

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

☐國中組 ☒普高組 ☐技高組 成果報告格式

題目名稱：樹在我嘉-嘉義市前五大公園碳儲存與空氣品質改善效益

一、摘要

本研究運用 i-Tree Canopy 工具，分析嘉義市五座主要都市公園（北香湖公園、嘉義公園、228 紀念公園、嘉義都會森林公園與文化公園）在碳儲存與空氣品質改善方面的生態效益。結果顯示，北香湖公園擁有最高碳儲存量與空氣淨化經濟效益，主要因其面積廣大與樹木數量眾多。研究也指出，市中心公園因面積與綠地較少，整體生態功能不如郊區公園顯著。綜合分析後建議，應優先保護既有大樹、種植高效原生樹種，並加強市中心綠化設施，提升城市永續與居民福祉。

二、探究題目與動機

隨著全球都市化進程的加速，城市環境面臨諸多挑戰，其中最為突出的是生物多樣性喪失、空氣污染、氣候變遷及水資源管理等問題。為了應對這些問題，都市公園作為城市綠地的重要組成部分，逐漸被認識為改善城市生態環境品質的重要工具。都市公園不僅提供了居民休閒和娛樂的空間，還在保護生物多樣性、改善空氣質量、管理雨水以及調節氣候等方面發揮了關鍵作用。世界各地的都市公園，通過其多功能的綠化設施，為城市提供了寶貴的生態服務，有效地緩解了由於城市化所帶來的各種環境問題。

在全球範圍內，都市公園的生態價值逐漸受到關注。許多研究顯示，都市公園通過提供多樣的植被、濕地和水域等生態環境，成為了許多物種的棲息地，對維護生物多樣性具有至關重要的作用。除此之外，都市公園中的樹木和植物能夠吸收空氣中的二氧化碳和有害物質，改善空氣質量，減少都市熱島效應，並有效地管理降水，降低水災風險。這些生態功能讓都市公園成為現代城市永續發展的重要基礎。

隨著都市公園的生態價值日益受到關注，許多城市開始採用先進的技術工具來量化和分析綠化對城市環境的影響。在這些工具中，i-Tree Canopy 是一個廣泛應用的工具，專門用於估算城市樹木和植被覆蓋的範圍，並計算其對空氣質量、碳儲存、水分滯留等生態服務的貢獻。i-Tree Canopy 利用衛星影像和樣本分析，幫助城市規劃者和環境科學家準確評估城市綠化對環境的實際影響。這一工具使得城市管理者能夠清楚地了解城市中的樹木和綠地在改善空氣質量、減少熱島效應、提升水資源管理等方面的具體貢獻，從而更好地進行規劃與政策制定。台灣的嘉義市，作為中南部的重要城市，同樣面臨著城市化所帶來的環境挑戰。在這樣的背景下，嘉義市的都市公園在提升城市生態環境質量方面發揮了重要作用。嘉義市的公園，如文化公園、北香湖公園等，通過其多樣的綠化設施，不僅改善了當地的空氣質量，還在生物多樣性保護、雨水管理及氣候調節方面發揮了積極的作用。本文將以嘉義市為例，探討都市公園在當地生態保護與可持續發展中的具體貢獻，並介紹如何運用 i-Tree Canopy 這一工具來量化嘉義市都市公園在生態服務中的作用。從全球的角度理解其重要性，分析未來嘉義市如何進一步利用都市公園提升生態服務功能，推動城市綠色發展。

