



高雄市政府環境保護局

Environmental Protection Bureau  
Kaohsiung City Government

# 112年校園樹木碳匯量測



簡報單位： 上境科技股份有限公司

簡 報 人：李明芳、張芳慈 工程師

中華民國 112 年 6 月 16 日

# 簡報大綱

1

環境背景

2

計畫概述

3

碳匯介紹

4

樹木碳匯量測



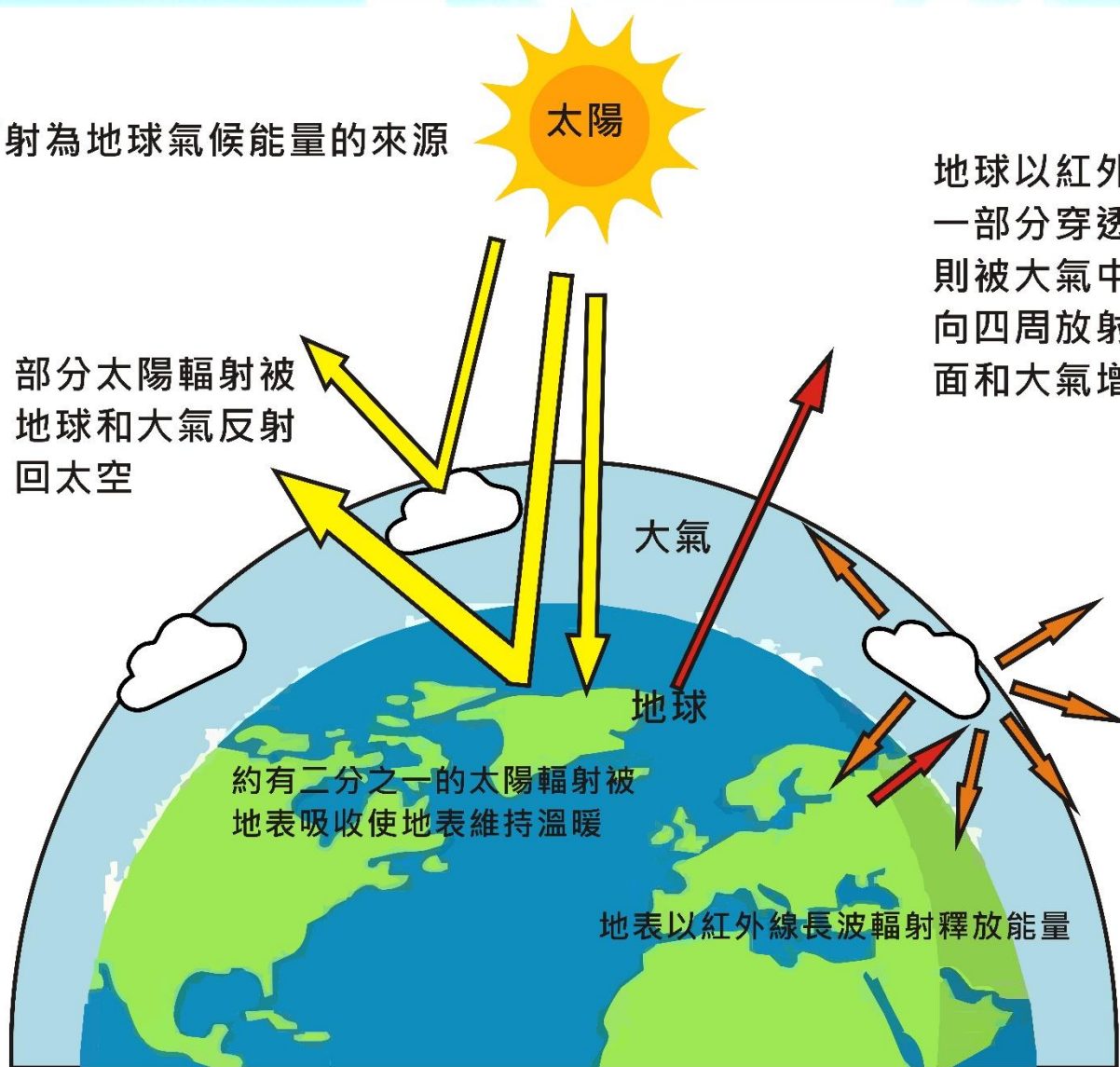




# 1、環境背景

# 溫室效應

太陽輻射為地球氣候能量的來源



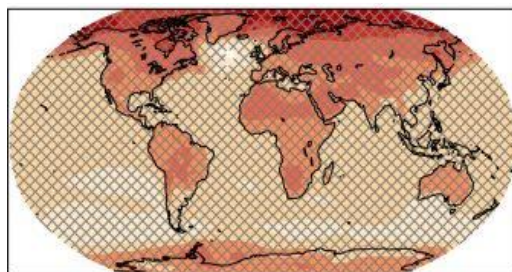
## 溫室效應

地球以紅外線長波輻射釋放能量，一部分穿透大氣射出太空，大部分則被大氣中的溫室氣體和雲吸收並向四周放射，這種效應會使地球表面和大氣增暖



# 模擬未來平均升溫1.5°C或2°C 全球溫度與降雨量推估

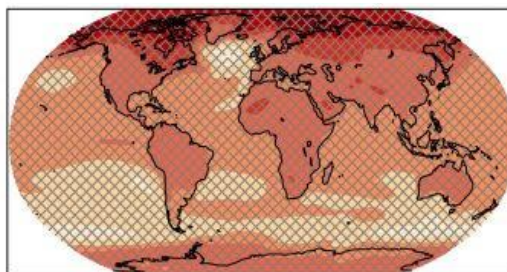
全球平均表面溫度上升1.5°C  
時，平均溫度變化



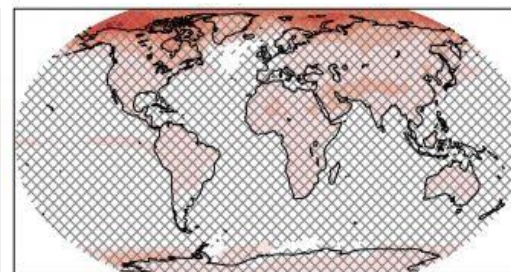
Temperature (°C)



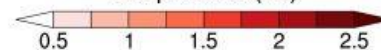
全球平均表面溫度上升  
2°C時，平均溫度變化



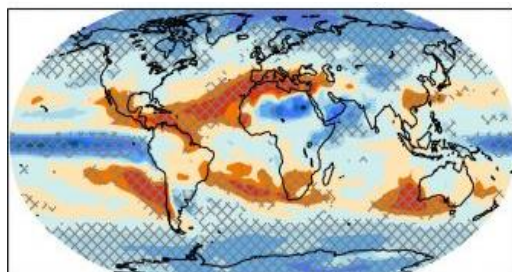
平均溫度變化差異



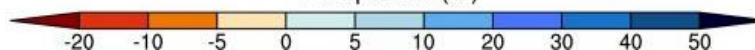
Temperature (°C)



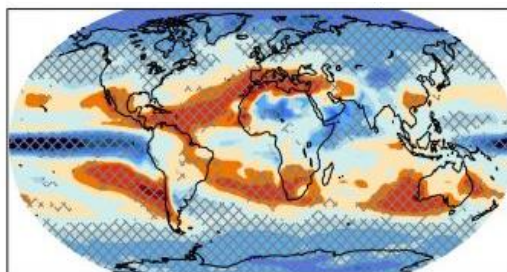
全球平均表面溫度上升1.5°C  
時，平均降雨量變化



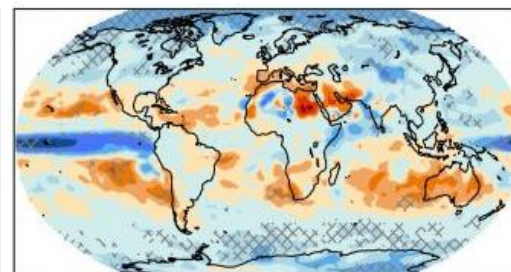
Precipitation (%)



