在最小區域內得以形成多樣化的生物棲息環境。

### 2.4.2 生物多樣性指標之評估方式

「綠建築解說與評估手冊」中，生物多樣性評估依據成大建築研究所匯整國內景觀、園藝、生態界專家之意見發展成簡易評分法來進行。其內容以生物多樣性指標得分BD 乃依據評估表2-9之分項得分Xi 加總而成，依式1之判斷式所示，其總得分必須大於表2-8 之基準值BDc 才能合格。

生物多樣性指標得分 $BD = \sum Xi > BDc$ ----- (式1)

表 2-8 生物多樣性指標基準值 BDc (適用於規模二公頃以上基地)

評估對象 (註 1)	生物多樣性指標基準值 BDc
A 位於環境敏感區位 (註 2) 或法定山坡地之基地 (註 3)	60 分
B 位於海岸區域之基地 (註 4)	50 分
C 位於都市計畫農業區、風景區、特定專用區之基地	55 分
D 位於上述以外之都市計畫範圍內基地	45 分
E 位於上述以外之區域計畫範圍內基地	50 分
<p>註 1：基地位屬表列二項以上者，以指標基準值 BDc 要求較高者認定。</p> <p>註 2：環境敏感區位包括：(1) 國家公園、風景特定區 (國家公園法、發展觀光條例、風景特定區管理規則)、(2) 重要水庫集水區、保護帶、水源保護區、自來水水源水質水量保護區 (水利法、自來水法)、(3) 野生動物保護區、野生動物重要棲息環境 (野生動物保育法)、(4) 生態保育區、自然保留區 (文化資產保存法)、(5) 特定水土保持區 (水土保持法)、(6) 特定農業區 (區域計畫法)、(7) 都市計畫之保護區 (都市計畫法) (8) 保安林地、國有林、國有林自然保護區、森林遊樂區 (森林法) (9) 「台灣沿海地區自然環境保護計畫」核定公告之「自然保護區」、「一般保護區」(台灣沿海地區自然環境保護計畫) (10) 其他生態環境敏感區或特定區</p> <p>註 3：依水土保持法第三條規定之地區。</p> <p>註 4：依海岸巡防法規定，所謂海岸區域為海水低潮線以迄高潮線起算 500 公尺以內之岸際地區及近海沙洲地區。</p>	

資料來源：綠建築解說評估手冊(2003更新版)

表 2-9 生物多樣性指標之生態綠網及植物多樣性簡易評估表

大分類	小分類	設計項目	說明	最高得分
生態綠網	總綠地面積比 Ax		$50\% \leq Ax$	35 分
			$40\% \leq Ax < 50\%$	30 分
			$30\% \leq Ax < 40\%$	25 分
			$25\% \leq Ax < 30\%$	20 分
			$15\% \leq Ax < 25\%$	10 分
			$Ax < 15\%$	0 分
	周邊綠地系統		綠地配置連結周邊外綠地系統且未被 30 公尺以上道路、封閉圍牆或設施物截斷（採綜合定性判斷、斟酌給分）	4 分
	區內綠地系統		基地內綠地連貫性良好且未被 30 公尺以上道路或設施物截斷（採綜合定性判斷、斟酌給分）	5 分
小生物棲地	水域生物棲地	濕地棲地	溪流、埤塘或水池具有平緩、多孔隙、多變化之近自然護岸，而且沿岸長度 40m 以上，岸上混種喬木、灌木林及水生植物	6 分
		生態小島	在水體中設有植生茂密、自然彎曲護岸，且具隔離人畜活動效果之島嶼面積達 30 m <sup>2</sup> 以上	6 分
	綠塊生物棲地	混合密林	多層次、多種類、高密度之喬木、灌木、地被植物混種之密林面積 60m <sup>2</sup> 以上，最好被隔離而少受干擾	8 分
		雜生灌木草原	當地原生雜草、野花、小灌木叢生的自然綠地面積 60m <sup>2</sup> 以上，少灌溉，少修剪，最好被隔離而少受干擾	5 分
	多孔隙生物棲地	生態邊坡與圍牆	基地內九成以上邊坡與圍牆以多孔隙材料疊砌而成，且不以水泥填縫，並有植生攀附，或圍牆以透空綠籬做成，視其面積大小斟酌給分	4 分
		濃縮自然	在隱蔽綠地中堆置枯木、薪材、亂石、瓦礫、空心磚、堆肥的生態小丘，或其他人造之高密度、多孔隙動物棲地，最好被隔離而少受干擾，視其面積給分	3 分
植物多樣性	基地內喬木種類 Tn (三棵以上喬木始可認定為一樹種)		基地小於 5 公頃者， $Tn > 15$ 基地 5~10 公頃者， $Tn > 25$ 基地大於 10 公頃以上者， $Tn > 35$	3 分
	基地內灌木或蔓藤種類 Bn		基地小於 5 公頃者， $Bn > 13$ 基地 5~10 公頃者， $Bn > 18$ 基地大於 10 公頃者， $Bn > 24$	3 分
	原生植物、誘鳥誘蟲植物綠化	八成以上綠地面積為原生植物、鄉土植物或誘鳥誘蝶植物綠化		5 分
		六成以上綠地面積為原生植物、鄉土植物或誘鳥誘蝶植物綠化		3 分
	多層次雜生混種綠化	五成以上綠地面積為多層次雜生混種綠化		5 分
		三成以上綠地面積為多層次雜生混種綠化		3 分

資料來源：綠建築解說評估手冊(2003更新版)

## 2.5 綠建築相關法規與規範

### 2.5.1 學校建築基地綠化法規

為配合挑戰 2008:國家發展重點計畫及綠校園推動獎勵之改造計畫與永續發展之目標，加速進行校園永續化、轉化傳統校園環境以符合綠色、生態、環保、健康、省能、省資源之目標，修正建築技術規則建築設計施工編第一百三十四條之一條文，增訂學校建築基地綠化之規定；以期促進建築與環境共生共利，積極推動維護生態環境之綠建築。

藉以學校基地綠化，進而減緩都市氣候高溫化現象，改善生態環境與美化環境，爰於建築技術規則建築設計施工編第五章特定建築物及其限制第五節學校部分，參照建築技術規則建築設計施工編第二百三十一條及第二百六十七條規定，增訂學校基地內之空地應有二分之一以上為綠化空地，其綠化規定並授權由中央主管建築機關訂定之；業於九十二年七月七日發布，並自九十三年一月一日實施。但因考量學校建築基地因發展教育特色需要，有部分空地無法綠化，如戶外游泳池、運動場、田徑場等，如逕比照建築技術規則建築設計施工編第二百三十一條及第二百六十七條規定，強制要求建築基地內留設之空地應有二分之一以上為綠化空地，對於校園設計、配置與體育教育將造成不利之影響，爰將戶外教育運動設施（場）、水池等空間排除其適用。

### 2.5.2 綠建築專章之生態綠化

內政部於九十二年九月十七日公告「建築技術規則建築設計施工編」部分條文本修正草案如下所述：

配合「挑戰 2008 國家發展重點計畫」--水與綠建設計畫，積極推動維護生態環境之綠建築，落實建築節約能源，持續降低能源消耗及減少二



氧化碳排放，發展室內環境品質技術，創造舒適健康室內居住環境，促進建築廢棄物減量，減少環境污染與衝擊，提昇資源有效利用技術，維護生態環境之平衡並發展臺灣本土亞熱帶建築新風貌，爰於建築技術規則建築設計施工編增訂第十七章綠建築專章，此章共分一般設計通則、建築基地綠化、建築基地保水設施、建築物節約能源、建築物雨水及生活雜排水回收利用、綠建築構造與綠建材等六節，共計增訂十七條，其中有關生態綠化如下：

因近年不斷的排放出如二氧化碳等溫室氣體，致使大氣中之臭氧層被破壞外，亦會造成地表氣溫逐年升高之地球溫暖化效應，形成全球「溫室效應」逐年升高之惡化現象。為減緩氣候變遷的衝擊進而減緩都市氣候高溫化現象，改善生態環境與美化環境，以提昇整體生活環境品質，以量化之數值進行建築基地綠化之評估，爰明定建築基地綠化之規定及各類綠化植物二氧化碳固定量基準值，上開基準值近於各類綠化植物二氧化碳固定能力之中位數，未來設計人得考量空間規劃需要搭配不同類型植物，除可增加設計彈性外，並可達成生物之多樣性效果。並授權訂定相關技術規範。（修正條文第二百零一條，並配合修正現行條文第一百三十四條之一、第二百三十一條、第二百六十七條、第二百八十九條）

### 三、研究架構建立與分析模式之擬定

#### 3.1 校園之生態綠化

學校是學生學習之重要場所，而校園更是師生生活的園地，美好的校園環境不僅有益於學習與成長，且能達到教育事半功倍及陶冶身心之目標。

台灣地處亞熱帶，生態環境隨著海拔及經緯度之不同，表現出極為多樣化之特性，也因此孕育豐富之動植物資源，各學校因所處之地域不同，其校園及週遭亦具有其獨特之生態環境及動植物資源，此一現象原屬各校之特色，實應積極保護及保存，惟部分學校常因校舍整建或不當之綠美化，導致其生態環境改變，失去其原有之自然風貌，殊為可惜。

「生態綠化」的理念起源於十九世紀初，就狹義而言：即是採原生種植栽（最適合本土之氣候與生態系），多層次植栽，使綠化後的植物社會能儘速融入相鄰地區天然林的生態體系，以達成環境保護的目的。例如於喬木下方綠地密植灌木及地被植物，以增加植栽數量，更可提升建築環境對二氧化碳固定量之貢獻，降低溫室效應。

廣義而言：環境的綠化，對於綠地環境的生物多樣性，使綠地的品質及生態自然環境的結合，建立穩定的植群社會，塑造其自我調適的生態系，使綠地具有更高涵養水分、淨化空氣、調節氣候及提供生物棲地等功能。

近年來教育部規劃「綠校園推廣計畫」，鼓勵各校發展其特色，將當地之特殊人文及生態特色實為最佳之發揮題材，而校園生態環境之規劃亦為綠校園推廣計畫發展之重點。蓋因綠地為校園中不可或缺之設施，經由

妥善之營造及維護，將可於校園建立與當地環境相容之生物棲息環境，亦可提供極佳之教育、學習生態之場所，校園內生態環境之營造。

校園生態環境之營造，原則上應尊重當地環境主體性，亦就是應先行了解其環境特色及原生物種等資料後，再以生態原則進行維護或營造工作，一般而言，各校因其所屬區位之不同，實已具備與他校不同之生態環境。

概括而言，欲創造符合生態理念之環境，可依生態綠化原則處理：

1. 宜多使用原生物種進行生態綠化
2. 綠化時採多樣化及多層次方式施作
3. 減少平整劃一的草坪，增加多物種原生草原
4. 增加綠被率
5. 營造大而連續之自然綠地
6. 減少人工修剪、干擾及為害
7. 適地適木，勿以奇特或艷麗之物種為追求標地
8. 維持自然而活化的地表及土壤
9. 建立適當比例之混植密林區或荒野區
10. 建立多孔隙及多變化之自然棲地
11. 建立綠地之生態廊道



### 3.2 研究對象與項目

#### 1. 研究對象之選定

本文之研究對象如下：



(1).以新竹市國小(建校 60 年以上)、國中(建校 40 年以上)且校地面積達 2 公頃以上者(生物多樣化指標評估標準)。

(2).以南投縣 921 重建國小、國中且校地面積達 2 公頃以上者本文研究對象如表 3-1 所示。

研究對象以都市化程度較高及都市化程度較低之兩種型態，以代表台灣全面之型態，新竹的老學校與南投的重建學校綜整分析以代表整體之中小學校。

### (3).環境屬性分類

a.都市型：位於都市計畫區內之學校。

b.鄉村型：位於鄉村區域(非都市計畫土地扣除山坡地保育區)之學校。

c.山地丘陵型：位於非都市計畫土地之山坡地保育區的學校。

表 3-1 本文研究之對象

	新竹市學校名稱及屬性	南投縣 921 重建學校名稱及屬性
國中部分	建華國中 (都市型)	中寮國中 (都市型)
	培英國中 (山地丘陵型)	爽文國中 (山地丘陵型)
	育賢國中 (都市型)	集集國中 (都市型)
	光武國中 (都市型)	南投國中 (都市型)
	光華國中 (都市型)	埔里國中 (都市型)
國小部分	新竹國小 (都市型)	中寮國小 (都市型)
	東門國小 (都市型)	爽文國小 (山地丘陵型)
	龍山國小 (都市型)	國姓國小 (都市型)
	竹師實小 (都市型)	竹山國小 (都市型)
	北門國小 (都市型)	南光國小 (都市型)
	民富國小 (都市型)	
	香山國小 (都市型)	