三、探究目的與假設

- (一) 量化嘉義市公園的生態服務價值。主要的研究方法是利用 i-Tree Canopy 工具來分析嘉義市幾個主要都市公園（如文化公園、228 紀念公園等）的綠地覆蓋範圍，並評估這些公園在改善空氣質量、碳吸收等方面的具體貢獻。
- (二) 分析公園對嘉義市環境改善的具體影響。我們將對不同公園的綠化覆蓋率、物種多樣性和氣候調節功能進行比較，進一步分析這些公園如何在改善嘉義市的空氣質量、減少熱島效應和優化水資源管理等方面發揮作用。
- (三) 提出嘉義市公園綠化規劃與永續發展建議。基於 i-Tree Canopy 工具分析結果，本研究將針對嘉義市未來的都市公園規劃提出具體建議，旨在增強公園的生態功能，提升城市綠色基礎設施的可持續性，並促進環境與居民福祉的長期發展。
- (四) 比較市中心公園與郊區公園在碳儲存及空氣淨化能力上的差異及原因。由 Google 地圖分析公園坐落的位置是否接近市中心及周邊建築物數量的多寡，把公園分類為市中心公園和郊區公園，進一步探討兩者對於環境影響的不同以及分析這些差異的原因。

四、探究方法與驗證步驟

本研究選定嘉義市面積最大的五座都市公園（表 1）作為碳排放研究的主要區域。在確定研究範圍後，首先利用 Google 地圖界定各公園的邊界，建立專案區域範圍。接著，使用 i-Tree 官方網站提供的樹冠評估工具:i-Tree Canopy（圖 1），在定義的專案區域內進行隨機取樣，判讀並評估地表覆蓋類型。透過電腦計算與資料彙整，獲得公園內樹木及其他綠色植被的覆蓋率，進一步推算其生態效益，包括 碳儲存量、每年碳吸存能力、空氣淨化效益，以及都市公園在生態環境中的整體價值。

(一) 研究地點

我們利用嘉義市政府資料開放平台的資料，選定嘉義市面積前五大的公園（表 1），作為本次調察之主要公園，面積由大到小排列如下：北湘湖公園、嘉義公園、228 國家紀念公園、嘉義都會森林公園、文化公園。

表 1: 嘉義市前五大都市公園基本資訊

名稱	面積 (ha)	利用型態	所在里別	座標 (X, Y)
北香湖公園	25.26	市鎮公園	香湖里	(193355.03, 2598922.24)
嘉義公園	23.21	觀光休憩運動公園	王田里	(195218.03, 2597895.21)
228 國家紀念公園	6.1	紀念公園	劉厝里	(195060.89, 2597149.38)
嘉義都會森林公園	5.5	保護區	東川里	(195990.42, 2597992.46)
文化公園	3.08	社區公園	過溝里	(193916.99, 2596964.33)

(二) 公園覆蓋類型之調查

本調查所使用的軟體為 i-Tree 的附屬程式: i-Tree Canopy (圖一) , 可記錄地區上的覆蓋類型, 包括樹木、草本植物以及土壤等。

i-Tree Canopy 的實際操作流程與方法: 1.進入 i-Tree Canopy 網站的首頁後, 點擊 Get Started 進行新專案的製作。2.點選 Draw Boundary, 從 Google 地圖上繪製專案區域邊界, 接著點擊 Next。3. 選擇所要調查的覆蓋類別, 接著按下 Next。本次調查使用的覆蓋類型共有八種 (即為系統預設值), 如樹/灌木、草地、泥土以及道路等 (詳見圖二)。4. 選擇貨幣類型 (新台幣 TWD)、計量單位 (公制 Metric) 等基本前置資料, 在按下 Next。5. 按下 (+), 平台將在 Google 地圖的空拍照片上, 隨機給定「一個點」, 接著對該點的覆蓋類型之進行判讀, 並選擇正確的覆蓋種類 (此過程需反覆操作)。6. 最後在點擊 Report, 即可得到覆蓋估計的相關數據。

步驟五需反覆做 500-1000 次左右 (此數值為平台建議調查點數, 實際上可依公園面積的大小而定, 如面積最大的北湘湖公園, 我們樣本數就做了 1000 個), 樣本數量做得越多, 系統計算出的覆蓋估計值也就越精確。

