

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 : 以食草多樣性指數做為都市生態設計準則之探討 - 以 *
* 名 稱 : 竹北市為例 *
* ***** *

執行計畫學生： 楊蕙如
學生計畫編號： NSC 98-2815-C-216-002-M
研究期間： 98年07月01日至99年02月28日止，計8個月
指導教授： 蔡靜嫻

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中華大學景觀建築學系

中華民國 99年03月18日

行政院國家科學委員會補助

大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* 計畫 *
* : 以食草多樣性指數做為都市生態設計準則之探討－以竹北市為例 *
* 名稱 *

執行計畫學生：楊蕙如

學生計畫編號：NSC 98－2815－C－216－002-M

研究期間： 年7月1日至 年2月底止，計8個月

指導教授：蔡靜嫻 助理教授

執行單位：中華大學 景觀建築學系

中華民國

99年

03月

18日

以食草多樣性指數做為都市生態設計準則之探討—以 竹北市為例

壹、緣起

隨著時代的進步及快速發展，開始大量的開發這片土地擁有的豐富資源，伴隨而來的是環境的汙染以及生物和自然資源的消耗。

綠色植物是許多生物的能量來源，也是調節二氧化碳的主要關鍵，並且在生物食物鏈中扮演著重要的角色，少了生產者，從食物鏈到食物網更擴大到整個生物生態系都將不存在。因此，如果能夠在我們對於土地的利用時，多加思考植栽的選種對於日後生物的棲息空間的影響，我們將能夠與生物平衡的相處。

為了解決目前的問題，近幾年來政府部門與學者積極推動生態工法，不管是從森林、農村、都市或敏感區域(1)等不同的環境，或是從水文、水理、生物、生態環境等各種角度加以研究，都已經具有成效。以實務性為主的生態工法主要目的是使基地周圍環境的保存、維護、復舊、改良，包括生物與非生物材料的應用與工程都可以達到永續利用的基本目的(2)。而在施工完成後亦不斷利用評估來修正施工的各種方法與材料(3)。

工程類的學者研究多半偏重於水質、水文、水理與水生生物之間的關係。水利與土木工程學者致力於改善工法以增加水生動物的生存空間。利用改善石樑工程之施工方式來增加水流歧異度與溶氧量有利於極樂吻蝦虎等生存於農田水路中生物的生存(4)。而曼寧 n 值的提高也可以使台中柳川流速降低，對於魚類棲地有正面的效應(5)。

現今的水環境污染問題可以利用工程來改善農田水利與溪流的环境，且已經略有成效。然而在空氣污染方面，近年由於二氧化碳的變化量驚人，二氧化碳濃度不斷在增加，使致大氣層遭受破壞，氣溫漸漸的升高，造成地球極速暖化(6)北極的冰川不斷的融化，生存在北極的生物也面臨了危機。然而，地球上的植物靠二氧化碳獲得能量，因此，對於二氧化碳的量而言植物是為密不可分的角色，但，現今植物大量的被砍伐，使二氧化碳的量無法調節。在台灣也有學者對於生產者與二氧化碳之間的相互關係進行探討與研究(7)(8)，對於地球的暖化問題、地球的環境、生態的保育以及森林的保護都是世界各地都在關注的議題。台灣有鑑於此我們也應該多多重視台灣這片美麗的土地，雖然因為開發使之遭受破壞，但我們可以保存我們僅存的生物及自然資源以及重建還原該有的生物棲地的環境。

貳、研究區位

一、地理位置

頭前溪流域位於台灣西北部，北鄰鳳山溪流域，東接大漢溪流域，南界大安溪流域，西有客雅溪流域及中港溪流域，上游有油羅溪與上坪溪兩支流會合。頭前溪發源於雪山山脈之鹿場大山，流經之行政區域包括新竹縣尖石鄉、五峰鄉、橫山鄉、芎林鄉、竹東鎮、竹北市及新竹市，流域面積共 566 平方公里，全水系長 63 公里。