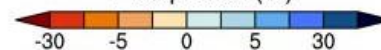
全球平均表面溫度上升  
2°C時，平均降雨量變化



平均降雨量變化差異

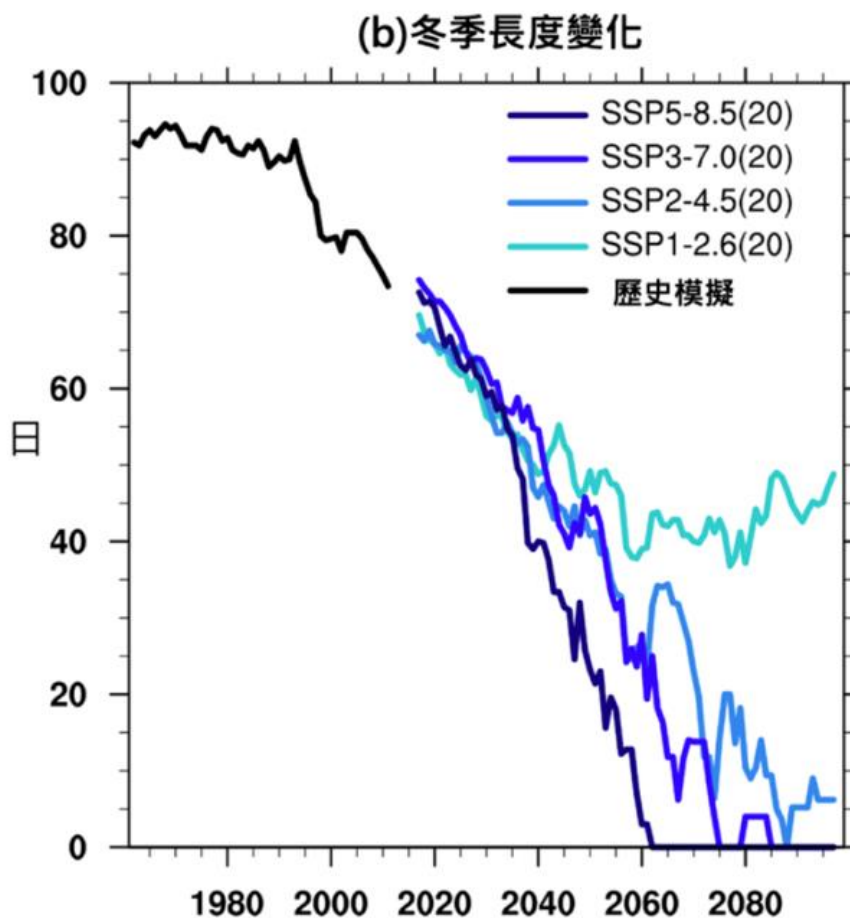
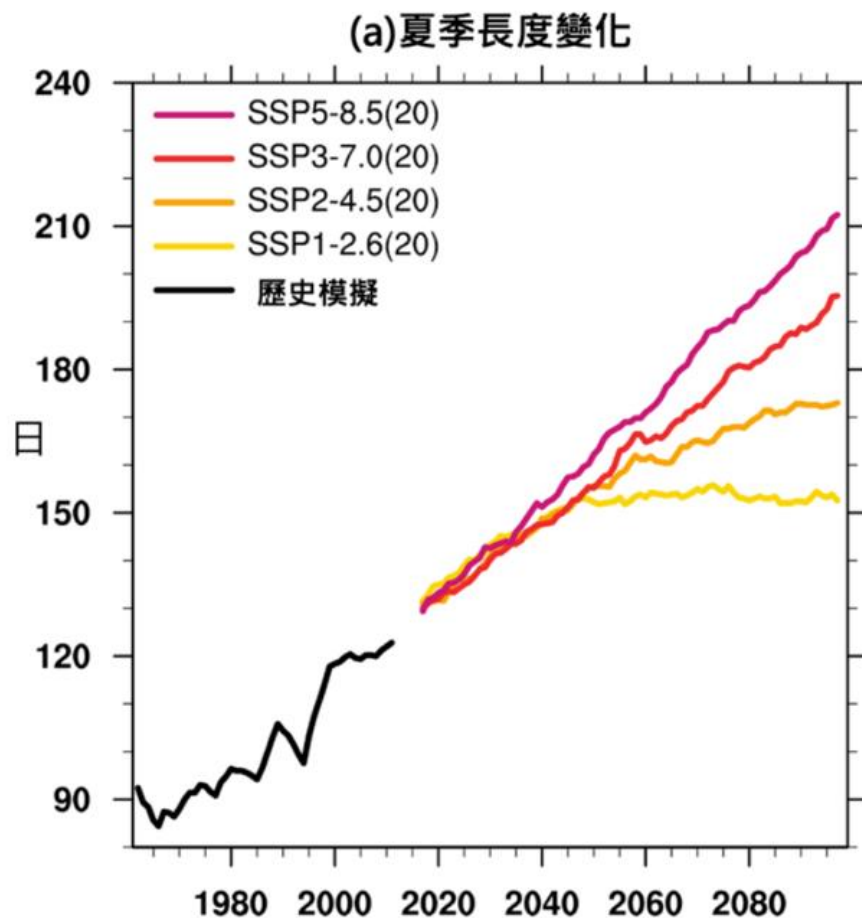


Precipitation (%)



# 推估季節長度的變化

- 未來推估台灣的夏季長度從目前約130天增長為155~210天，冬季長度從目前約70天減少為0~50天，最劣情境下變遷明顯，理想環境下變遷相對緩和



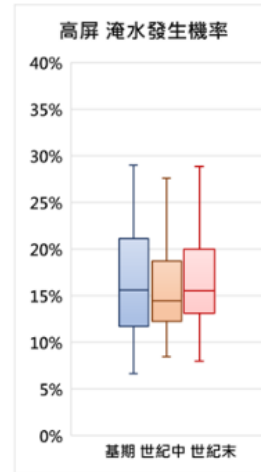
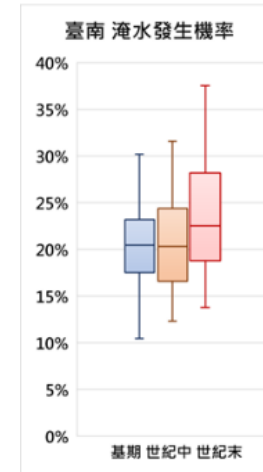
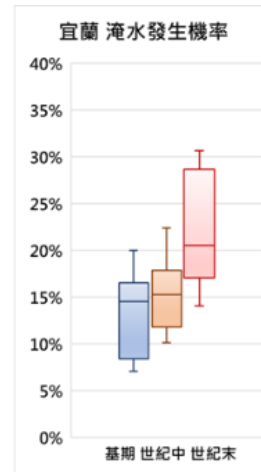
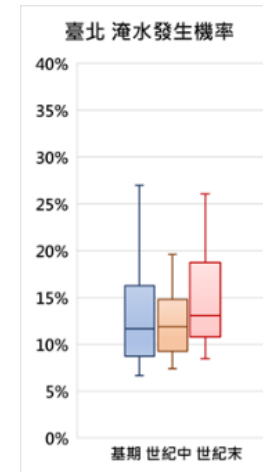
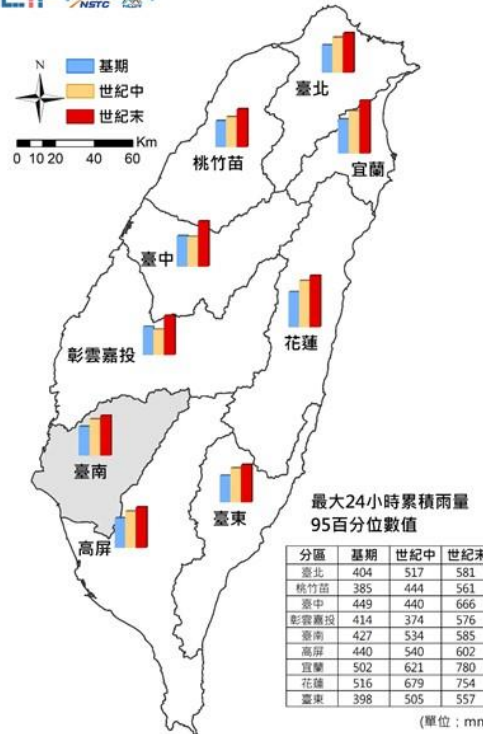
# 臺灣氣候變遷衝擊評析

## 極端降雨與淹水發生機率未來變化趨勢

■ 全台極端降雨（最大24小時累積雨量95百分位數值），除中部地區於中世紀略為減少，其他區域皆呈現增加趨勢

■ 以台北、宜蘭、台南、高屏四分區淹水發生機率為例（以現有條件進行模擬），中世紀較基期之淹水機率呈現持平或略微增加，世紀末增加幅度更為明顯

TCCIP





# 未來海平面上升變化趨勢-大臺北地區

- 依據IPCC AR6(第六次評估報告)之升溫 $2^{\circ}\text{C}$ 情境，將導致台灣周邊海域海平面上升0.5公尺，升溫 $4^{\circ}\text{C}$ 情境，將導致海平面上升1.2公尺
- 大臺北地區因海平面上升造成的溢淹，主要發生在淡水河出海口一帶。在現有堤防保護下，都市區域影響相對較小