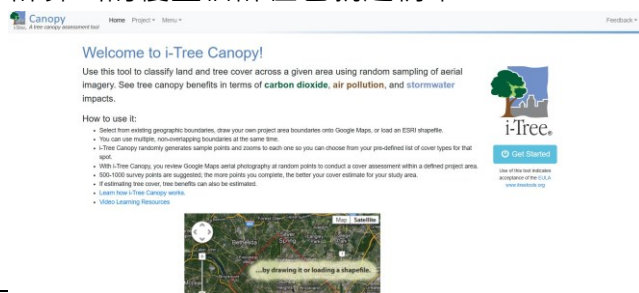


圖 1: i-Tree Canopy 官方網頁入口

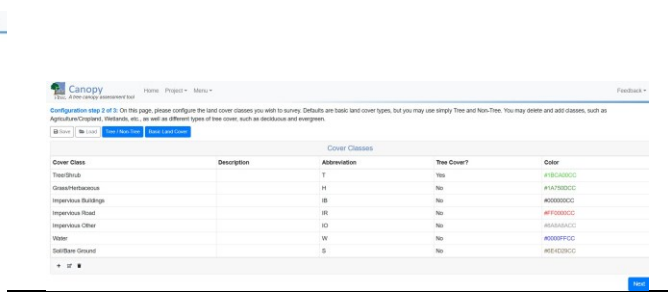


圖 2: 土地利用與覆蓋之分類

資料來源: <https://canopy.itreetools.org/>

本調查使用 i-Tree Canopy 平台估算五個公園三種方面的能力, 分別為碳儲存總量及效益、碳每年吸收的總量及效益和空氣淨化的總量及效益。並將分析結果做成表格 (表二), 以利分析比較用 (此指的效益即為把總量換算成金錢 (單位: 新台幣))。

表 2: 嘉義市前五大都市公園之碳儲存、碳吸收及空氣淨化效益

公園名稱	碳儲存總量 (公噸)	碳儲存效益 (元)	年碳吸收總 量 (公噸)	年碳吸收效 益 (元)	空氣淨化總 量 (公斤)	空氣淨化效 益 (元)
北香湖公 園	992.82	15,526,217	39.53	618,236	1,142.67	108,621
嘉義公園	797.68	12,475,555	31.76	496,762	897.82	10,796
228 國家 紀念公園	186.62	2,918,369	7.43	116,206	214.78	20,417
嘉義都會 森林公園	282.69	4,417,968	11.26	175,918	325.36	30,908



整體來說，這些數據顯示城市公園不只是提供綠地，還能幫助減少空氣污染，甚至帶來經濟效益。如果城市能夠增加高效能的綠地，或強化現有公園的植被，應該能進一步提升空氣品質，同時帶來更大的經濟價值。這讓我們覺得，未來城市發展不應該只考慮建設，還要兼顧環境的長期效益。