## 2. 調查項目之確立

本研究是根據「綠建築解說與評估手冊 2003 年更新版」（林憲德，2002）中有關於九大指標之「綠化量指標」及「生物多樣性指標」中相關綠化所評估之項目作為主要的調查架構。

透過試分析結果與回顧文獻作比對，擬定出整體的調查項目，如下所示：

### (1).學校基本資料

班級數、學生人數、校地面積、不可綠化面積、興建年代、建蔽率、環境屬性。

### (2).綠化量指標方面

生態複層綠化面積、密植喬木面積、疏種喬木棵數、密植灌木叢面積、多年生蔓藤面積、高草花花圃或高莖野草地面積、一年生蔓藤、低草花圃或低莖野草地面積。

### (3).生物多樣性指標方面

a.生態綠網：總綠地面積。

b.植物多樣性：喬木植物種類、灌木種類。

## 3.綠化量指標計算

依照現行綠建築綠化量指標評估方法之進行資料收集與計算，其項目如下：

### (1)植栽數量統計表

### (2)綠化總固定量(TCO<sub>2</sub>)及綠化基準值(TCO<sub>2c</sub>)之計算

### (3)合格判定

### 3.3 分析架構之擬定

校園綠化的程度應包含「質」與「量」，綠建築中綠化量指標之評估，只針對量而未對綠化的質進行評估，故本研究將生物多樣性指標中部份項目納入評估，綠建築指標如圖 3-1 所示，因本文針對綠化探討為便於分析而修正以下架構如圖 3-2，分析架構如下：

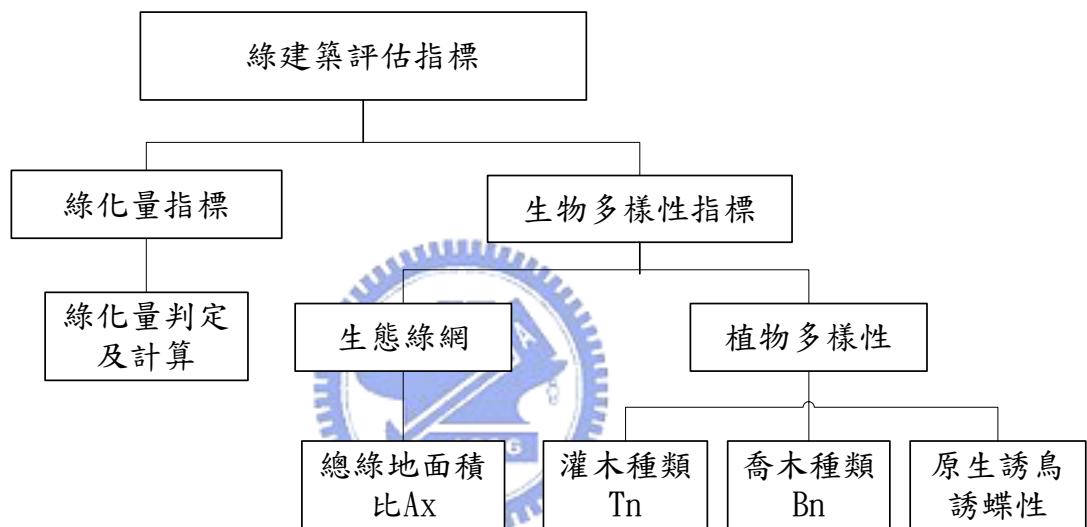


圖 3-1 綠建築綠化架構圖

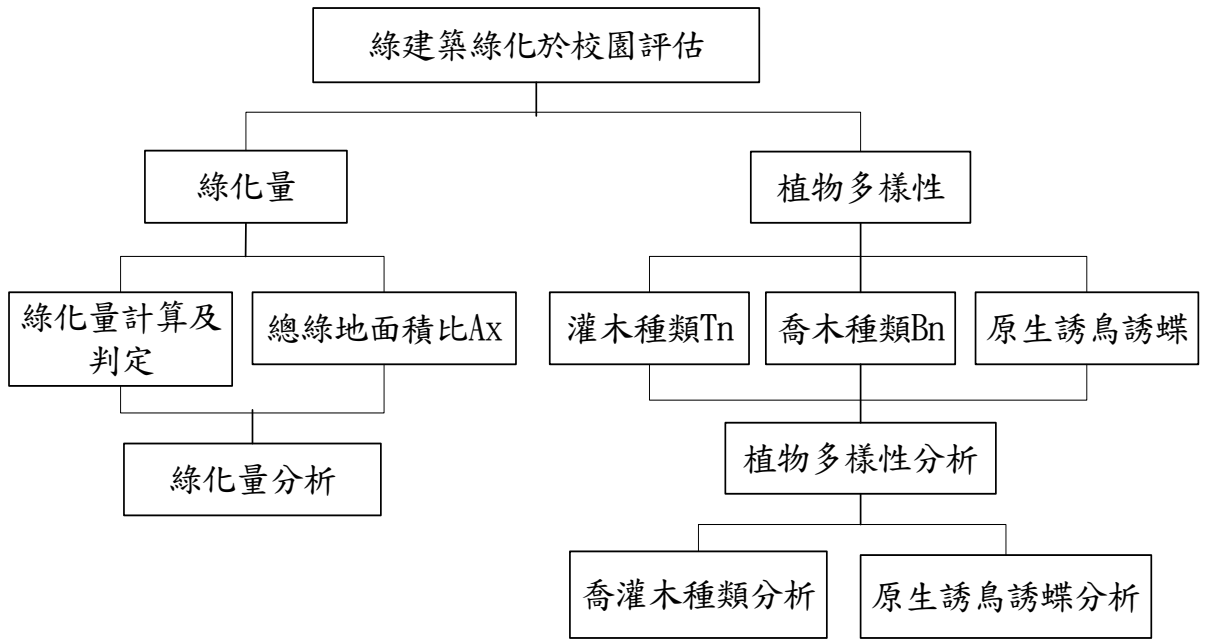


圖 3-2 修正後綠建築校園生態綠化分析架構圖



## 四、案例分析與評估

### 4.1 基本資料建立

本文研究之調查數據資料，南投縣重建學校數據資料參考陳富強，2003，「綠建築評估指標於南投縣 921 重建之國民中小學之應用」，新竹市學校數據資料參考王希智，2002，[「綠建築」中「綠化」及「基地保水」評估指標於國民中小學校園之應用－以新竹市為例]。

基本資料如表 4-1 所示，就校地面積而言，新竹市國中平均 3.17 公頃，國小平均 2.75 公頃；中小學平均之建蔽率相近，其中低於 15% 有 1 所，而高達 30% 的有 2 所；新竹市小學每位學生使用校地面積為最少平均  $15.4\text{m}^2$ ，其中又以東門國小的密度最稠。而南投縣重建學校國中平均 4.39 公頃，國小平均 3.03 公頃，其中竹山國小、埔里國中校園面積更高達 5 公頃以上；建蔽率以爽文國小為最低，其中低於 15% 有 5 所，而高達 30% 的有 1 所；每位學生使用校地面積以爽文國中為最大。

就資料表知，差距最大為學生密度，而以南投縣重建國中學生使用面積最大，每人高達  $130.6\text{m}^2$ 。尤以南投縣爽文國中之學生使用面積每人更高達  $362\text{m}^2$ ，為 22 所樣本學校之冠，而新竹的東門國小每位學生的使用面積為  $8.7\text{m}^2$ ，因城鄉區域之別，而學生人數差異甚大。

表 4-1 本文研究學校之基本資料一覽表

縣市	校名	校地面積 m <sup>2</sup>	建築面積 m <sup>2</sup>	建蔽率%	學生人數	學生密度 m <sup>2</sup> /人	備註(現址建校/援建)
新竹市	建華國中	38,420	9,051	23.56	1,738	22.1	49年
	培英國中	39,755	6,229	15.67	1,454	27.3	49年
	育賢國中	28,836	7,713	26.75	617	46.7	47年
	光武國中	27,112	5,747	21.20	896	30.3	43年
	光華國中	24,401	8,045	32.97	2,194	11.1	49年
	新竹國小	36,610	8,833	24.13	2,817	13.0	68年
	東門國小	26,795	6,575	24.54	3,071	8.7	60年
	龍山國小	23,103	3,989	17.27	2,004	11.5	83年
	竹師實小	22,724	5,955	26.21	1,068	21.3	65年
	北門國小	21,505	6,655	30.95	1,725	12.5	99年
	民富國小	34,730	8,738	25.16	2,964	11.7	64年
香山國小	26,940	3,976	14.76	921	29.3	86年	
南投縣	中寮國中	47,728	5,097	10.68	315	152	慈濟
	爽文國中	41,065	4,189	10.2	126	326	慈濟
	集集國中	43,156	5,182	12.53	330	131	慈濟
	南投國中	36,584	10,975	30	2646	14	慈濟
	埔里國中	51,157	6,947	13.58	1715	30	慈濟
	中寮國小	20,215	5,027	24.87	403	50	TVBS
	爽文國小	25,045	2,201	8.79	184	136	佛光山
	國姓國小	20,180	5,174	25.64	485	42	慈濟
	竹山國小	53,367	9,995	18.73	1399	38	慈濟
	南光國小	32,703	7,456	22.8	1651	20	教育部
新竹市國中平均		31,705	7,357	24	1379	27.5	
新竹市國小平均		27,487	6388	23.3	2081	15.4	
南投縣國中平均		43,938	6,478	15.4	1026	130.6	
南投縣國小平均		30,302	5,971	20.2	824	57.2	
總 平 均		32,824	6,534	20.55	1396	54	

資料來源：1.陳富強，2003。2.王希智，2002。3.本研究整理

## 4.2 綠化量

「綠化量指標」係本文 2.3.3 中基地綠化量指標之評估植物 CO<sub>2</sub> 固定量效果作為綠化量之總量管制，藉以鼓勵基地綠化多產生氧氣、吸收二氧化碳、淨化空氣，進而達到緩和氣候高溫化現象、改善生態環境、與美化環境等，同時對生物多樣化環境也有較大貢獻。

本文研究的各級學校之「植栽數量統計表」如表 4-2 所示。

就闊葉大喬木而言，由表 4-1 及 4-2 知新竹市每公頃植栽之棵樹，其中國中平均為 63 棵，而國小平均 57 棵，由此可知校地面積越大，闊葉大喬木種植密度越高。而南投縣每公頃植栽之棵樹，其中國中平均為 48 棵，而國小平均 54 棵，由此可知南投縣中小學校地面積越大，但闊葉大喬木種植密度卻越低。





表 4-2 本文研究之學校植栽數量統計表

縣市	種類 校名	闊葉 大喬木 (棵)	闊葉 小喬木 (棵)	疏葉 小喬木 (棵)	針葉 樹 (棵)	大棕 櫚 (棵)	1.3m 密植 灌木 叢 (m <sup>2</sup> )	0.9m 密植 灌木 叢 (m <sup>2</sup> )	0.45 m 密植 灌木 叢 (m <sup>2</sup> )	1m草 花 (m <sup>2</sup> )	0.25 m草 花 (m <sup>2</sup> )	蔓藤 (m <sup>2</sup> )
新竹市	建華國中	218	46	9	106	71	252	25	257	15		146
	培英國中	404	33	26	117	102	168	17	349	12		98
	育賢國中	125	25	8	151	37	59	21	64		70	302
	光武國中	174	51	47	128	122	267	5	196	4	208	21
	光華國中	78	50	2	137	41	120	17	44	5		18
	新竹國小	295	138	4	42	141	165	28	18	2	79	62
	東門國小	136	23	14	144	83	82	9	131			6
	龍山國小	130	33	26	115	51	150	18	420	45	110	166
	竹師實小	108	73		105	66	79	78	215	3	174	32
	北門國小	60	39		21	43	190	30	95	10	142	10
民富國小	248	15	6	44	14	280	7	670	21		40	
香山國小	119	18	28	52	31	198		477	10		93	
南投縣	中寮國中	204	35	36	18	15	1	3	145			
	爽文國中	123	10	4	25	17	58		138	3	14	
	集集國中	279	44	7	109	29	220	43	60	24	34	268
	南投國中	225	37	6	2	3	3	10	39			
	埔里國中	216	67	35	60	20	181		278		88	
	中寮國小	91	31	20	6	6	287	310			35	173
	爽文國小	97	104	4	68	5	76	2	161	4	2	1
	國姓國小	23	324	10	59		33		60			
	竹山國小	397	68	11	65	63	33	16	52	4	32	13
	南光國小	203	16	25	8	52	404	13	74	13.8		
新竹市國中平均	199.8	41	18.4	127.8	74.6	173.2	17	182	7.2	55.6	117	
新竹市國小平均	157	48	11	75	61	163	24	289	13	72	58	
南投縣國中平均	209.4	38.6	17.6	42.8	16.8	92.6	11.2	132	5.4	27.2	53.6	
南投縣國小平均	162.2	108.6	14	41.2	25.2	166.6	68.2	69.4	1.6	13.8	37.6	
總平均	179.7	58.2	14.9	71.9	46.0	150.3	29.6	179.2	8.0	44.9	65.9	