海平面上升0.5公尺

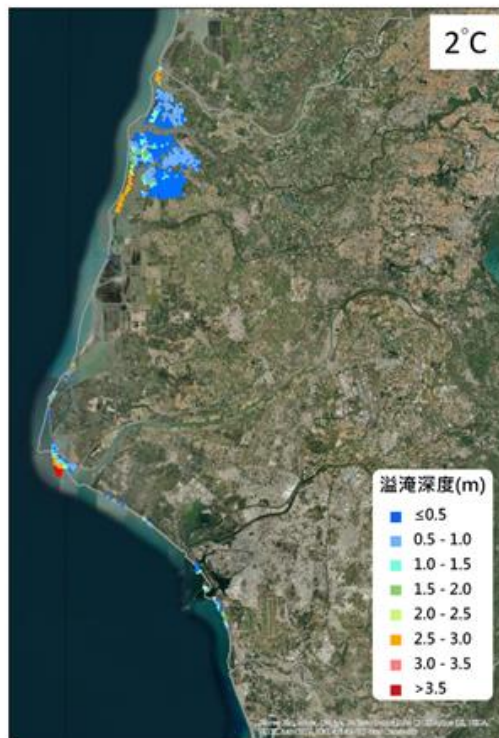


海平面上升1.2公尺

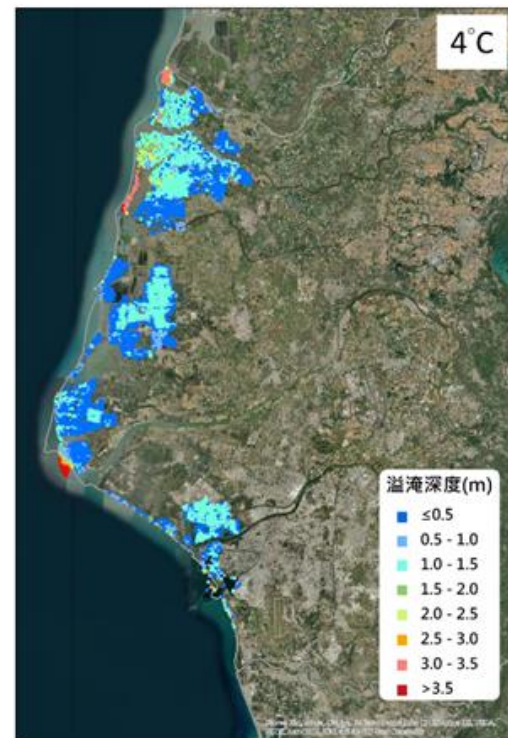


# 未來海平面上升變化趨勢-西南沿海地區

- 西南沿海以臺南地區為例，海平面上升可能導致地勢較低窪地區有溢淹情形（以現有地形資料模擬）
- 溢淹較深區域以沿海養殖魚塭、濕地及沙洲較為顯著



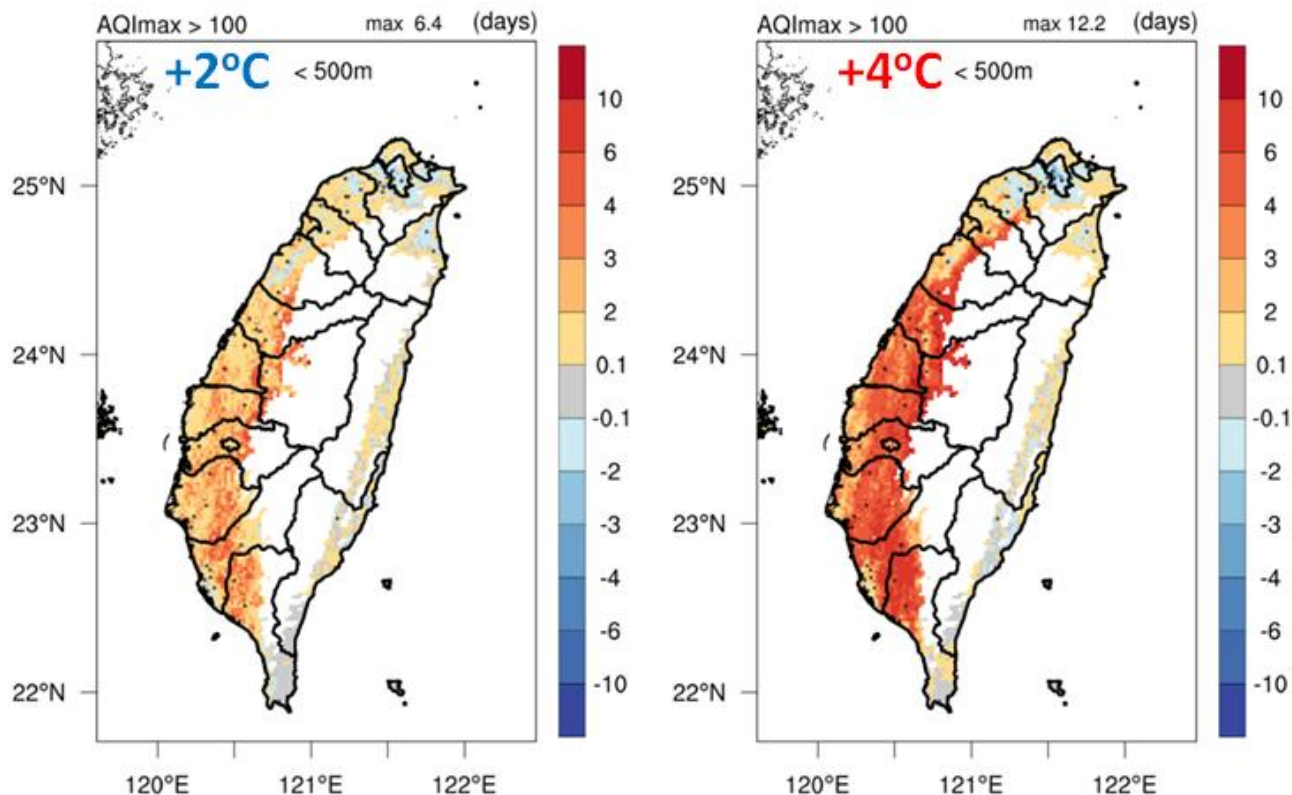
海平面上升0.5公尺



海平面上升1.2公尺

# 臺灣空氣品質變化趨勢

- 升溫情境下，因氣候因素（風力減弱、穩定度增加、邊界層變淺）造成空氣品質不良（AQI指數大於100）的情況在西半部有增加趨勢
- 中、南部區域增加明顯（以現有條件進行模擬）





# 國際溫室氣體重要減量協議演進

1992年9月 地球高峰會  
聯合國氣候變化綱要公約  
UNFCCC

- 地點：巴西里約熱內盧
- 參與：155個國家
- 目標：將大氣溫室氣體穩定在一定且安全水平，防止氣候系統因人為干擾而造成不可回復的後果
- 生效日：1994年3月

1997年12月 COP3  
京都議定書Kyoto protocol

- 地點：日本京都
- 參與：132個締約國
- 目標：附件一國家溫室氣體排放量在2012年減少5%
- 生效日：2005年2月

2015年12月 COP21  
巴黎協定 Paris agreement

- 地點：法國巴黎
- 參與：197個締約國
- 目標(取代京都議定書)：控制世紀末全球平均溫升低於2°C(相較於工業革命前)，且努力追求低於1.5°C
- 生效日：2016年11月4日

# 2050淨零排放(Net-Zero Emission)議題興起

2018年IPCC發表《全球變暖1.5 °C 特別報告》定義

- **碳中和**：當一個國家(組織)在一年內的二氧化碳排放，通過二氧化碳去除技術應用達到平衡，就是碳中和或淨零二氧化碳排。如透過減少碳排放量或通過碳吸存項目(如永續的植樹造林)，抵消了其產生的所有碳排放量
- **淨零排放**：當一個國家(組織)在一年內所有**溫室氣體**排放量與溫室氣體清除量達到平衡時，就是淨零溫室氣體排放
- **淨零~排放-減排-移除=0**

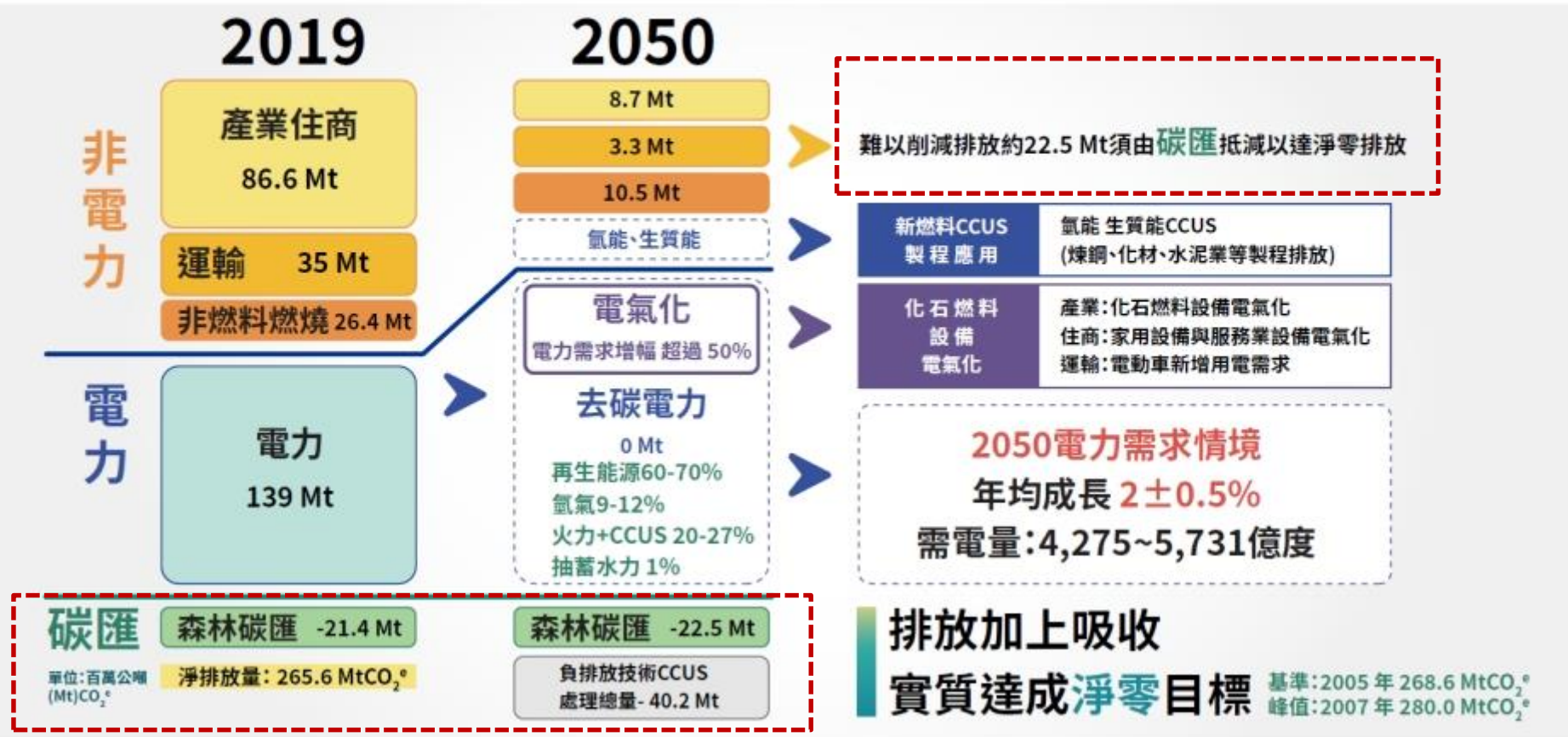


圖片引自經濟部能源局



# 2050淨零排放規劃

## 2050 淨零排放規劃



# 十二項關鍵戰略~自然碳匯

- ✓ 藉由執行造林及相關經營工作能降低大氣二氧化碳濃度，建構負碳農法及海洋棲地、植物保育術、保護生物多樣性、避免土壤流失、保育森林及復育碳匯生態系統，以提升碳吸存功能