圖 1 研究地理位置圖

二、氣候條件

1. 溫度

新竹地區之氣溫大體與台灣北部各地略同，頭前溪流域屬亞熱帶海洋性氣候，全年的溫差不大。由 4 月開始，迄至 11 月，為寒暑之轉變期，其起迄平均氣溫在 21°C 以上；但以 6 月至 8 月的平均氣溫較高，歷年平均 32°C 左右，極高 37.2°C；從 12 月至翌年 3 月為冬季，歷年平均溫度約在 17°C 左右，其中 1 至 2 月的平均氣溫較低。

除山岳地帶外，平地及丘陵地帶未曾有降雪現象。在此期間時有陰雨，當大陸寒流南下時，則比較寒冷，但全年均為生長季，雖為嚴冬也不十分嚴重。新竹之平地與山地年中氣溫稍有差異。

2. 雨量

新竹縣雨量之分布，山地多於平地，西部沿海平原全年雨量為 1,582 公厘，由東南丘陵延至高山地帶。新竹地區降水量因屬東北部溫暖濕潤的氣候，雨量適中，但受季風及颱風影響，雨量集中於 2 月至 9 月，而每年 10 月至翌年 1 月份左右為乾季。

3. 日照與蒸發量

新竹地區的日照時數在 1 至 4 月份較低，平均為每月 80 至 100 小時，6 月至 10 月份較高，平均為 175.9 至 232.6 小時。年平均的日照時數，尤以 2 月為最少，7 月為最多。頭前溪流域內之日照乃集中於夏季。

4. 風向

本研究區位氣候因受東北季風及西南季風影響，9 月至翌年 5 月間盛行。因受位置與地形之影響，每年除夏季至初秋之間，常有颱風過境，帶來暴風外，冬季東北季風盛吹，至夏

天轉為西南季風。

5.風速

東北季風風勢遠較西南季風為強。比起全省其他各地，僅次於澎湖及恆春，是台灣北部最多風之地方。東北季風盛行於 10 月至翌年 2 月之間，每月平均風速每秒 6 公尺以上，以 12 月之平均風速每秒 4.0 公尺為最高，最多方向為北北東；東北季風愈強，陰雨之範圍愈廣。

西南季風盛行於 5 月至 9 月之間。風力遠不如東北季風強大，期間除颱風之風速較大，及 5 月至 6 月風勢較強外，平均風速每秒 2.4 公尺。

6.颱風

台灣地區夏秋季均有颱風侵襲，不僅風力強勁且常有豪雨，異常發生災害，根據中央氣象局資料的統計整理得知，侵襲本省之颱風路徑主要共有六條(表 1):

表 1 颱風路徑次數及比率

	侵襲台灣之主要颱風路徑	侵襲台灣之主要 颱風路徑次數	比率 %
1	中心通過北部或北部海面，向西或西北進行	92	26
2	穿過台灣中部，向西或西北進行	46	13
3	通過台灣南部或南方近海向西或西北進行	110	32
4	沿東海岸或東部海面北上	43	12
5	沿西岸或台灣海峽北上	19	6
6	通過中南部，在向東北出海者	24	7
7	不屬於以上六類之特殊路徑	14	4

比率最高為通過台灣南部或南方近海向西或西北進行之路徑，佔有 32%，因此此路徑之颱風所帶來之雨水再經過新竹地區之前，已經因為地形因素，被中央山脈削弱其強度及雨量。

三、自然物理環境

1.水文

頭前溪發源於雪山山脈之鹿場大山西北麓，流經之行政區域包括新竹縣尖石鄉、五峰鄉、橫山鄉、芎林鄉、竹東鎮、竹北市及新竹市，流域面積共 566 平方公里,全水系長 63 公里(含幹流上坪溪長 44 公里及支流油羅溪長 26 公里)。