資料來源：1.陳富強，2003。2.王希智，2002。3.本研究整理



## 4.2.1 綠化量計算

### 1. 案例計算

本研究以新竹市「培英國中」為例，實際演算「綠化指標」之計算方式，以作為後續各校進行評估之參考：

#### (1). 學校建築基本資料：

a.. 校地面積：39,755m<sup>2</sup>

b. 操場球場或其他運動用場地面積（不可綠化面積）：

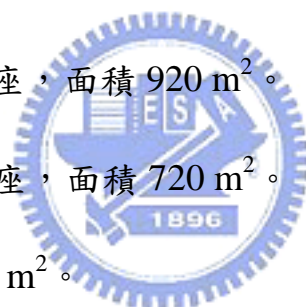
(a). 操場：1 座，面積 5,630 m<sup>2</sup>。

(b). 籃球場：5 座，面積 2,560 m<sup>2</sup>。

(c). 排球場：2 座，面積 920 m<sup>2</sup>。

(d). 網球場：2 座，面積 720 m<sup>2</sup>。

(e). 合計：9,830 m<sup>2</sup>。



c. 基地面積（校地面積－不可綠化面積）：

$$39,755\text{m}^2 - 9,830\text{m}^2 = 29,825\text{m}^2$$

d. 法定建蔽率：50%。

#### (2). 「綠化指標」計算：

a. 綠化總 CO<sub>2</sub> 固定量計算

$$\text{TCO}_2 = (\sum G_i \times A_i) \times \alpha \text{ (依表 4-2 資料)}$$

$$\begin{aligned} \text{TCO}_2 &= 404 \times 25 \times 808 + 176 \times 9 \times 537 + 102 \times 9 \times 410 + 168 \times 438 \\ &\quad + 17 \times 326 + 349 \times 205 + 12 \times 46 + 98 \times 103 = 9,540,383 \text{ kg} \end{aligned}$$

**b. 基地綠化及格基準值計算**

$$A' = 0.5 \times r \times (A_0 - A_p)$$

$$TCO_{2C} = 600 \times A$$

$$\begin{aligned} TCO_{2C} &= 600 \times 0.5 \times (39,755 \text{ m}^2 - 9,830 \text{ m}^2) \times (1.0 - 0.5) \\ &= 4,488,750 \end{aligned}$$

**c. 合格判斷式**

結果  $TCO_2 > TCO_{2C}$  ( $9,540,383 > 4,488,750$ ) 判定為合格

本研究資料顯示，其綠化量指標計算結果如表 4-3 所示。



表 4-3 本文研究之綠化量指標統計表

縣市	校名	校地面積 m <sup>2</sup>	運動場 面積m <sup>2</sup>	TCO <sub>2</sub>	TCO <sub>2C</sub>	TCO <sub>2</sub> / TCO <sub>2C</sub>	合格率	環境 屬性
新竹市	建華國中	38,420	12,736	5617648	3,852,600	1.46	81.8%	都市型
	培英國中	39,755	9,830	9540383	4,488,750	2.13		山地丘陵型
	育賢國中	28,836	5,926	3601818	3,436,500	1.05		都市型
	光武國中	27,112	6,174	5219384	3,140,700	1.66		都市型
	光華國中	24,401	5,054	2707931	2,902,050	0.93		都市型
	新竹國小	36,610	10,966	7455716	3,846,600	1.94		都市型
	東門國小	26,795	5,752	3994032	3,156,450	1.27		都市型
	龍山國小	23,103	6,355	3818734	2,512,200	1.52		都市型
	竹師實小	22,724	5,580	3392541	2,571,600	1.32		都市型
	北門國小	21,505	4,242	1775713	2,589,450	0.69		都市型
	民富國小	34,730	9,080	5639203	3,847,500	1.47		都市型
香山國小	26,940	6,328	3178095	3,091,800	1.03	都市型		
南投縣	中寮國中	47,728	5,075	4,637,428	6,397,950	0.72	81.8%	都市型
	爽文國中	41,065	5,638	12,045,636	5,314,050	2.27		山地丘陵型
	集集國中	43,156	7,794	6,644,100	5,304,300	1.25		都市型
	南投國中	36,584	9,604	4,786,124	4,047,000	1.18		都市型
	埔里國中	51,157	15,180	7,277,254	5,396,550	1.35		都市型
	中寮國小	20,215	6,880	2,365,499	2,000,250	1.18		都市型
	爽文國小	25,045	872	11,933,634	3,625,950	3.29		山地丘陵型
	國姓國小	20,180	855	2,390,723	2,898,750	0.82		都市型
	竹山國小	53,367	10,556	12,507,502	6,421,650	1.95		都市型
	南光國小	32,703	6,854	4,726,292	3,877,350	1.22		都市型

資料來源：1.陳富強，2003。2.王希智，2002。3.本研究整理

## 2.校園綠化量與基準值之比較

本文研究樣本 22 所中、小學，其綠化量指標計算結果評估如圖 4-1 可知，綠化量與綠化基準值( $TCO_2 / TCO_{2C}$ )小於 1 的學校有 4 所，佔 18.2%之綠化量未達標準，而有 81.8% 學校之綠化量達到標準，而屬於山地丘陵型之學校其值都達 2 倍以上。

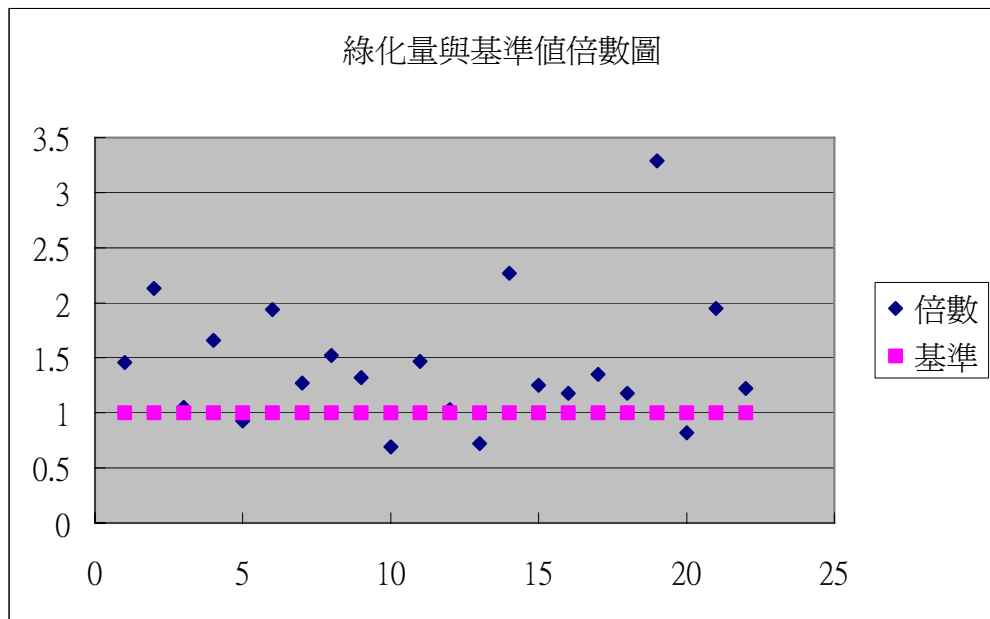


圖 4-1 綠化量與基準值倍數圖

## 3.綠化量構成之要素

本文再深入比較各類植物所佔  $CO_2$  固定量，可發現生態複層綠化、密植喬木與疏種喬木（含闊葉大喬木、闊葉小喬木、針葉木、疏葉型喬木、大棕櫚類）之總和佔全部  $CO_2$  固定量百分比為 80% 以上，由此可知喬木對校園之綠化量之影響甚大，其各項植栽之  $CO_2$  固定量百分比如圖 4-2 所示。

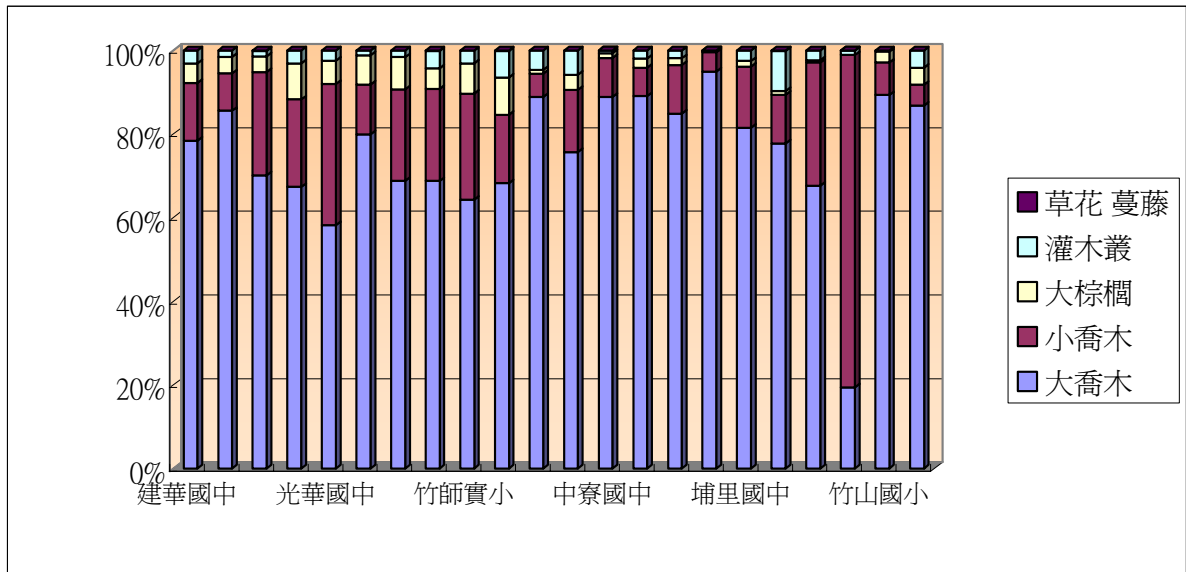


圖 4-2 各項植栽之 CO<sub>2</sub> 固定量百分比

#### 4. 未達綠化量構成之要素

由本研究調查有 4 所學校未能達到現行評估指標合格標準，而如何能使這 4 所學校能達到綠化量指標之標準，其植栽方式很多種，可參考綠化面積及考量校園整體植栽，提出以下三種方式作為可參考的數據資料如表 4-4。

表 4-4 未達標準所需增加綠化面積比較表

校名	不足之 CO <sub>2</sub> 固定量 CO <sub>2</sub> (kg)	生態複層		闊葉大喬木		闊葉小喬木	
		需增加之綠化面積 m <sup>2</sup>	需增加闊葉大喬木數量(棵)	需增加之綠化面積 m <sup>2</sup>	需增加闊葉大喬木數量(棵)	需增加之綠化面積 m <sup>2</sup>	需增加闊葉小喬木數量(棵)
光華國中	194,119	176.47	8	240.25	10	361.49	15
北門國小	813,737	739.76	30	1007.10	41	1515.34	61
中寮國中	1,760,522	1600.47	65	2178.86	88	3278.44	132
國姓國小	508,027	461.84	19	628.75	26	946.05	38

#### 4.2.2 總綠地面積比

生物多樣性最重要的基礎在於綠地總面積，綠地面積不足則難有良好

的生態綠網；「綠地面積」即為無鋪設任何鋪面之裸露土地，其上有植被覆蓋之被覆地，無鋪設任何鋪面的綠地，在土壤生態與整體生態上階具有相當重要的意義，但在人類活動越來越頻繁的狀況下，自然的裸露的被覆地卻因人類經濟活動行為，而大量減少，故於此提出討論。

根據「生物多樣性指標」中生態綠網-總綠地面積比  $A_x$  的評分比重最大，尤其對於面積 30% 以上之綠地條件幾乎賦予基準值一半之評估份量(25 分)，當然綠地面積越少得分明顯遽減，因而越難通過合格門檻，見 2.4.2 節之表中生物多樣性指標基準值(BDc)介於 45-60 之間，假設以 E 類為評估對象，依所佔比率計算，則綠地面積基準值為 18 分。