## 2、計畫概述





# 計畫緣由

自民國84年7月1日起，行政院環境保護署將部分空氣污染防制費運用於空氣品質淨化區之建設，以利用植物生理的特性有效淨化空氣品質



## 空品淨化區基本理念

- 藉由植物的生理特性 - 包括吸收二氧化碳、釋出氧、吸收污染氣體、截捕空氣中的浮游塵、改變空氣中之溼度和溫度等，以淨化空氣的品質
- 減緩廢棄物、噪音、水污染等人為環境污染

# 計畫緣由

高雄市政府空氣品質淨化區設置及管理要點

→ 修正版於103年5月20日經高雄市政府  
第170次市政會議審議通過

- 為改善揚塵問題及空氣品質，補助設置及管理空品淨化區
- 由環保局補助經費予**各機關學校**執行設置空品淨化區

## 基地類型：

- 垃圾場綠化
- 廢棄物棄(堆)置場綠化
- 道路綠帶
- 裸露地綠化
- 環保公園
- **校園揚塵改善區**
- 其他



高雄市立社會教育館



前鎮區二聖公園



鳳山區生明社區綠美化



鳳山區文華國小

# 空氣品質淨化區設置現況

## 計畫範圍

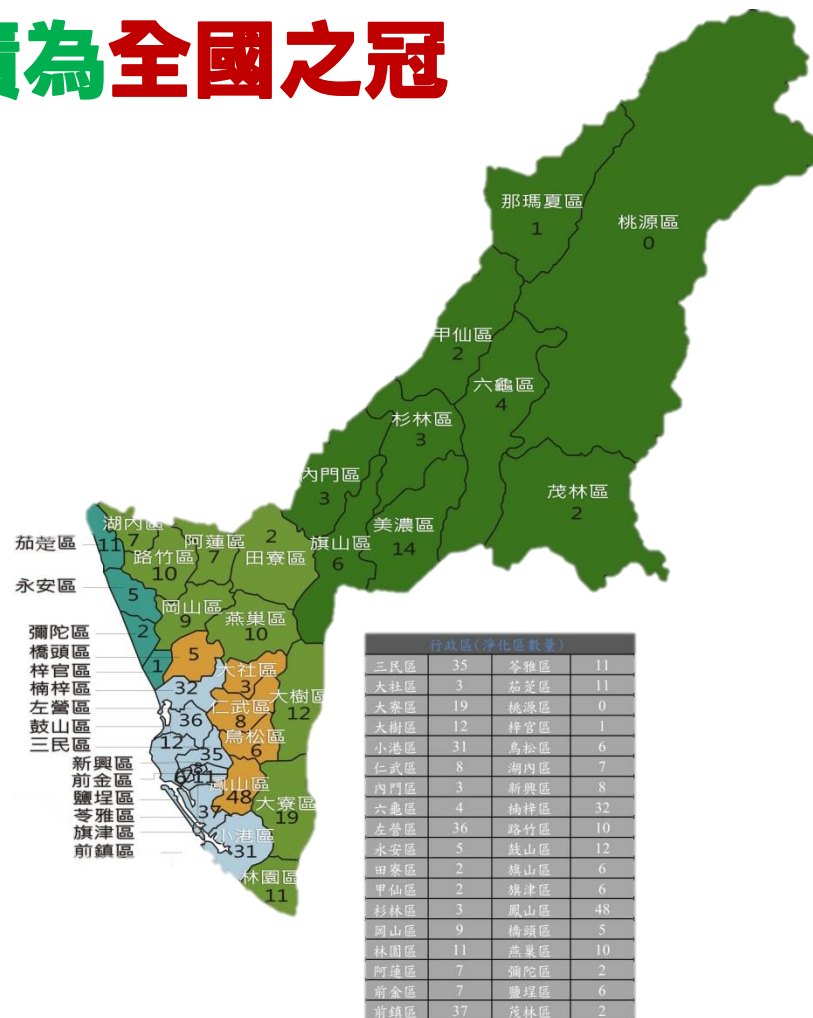
- 高雄市38個行政區域
- 面積約2,947平方公里

## 設置現況

- 全市空品淨化區共設置 430 處，綠化面積達173.2公頃，居全國之冠
- 鳳山區 48 處空品淨化區佔最多，其次為前鎮區37處及左營區36處
- 僅桃源區尚無設置空品淨化區

## 空品淨化區設置數量及綠化面積為全國之冠

| 空品淨化區類別    | 環保署補助 | 環保局補助 |
|------------|-------|-------|
| 環保公園       | 17    | 18    |
| 空地(或社區)綠美化 | 13    | 54    |
| 道路綠帶       | 11    | 17    |
| 校園揚塵改善區    | 2     | 287   |
| 污染場址復育與綠化  | 1     | 1     |
| 自行車道       | 2     | 0     |
| 其他         | 3     | 4     |
| 小計         | 49    | 385   |
| 總計         | 430   |       |





# 空氣品質淨化區設置機能

## 微氣候的緩和

空氣的淨化、溼度的調節、防風、日照量的減少，根據學者研究，植栽的影響均因植栽覆蓋面積增加而提升

## 建築物的保護

建築物表面可能因為時間的關係逐漸劣化，也會受到酸雨、紫外線、溫度等影響，但可藉由植栽之覆蓋來預防

## 空氣淨化

植栽有吸收 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、塵埃、重金屬等物質的功能，亦與綠化面積呈正相關

## 噪音的降低

葉片較厚的植栽以複層栽植的手法構成較寬的植栽帶，可達到較佳的減噪效果

## 省能

植栽覆蓋可調控溫度使室內冬暖夏涼，其隔熱效果甚至比人造的隔熱材料為佳

# 空氣品質淨化區設置機能

**氣候改善** 緩和溫室效應、降低環境溫度

**水份涵養** 植栽根系具保水能力

**空氣淨化** 植栽有吸收CO<sub>2</sub>、塵埃等物質

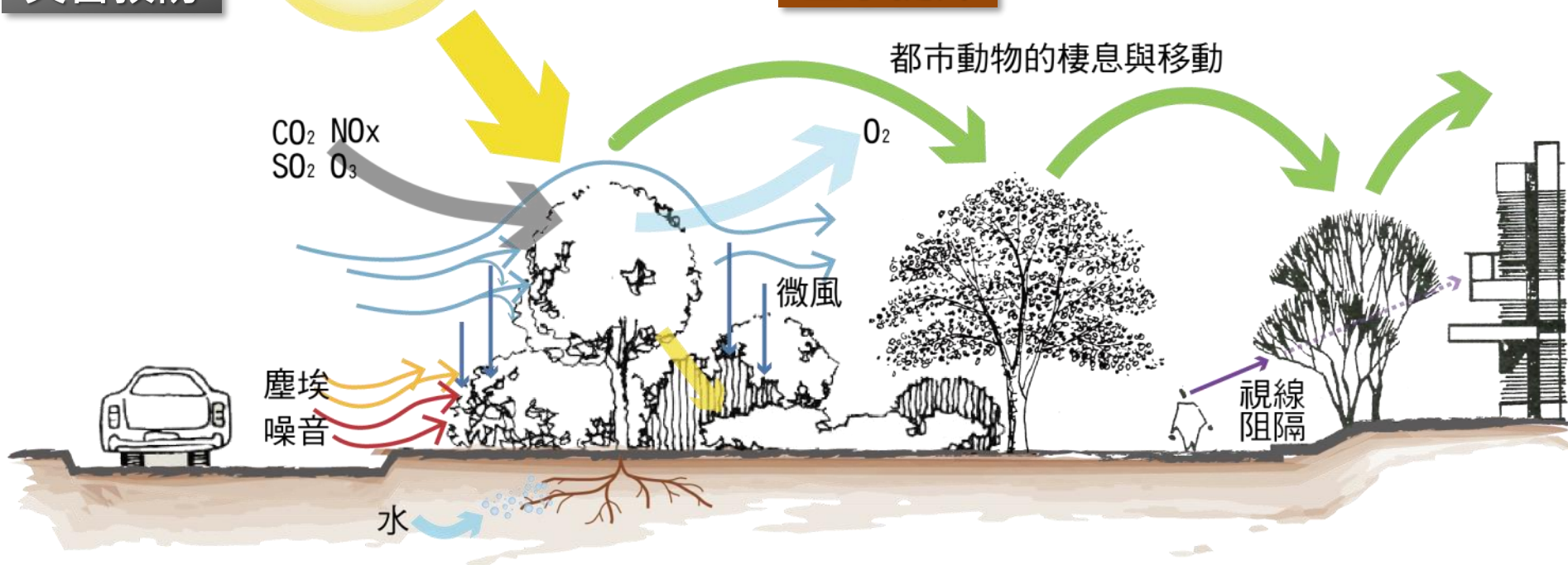
**災害預防** 防火特性、避難路線

**資源節省** 降低發電成本

**都市生態** 提高都市綠地間的連續性

**景觀構成** 修飾、遮蔽視覺衝擊的設施

**五感提升** 降低噪音、安適感提升



# 植樹綠化實質效益

## 綠化量指標與CO<sub>2</sub>固定量

- 喬木效果是灌木及花草坪的3倍及45倍
- 闊葉喬木較疏葉形喬木CO<sub>2</sub>固定效果佳
- 同時栽種喬灌木比單植喬木之CO<sub>2</sub>之固定量高