2.地質

地層分屬漸新世、中新世及上新世等；上坪溪上游為漸新世，中新世位於流域中游，下游則為上新世。其中，所有中新世地層都受到來自東南方及東方之造山壓力向西北擠壓，造成流域中游一帶岩層不斷重複或折疊，且斷層不斷；一般而言，地層大致為北東走向，以中高度向東南傾斜。本基地的地質構造單純，無斷層及裂谷。

3.土壤

頭前溪流域的土壤也以沖積土為主，還包含了黃壤、紅壤、岩石、無母質…等土壤。而新竹縣竹北市地區則幾乎是以沖積土為主，是由頭前溪與鳳山溪的下游流域所沖積出來的肥沃平原。

參、研究方法

維持生物多樣性是日前生物學家積極推動的目標，每一個生態系各有不同的網絡，也存在著錯縱複雜的相互關係(9)，因此透過了解植栽與一級消費者—蝴蝶之間密切的關係，能更清楚的知道保育植物生態才能夠保有蝴蝶生態。

一、植栽的分類方式

一級消費者—蝴蝶的一生與植栽是息息相關的，每個階段所依附的植栽也各有不同，因此，本研究參考頭前溪流域情勢調查一書，將頭前溪的植栽做整理分類，了解頭前溪植栽的生態，保有原生植栽的狀況。

一般來說，植栽分類的方式根據不同的分類依據有許多種類：

1.林奈把植物分成顯花與隱花 2 大類，就是根據植物花的生殖器官、雄蕊數目和位置。

多數的學者以林奈的二分法將植栽依據界、門、綱、目、科、屬、種作分類。

2.以景觀的領域來說，所謂景觀植物為具有可觀賞性的植物，一般來說，景觀師對於植物的運用大多以其生活習性、外觀的主要特徵及視覺上所展現的效果來做為選擇的方向，因此在坊間有許多的出版書，針對景觀植物的選種方式做了一些整理。

(1)景觀植物在不同季節會展現出不同的風貌，在東海大學景觀建築系的章錦瑜教授所出版的賞花圖鑑(10)中，則是以觀花性植物為主要分類對象。首先依照植物的生活習性分為喬木、灌木、藤本(11)，再藉由花色作為景觀植物之分類方式，最後探究其花型與各種植物之最特殊及與眾不同的特色。主要目的為藉由花色的不同，製造出不同觀感的視覺體驗。依照生活習性所分的植物型態分述如下：