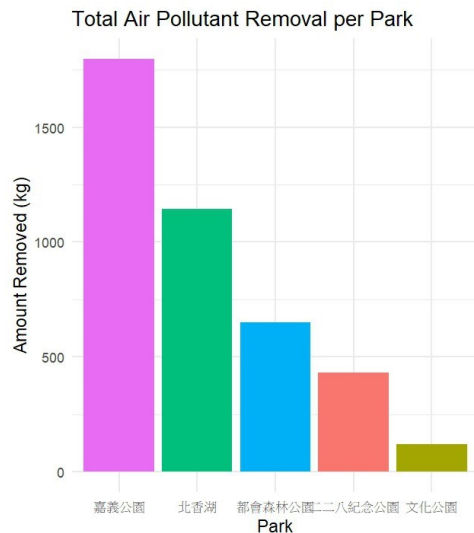


圖 4: 空氣淨化的能力

資料來源：本研究繪製

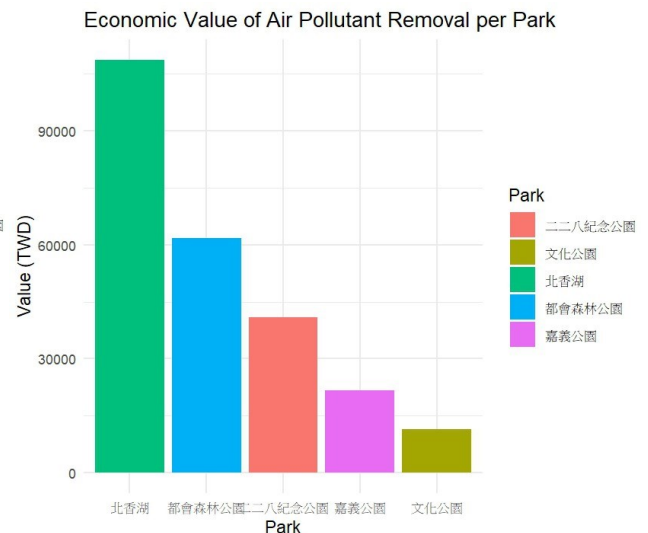


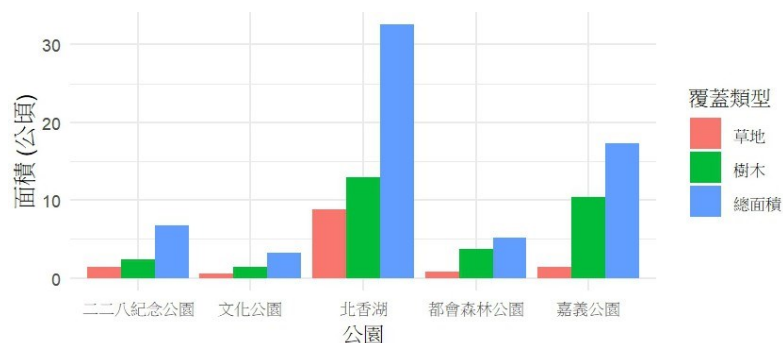
圖 5: 空氣淨化之經濟價值 (新台幣)

五、結論與生活應用

(一) 都市公園碳儲存與空氣淨化效益分析

根據本研究結果(圖 6)，嘉義市五座都市公園的面積大小與樹木數量由多至少依序為：

1. 北香湖公園
2. 嘉義公園
3. 228 國家紀念公園
4. 嘉義都會森林公園
5. 文化公園



資料來源：本研究繪製

圖 6: 綠樹與草地的覆蓋面積之統計

研究發現，北香湖公園的碳儲存量與每年碳吸收量皆為最高，推測其原因在於其擁有最大的面積，使公園內的樹木及綠色植被總量最多。而嘉義公園在整體碳儲存與每年碳吸收方面排

名第二，但在空氣淨化總量上表現最佳。然而，儘管嘉義公園的空氣淨化總量領先，但其空氣淨化效益（新台幣計算）卻為倒數第二。此現象可能與該公園淨化的空氣污染物種類有關，污染物的市場價值較低，導致整體空氣淨化的經濟效益受限。

另一方面，文化公園在碳儲存與空氣淨化的表現均相對較低，我們推測其主因在於其面積最小，導致綠地範圍有限，碳儲存與空氣淨化能力受限。因此，未來在進行相關研究時，除了關注空氣淨化總量外，亦應考量不同污染物的市場價值及其對人體健康的影響。我們建議，在公園綠地規劃中，可優先選擇能有效吸附高價值污染物的植物，並以台灣原生樹種（如台灣杉、樟樹、桂花樹、榕樹）為主，避免破壞當地生態系統，同時提升空氣淨化的經濟效益與社會價值。

(二) 都市公園對水資源管理與熱島效應的影響

都市公園在水資源管理方面發揮著關鍵作用。城市地表多被不透水材料（如柏油、水泥等）覆蓋，導致雨水無法滲透至土壤，增加雨水徑流並加重城市排水系統的負擔。都市公園可提供滯留與吸收雨水的功能，有效降低洪水風險並補充地下水。在嘉義市，部分新建都市公園已被設計為雨水滯留區，這類設計不僅能有效調節洪水風險，還能透過草地與植被過濾雨水中的污染物，改善水質。