## O<sub>3</sub>濃度降低

- 不同樹種對O<sub>3</sub>吸收能力差異

## 懸浮微粒減少

- 懸浮微粒的大小、形狀、溼度及其表面結構
- 植物攔截面之大小、形狀及其表面結構
- 植物周圍之微氣象

## ■ 植樹綠化每年實質效益 新增植樹綠化面積每0.5公頃可吸收：

- 二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放量11.5噸/年
- 粒狀污染物(TSP)排放量0.257噸/年
- 二氧化硫(SO<sub>2</sub>)排放量3.74噸/年
- 二氧化氮(NO<sub>2</sub>)排放量0.8525噸/年
- 一氧化碳(CO)排放量1.1噸/年
- 臭氧(O<sub>3</sub>)排放量4.9噸/年
- 過氧硝酸乙醯酯(PAN)排放量0.085噸/年

計算方式引自：環保署・101年度空品淨化區經營維護管理考評準則



社教館空品淨化區



仁愛公園空品淨化區





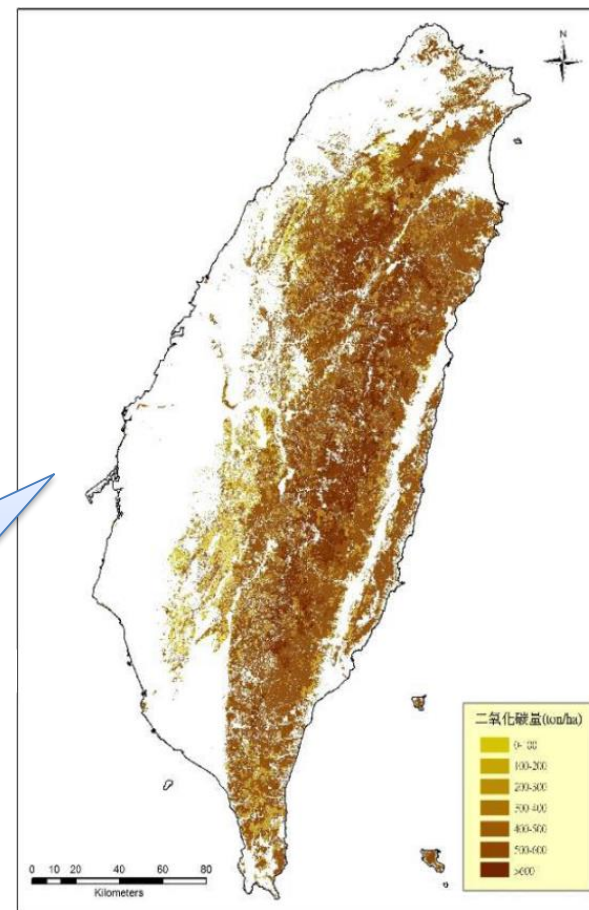
## 3、碳匯介紹



# 自然碳匯 – 國內現況

「碳匯」(carbon sink)是固定及儲存二氧化碳的場域，具負碳功能，**森林、土壤、海洋**為碳匯三大潛力領域

- 我國「國家溫室氣體排放清冊報告」內僅將森林納入溫室氣體排放移除源，最新一期清冊報告2020年溫室氣體移除量為**2,190.5萬公噸CO<sub>2</sub>**，約可抵減全國排放量**7.6%**
  - 國內缺乏土壤及海洋碳匯基礎資料，目前未納入清冊報告內
- 我國森林總面積為219.7萬公頃，森林覆蓋率達60.7%
  - 森林蓄積量約為5億立方公尺，總碳儲存量(碳庫)為7.5億公噸CO<sub>2</sub>當量



# 自然碳匯－推動目標

- 配合臺灣2050淨零轉型關鍵戰略規劃3大自然碳匯路徑，針對自然環境中「森林」、「土壤」、「海洋」可吸儲之碳匯源，3大路徑輔以「研發與建立科研技術」提升增(碳)匯效能
- 2040年目標為增加**1,000萬公噸**碳匯量

森林



土壤



海洋





# 推動策略及措施 – 森林

## 森林碳匯策略



# 自然碳匯 – 推動目標

## 🌲 森林策略1 增加森林面積



國有林地森林覆蓋率高，可供新植造林面積有限，將導向山坡地**邊際農地造林**，提升森林面積



推動**混農林業**經營模式，增加造林收益、提升民眾參與意願。



推動**都市林**營造，增加碳匯效益同時優化城鄉生態環境

2030年目標

累計造林12,600公頃；

碳吸存**10.7萬**公噸CO<sub>2</sub>當量/年



# 自然碳匯－推動目標

## 森林策略2 加強森林經營管理

2030年目標：

累計森林經營16,400公頃；累計竹林經營30,000公頃；碳吸存**45.4萬公噸CO<sub>2</sub>當量/年**

### 劣化林地復育

- 銀合歡移除再造林
- 劣化之海岸林
- 老化退化之人工林

### 人工林撫育

- 針對造林滿7年以上的人工林進行修板及疏伐等
- 加速林木生長、提升碳保存效益，蘊育良好形質林相，以利於林產物利用

### 竹林經營

- 妥善經營的竹林碳匯效益大於一般森林
- 啟動「新興竹產業振興計畫」，強化產業收益，促進經營活動



# 自然碳匯－推動目標

## 森林策略3 提高國產材利用

### 提高國產材利用 避免國內木材市場過度依賴進口

- ◆ 2009年至2018年，平均年進口約504萬 $m^3$ ，可能來自天然林約183萬 $m^3$ (約占36%)，間接助長國際天然林消失及非法木材貿易
- ◆ 減少木材長途運輸之能源消耗與碳排放
- ◆ 林產業復振：林產業凋敝，導致部份林業用地轉為違規超限利用，不利於維護國土保安及森林覆蓋率

2030年目標：  
林材生產20萬 $m^3$ ；  
碳儲存19.7萬公噸CO<sub>2</sub>當量

林產業復振

2017國  
產材元年

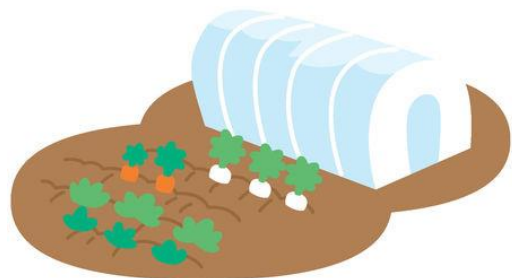
2030木材  
自給率5%、  
20萬 $m^3$



# 推動策略及措施 – 土壤



## 土壤碳匯策略

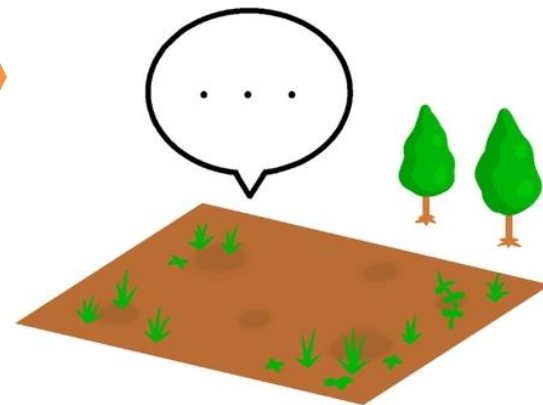


### 強化土壤 管理方式

- 增加土壤有機質為目標，建立有效土壤管理技術
- 建立碳儲量之評估基準與分析技術，建置碳儲潛力分區圖
- 建立土壤碳匯監測、報告、驗證(MRV)機制

### 建構負碳 農法

- 推廣具負碳功能作物或品種
- 推動作物負碳之栽培技術
- 推廣農業剩餘資源再利用及適用微生物，增加土壤有機質



# 推動策略及措施 – 土壤



## 策略1 強化土壤管理方式

- 建立國內土壤碳匯MRV及開發優化土壤增匯資源或方法



## 策略2 建構負碳農法

- 推廣負碳技術及作物栽培：  
推動草生栽培、溫網室設施少整地栽培、種植綠肥作物、不整地環境耕作等。預計至2030年推動面積11.9萬公頃，增匯量達19.9萬公噸CO<sub>2</sub>e
- 農業剩餘資源再利用及適用微生物：  
稻草切斷翻埋利用及推廣使用有機質肥、微生物肥料等，預計2030年推動面積30萬公頃、增匯6萬公噸CO<sub>2</sub>e