本文研究之「校地面積比」、「校地面積百分比統計」統計資料如表 4-5 及圖 4-3 所示。





表 4-5 各級學校校地面積比

縣市	校名	校地面積 m <sup>2</sup>	運動場 面積%	建蔽率%	其他面積 %	綠地面積 %	總綠地面 積之得分 /基準值	合格 率
新竹市	建華國中	38,420	33.2	23.6	28.2	15.1	0.56	50%
	培英國中	39,755	24.7	15.7	31.6	28.1	1.11	
	育賢國中	28,836	20.6	26.8	20.3	32.4	1.39	
	光武國中	27,112	22.8	21.2	43.9	12.1	0.00	
	光華國中	24,401	20.7	33.0	32.2	14.1	0.00	
	新竹國小	36,610	30.0	24.1	19.8	26.1	1.11	
	東門國小	26,795	21.5	24.5	38.2	15.8	0.56	
	龍山國小	23,103	27.5	17.3	39.0	16.3	0.56	
	竹師實小	22,724	24.6	26.2	35.8	13.4	0.00	
	北門國小	21,505	19.7	31.0	36.7	12.6	0.00	
	民富國小	34,730	26.1	25.2	29.8	18.9	0.56	
香山國小	26,940	23.5	14.8	46.0	15.8	0.56		
南投縣	中寮國中	47,728	11.0	10.68	4.32	74.0	1.94	50%
	爽文國中	41,065	14.0	10.2	1.6	74.2	1.94	
	集集國中	43,156	18.0	12.53	17.37	52.1	1.94	
	南投國中	36,584	26.0	30	23.9	20.1	0.56	
	埔里國中	51,157	30.0	13.58	2.92	53.5	1.94	
	中寮國小	20,215	34.0	24.87	10.53	30.6	1.39	
	爽文國小	25,045	4.0	8.79	6.41	80.8	1.94	
	國姓國小	20,180	4.0	25.64	53.76	16.6	0.56	
	竹山國小	53,367	5.0	18.73	17.17	59.1	1.94	
	南光國小	32,703	21.0	22.8	10.5	45.7	1.67	

資料來源：1.陳富強，2003。2.王希智，2002。3.本研究整理

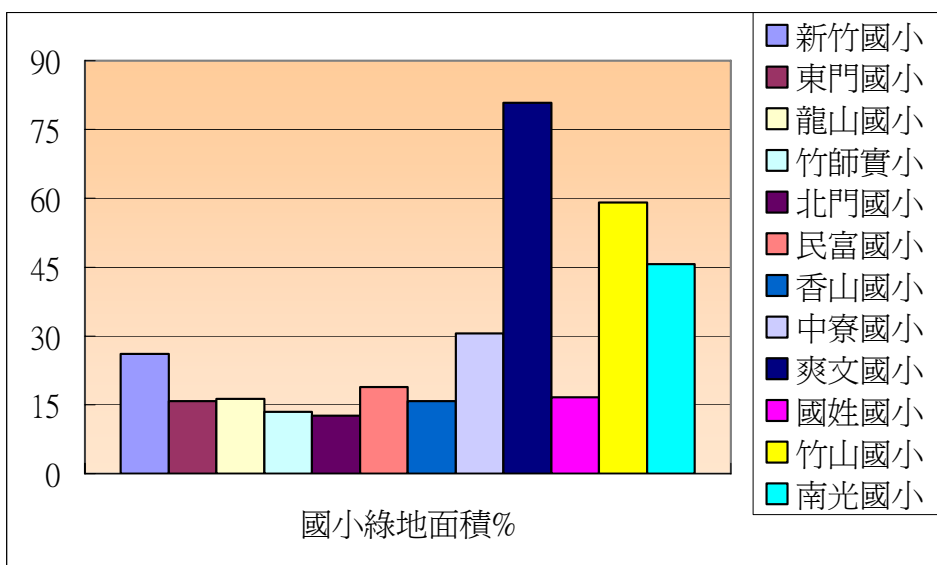
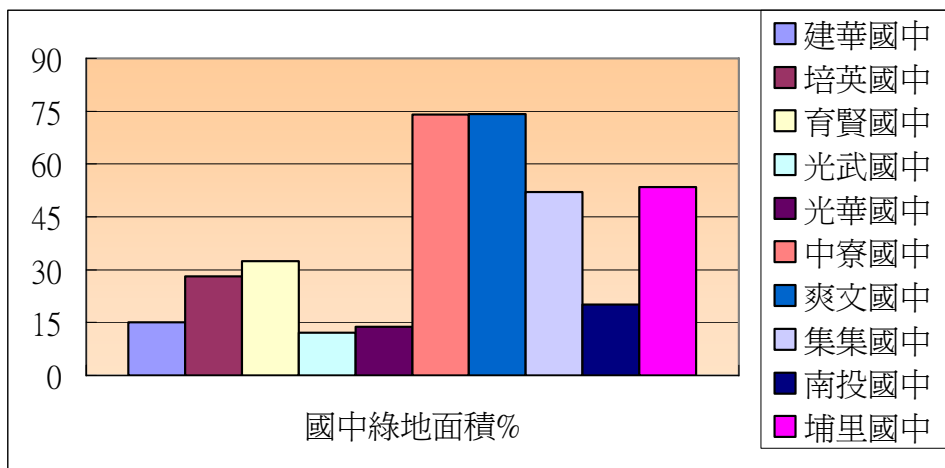


圖 4-3 學校綠地面積佔校地百分比

新竹市國中、小平平均總綠地面積為校地面積根據「生物多樣性指標」中生態綠網-總綠地面積比  $A_x$  的標準，於此項都只有得 10 分，更有 4 所學校未達到總綠地面積比 15% 之標準，而其他面積卻高達 35%。

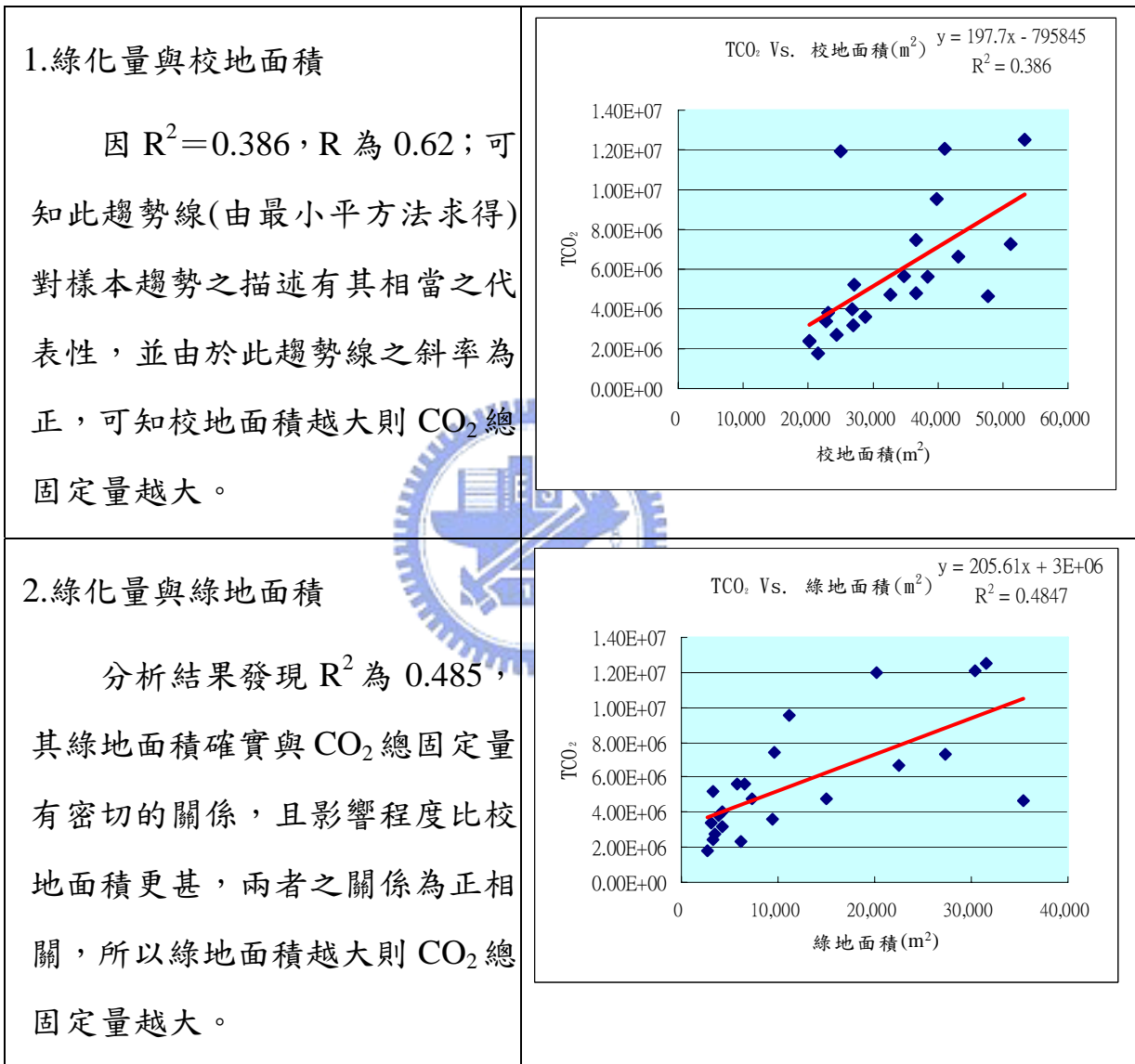
究其原因，新竹市之老學校校園中普遍留了相當面積的通道，而通道上鋪設硬鋪面，甚至鋪設不透水鋪面的平面空間及停車場，因此使得所剩之自然裸露的植栽被覆地就更為不足了。

而南投縣中小學之總綠地面積全數達到此標準，且 10 所學校中有 5

所綠地面積比超過 50%，由此可知，南投縣重建中、小之綠地面積比已足夠。

### 4.3 綠化量之分析

綠化量與校園各面積之迴歸分析圖如下：



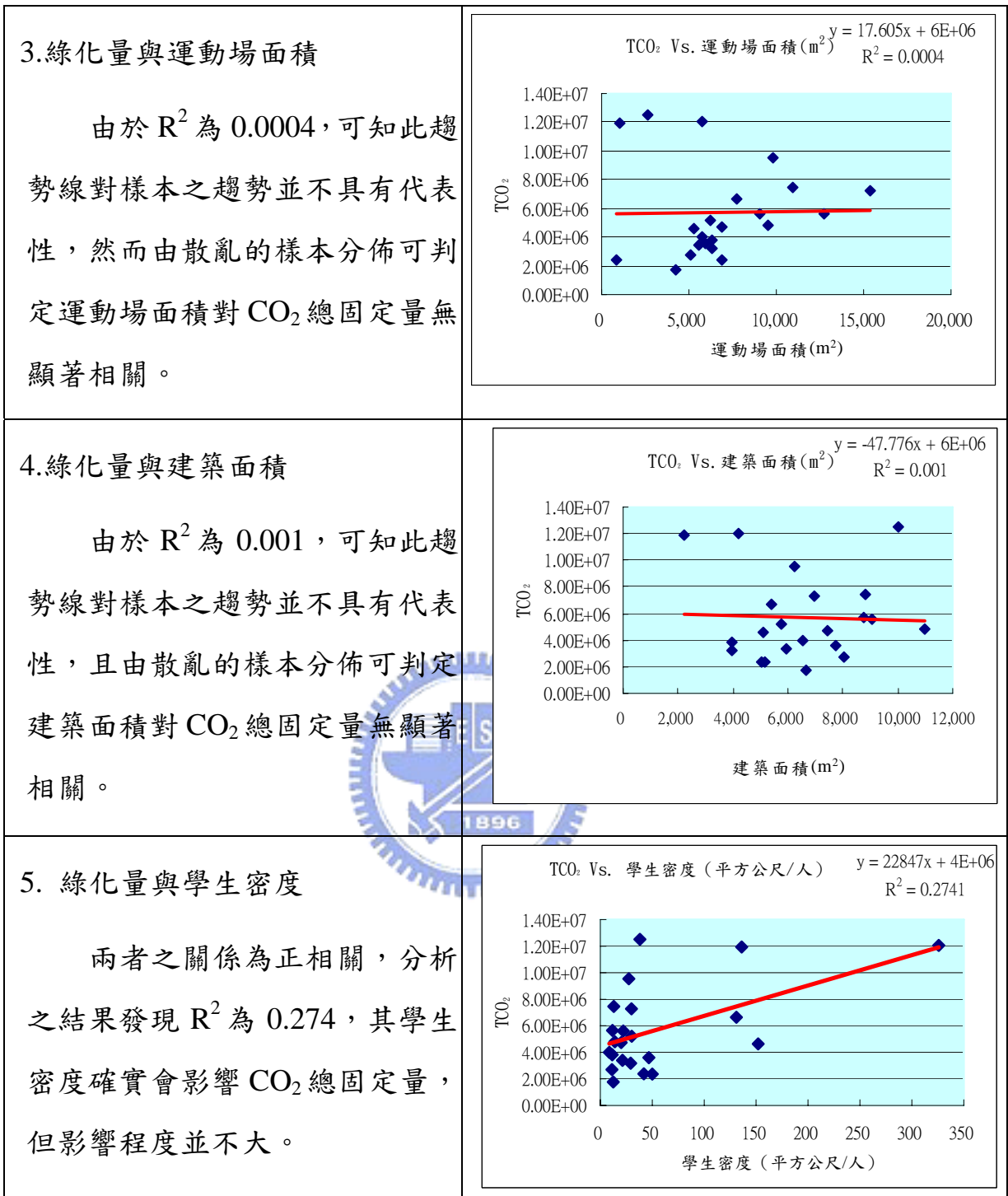


圖 4-4  $CO_2$  總固定量與相關之迴歸分析圖

綜上迴歸分析可知校園面積中綠地面積對綠化量的影響最大，校地面積次之，所以於植物多樣性就以校地面積與綠地面積來作分析。

## 4.4 植物多樣性

### 4.4.1 喬木種類(Tn)分析

根據「生物多樣性指標」中植物多樣性-基地內喬木種類之規定，基地 2~5 公頃者，喬木種類數要大於 15；基地 5~10 公頃者，喬木種類數要大於 25，才能獲得此項目之評分。