I. 喬木:通常指主幹單一明顯之樹木，主幹生長離地至高處使分岐，樹冠具有一定之型態。植株高度 18 公尺以上為大喬木；9~18 公尺之間為中喬木；9 公尺以下為小喬木。

II. 灌木:不具明顯主幹，近地面低觸及行分枝，木質化枝幹多數叢集，株高多 5 公尺以下者稱之。株高 2~5 公尺稱為大灌木，1~2 公尺稱為中灌木，1 公尺以下稱為小灌木。

III. 亞灌木:多年生的低矮灌木，僅植株下部莖枝木質化，上部莖枝仍草直性。

IV. 藤本:具木質化的莖枝，但莖枝極易抽身甚長且無法自立，而成懸垂或匍匐狀，必須藉莖蔓纏繞、卷鬚或氣生根吸附，以及人為幫助方能固持而定型。

(2)薛聰賢所出版的台灣花卉實用圖鑑套書(12)，對於景觀專業人的植栽選種有很大的幫助，其依據植物之性狀做分類編輯如下：

I. 1 年生草花:指從播種、生長、開花、結實到老化死亡，壽命在 1 年之內的草本花卉。

II. 宿根草花:又稱為多年生草花，指在宿根性草本植物中，開花美麗，以觀花為

主的多年生草本花卉。宿根草花的壽命可延續多年，不論地上部是否已開花、結實，地下部仍然保持生命，翌年依然可以在萌芽生長，茁壯在開花。

- III. 球根花卉:在宿根性多年生草本花卉中，其根莖特別肥大，成塊狀或球狀，可儲存養份公發芽開花者稱之。
- IV. 多肉植物:凡植物之莖、葉肥厚多汁而耐乾燥者稱之。
- V. 蔓性植物:又稱為蔓生植物或藤本植物，指植物的莖、枝幹容易伸長而不能獨立，必須靠卷鬚或蔓莖之纏繞、攀附，甚至匍匐地面才能正常生長者，其中包括草本蔓性植物及木本蔓性植物。
- VI. 椰子類:泛指單子葉植物綱中之棕櫚科植物，莖幹有單生或叢生，通常不分枝圓柱狀。
- VII. 木本花卉:木本植物中，開花或結果美麗，而以觀花觀果為主之木本植物，其中包含了灌木類、喬木類，有常綠性或落葉性。
- VIII. 觀賞樹木:泛指在木本植物中樹形、枝幹、葉片優雅美觀，而已觀葉、觀姿為主者，包括針葉樹類、闊葉樹類、竹類等，其中有灌木類及喬木類，有常綠性、落葉性或半落葉性。

二、蝴蝶分類方式

因為環境、生態的保育議題，使在景觀的專業領域中，植栽的選種與生物的關係是非常密切的，因此在生態設計的需求上，坊間出版的生物與植栽關係的整理是很有幫助的。

- 1.以一般學者對於生物的分類以林奈 2 分法的界、門、綱、目、科、屬、種為依據，將蝴蝶分為弄蝶科、鳳蝶科、粉蝶科、小灰蝶科、小灰蛺蝶科、長鬚蝶科、蛺蝶科…等。
- 2.蝴蝶的生活史從產卵→孵化→蛻皮→化蛹→羽化，這六個階段都與植物是密不可分的(13)(14)。在蝴蝶的產卵階段尤其是如此，蝴蝶在產卵時會選擇使孵化的幼蟲能夠獲得充裕食物的地方，以確保孵化之後的幼蟲穩定的食物來源。在台灣蝴蝶食草與蜜源植物圖鑑一書中(15)，依其蝴蝶生活史每個階段的攝食行為與植物的關係，分為蜜源植物與食草植物。
 - (1)食草植物指的就是蝴蝶幼蟲攝食的植物，也就是所謂的「寄主植物」，包含了植物界中的草本及木本種類，目前已知的台灣蝶類食草，大多以雙子葉植物為主。
 - (2)蝴蝶的成蟲時期多有覓食行為，大部分需依賴開花植物的花蜜維生，也就是我們所謂的蜜源植物。在依其食草與蜜源植物之生活習性與外在特徵分為地生性草本植物、禾草、竹類與棕櫚、裸子植物獄中小型灌木、常綠喬木、落葉喬木…等。
- 3.根據成蟲蝴蝶的生活習性，不同種類的蝴蝶相對於其生活環境亦不相同。依其覓食環境做為依據，可分為：
 - (1)各類植物花叢上訪花
 - (2)樹幹上覓食樹液

(3)地面覓食落果、糞便、水液

(4)溪谷濕地吸食水液

4.蝴蝶對於溫度的敏感度高(16)，因此大多的蝴蝶分佈於中、低海拔地區，少數蝴蝶分佈於高海拔地區，因此將蝴蝶依據海拔高度做分類，分為平地區域、800 公尺以下地區、800~2200 公尺山區、2200 公尺以上山區。

三、歧異度

以生物多樣性去探討植物歧異度以及一級消費者的歧異度，以此了解在頭前溪的生態多樣性。生物多樣性通常以生物的歧異度來了解，其組成的結構可了解其生態的特性。歧異度指數是包含考量群落的豐富度及均勻度的組合。