# 推動策略及措施 – 海洋

## 海洋碳匯策略



# 推動策略及措施 – 海洋

## 海洋碳匯策略1 開發碳匯量測方法

1. 岸際原生植物量化、提升藍碳增匯工能、量測棲地植物活性效率
2. 調查海洋、濕地碳匯量測法；建立本土海洋碳匯基線資料
3. 開發增量海洋碳匯潛力技術



## 海洋碳匯策略2 發展複合養殖模式

1. 多營養階漁電共生淡水及海水養殖模開發(如藻類-虱目魚海水多營養階養殖模式)
2. 產業推廣與輔導體系推動

## 海洋碳匯策略3 增匯管理措施及水產植物復育

1. 調查分析紅樹林、海草床並復育
2. 維護新增保育濕地面積
3. 透過紅樹林、海草床、濕地復育提高碳匯量，預計2030年可達碳匯量約34萬公噸CO<sub>2</sub>e

# 森林碳匯相關名詞



## 碳匯 carbon sink

定義：吸收大氣中含碳氣體的量大於釋放的現象  
ex植物、海洋、土壤固碳

## 碳庫 carbon pool/reservoir

定義：碳循環carbon cycle的一部份

## 碳通量 carbon flux

定義：碳庫間，碳交換的現象

## 碳貯存 carbon storage

定義：可長期存放的非大氣碳貯存物 ex生物量

## 碳吸存 carbon sequestration

大氣碳庫轉入其他碳庫中，有別於廣義的吸碳  
ex地質碳吸存、生物碳吸存





## 4、樹木碳匯 量測

# 樹木碳匯量測及測量方法

## 空品淨化區碳匯量測作業

- 空品淨化區綠覆率及使用率估算、碳匯量測，上傳至環保署及資訊網資料庫



| KEY | 序號        | 日期        | 樹種 | 樹名   | 圍周 (cm) | 樹全高 (m) | 幹材材積 (m³) | 幹材生物量 (ton) | 枝葉生物量 (ton) | 全株生物量 (ton) | 一哩樹碳量 (ton) | CO2當量 (ton) | 測量日期      |
|-----|-----------|-----------|----|------|---------|---------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| 1   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 01 | A-05 | 137     | 8.49    | 0.5746    | 0.3045      | 0.0723      | 0.4710      | 0.2355      | 0.9636      | 111/09/12 |
| 2   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 02 | A-05 | 232     | 8.45    | 1.6399    | 0.8691      | 0.2064      | 1.3444      | 0.6722      | 2.4648      | 111/09/12 |
| 3   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 03 | A-05 | 76      | 6.75    | 0.1406    | 0.0745      | 0.0177      | 0.1153      | 0.0576      | 0.2113      | 111/09/12 |
| 4   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 04 | A-05 | 105     | 7.21    | 0.2866    | 0.1519      | 0.0361      | 0.2350      | 0.1175      | 0.4308      | 111/09/12 |
| 5   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 05 | A-05 | 62      | 6.85    | 0.0949    | 0.0503      | 0.0120      | 0.0778      | 0.0389      | 0.1427      | 111/09/12 |
| 6   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 06 | A-29 | 105     | 9.72    | 0.3864    | 0.2048      | 0.0486      | 0.3168      | 0.1584      | 0.5806      | 111/09/12 |
| 7   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 07 | A-29 | 113     | 9.54    | 0.4392    | 0.2328      | 0.0553      | 0.3801      | 0.1800      | 0.6602      | 111/09/12 |
| 8   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 08 | A-29 | 125     | 9.47    | 0.5335    | 0.2828      | 0.0672      | 0.4374      | 0.2187      | 0.8019      | 111/09/12 |
| 9   | EPA-I-009 | 111/09/12 | 09 | A-29 | 101     | 9.45    | 0.3476    | 0.1842      | 0.0438      | 0.2850      | 0.1425      | 0.5224      | 111/09/12 |
| 10  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 10 | A-29 | 76      | 6.27    | 0.1931    | 0.1023      | 0.0243      | 0.1583      | 0.0791      | 0.2902      | 111/09/12 |
| 11  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 11 | A-29 | 84      | 9.34    | 0.2376    | 0.1259      | 0.0299      | 0.1948      | 0.0974      | 0.3572      | 111/09/12 |
| 12  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 12 | A-29 | 107     | 9.67    | 0.3992    | 0.2116      | 0.0502      | 0.3273      | 0.1636      | 0.6000      | 111/09/12 |
| 13  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 13 | A-29 | 78      | 8.67    | 0.1902    | 0.1008      | 0.0239      | 0.1559      | 0.0780      | 0.2859      | 111/09/12 |
| 14  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 14 | A-29 | 79      | 9.43    | 0.2122    | 0.1125      | 0.0267      | 0.1740      | 0.0870      | 0.3189      | 111/09/12 |
| 15  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 15 | A-29 | 93      | 9.66    | 0.3012    | 0.1597      | 0.0379      | 0.2470      | 0.1235      | 0.4528      | 111/09/12 |
| 16  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 16 | A-29 | 94      | 9.49    | 0.3023    | 0.1602      | 0.0381      | 0.2479      | 0.1239      | 0.4544      | 111/09/12 |
| 17  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 17 | A-29 | 89      | 9.37    | 0.2676    | 0.1418      | 0.0337      | 0.2194      | 0.1097      | 0.4022      | 111/09/12 |
| 18  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 18 | A-29 | 81      | 9.38    | 0.2219    | 0.1176      | 0.0279      | 0.1819      | 0.0910      | 0.3335      | 111/09/12 |
| 19  | EPA-I-009 | 111/09/12 | 19 | A-29 | 73      | 8.67    | 0.1666    | 0.0883      | 0.0210      | 0.1366      | 0.0683      | 0.2504      | 111/09/12 |



高雄市政府環境保護局  
空氣品質淨化區資訊網

DISP WebSite 6.0 網站內容管理平台

管理網站：高雄市場洋屬/土地公司、高雄市空氣品質淨化區資訊網

Welcome, FRANK203

帳號管理退出

網站內容上報

淨化區資料管理  
植栽量資料管理

自主管理回報  
線上申請管理  
線上申報專區植栽管理  
網頁相關連結  
文件下載  
最新消息  
成果花絮  
徵集介紹

植栽量資料管理 >> 植栽清單

行政區： / 空氣淨化區類別： / 植栽類別： / 關鍵字：

查詢

[植栽清單](#)[植栽移動](#)[匯入資料](#)[匯出資料](#)

|   | 空氣淨化區名稱   | 植栽名稱 | 種植日期      | 樹種 | 胸高圍周 | 樹全高 | 幹材材積   | 幹材生物量  | 枝葉生物量  | 全株生物量  | 一哩樹碳量  | CO2當量  | 測量日期 | 管理                                    |
|---|-----------|------|-----------|----|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|---------------------------------------|
| 1 | 公兒5(文美公園) | 龍刀木  | 2012/6/23 | 1  | 0    | 0   | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |      | <a href="#">編輯</a> <a href="#">刪除</a> |
| 2 | 公兒5(文美公園) | 龍刀木  | 2012/6/23 | 2  | 64   | 5   | 0.7242 | 0.3838 | 0.0912 | 0.5937 | 0.2969 | 1.0884 |      | <a href="#">編輯</a> <a href="#">刪除</a> |
| 3 | 公兒5(文美公園) | 七葉樹  | 2012/6/23 | 3  | 0    | 0   | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |      | <a href="#">編輯</a> <a href="#">刪除</a> |
| 4 | 公兒5(文美公園) | 草皮   | 2012/6/23 | 4  | 0    | 0   | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |      | <a href="#">編輯</a> <a href="#">刪除</a> |
| 5 | 公兒5(文美公園) | 草皮   | 2012/6/23 | 5  | 0    | 0   | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |      | <a href="#">編輯</a> <a href="#">刪除</a> |
| 6 | 公兒5(文美公園) | 草皮   | 2012/6/23 | 6  | 0    | 0   | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |      | <a href="#">編輯</a> <a href="#">刪除</a> |

碳匯量測現況及資料庫建立流程

現地調查工作人員  
至少兩人一組

準備調查工具

現場量測與記錄

整理調查記錄  
與估算碳量

彙整並提報碳量估算  
結果

建立碳匯量測資料庫

# 樹木碳匯量測工具

## 林木觀測使用工具

□ 胸徑尺(樹尺)、箱尺、測高桿、雷射測距儀、林木測高器HAGA等



樹尺



林木測高器HAGA



箱尺



測高桿



雷射測距儀



# 樹木碳匯量測及測量方法

## 林木DBH觀測方法

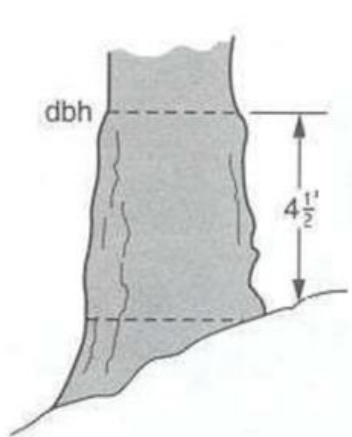
胸高直徑(Diameter at breast height, DBH)