分析本研究調查之樣本，扣除低於三棵之喬木種類，依表 4-6 所示，全部的樣本皆通過其標準，全數通過這項評估；顯示，目前學校校園普遍重視植栽大喬木。

### 4.4.2 灌木種類數(Bn)分析

植物多樣性-基地內灌木或蔓藤種類 Bn 之規定，基地小於 5 公頃者， $Bn > 13$ ；基地 5~10 公頃者， $Bn > 18$ ；依表 4-7 所示，只有 3 所學校通過此項評估，而南投縣中、小學學校都沒有通過此項標準，且與標準落差甚大，顯示校園於灌木植栽方面嚴重之不足，在此方面應多加強。

表 4-6 本研究校園喬、灌木植栽種類表

縣市	校名	校地面積 m <sup>2</sup>	(Tn)	(Tn)/ 基準 值	(Tn) 合格 率	(Bn)	(Bn)/ 基準 值	(Bn) 合格率
新 竹 市	建華國中	38,420	16	1.07	100%	12	0.92	13.6%
	培英國中	39,755	30	2.0		11	0.85	
	育賢國中	28,836	16	1.07		11	0.85	
	光武國中	27,112	27	1.80		13	1.00	
	光華國中	24,401	19	1.27		11	0.85	
	新竹國小	36,610	35	2.33		14	1.08	
	東門國小	26,795	24	1.60		11	0.85	
	龍山國小	23,103	28	1.87		11	0.85	
	竹師實小	22,724	18	1.20		12	0.92	
	北門國小	21,505	15	1.00		11	0.85	
	民富國小	34,730	17	1.13		13	1.00	
	香山國小	26,940	24	1.60		11	0.85	
	南 投 縣	中寮國中	47,728	35		2.33	3	
爽文國中		41,065	19	1.27	9	0.69		
集集國中		43,156	30	2.00	11	0.85		
南投國中		36,584	28	1.87	7	0.54		
埔里國中		51,157	30	1.20	12	0.67		
中寮國小		20,215	16	1.07	6	0.46		
爽文國小		25,045	23	1.53	9	0.69		
國姓國小		20,180	20	1.33	5	0.38		
竹山國小		53,367	38	1.52	17	0.94		
南光國小		32,703	43	2.87	9	0.69		

#### 4.4.3 原生、誘鳥誘蝶性

本文之生物多樣性指標強調儘量以台灣原生植物來植栽，固定 CO<sub>2</sub>，



台灣原生植物來植栽可提供多項的價值：

- 1.台灣原生植物由於長期演化的結果，在抗病、抗菌方面具有較大的抗性，無需考慮是否會帶來外來病變。
- 2.最適合當地的自然條件，而且演化過程中亦與當地各種生物，形成生物鏈中共生共榮的有利關係
- 3.台灣原生植物保存植物基因地，除美化、綠化等效應化，對生態保育、復育方面可提供一條嶄新的思考途徑。
- 4.台灣原生植物符合生態演替序列，例如在水土保持、邊坡維護，如果選擇台灣原生植物植栽，且依據次生演替序列的方式種植，則維持方面可省下種植的經費，有較高的預期值。

在校園植物原生性、誘蝶性、誘鳥性的部分，選擇以校園中的喬木、灌木、與藤本植物這些辨識度較高的木本植物做為分析對象，植栽的原生性、誘蝶性與誘鳥性所做的種類數量與所佔百分比的統計數據。其中，針對包括喬木、灌木（含藤本）、整體校園植物（包含喬木、灌木與藤本）統計資料。

根據「生物多樣性指標」中植物多樣性-原生植物、誘鳥誘蝶植物綠化六成以上的標準此項才給分，其基準值設為 60%，如表 4-7 所示，新竹市中、小學只有四所校園達到標準，其中只有 1 所國中達到給分標準，可見國中對此項之疏忽，而新竹市國中、小達到標準的只佔 33.3%，所以新竹市中、小學在此可進步空間還很大，應多加強原生物種之植栽；此項南投縣達到標準有 80%，其中國姓國小及爽文國中都有超過八成，而國姓國小校園種植大量的桂花樹，桂花樹是誘蝶植物，所以此評分佔很大優勢，爽文國中於此項是很好的示範，種植數種多樣且大都為誘蝶誘鳥之原生

種；中寮國中、集集國中兩所未達到六成，查其原因兩校校園之植物物種多樣化，但校園內佔最多數的黑板樹及龍柏既非原生物種又不誘鳥誘蝶，故於此項評分較為吃虧。



表 4-7 植物原生、誘鳥誘蝶性統計表

縣市	種類 校名	原生喬 種類	誘蝶誘鳥 喬木種類	原生喬 木%	誘蝶誘鳥 喬木%	原生或誘 鳥誘蝶%	原生或誘鳥 誘蝶/基準 值	合格率
新 竹 市	建華國中	9	12	28	30.7	32.4	0.54	54.5%
	培英國中	12	24	52.3	35.5	63.6	1.06	
	育賢國中	9	14	28.6	31.8	34.4	0.57	
	光武國中	14	23	31.4	50.4	55.2	0.92	
	光華國中	9	17	24.0	25.3	37.3	0.62	
	新竹國小	17	30	45.5	54.5	73.2	1.22	
	東門國小	11	15	28.8	40.8	51.0	0.85	
	龍山國小	13	30	28.5	41.9	43.3	0.72	
	竹師實小	11	20	29.5	48.0	52.8	0.88	
	北門國小	9	16	34.3	59.5	64.4	1.07	
	民富國小	10	17	50.5	57.5	63.6	1.06	
香山國小	9	17	22.6	34.3	43.1	0.72		
南 投 縣	中寮國中	12	18	33.8	45.8	54.5	0.91	54.5%
	爽文國中	6	11	53.1	80.4	87.7	1.46	
	集集國中	9	10	37.6	37.6	49.3	0.82	
	南投國中	12	18	56.8	53.8	71.4	1.19	
	埔里國中	12	15	53	59.5	69.3	1.16	
	中寮國小	6	9	48.7	66.2	74.5	1.24	
	爽文國小	11	10	46.8	43.9	70.5	1.18	
	國姓國小	6	7	11.5	75.2	81.2	1.35	
	竹山國小	12	17	50.8	56.5	62.9	1.05	
	南光國小	25	19	55.6	44.1	68.8	1.15	

資料來源：1.陳富強，2003。2.王希智，2002。3.本研究整理

## 4.5 植物多樣性分析

### 4.5.1 喬木種類(Tn)分析

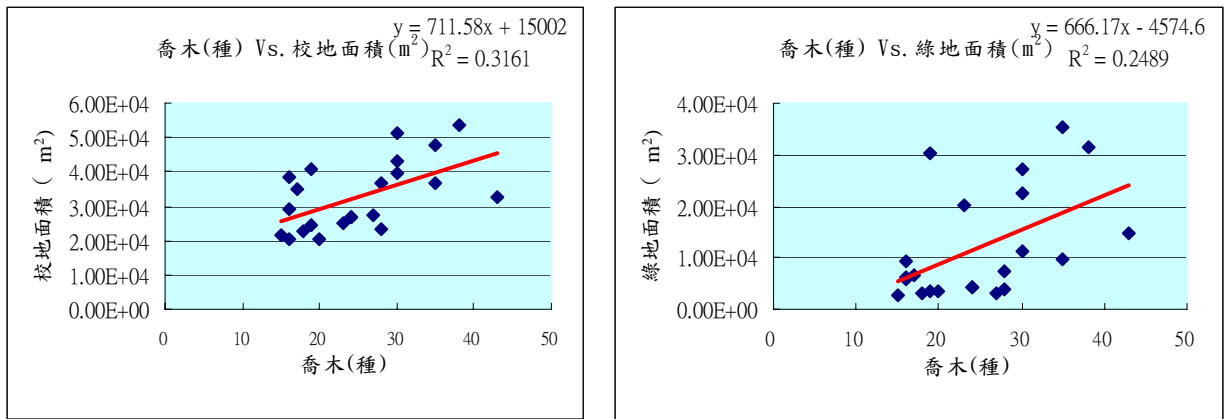


圖 4-5 喬木與校地及綠地面積迴歸分析圖

由上圖其 Y 及 R 值，可知校地面積對喬木種類(Tn)影響程度較大，趨勢線之斜率都為正，表示校地面積及綠地面積越大則喬木種類越多。

#### 4.5.2 灌木種類(Bn)分析

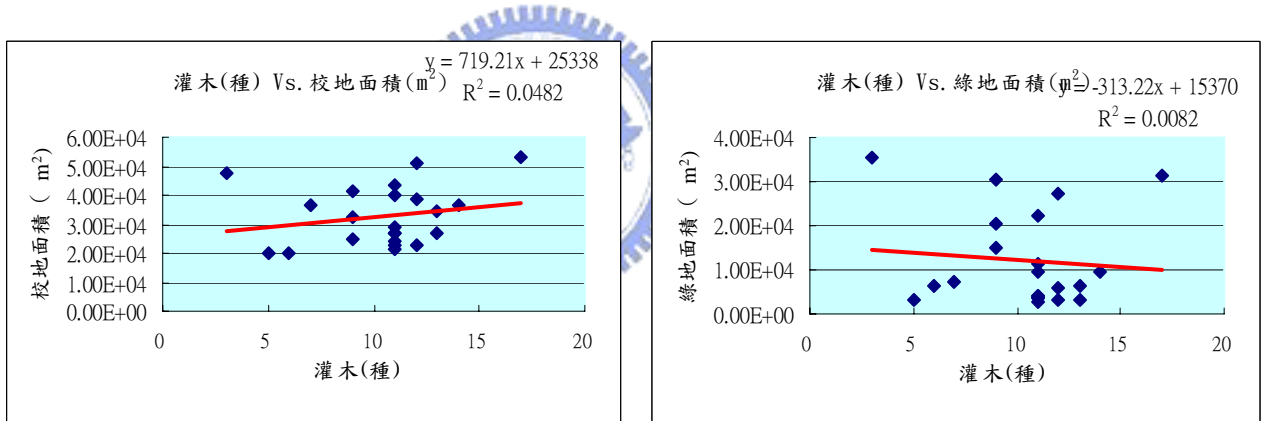


圖 4-6 灌木與校地及綠地面積迴歸分析圖

由上圖 Y 及 R 值就趨勢線而言，可知校地面積及綠地面積對樣本之趨勢不具有可靠之代表性，所以灌木種類與校地面積及綠地面積評估其間，並無顯著影響。

#### 4.5.3 原生、誘鳥誘蝶分析

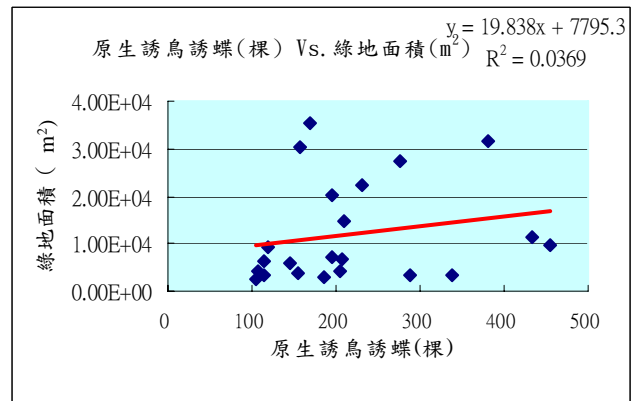
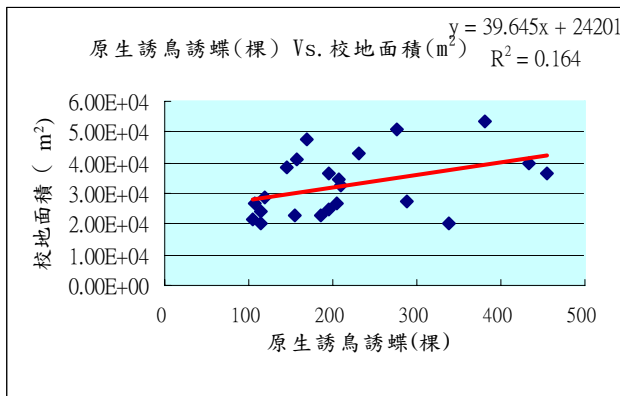