此外，都市公園對減緩熱島效應亦有顯著貢獻。城市中心氣溫通常比周圍郊區高出數度，主要原因在於人工建築與地表材料吸熱能力較強。都市公園作為綠色空間，透過降低地表溫度與提供遮蔽，可有效減緩此現象。公園內的樹木與植被透過蒸發與蒸騰作用降低周圍空氣溫度，並改善建築物周圍的熱環境。根據台灣的研究，增加都市綠地可使周圍氣溫降低 1-3°C，這不僅能減少冷氣使用所帶來的能源消耗，亦能提升居民的舒適度，特別是在炎熱的夏季。

(三) 市中心與郊區公園的效益比較

根據 Google 地圖比較，文化公園與 228 國家紀念公園位於嘉義市中心，而北香湖公園、嘉義公園及嘉義都會森林公園則位於郊區。研究結果顯示，市中心公園的碳儲存與空氣淨化能力均低於郊區公園。從圖八及表一可知，市中心公園的面積較小，綠地與植被數量亦相對較少，因此影響了碳吸收與空氣淨化的總體效益。

儘管如此，市中心公園仍然發揮重要的環境功能，特別是在空氣污染較嚴重的區域，能夠有效吸收來自交通與工業排放的污染物，提升都市空氣品質。相較之下，郊區公園的生態系統較為自然，擁有較大的綠地面積與物種多樣性，因此在碳儲存與空氣淨化方面的效益更顯著。

(四) 公園綜合評估與建議

根據本研究結果，綜合考量 ** 碳儲存能力、空氣淨化效益及整體生態價值 **，嘉義市五座都市公園的排名依序如下：第一名為北香湖公園，該公園在碳儲存總量、每年碳吸收量及生態效益方面均表現最佳。第二名為嘉義公園，其在碳儲存方面排名第二，且在空氣淨化總量上表現突出。第三名為嘉義都會森林公園，雖然其碳儲存總量與空氣淨化總量不及前兩座公園，但仍具備良好的生態功能與環境效益。第四名為 228 國家紀念公園，該公園雖然面積較小，但仍對碳吸收與空氣淨化貢獻一定的環境價值。第五名為文化公園，由於其面積最小，

因此在碳儲存及空氣淨化方面的總體效益相對較低。這項排名顯示，公園的面積大小、植被覆蓋率及所選樹種，皆是影響碳儲存與空氣淨化效益的重要因素。

參考資料

- (1) 李介文。(2023)。臺灣 2050 淨零排放之機會與挑戰。證券服務，696，25-32。
- (2) 王麗惠。(2023 年 8 月 2 日)。台灣森林碳匯創新方案之研究 [部落格文章]。
<http://ir.lib.pccu.edu.tw/handle/987654321/52875>
- (3) 台灣大學。(2024 年 9 月 28 日)。台大樹語系統。<http://map.ntu.edu.tw/ntutree>
- (4) 教育部樹木資訊平台。(2020 年 3 月 12 日)。樹木資訊平台。<https://edutreemap.moe.edu.tw/trees/>
- (5) 馮豐隆、李宣德。(2009)。台灣之樟樹資源現狀與展望。Chinese Bioscience，37，3。
- (6) 孫國勛。(2009)。以 RFID, GPS, GIS 定位與通訊科技整合為基礎之文化資產保存, 管理, 展示及導覽系統-以珍貴老樹管理系統為例。地理資訊系統季刊，3 (4)，24-27。
- (7) 臺北市政府。(2017 年 10 月 23 日)。全面 e 化！臺北市行道樹、路燈資訊一點通。
https://www.gov.taipei/News_Content.aspx?n=F0DDAF49B89E9413&sms=72544237BBE4C5F6&s=F88DE54439B391D4
- (8) 新北市政府(2024 年 10 月 8 日)。新北之森。<https://i.tree.ntpc.gov.tw/TreeManagement/>
- (9) 劉業經、呂福原。(1994)。台灣樹木誌。國立中興大學農學院出版委員會。
- (10) 呂福原，歐辰雄，呂金誠。(2000)。台灣樹木解說。行政院農業委員會。
- (11) 李孟儒(2018 年 2 月 16 日)。【綠樹專欄】原來樹之間也有減碳能力分班！。
<https://www.domicearth.com/post/tree-carbon-reduction-ranking>