- 在森林資源分析上，胸徑與其他林木性狀值具高度相關性(ex：樹高、材積、碳貯存量等)，且容易測定，所以成為測定立木枝主要因子
- 一般在無特別註明時，則為連皮直徑
- 單位以cm為主

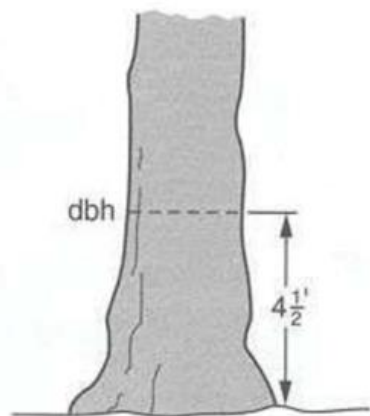


# 樹木碳匯量測及測量方法

## □ 林木DBH測量位置與注意事項



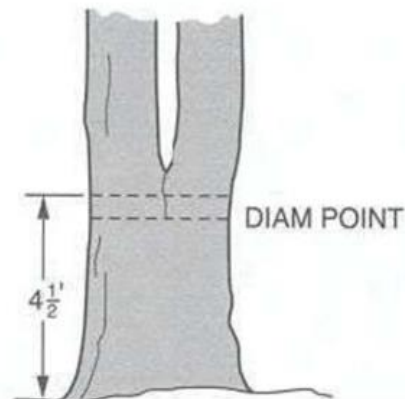
1. TREE ON SLOPE



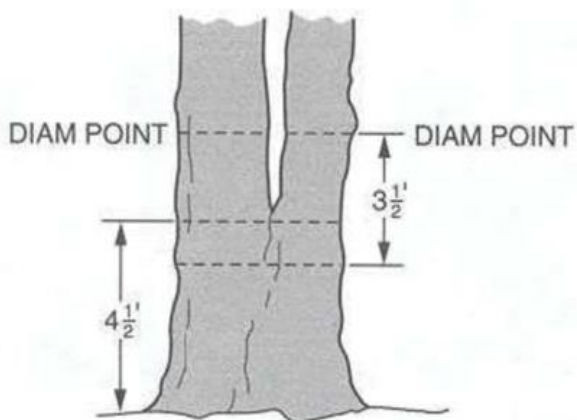
2. TREE ON LEVEL GROUND



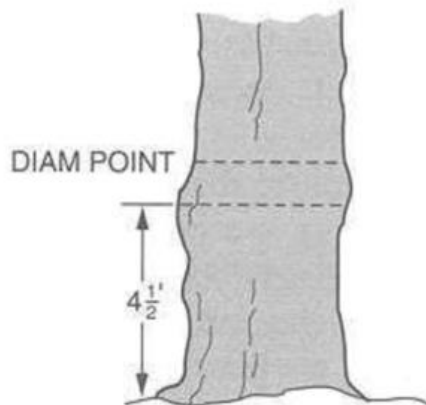
3. LEANING TREE



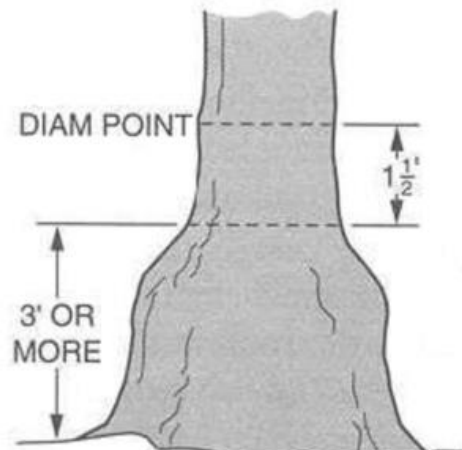
4. TREE FORKING AT OR ABOVE 4 1/2 FEET



5. TREE FORKING BELOW 4 1/2 FEET



6. TREE DEFORMED AT 4 1/2 FEET



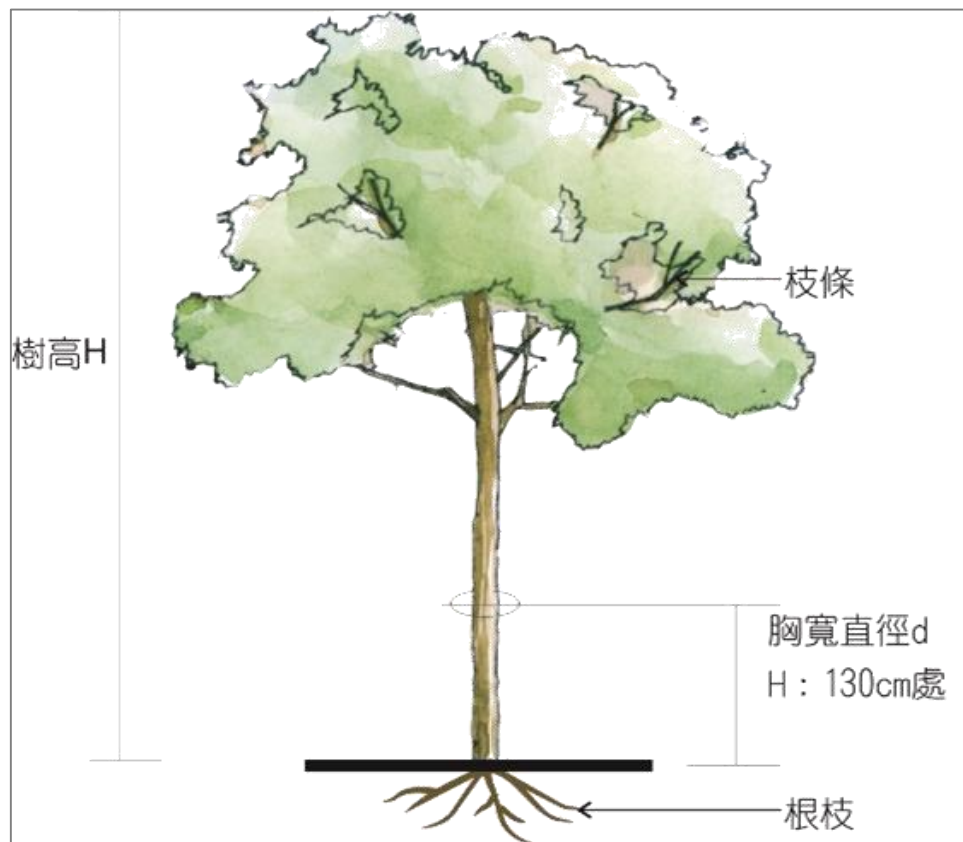
7. BOTTLENECK TREE

# 樹木碳匯量測及測量方法

## 林木樹高觀測方法

樹高 (tree height,  $H$ )

- 在森林資源分析上，另一個主要因子，重要性僅次於DBH
- 有別於DBH，調查上較為困難，且不易準確
- 單位以 $m$ 為主
- 直接測定、間接測定





# 樹木碳匯量測及測量方法

## 林木樹高觀測方法

- 直接測定法



箱尺



測高桿

# 樹木碳匯量測及測量方法

## 林木樹高觀測方法

### ● 間接測定法

- 測高儀原理：利用三角函數估算  
一般測高儀以直接換算完畢，故  
不需要特別計算

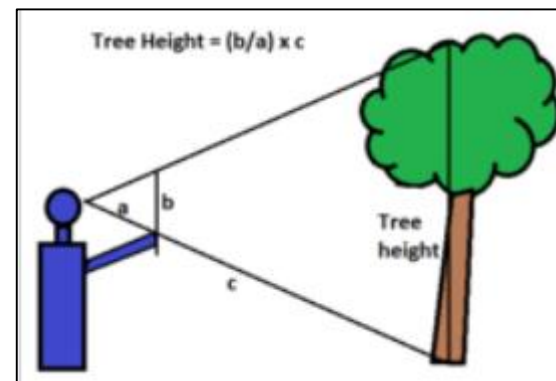
- 測高器HAGA：測量分兩部份，需向樹梢進行測量，並  
向樹基再次測量



雷射測距儀



林木測高器HAGA





# 樹木碳匯量測及測量方法

FUNC 功能

ZH

高度跟踪

1 2 3 4 5 6 7 8

將紅外線對準低點

將紅外線對準高點，則角度/高度測量會自動開始

停止測量高度

使用上下鍵放大縮小取景窗量測目標

7.160 m — z

$-10.55^\circ$  —  $\alpha$   
 $6.271\text{ m}$  —  $P0$   
 $29.89^\circ$  —  $\beta$  = 測量角度  
 $3.475\text{ m}$  —  $y$  = 測量高度

$-10.55^\circ$   
 $6.271\text{ m}$   
 $44.80^\circ$   
 $8.478\text{ m}$

Leica

FUNC

ON DIST

FUNC



# 樹木碳匯量測及推估方法

## 林木碳匯效益估算方法

- 樹木光合作用可吸收二氧化碳，並轉化為有機形式固定貯存，經過時間累積形成木材組織
- 樹木具有**吸存二氧化碳並固定碳素**之貢獻
- 樹木含有許多水份，且並非全由碳所構成，故**單位材積需經過換算**，才能知道這棵數含有多少公斤的碳