我們以頭前溪的生態資料做整理，分別做植栽的分類與一級消費者---蝴蝶的分類。植栽分類分為喬木、灌木、草本、藤本、蜜源植物、食草植物。

算出每一種類的 Simpson 歧異度指數 (λ) 他代表在一樣區內，同時選出兩顆植株，其屬於同一種樹種的機率。其 λ 值值越高表示優勢度集中於少數。N 為一母體數， N_i 為個體種數。

$$\text{Simpson 指數 } (\lambda) = \sum (n_i / N)^2$$

Shannon 歧異度指數 (H') 此指數受種樹及個體數影響，種數越多，種間的個體分佈愈平均，則值越高，但相對的較無法表現稀有種。

$$\text{Shannon 指數 } (H') = -\sum (n_i / N) \times \ln(n_i / N)$$

歧異度 N_1 指示植物社會中具優勢的種數，而歧異度 N_2 指示植物社會中最具優勢的種數。

$$N_1 = e \times H' \quad , \quad N_2 = 1 / \lambda$$

均勻度指數 (E_5) 此指數可明顯的指示出植物的社會組成的均勻程度。指數愈高，則組成愈均勻，當此社會只有一種時，則指數為 0。

$$\text{均勻度指數 } (E_5) = \left[\left(\frac{1}{\lambda} \right) - 1 \right] / (e \times H' - 1)$$

肆、結果

本研究以頭前溪流域為基礎，並根據頭前溪情勢調查，對於植栽與蝴蝶資料做分類整理，以歧異度或百分比數做數值分析，並由兩種分析方式擇其一做統計分析。

一、調查結果

1. 植栽的種類

隨著環境的變遷，在頭前溪流域中仍然有許多原生的植栽種類保存下來。根據頭前溪情勢調查資料(17)的整理可得到現存木本植物為 90 種、草本植物為 217 種、藤本植物為 23 種。在全部 330 種的植栽種類中，其中食草植物數量為 45 種、蜜源植物數量為 22 種，食草所佔的比率比蜜源多出 1 半左右的數量，可知其食草植栽的重要性。

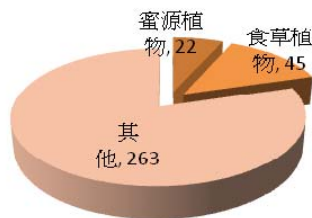


圖 2 植物分類數量圖

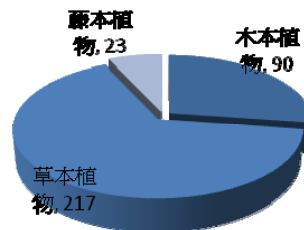


圖 3 蝴蝶植物分類數量圖

2. 蝴蝶的種類

頭前溪情勢調查資料可知目前位於頭前溪流域隻蝴蝶種類中，鳳蝶科 13 種、粉蝶科 8 種、蛺蝶科 28 種、小灰蝶科 9 種、弄蝶科 13 種、蛇目蝶科 1 種，為種中數量最少的。

蝴蝶的食物來源中，以吸食『花蜜』為主的比例占 39%；以吸食『花蜜、吸水』為主的比例佔 43%；以吸食『樹液、腐果』為主的占比例 3%；以吸食『花蜜、吸水、腐果』為主的比例占 8%；以吸『樹液、腐果、吸水』為主的占比例 39%；以



圖 4 蝴蝶覓食環境比例圖

吸食『死屍、腐果、吸水』為主的占比例 1%。蝴蝶對於溫度的敏感度很高，因此大部分的蝴蝶種類位於中、低、平海拔的占為大部分。

3. 歧異度

本研究將以頭前溪調查的植栽，以蜜源植物與非蜜源植物做分類，食草植物與非食草植物做分類。以歧異度、百分比數計算其數值作為比對，依其兩者數據中挑選較為適合分析之方法做為使用依據。

二、歧異度分析結果

1. 頭前溪資料以歧異度以及百分比數做分析結果數值如下:

- (1)蜜源植物歧異度所得到的 Simpson 指數 (λ) =0.876，Shannon 指數 H' =0.245。蜜源百分比數=7%，非蜜源百分比數=93%。蜜源植物的 Simpson 指數 (λ) 必須小於 0.876，Shannon 指數 H' 大於 0.245；蜜源植物百分比數須大於等於 7%。
- (2)食草植物歧異度所得到的 Simpson 指數 (λ) =0.7645，Shannon 指數 H' =0.3983。食草百分比數=14%，非食草百分比數=86%。食草植物的 Simpson 指數 (λ) 必須小於 0.7645，Shannon 指數 H' 必須大於 0.3983；食草植物百分比數須大於等於 14%。

表 2 蜜源植物歧異度、百分比數

	種數	Simpson(λ)	Shannon 指數 H'	百分比數
非蜜源	308	0.8756	0.245	93%
蜜源	22			7%
母體數	330			100%

表 3 食草植物歧異度、百分比數

	種數	Simpso (λ)	Shannon 指數 H'	百分比數
非食草	285	0.7645	0.3983	86%
食草	45			14%
母體數	330			100%

2.將頭前溪的食草與蜜源植物歧異度與百分比數分析數據的結果套用於實際設計配置數量，舉例如下：

(1)當公園裡有 50 種植栽種類時：

- 食草植栽數量為 7 種，Simpson 指數 (λ) =0.7592，Shannon 指數 H' =0.4050；百分比數=14%。
- 蜜源植栽數量為 4 種，Simpson 指數 (λ) = 0.8528，Shannon 指數 H' = 0.2788；百分比數=6%。

(2)公園裡有 30 種植栽種類時：

- 食草植栽數量為 4 種，Simpson 指數 (λ) =0.7222，Shannon 指數 H' =0.4506；百分比數=14%，食草植栽數量為 4 種。
- 蜜源植栽數量為 2 種，Simpson 指數 (λ) = 0.8756，Shannon 指數 H' = 0.2449；百分比數=6%，蜜源植栽數量為 1.8 種。

表 4 食草與蜜源實際設計配置數量

植栽總數量	50 種		30 種	
	種數	百分比	種數	百分比
蜜源	3	6%	1.8	6%
非蜜源	47	94%	28.2	94%
食草	7	14%	4	14%
非食草	43	86%	26	86%

3.一般的景觀生態規劃設計中，創造適合蝴蝶生物之棲地通常包含其棲地空間以及覓食環

境，因不同的蝶類其幼蟲特定寄主植物的分布也會造成蝴蝶出現的機率。蝴蝶的從毛毛蟲至成蟲的植栽選擇不一定相同，因此在植栽的配置中也將蜜源植物納入植栽的選種考量。以頭前溪食草及蜜源歧異度的數值為依據，推估總植栽種類數量達到多少時，需要多少種類的食草及蜜源植物，因此以下表 5 及表 6 為計算過後之參考數值。

表 5 食草種類數量對應總植栽總類數量

食草數量	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
總植栽總類數量	100-93	94-88	87-80	79-73	72-66	65-57	56-45	44-37	36-30	29-23	22-15	14-8	7-2