圖 4-7 原生、誘鳥誘蝶與校地及綠地面積迴歸分析圖

以上二圖由 Y 及 R 值可知校地面積對原生、誘鳥誘蝶影響比綠地面積無顯著相關，然而綠地面積與原生、誘鳥誘蝶由散亂的樣本分佈可判定兩者之間並無代表性。

#### 4.6 小結

本研究對於校園生態綠化綜合以上評估結果綜整如下表：



表 4-8 本文生態綠化評估綜整表

縣市	校名	量的方面		質的方面			環境屬性
		綠化量 TCO <sub>2</sub> /TCO <sub>2C</sub>	綠地面積 Ax 得分/基 準值	Tn 現值/基 準值	Bn 現值/基 準值	原生或誘鳥 誘蝶/為基 準值60%	
新竹市	建華國中	1.46	0.56	1.07	0.92	0.54	都市型
	培英國中	2.13	1.11	2.0	0.85	1.06	山丘型
	育賢國中	1.05	1.39	1.07	0.85	0.57	都市型
	光武國中	1.66	0.00	1.80	1.00	0.92	都市型
	光華國中	0.93	0.00	1.27	0.85	0.62	都市型
	新竹國小	1.94	1.11	2.33	1.08	1.22	都市型
	東門國小	1.27	0.56	1.60	0.85	0.85	都市型
	龍山國小	1.52	0.56	1.87	0.85	0.72	都市型
	竹師實小	1.32	0.00	1.20	0.92	0.88	都市型
	北門國小	0.69	0.00	1.00	0.85	1.07	都市型
	民富國小	1.47	0.56	1.13	1.00	1.06	都市型
	香山國小	1.03	0.56	1.60	0.85	0.72	都市型
南投縣	中寮國中	0.72	1.94	2.33	0.23	0.91	都市型
	爽文國中	2.27	1.94	1.27	0.69	1.46	山丘型
	集集國中	1.25	1.94	2.00	0.85	0.82	都市型
	南投國中	1.18	0.56	1.87	0.54	1.19	都市型
	埔里國中	1.35	1.94	1.20	0.67	1.16	都市型
	中寮國小	1.18	1.39	1.07	0.46	1.24	都市型
	爽文國小	3.29	1.94	1.53	0.69	1.18	山丘型
	國姓國小	0.82	0.56	1.33	0.38	1.35	都市型
	竹山國小	1.95	1.94	1.52	0.94	1.05	都市型
	南光國小	1.22	1.67	2.87	0.69	1.15	都市型
合格率		81.8%	50%	100%	13.6%	54.5%	



## 五、結論與建議

本文乃探討有關校園生態環境以「綠建築標章制度」九大指標之「綠化量指標」及「生物多樣化」有關生態綠化方面加以評估應用，就國內推動永續綠色校園之改造，探討其生態綠化，以促進校園建築與環境共生共利，維護生態環境之平衡，並達到生態教育思想延續性；校園環境中有許多開放空間可以嘗試創造一處具有生態化、多樣化之綠化空間。一方面可以提供校園生態多樣化的棲息環境，另一方面可以吸引更多生物來棲息、繁殖等，「質」與「量」兼具之才是生態綠化的精神。

本研究針對 22 所中小學最為研究對象，所得結果有下列幾點結論與建議：

### 5.1 結論

- 1.校園綠化的「量」根據本研究分析，校園植栽綠化量 81.82% 通過「綠化量指標」所規範的基準，顯示目前這些重視校園生態環境教育的學校，在校園植栽綠化「量」方面，只要多加關心及再加強，大多能皆達到標準。
- 2.總綠地面積比，對校園的生態綠化扮演相當重要的角色，沒有綠地面積，就很難達到綠化的「質」與「量」的標準。
- 3.綠化的「質」應再加強，本研究依據「綠建築解說與評估手冊」的「生物多樣性指標」-植物多樣性的部分來檢驗這些學校在綠化的「質」方面的表現，結果發現，若單就喬木與灌木的種類數而言，100%的學校的喬木種類數皆大於「生物多樣性指標」中所規定的喬木種類數基準；而只有 13.6%學校的灌木種類數符合「生物多樣性指標」中所規定的灌木種類數基準，由此可知，學校在進行校園綠化的過程中，灌木之植栽情形嚴

重不足，一般校園大都重視喬木而忽略灌木的植栽。

4. 本文研究分析結果可知，校園內的原生植物、誘鳥誘蝶植物綠化情形，新竹之中、小學嚴重不足，且國中比國小更甚，是否也意味著都會區或歷史悠久的學校校園對於早期建校植栽時的忽略。

## 5.2 建議

1. 校園內應減少人工草皮，增加自然草原

本文研究得知學校有甚多開放空間綠地系統，都是以人工草皮為主要之綠地植栽，所以在一般養護上必須花費相當大的人力及物力，然而自然草地也是原生種所以耐候性也強，養護性低對校園環境有相當的助益。

2. 校園原生樹種多元化

單一數種棵樹不要太高，且佔總棵樹比例也不要過大，以利更多生物來棲息、繁殖。



3. 增加校園內綠籬、灌木種類

目前校園只重視喬木類之植栽，導致校園內綠籬、灌木數量少，造成不利於幼小動物移動，若綠化區域內缺少灌木叢，很難發現幼小動物在此逗留，覓食。

## 5.3 後續研究建議

- 1 建立更完整之生態綠化評估方法

本研究係單純針對校園環境，然而在不同型態的環境中，無論是面積分佈或使用機能上，不同的建築規模對校園的生態綠化皆具有不同的意義，亦應有適當評估方法或基準加以規範，因此建議後續對於不同型態與機能作進一步的分析與探討以建立更完整之評估方法。

## 2.樣本數量應增多，以加強其可靠度

本研究因成本及時間因素與資料來源不足，取樣數量有限，樣本數越多，則其可靠性程度就越準確。

## 3.以綠建築之九大指標進行校園環境全面評估

本研究只針對綠建築中有關生態綠化進行研究分析，若能針對九大指標進行校園環境評估時，其研究的廣度更是全面性的提升。



## 參考文獻

### 一、國內資料部分

1. 內政部建築研究所，「國外綠建築技術之比較研究－各國綠建築評估系統探討」，2000。
2. 內政部建築研究所，「綠建築推動方案」，2001。
3. 內政部建築研究所，「綠建築解說與評估手冊」，2001 年版。
4. 內政部建築研究所，「綠建築解說與評估手冊」，2003 年更新版。
5. 王希智，「綠建築中綠化及基地保水評估指標於國民中小學校學之應用－以新竹市為例」，逢甲大學碩士論文，2002。
6. 行政院農業委員會，「臺灣生物多樣性國家報告（草案）」，2000。
7. 行政院環境保護署，「邁向二十一世紀：全球變遷之衝擊與因應研討會」，EPA-86-FA02-09-D4，1997。
8. 行政院環境保護署，「台灣建築生命週期二氧化碳排放減量之研究」，EPA-87-FA04-03-D3，1998。
9. 曲筱帆，「綠建築工具之應用與推廣研究」，南華大學碩士論文，2003。
10. 呂福原及歐辰雄，「台灣樹木解說」，行政院國家發展委員會，1998。
11. 朱澄樹，「校園綠建築綠化指標之植栽 CO<sub>2</sub> 固定量調查研究－以大甲高中為例」，雲林科技大學碩士論文，2004。
12. 何晨瑛，「台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究」，成功大學碩士論文，2004。

13. 林憲德，「熱濕氣候的綠色建築計畫」，詹氏書局，1996。
14. 林憲德，李魁鵬，「平衡建築物二氧化碳排放放量之都市綠化政策」，第十一屆建築研究成果發表會論文集，中華民國建築學會，1998。
15. 林憲德，李魁鵬，「平衡建築物二氧化碳排放放量之都市綠化政策」，第十一屆建築研究成果發表會論文集，中華民國建築學會，1998。
16. 林憲德，李魁鵬，「平衡建築物二氧化碳排放放量之都市綠化政策」，第十一屆建築研究成果發表會論文集，中華民國建築學會，1998。
17. 林憲德，「綠建築規劃設計技術彙編」，內政部建築研究所，2000。
18. 林憲德，「綠建築規劃設計技術彙編」，內政部建築研究所，2000。
19. 林憲德，「由台灣的都市氣候論生態環境改善對策」，邁向 21 世紀永續建築環境國際研討會論文集，內政部建築研究所，p.169~p.173，2001。
20. 林憲德，「台灣建築物生命週期 CO<sub>2</sub> 排放量評估」，2001 永續建築環境國際研討會論文集，內政部建築研究所，2001。
21. 林敬智，「居住品質的環境化設計—綠建築」，「永續產業發展雙月刊」，2002 年 8 月，2002。
22. 張顯通，「綠化設計對 CO<sub>2</sub> 氣體固定效果之研究」，成功大學碩士論文，1998。
23. 陳超仁，「永續校園生態環境」，教育部永續校園環境規劃師北區培訓計畫研習手冊，2004。
24. 陳瑞玲，「綠建築評估及標章制度」，邁向 21 世紀永續建築環境國際研討會論文集，內政部建築研究所，p.56，2000。

25. 陳炳宏，「從綠建築之綠化量指標改善溫室效應之分析：以國立交通大學新行政大樓為例」，交通大學碩士論文，2004。
26. 陳富強，「綠建築評估指標於南投縣 921 重建之國民中小學之應用」，逢甲大學碩士論文，2003。
27. 楊任徵，「我國部門二氧化碳排放特性跨國比較」，「能源季刊」，2001年7月，2001。
28. 歐文生，「建築物室內裝修環境負荷評估之研究—以耗能量與二氧化碳排放量解析」，成功大學碩士論文，2000。

## 二、國外資料：

1. Cole, R.J., 「Current and emerging issues in green building design」, 邁向 21 世紀永續建築環境國際研討會論文集, 內政部建築研究所, p.5, 2000。
2. IbSteen Olsen, 「Green Building and Life-cycle Economy」, Ministry of Housing and Urban Affairs, Denmark, 2000。
3. Steve Curwell, 「Building Consensus on Sustainable Urban Development」, Eclipse Research Consultants, Cambridge, U.K., 2001。

## 三、國內網站資料部份

- 1.內政部統計資訊網，<http://www.moi.gov.tw/>
- 2.內政部營建署，<http://www.cpami.gov.tw/>
- 3.內政部建築研究所：<http://www.abri.gov.tw/>
- 4.台灣綠色生產力基金會，<http://www.tgpf.org.tw/>
- 5.永續產業發展資訊網，<http://www.portal.nccp.org.tw/>