# 樹木碳匯量測及推估方法

## 林木碳匯效益估算方法

(來源：羅東自然教育中心/花蓮林區管理處)

$$\text{固碳能力(t)} = \text{材積} \times \text{絕乾比重} \times \text{碳含量比例}$$

胸高直徑 = \_\_\_\_\_ cm、樹高 = \_\_\_\_\_ m

材積 =  $(\text{胸高直徑} \div 100 \div 2)^2 \times 3.14 \times \text{樹高} \times \text{形數} = \text{_____ m}^3$

**材積：**任何形式的木材體積，包括原木、枝桠等

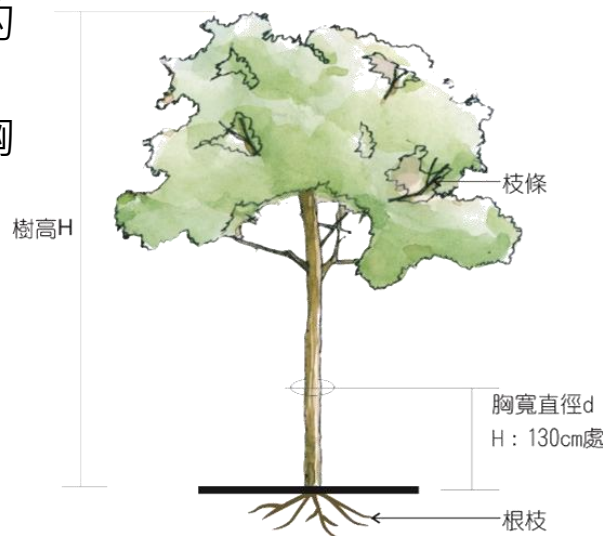
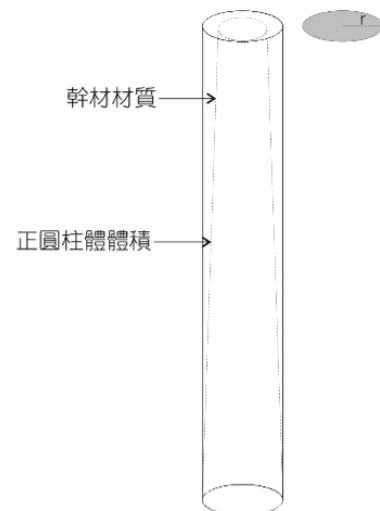
**形數=0.45**，此處計算的材積是將樹木簡化成圓柱體，但考慮樹幹不是通直的圓柱，所以乘上此形態常數將材積的數值趨近較真實的狀態

**胸高直徑：**人類站立時胸高位置處之樹圍直徑長，臺灣胸高直徑，指的是距離地面 **1.3 公尺處**，與歐洲各國相同

**絕乾比重：**指木材經過烘乾，水份完全蒸發後，剩下的重量比例

**碳量百分比：**代表絕乾狀態的木材中，所含有碳的比例

以上二個數據可參考文獻資料



# 樹木碳匯量測及推估方法

固碳能力(t)=材積×絕乾比重×碳含量比例

胸高直徑=\_\_\_\_\_cm、樹高=\_\_\_\_\_m

材積=(胸高直徑÷100÷2)<sup>2</sup>×3.14×樹高×形數=\_\_\_\_\_m<sup>3</sup>

形數=0.45

## 林木碳匯估算範例：

一棵胸徑47公分，樹高11.01公尺的行道樹，材積為：

$$(47 \div 100 \div 2)^2 \times 3.14 \times 11.01 \times 0.45 \doteq 0.86(\text{m}^3)$$

假設剛剛我們量的那棵行道樹為樟樹 (Cinnamomum camphora)，  
絕乾比重為0.37，含碳量為47%，那麼這棵樹所含的碳重為：

$$0.86 \times 0.37 \times 0.47 \doteq 0.15(\text{t}) = 150(\text{kg})$$

也就是說，一棵胸徑 47 公分，樹高 11 公尺左右的樟樹，它的固碳量  
僅有 150 公斤



# 樹木碳匯量測及推估方法

## 台灣24種常見造林樹種絕乾比、碳含量百分比

- 分成針葉樹材與闊葉樹材兩大類，**針葉樹材**絕乾比重在0.31~0.55間，**平均為0.43**
- 在碳含量方面，針葉樹材介於46.91~49.03%，**平均為48.21%**

| 商品名<br>(Common name)              | 學 名<br>(Species name)            | S <sub>o</sub> <sup>1)</sup> | C <sup>2)</sup><br>(%) | Conversion<br>factor <sup>3)</sup> |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| 針葉樹 (Softwoods)                   |                                  | 絕乾<br>比                      | 碳含量<br>百分比             |                                    |
| 台灣肖楠 (Taiwan incense-cedar)       | <i>Calocedrus formosana</i>      | 0.54                         | 48.57                  | 0.262                              |
| 紅檜 (Taiwan red falsecypress)      | <i>Chamaecyparis formosensis</i> | 0.42                         | 48.64                  | 0.204                              |
| 台灣扁柏 (Taiwan Hinoki falsecypress) | <i>Chamaecyparis obtusa</i>      | 0.42                         | 48.22                  | 0.203                              |
| 柳杉 (Cryptomeria)                  | <i>Cryptomeria japonica</i>      | 0.36                         | 49.03                  | 0.177                              |
| 福州杉 (Large-leaved China-fir)      | <i>Cunninghamia lanceolata</i>   | 0.31                         | 48.32                  | 0.150                              |
| 台灣雲杉 (Morrison spruce)            | <i>Picea morrisonicola</i>       | 0.47                         | 46.91                  | 0.221                              |
| 台灣二葉松 (Taiwan red pine)           | <i>Pinus taiwanensis</i>         | 0.55                         | 47.04                  | 0.259                              |
| 台灣杉 (Taiwania)                    | <i>Tawania cryptomerioides</i>   | 0.32                         | 48.32                  | 0.155                              |
| 台灣鐵杉 (Chinese hemlock)            | <i>Tsuga chinensis</i>           | 0.42                         | 48.82                  | 0.205                              |

# 樹木碳匯量測及推估方法

## 台灣24種常見造林樹種絕乾比、碳含量百分比

- 闊葉樹材絕乾比重在0.37~0.77間，平均為0.57
- 在碳含量方面，針葉樹材介於45.69~47.66%，平均為46.91%

| 商品名<br>(Common name)       | 學名<br>(Species name)           | S <sub>o</sub> <sup>1)</sup><br>(%) | C <sup>2)</sup><br>Conversion<br>factor <sup>3)</sup> |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 闊葉樹 (Hardwoods)            |                                | 絕乾比                                 | 碳含量百分比                                                |
| 相思樹 (Taiwan acacia)        | <i>Acacia confusa</i>          | 0.77                                | 47.17                                                 |
| 台灣赤楊 (Formosan alder)      | <i>Alnus japonica</i>          | 0.47                                | 46.20                                                 |
| 茄冬 (Autumn maple tree)     | <i>Bischofia javanica</i>      | 0.65                                | 46.78                                                 |
| 木麻黃 (Polyesian iron wood)  | <i>Casuarina equisetifolia</i> | 0.67                                | 46.61                                                 |
| 樟木 (Camphor tree)          | <i>Cinnamomum camphora</i>     | 0.37                                | 47.00                                                 |
| 牛樟 (Stout camphor tree)    | <i>Cinnamomum micranthum</i>   | 0.39                                | 45.69                                                 |
| 光蠟樹 (Formosan ash)         | <i>Fraxinus formosana</i>      | 0.73                                | 46.83                                                 |
| 大葉楠 (Large-leaved nanmu)   | <i>Machilus kusanoi</i>        | 0.46                                | 47.45                                                 |
| 香楠 (Incense machilus)      | <i>Machilus zuihoensis</i>     | 0.47                                | 46.93                                                 |
| 楝樹 (China berry-tree)      | <i>Melia azedarach</i>         | 0.54                                | 46.63                                                 |
| 烏心石 (Formosan michelia)    | <i>Michelia compressa</i>      | 0.52                                | 47.51                                                 |
| 印度紫檀 (Paudauk)             | <i>Pterocarpus indicus</i>     | 0.58                                | 47.02                                                 |
| 木荷 (Chinese guger-tree)    | <i>Schima superba</i>          | 0.61                                | 46.87                                                 |
| 大葉桃花心木 (Honduras mahogany) | <i>Swietenia macrophylla</i>   | 0.50                                | 47.26                                                 |
| 台灣櫟 (Taiwan zelkova)       | <i>Zelkova serrata</i>         | 0.73                                | 47.66                                                 |

# 校園植栽推廣及減碳宣導

## 校園空品淨化區植栽推廣

- 執行公立小學**校園**空品淨化區植栽推廣及減碳宣導
- 植栽宣導重點：**植物多樣性、適應南部氣候、易於維護、具淨化空氣之效、後續照顧注意事項**
- 達到改善校園室內與室外空間之空氣品質

## 校園喬木碳匯量測宣導



- 以淺顯易懂的流程、運用**圖卡教學**，教導學童**實際操作**
- 記錄碳匯量測資料，**估算喬木綠化減碳及污染物淨化量**
- 運用**學習單、有獎徵答**，提升參與及學習興趣



植栽宣導推廣示意圖



植栽碳匯量測宣導示意圖



體驗式  
教育學習



# 簡報結束

## 敬請指教



總 公 司：臺中市西屯區工業區一路68號8樓  
高雄辦公室：高雄市鼓山區龍德路331號6樓  
臺北辦公室：臺北市大安區光復南路566號11樓