表 6 蜜源種類數量對應總植栽總類數量

蜜源數量	7	6	5	4	3	2	1
總植栽總類數量	105-91	90-76	75-61	60-46	45-31	30-16	15-2

4.以實際案例檢測上述理論之可行性，套用表 5 食草種類數量對應總植栽總類數量數值，選擇緊鄰頭前溪附近之鄰里公園－福星公園作為案例套用對象。

(1)背景：

福興公園為頭前溪附近之鄰里公園，位於竹北市福興路 893 巷 15 弄旁，設立已有二十年的時間，是為附近居民平時的休閒場所。

(2)現況：

目前現況食草植物有 3 種，蜜源植物有 2 種，總種植栽數量有 23 種，喬木種類少但數量多，以同種類喬木居多，地被、灌木植物稀少。

(3)食草歧異度分析：

根據前章的研究模式結果，就福興公園而言 23 種植栽，應有 4 種的食草數量，但實際調查結果，福興公園卻只存在 3 種食草。

伍、 討論與建議

本研究藉由整個頭前溪流域的生態觀點看待正在發展中的城市－竹北市，針對生產者與一級消費者關係做探討，然而蝴蝶與生產者是一平行演化的關係，因此，我們可藉由生產者的種類了解有可能有哪些蝴蝶存在，進而推論食物鏈中生物存在的可能性，因此對於生物多樣性之保留可達到落實。

以上的實際案例套用得知，一個設立二十年的鄰里公園並未達到頭前溪食草歧異度數值標準，由此可知，過去的台灣並未有生物多樣性的觀念落實於現居城市的行為。未來，可藉由調查座落於城市中的鄰里公園植栽種類，檢視目前鄰里公園距離達到生物多樣性還有多少的可能性。

就目前而言，台灣的土地開發有限，將來的景觀設計走向精緻化，因此小型的景觀規劃設計中的植栽配置，可依據本研究之數據作為植栽配置種數的依據，提供蝴蝶之棲地食物來源的條件。

台灣的都市計畫土地利用有不同種類，然而生物棲地空間及植栽能適應的棲地也各有所不同，因此未來可再針對不同棲地空間的食草植物做研究方向，提供更實質上景觀規劃設計

不同的植栽選種。

參考文獻

1. 邱銘源, 2007, 生態工法紮根台灣 就從環境敏感區劃設開始, 299 期, 50-55。
2. 黃瓊(王彪), 2008, 漫談生態工程與生態工法, 林業研究專訊, 15 卷 1 期, p 25-30。
3. 洪嘉均, 連惠邦, 2007, 道路護坡工--生態效能知多少--以省道台 18 線為例說明評估模式之建構及應用, 營建知訊, 299 期, p38-49。
4. 陳獻; 謝新春; 楊紹洋; 邱金火; 李俊儒, 2007, 石樑工法應用在農水路生態改善工程, 農業工程學報, 53 卷 2 期, p61-76。
5. 施上粟, 李鴻源, 胡通哲, 2004, 台中柳川應用生態工法於魚類棲地改善之研究, 中華水土保持學報 35 卷 3 期, p229-239。
6. 方清吉, 1998/3, 二氧化碳和地球氣溫暖化問題, 船舶科技。
7. 李振州, 葉學文, 譚鎮中, 2003/9, 關刀溪森林生態系土壤二氧化碳釋放來源之探討, 土壤與環境, 6 卷 3 期, p145-152。
8. 吳俊賢; 林俊成; 李國忠; 陳溢宏; 林麗貞; 林瑞進, 2005/3, 森林能源作物之二氧化碳吸存效果與能源產出效率, 臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告, 19 卷 1 期。
9. 李美慧, 2005, 生態監測, 明文書局。
10. 章錦瑜, 2004, 賞花圖鑑(喬木、灌木、藤本), 晨星出版。
11. 章錦瑜, 1993, 景觀植物, 淑馨出版社。
12. 薛聰賢, 1999, 台灣花卉實用圖鑑 1~15, 台灣普率有限公司。
13. 張永仁, 2007/1, 台灣常見 100 種蝴蝶野外觀察與生活史全記錄, 遠流出板事業股份有限公司。
14. 張永仁, 2000, 台灣賞蝶地圖, 晨星出版。
15. 林春吉, 2008/4, 台灣蝴蝶食草與蜜源植物大圖鑑(上.下), 天下文化。
16. Owen T. Lewis, Simon R. Bryant, 2002, Butterflies on the move, Trends in Ecology & Evolution
17. 曾晴賢, 2006, 頭前溪河系情勢調查, 新竹市經濟部第二河川局。