6.行政院環保署全球資訊網站，<http://www.epa.gov.tw/>

7.行政院農委會全球資訊網站，<http://www.coa.gov.tw/>

8.教育部：<http://www.edu.tw/>

9.永續校園改造：

<http://www.archilife.ncku.edu.tw/Gschool%20Webs/user/home/index.asp>

#### 四、國外網站資料部份

1. 美國環境保護署網站，<http://www.epa.gov./epahome/comments.htm>

2. 聯合國公約秘書處，<http://www.unfccc.de/>

3. 世界綠色建築協會，<http://www.wgbc.org/>



## 附錄、校園常見植栽名錄

中文名稱	學名	喬木	灌木	藤本	草本	原生	誘蝶	誘鳥	別名	產地
台灣赤楊	<i>Alnus japonica (Thunb.) Steud.</i>	◎					◎◎		台灣赤楊、水柯仔、水柳柯	台灣
台灣油杉	<i>Keteleeria davidiana (Franchet) Beissner var. formosana Hayata</i>	◎					◎		台灣油杉	台灣
台灣海棗	<i>Phoenix hanceana.</i>	◎					◎	◎	台灣棘椰、枕椰、姑椰木、海棗、麵木	台灣
台灣黃堇	<i>Corydalis tashiroi Makino</i>	◎					◎◎		台灣黃堇、台東延索、紫堇屬	中國大陸、琉球、日本、台灣
台灣檫	<i>Zelkova formosana</i>	◎					◎		檫、檫榆、臺灣檫	日本、韓國、中國大陸
台灣欒樹	<i>Koelreuteria henryi Dummer</i>	◎					◎◎		台灣欒樹、苦苓舅、苦苓江	台灣及華南、華北、東南亞地區。
正榕	<i>Ficus microcarpa L. f.</i>	◎					◎◎		榕樹、正榕、榕	中國大陸南部、印度、日本、琉球、東南亞熱帶地區、馬來西亞、澳洲、台灣
玉蘭花	<i>Michelia alba DC.</i>	◎						◎	玉蘭花、白玉蘭、白蘭	中國大陸、印度、爪哇
白千層	<i>Melaleuca leucadendra (L.) Linn.</i>	◎							白千層、脫皮樹、相思仔	澳洲、印度、馬來西亞
白水木	<i>Messerschmidia argentea (L.) Johnston</i>	◎					◎		白水木、銀丹、山埔姜	臺灣、蘭嶼
白肉榕	<i>Ficus virgata Reinw. ex Blume</i>	◎					◎◎		島榕	馬來、孟加拉、爪哇、廣西、香港、臺灣
白匏子	<i>Mallotus paniculatus (Lamk.) Muell. -Arg.</i>	◎					◎	◎	白匏子	東南亞至熱帶澳洲、台灣
白榕	<i>Ficus benjamina Linn.</i>	◎					◎	◎	垂榕、小葉榕、白榕	印度、馬來西亞、台灣、中國南部、菲律賓、所羅門群島、澳洲北部、爪哇、緬甸
白蠟油	<i>Fraxinus formosana Hay.</i>	◎					◎		台灣白蠟樹、光蠟樹	台灣
印度紫檀	<i>Pterocarpus indicus Willd.</i>	◎							印度紫檀、黃柏木、藥木	印度、爪哇、馬來西亞、菲律賓、波里尼西亞、中國廣東
印度橡膠樹	<i>Ficus elastica Roxb.</i>	◎							緬榕、印度膠樹	印度、馬來西亞
朴樹	<i>Celtis sinensis Persoon</i>	◎					◎◎◎	◎	朴仔樹、朴樹、沙朴	中南半島、華南、台灣
竹柏	<i>Decusscarpus nagi (Thunb.) de Laub.</i>	◎					◎		竹柏	台灣、中國東南、日本
羊蹄甲	<i>Bauhinia variegata L.</i>	◎						◎◎	羊蹄甲	中國大陸、印度
肉桂	<i>Cinnamomum insularimontanum Hay.</i>	◎							山肉桂、臺灣肉桂、桂枝	臺灣
血桐	<i>Macaranga tanarius</i>	◎					◎	◎	血桐	台灣
李	<i>Prunus salicina.</i>	◎						◎	李子	中國大陸福建、廣東
肖楠	<i>Calocedrus formosana (Florin) Florin</i>	◎					◎		肖楠、黃肉仔、台灣翠柏	台灣
芒果	<i>Mangifera indica L.</i>	◎						◎	芒果	印度
亞歷山大椰子	<i>Archontophoenix alexandrae (F. Muell.) Wendl. &amp; Drude</i>	◎						◎	亞歷山大椰子	澳洲、昆士蘭
刺杜密	<i>Bridelia balansae Tutch.</i>	◎					◎		刺杜密	臺灣、爪哇、東南亞
刺桐	<i>Erythrina variegata L. var. orientalis (L.) Merr.</i>	◎					◎◎		梯枯、雞公樹	太平洋諸島、琉球、台灣
枇杷	<i>Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.</i>	◎						◎	盧橘	中國華南的江蘇、浙江、福建、廣東
林投	<i>Pandanus odoratissimus L. f. var. sinensis (Warb.) Kanehira</i>	◎					◎		露兜樹、華露兜、榮蘭、阿檀	馬來群島至太平洋群島、澳洲、臺灣
波羅蜜	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	◎						◎	波羅蜜	印度西
油桐	<i>Aleurites fordii Hemsl.</i>	◎							桐油樹、光桐、百年桐、桐子樹	中國大陸
肯氏南洋杉	<i>Araucaria cunninghamii</i>	◎							花旗杉	澳洲
阿勃勒	<i>Cassia fistula L.</i>	◎						◎◎	波斯皂莢	喜馬拉雅山東部、中部到錫蘭
青剛櫟	<i>Cyclobalanopsis glauca (Thunb.) Oerst.</i>	◎					◎◎◎		鐵櫟、櫟、九欖、九層、鐵欖、枝欖、白枝欖	台灣、中國、日本、印度、琉球、韓國、喜馬拉雅
青楓	<i>Acer serrulatum Hay.</i>	◎					◎◎		槭樹、中原氏掌葉槭	台灣特有種

中文名稱	學名	喬木	灌木	藤本	草本	原生	誘蝶	誘鳥	別名	產地
九丁榕	<i>Ficus nervosa</i> Heyne ex Roth	◎					◎	◎	九重榕、九重樹、大葉九重炊	中國、印度、緬甸、馬來西亞
九芎	<i>Lagerstroemia subcostata</i> Koehne	◎				◎	◎	◎	九芎、拘那花、苞飯花	華南至琉球、台灣、日本
土肉桂	<i>Cinnamomum osmophloeum</i> Kaneh.	◎				◎	◎	◎	土肉桂、假肉桂	臺灣特有種
土蜜樹	<i>Bridelia tomentosa</i> Blume	◎				◎	◎	◎		臺灣
大王椰子	<i>Roystonea regia</i> (H. B. K.) O. F. Cook	◎						◎	大王椰子	古巴、牙買加、巴拿馬等中美國家
大花紫薇	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	◎					◎	◎	大花紫薇、大果紫薇	熱帶亞洲、澳洲
大葉山欖	<i>Palaquium formosanum</i> Hay.	◎				◎			大葉山欖、台灣膠木、古公樹	巴丹、巴布雅島、台灣、菲律賓
大葉合歡	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	◎					◎	◎	大葉合歡、大合歡、緬甸合歡	熱帶亞洲、澳洲北部、熱帶非洲、大洋州
大葉桃花心木	<i>Swietenia macrophylla</i> King	◎							大葉桃花心木	中美洲、南美洲、宏都拉斯
大葉桉	<i>Eucalyptus robusta</i> Smith	◎						◎	大葉桉、大葉有加利、有加利	澳洲
大葉楠	<i>Persea japonica</i> Sieb.	◎				◎	◎	◎	大葉楠、楠仔	台灣
大頭茶	<i>Gordonia axillaris</i> (Roxb.) Dietr.	◎					◎	◎	大頭茶、山茶、山茶花	中南半島、中國、印度
小梗木薑子	<i>Litsea krukovii</i> Kosterm	◎				◎	◎	◎	小梗黃肉楠、鐵屎楠、黃肉楠、台灣黃肉楠	台灣
小葉南洋杉	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	◎							南洋杉、小葉南洋杉	澳洲諾福克群島
小葉桃花心木	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	◎							桃花心木	中南美洲、印度群島
小葉欖仁	<i>Teminalia mantalyi</i>	◎							小葉欖仁	熱帶非洲
山刺番荔枝	<i>Annona montana</i> Macf.	◎						◎	山刺果	西印度、熱帶美洲
山枇杷	<i>Eribotrya deflexa</i> f. <i>koshunensis</i> (Keneh. & Sasaki) Li	◎				◎	◎	◎	台灣枇杷、山枇杷	特產恆春半島低海拔叢林
山黃麻	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	◎				◎	◎	◎	山黃麻、山羊麻、山王麻	台灣、印度、馬來西亞、琉球、日本、澳洲、菲律賓、小笠原群島
山漆	<i>Rhus succedanea</i>	◎				◎	◎	◎	木臘樹、山賊仔、臭毛漆樹	臺灣山麓地帶、大陸、印度、爪哇、日本
山櫻花	<i>Prunus campanulata</i> Maxim	◎				◎	◎	◎	山櫻花、緋櫻、緋寒櫻	中國南部、琉球、日本
孔雀豆	<i>Adenantha pavonia</i> L.	◎							海紅豆、紅豆、相思豆、紅木	馬來西亞、印度、爪哇
木瓜	<i>Carica papaya</i> Linn.	◎						◎	木瓜、番木瓜、番瓜樹	西印度、熱帶美洲
木麻黃	<i>Casuarina eguiseifolia</i> Linn.	◎							木賊葉木麻黃、番麻黃、木麻黃	澳洲、馬來西亞、印度、波里尼西亞、緬甸、非洲
木棉	<i>Bombax malabarica</i> DC.	◎					◎	◎	木棉、攀支花、班芝樹	印度、緬甸、中國大陸南部、爪哇、菲律賓、澳洲北部
毛柿	<i>Diospyros discolor</i> Willd.	◎				◎			毛柿、毛柿格、台灣黑檀	恆春半島、蘭嶼、菲律賓
水柳	<i>Salix warburgii</i> O. Seem.	◎				◎	◎	◎	水柳、水柳仔、河柳	台灣
水黃皮	<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre ex Merr.	◎				◎	◎	◎	水黃皮、水流豆、九重吹	印度、馬來西亞、澳洲、中國南部、琉球、台灣
火炬刺桐	<i>Erythrina caffra</i> Thunb.	◎					◎		火炬刺桐	非洲東南部
火焰木	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	◎					◎		火焰木	熱帶非洲、美洲
可可椰子	<i>Cocos nucifera</i> Linn.	◎							可可椰子、椰子樹	太平洋諸島
台灣二葉松	<i>Pinus taiwanensis</i>	◎				◎			台灣二葉松	台灣
台灣光蠟樹	<i>Fraxinus formosana</i>	◎				◎			白雞油、山苦茶、台灣白蠟樹	台灣
台灣朴樹		◎				◎	◎		台灣朴樹	台灣
台灣肖楠	<i>Calocedrus formosana</i> (Florin) Florin	◎				◎			台灣肖楠	台灣
台灣赤楠	<i>Syzygium formosanum</i> (Hayata) Mori	◎				◎			赤蘭	台灣

中文名稱	學名	喬木	灌木	藤本	草本	原生	誘蝶	誘鳥	別名	產地
南洋杉	<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb.) R. Br.	◎							小葉南洋杉	澳洲諾福克群島
南港竹柏	<i>Decussocarpus nagi</i>	◎				◎			山杉、南港竹柏、竹樸柏、百日青	台灣北部中低海拔山區、恆春半島、中國大陸、日本、琉球
厚皮香	<i>Temstroemia gymnanthera</i> (Wight & Arn.) Sprague	◎							紅柴、紅淡、木樹	中國大陸南部、中南半島、馬來西亞、菲律賓、日本
咬人狗	<i>Laportea pterostigma</i> Wedd.	◎				◎			咬人狗	台灣
垂柳	<i>Salix babylonica</i> L.	◎					◎		垂柳	中國大陸
恆春竹柏	<i>Nageia nagi</i> (Thunb.) O. Ktze.	◎				◎			南攻竹柏、恆春竹柏、台灣竹柏	台灣、中國大陸東南各省、海南島、日本、琉球
扁柏	<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco.	◎							側柏、扁柏、黃心柏	中國大陸西部及北部、韓國
柿子	ebenacacac	◎				◎			柿子、紅柿	大陸、日本、台灣
柚子	<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck <i>Citrus maxima</i> (Burm. F.) Merr.	◎					◎		柚子、文旦、香拋	中國大陸南部、亞洲
柳丁	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck var. <i>liucheng</i> Hort.	◎					◎	◎	柳橙、甜柳橙、甜柳丁	中國大陸
洋紫荊	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	◎					◎		洋紫荊	印度
珊瑚刺桐	<i>Erythrina variegata</i>	◎					◎	◎	珊瑚刺桐	北美
珊瑚樹	<i>Viburnum odoratissimum</i> Ker.	◎					◎		早禾樹、山豬肉、燒公樹	台灣南部恆春半島
相思樹	<i>Acacia confusa</i> Merr.	◎					◎		相思樹、相思、松絲細葉相思樹	台灣、菲律賓、中國南部
紅瓶刷子樹	<i>Callistemon rigidus</i> R. Br.	◎					◎		瓶刷子樹	澳洲
紅楠	<i>Machilus thunbergii</i> S.et.Z.	◎					◎	◎	紅楠、豬腳楠、南庄槓楠	中國大陸、韓國、日本、台灣、中國中南部、琉球、小笠原群島
美人樹	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	◎							美人樹	巴西、阿根廷
胡氏肉桂	<i>Cinnamomum macrostemon</i> .	◎					◎		胡氏肉桂	台灣原生
苦楝	<i>Melia azedarach</i> Linn.	◎					◎	◎	苦楝、苦苓、楝	台灣、中國大陸南部、日本、琉球、緬甸、印度
茄苳	<i>Bischofia javanica</i> Blume	◎					◎	◎	秋楓樹、茄苳樹、重陽木	台灣、中國南部、印度、中南半島、馬來西亞、澳洲、大洋洲島群及琉球
食茱萸	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Sieb. & Zucc.	◎					◎	◎	食茱萸、茱萸、越椒、毛越椒、大葉刺蔥、紅刺蔥、仁刺蔥、刺江某	台灣、蘭嶼、中國、日本、菲律賓
香楠	<i>Machilus zuihoensis</i>	◎					◎	◎	瑞芳楠	台灣
香椿	<i>Toona sinensis</i> (Juss.) M. Roem.	◎							椿、香椿、樅	中國大陸、中國東南、西南、華北地區
桃花心木	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	◎							小葉桃花心木	中南美洲、印度群島
海洲常山	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.	◎							海洲常山	中國、日本、台灣
烏心石	<i>Michelia formosana</i>	◎					◎	◎	烏心石	台灣
烏臼	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	◎					◎	◎	烏木臼	中國大陸、台灣
破布子	<i>Cordia dichotoma</i> Forst. f.	◎					◎	◎	破布木、樹子仔、破果子	台灣
胭脂樹	<i>Bixa orellana</i> L.	◎					◎	◎	胭脂樹	熱帶美洲
荔枝	<i>Litchi chinensis</i>	◎						◎	荔枝	中國大陸
酒瓶椰子	<i>Mascarena lagenicaulis</i> (Mart.) Bailey	◎							酒瓶椰子	模里西斯、馬斯加里尼島
馬拉巴栗	<i>Pachira macrocarpa</i> (Cham. & Schlecht.) Walp	◎						◎	馬拉巴栗、大果木棉、南洋土豆	墨西哥、熱帶地方
梅	<i>Prunus mume</i> (Sieb.) Sieb. & Zucc.	◎						◎	梅、白梅、烏梅	中國大陸
第倫桃	<i>Dillenia india</i> Linn.	◎						◎	第倫桃、擬枇杷、假枇杷	中國大陸、印度、馬來西亞、爪哇、菲律賓
粗糠柴	<i>Mallotus philippinensis</i> (Lam.) Muell. Arg.	◎					◎		菲島桐、柿糊木、六稜子、細果果、六檢仔、嘮哩仔	亞洲南部、澳洲北部、台灣

中文名稱	學名	喬木	灌木	藤本	草本	原生	誘蝶	誘鳥	別名	產地
野桐	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell. -Arg.	◎				◎		◎	野桐、野梧桐、楸	華南、日本、台灣
雀榕	<i>Ficus wightiana</i> Wall.	◎				◎		◎	雀榕、鳥榕、紅肉榕	中國大陸南部、中南半島、東南亞、日本、台灣
鳥梨	<i>P.kawakamii</i> Hay.	◎							鳥梨	中國大陸、日本、韓國
麻六甲合歡	<i>Albizzia falcate</i> Backer et Merr.	◎						◎	麻六甲合歡	斯里蘭卡、麻六甲
掌葉蘋婆	<i>Sterculia foetida</i> Linn.	◎							掌葉蘋婆、裂葉蘋婆、假蘋婆	熱帶亞洲、非洲、澳洲、印度、爪哇、馬來西亞、越南、夏威夷
森氏紅淡比	<i>Cleyera japonica</i> Thunb. Var. <i>mori</i> (Yam.) Masam.	◎							森氏紅淡比、森氏楊桐	大陸、日本、琉球
棍棒椰子	<i>Mascarena verschaffeltii</i> (Wendl. Ex Lem.) Bailey	◎							棍棒椰子	馬達加斯加島
無患子	<i>Sapindus mukorossi</i> Gaertn.	◎				◎		◎	無患子、黃目子、木羅	印度、長江流域以南、日本、臺灣
琴葉榕	<i>Ficus lyrata</i> Warb.	◎							提琴葉榕、琴葉榕	熱帶非洲、西非洲
筆筒樹	<i>Alsophila spinulosa</i> (Hook.) Tryon	◎				◎			台灣杉、蛇木、筆筒樹	中國大陸、印度、泥泊爾、菲律賓、琉球、日本、臺灣、中南半島
菩提	<i>Ficus religiosa</i> Linn.	◎						◎	印度菩提樹、菩提樹、丕葩拉樹	印度、緬甸、斯里蘭卡
菲律賓紫檀	<i>Pterocarpus vidalianus</i> Rolfe	◎						◎	菲律賓紫檀	琉球、菲律賓
象牙木	<i>Diospyros ferra</i> (Willd.) Bakh.	◎				◎			烏皮石荅	臺灣、印、馬、菲、澳
象牙柿	<i>Diospyros egbert-walkeri</i> Kosterm	◎				◎			象牙木、烏皮石荅(台)、象牙樹	臺灣、印度、馬來、澳洲、琉球
黃金扁柏	<i>Thuja orientalis</i> cv. 'Aurea Nana'	◎							黃金側柏	栽培種
黃金風鈴木	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichols.	◎					◎	◎	黃金風鈴木	南美洲
黃脈刺桐	<i>Erythrina variegata</i> Linn.	◎					◎		黃脈刺桐	熱帶亞洲
黃連木	<i>Pistacia chinensis</i> Bunge	◎				◎	◎		黃連木、腦心木、楷木	中國、菲律賓、台灣
黃槐	<i>Cassia surattensis</i> Burm.f.	◎						◎	黃槐、金鳳	印度、斯里蘭卡、澳洲、東南亞
黃槿	<i>Hibiscus tiliaceus</i> Linn.	◎				◎	◎		黃槿、朴仔、稗葉	泛太平洋群島、波里尼西亞、熱帶亞洲等海岸地區
黑板樹	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	◎							黑板樹、象皮木、堯板風	印度、馬來西亞、菲律賓、爪哇
黑松	<i>Pinus thunbergii</i>	◎							日本黑松	日本、韓國
圓柏	<i>Juniperus Chinensis</i> Linn.	◎							圓柏	中國
楊桃	<i>Averrhoa carambola</i> Linn.	◎						◎	楊桃、五斂子、五稜子	中國大陸、印度、馬來西亞
楓香	<i>Liquidambar formosana</i> Hance	◎				◎		◎	楓樹、香楓、楓仔	台灣、中國大陸
楓港柿	<i>Diospyros vaccinioides</i> Lindly	◎				◎			紅紫檀	台灣、中國華南
酪梨	<i>Persea americana</i> .	◎							牛油果、樂天果	墨西哥、中美洲
構樹	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Herit. Ex Vent.	◎				◎		◎	構樹、穀樹、穀漿樹	台灣、亞洲東部(印度到日本)、太平洋諸島
福木	<i>Garcinia subelliptica</i> Merr.	◎							滿福木、福木、菲島福木、福樹	菲律賓、琉球、印度、斯里蘭卡
綠葉朱蕉	<i>Cordyline terminalis</i> cv. cv. Ti.	◎							綠葉朱蕉	南太平洋、夏威夷至新幾內亞
蒲桃	<i>Syzygium jambos</i> Alston.	◎						◎	香果、鳳歧、南蕉	熱帶東印度
蒲葵	<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Brown var. <i>subglobosa</i> (Hassk.) Beccari	◎						◎	蒲葵、扇葉蒲葵、木葵	中國大陸、琉球、小笠原群島、日本南部、爪哇
銀葉樹	<i>Heritiera littoralis</i> Dryand.	◎				◎			銀葉板根、大白葉仔	臺灣、中國大陸廣東、日本、錫蘭、菲律賓、澳洲、東非洲
銀樺	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. Ex R.Br.	◎							銀樺、絹、絹柏	澳洲
鳳凰木	<i>Delonix regia</i> (Boj.) Raf.	◎						◎	鳳凰木、鳳凰樹、火樹	非洲馬達加斯加島、世界熱帶地區及亞熱帶

中文名稱	學名	喬木	灌木	藤本	草本	原生	誘蝶	誘鳥	別名	產地
日日春	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) Don		◎		◎		◎		日日春、長春花、日日草	西印度、熱帶美洲、熱帶非洲 東部馬達加斯加島
日日櫻	<i>Jatropoha pandurifolia</i> Andre		◎				◎		日日櫻、紅花假巴豆、琴葉櫻	西印度
日本女貞	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.		◎					◎	日本女貞、女貞木、冬青木	韓國、日本、琉球
木槿	<i>Hibiscus syriacus</i> Linn.		◎				◎		木槿、籬障花、朝開暮落花	小亞細亞、中國南部、日本
冇骨消	<i>Sabucus formosana</i> Nakai		◎		◎	◎	◎	◎	冇骨消、台灣蒟蒻、七葉蓮	台灣
仙丹花	<i>Ixora chinensis</i> Lam.		◎				◎		仙丹花、山丹花、紅繡球	中國大陸、馬來西亞
台東火刺木	<i>Pyracantha koidzumii</i> (Hayata) Rehder		◎			◎	◎	◎	台東火刺木、狀元紅、火刺木	台東、花蓮
台東蘇鐵	<i>Cycas taitungensis</i> Shen, Hill, Tsou & Chen		◎			◎			台東蘇鐵	台灣特有
台灣山桂花	<i>Maesa peralaria</i> (Lour.) Merr. Var. <i>formosana</i> (Mez) Yuen P. Yang		◎			◎	◎	◎	台灣山桂花	台灣
台灣蘇鐵	<i>Cycas Taiwaniana</i> Carruth		◎						台灣蘇鐵	台灣
平戶杜鵑	<i>Rhododendron mucronatum</i> G. Don		◎				◎		平戶杜鵑、白杜鵑、粉紅杜鵑	中國大陸中部、日本
白鶴靈芝	<i>Rhinacanthus nasutus</i> (L.) Kurz		◎				◎		仙鶴草、香港仙鶴草、白鶴草	印度、中國大陸雲貴、廣東、廣西山區
朱槿	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.		◎				◎		朱槿	中國大陸
朱蕉	<i>Cordyline terminalis</i>		◎						朱竹、鐵樹	國大陸、印度、馬來西亞
竹蕉	<i>Dracaena sanderiana</i> cv. 'Celica'		◎			◎			竹蕉	台灣
羽葉福祿桐	<i>Polyscias fruticosa</i>		◎						羽葉福祿桐	印度、馬來西亞、波里尼西亞
艾納香	<i>Blumea balsamifera</i> DC		◎		◎				大風草、大楓草	
杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i> (Lour.) Poir. <i>Adenodus sylvestris</i> Lour.		◎			◎			杜英、杜鶯、猴歡喜	臺灣、中國、日本、韓國、琉球、印度
杜虹花	<i>Callicarpa formosana</i> Rolfe		◎			◎	◎	◎	台灣紫珠	台灣、中國大陸、菲律賓亦有分布
杜鵑	<i>Rhododendron hybrida</i>		◎				◎		滿山紅	喜馬拉雅山區
沙漠玫瑰	<i>Adenium obesum</i>		◎				◎		天寶花、矮性雞蛋花	東非
咖啡樹	<i>Coffea arabica</i> L.		◎					◎	咖啡樹	南美的巴西、哥倫比亞、非洲
夜合花	<i>Magnolia coco</i>		◎				◎		相香港玉蘭、木蓮	中國大陸、越南
玫瑰	<i>Rosa hybrida</i> Hort. ex. Schleich		◎				◎		玫瑰、梅桂、徘徊花	北半球之極地帶至北非洲、墨西哥、印度、中國大陸
金鐘花	<i>Forsythia viridissima</i> Lindl.		◎				◎		黃鐘花	南美洲
金露花	<i>Duranta repens</i> L.		◎				◎	◎	金露華、台灣連翹、小本苦林盤	南美洲
長穗木	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>		◎				◎	◎	木馬鞭、九佳草、耳鉤草	熱帶美洲
非洲紅	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.		◎						紫錦木、非洲黑美人	西印度
南天竹	<i>Nandina domestica</i> Thunb		◎						天竹 天燭子	:中國大陸華北及華中各省、印度、日本
南美朱槿	<i>Malvaviscus arboreus</i> (L.) Cav.		◎				◎		大紅袍	墨西哥、秘魯、巴西
星點木	<i>Dracaena godseffiana</i> Baker		◎						星虎斑木、星點千年木	熱帶非洲
砂子劍變葉木	<i>Codiaeum variegatum</i> cv. 'Katonii'		◎						變色葉、彩葉木、錦葉木、撒金榕	栽培種
紅粉撲花	<i>Calliandra emarginata</i>		◎				◎		凹葉合歡、粉紅合歡、紅粉撲花	蘇利南島、墨西哥
紅葉鐵莧	<i>Acalypha wilkesiana</i> Muell. Muell.-Arg.		◎				◎		紅葉鐵莧、威氏鐵莧、紅桑	亞洲熱帶地方太平洋諸島、溫帶地區
美洲合歡	<i>Calliandra haematocephala</i>		◎						紅合歡、紅絨球	巴西
美國櫻桃	<i>Carissa grandiflora</i> A. DC.		◎				◎		卡利撒、美國櫻桃、大花卡梨	印度、錫蘭、緬甸、馬來西亞、爪哇
胡椒木	<i>Zanthoxylum Piperitum</i>		◎						風車草	日本、韓國

資料來源：何晨瑛，2004，附錄