

農業圳路植樹減碳之研究

The Study on Carbon Reduction by Planting Trees on Agricultural Canals

農業部農田水利署

台灣水資源與農業研究院

科長

組長

所長

楊凱鈞

孫維廷

侯玉娟

Kai-Chun Yang

Wei-Ting Sun

Yu-Chuan Hou

摘 要

全國廣大的農業生產區域，阡陌縱橫，遍布農業用水渠道，維護農業生產所需灌溉用水，長久以來這些農業基礎設施，肩負維持全國糧食生產用水的使命。近年來因應全球氣候變遷問題，臺灣政府部門在各領域也擘劃相關政策推動減碳措施，自 109 年農田水利署成立，農田水利會升格公務機關後，在農田水利基礎設施改善亦納入減碳措施，辦理農田水圳改善同步於圳旁改善後隙地種植喬、灌木，並持續植樹養護，營造綠廊為水域緩衝帶，創造自然碳匯，並保護珍貴農業水資源。

本研究以嘉南大圳水圳綠道臺南東山段為例，在建置水圳綠道同步於圳旁隙地規劃綠地空間，在主體工程完工後，持續營造及養護圳旁綠廊，在評估隙地足夠處種植臺灣原生喬灌木，依據適地適種原則種植棟樹及黃連木，其次營造複層植生作為水域緩衝帶。經盤點本區段綠廊營造長度約 1.3 公里，專案土壤面積約 3.4 公頃，種植 340 株棟樹及 138 株黃連木，試以目前環境部公告之造林與植林碳匯專案活動減量方法，考量樹種材積式及生物量轉換，計算本區段植樹之減碳量，除此之外，植樹所創造自然碳匯以可發揮水資源涵養、提升生物多樣性環境、生態價值及創造在地區民休憩空間等多元功能，以具體行動支持國家 2050 年淨零排放目標。

關鍵詞：圳路植樹、減碳量、農業渠道

Abstract

The nation's vast agricultural production areas are dotted with agricultural water channels to maintain irrigation water for agricultural production, and these agricultural infrastructures have long been tasked with the mission of maintaining water for food production throughout the country. In recent years, in response to the issue for global climate change, the government departments in Taiwan have been promoting carbon reduction measures through relevant policies in various fields. Since the establishment of Irrigation Agency and the upgrading of Irrigation Society to a public organization in ROC 109, the improvement of irrigation infrastructure has also been incorporated as a measure to reduce carbon emissions. Simultaneously, improvement of agricultural canals has been synchronized with the planting of trees and shrubs in the gaps after the improvement of the canals and the continuous planting of trees, creating green corridors as a buffer for the watershed, creating This will create green corridors as buffer zones in watersheds, create natural carbon sinks, and protect precious agricultural water resources.

In this study, the Tainan Dongshan section of the Canal Greenway was adopted as an example. In parallel with the construction of the Canal Greenway, green spaces were planned in the gap areas next to the canals, and after the completion of the main construction, a green corridor next to the canals was continually constructed and maintained. Assess the adequacy of the gap areas to plant Taiwan's native trees and shrubs, and Neem and Chinese Pistache trees being planted according to the principle of suitable planting for the location, and secondly, a complex layer of planting as a buffer zone for the waterside was constructed. The length of the green corridor in this section is about 1.3 kilometres, the project soil area is about 3.4 hectares, and 340 Neem trees and 138 Chinese Pistache trees have been planted. The carbon reduction of tree planting in this section is calculated by taking into account the volume of tree species and biomass conversion using the methodology of carbon reduction in afforestation and afforestation carbon credits projects announced by the Ministry of the Environment. In addition, the natural carbon sinks created by tree planting can perform multiple functions such as water conservation, enhancement of biodiversity, ecological value, and creation of recreational space for local residents, thus supporting the national net-zero emission target of 2050 through concrete actions.

Keywords: Tree planting on canals, carbon reduction, agricultural channel

一、前言

全國廣大的農業生產區域，阡陌縱橫，遍布農業用水渠道，維護農業生產所需灌溉用水，長久以來這些農業基礎設施，肩負維持全國糧食生產用水的使命。近年來因應全球氣候變遷問題，臺灣政府部門在各領域也擘劃相關政策推動減碳措施，自 109 年農田水利署成立，農田水利會升格公務機關後，在農田水利基礎設施改善亦納入減碳措施，辦理農田水圳改善同步於圳旁改善後隙地種植喬、灌木，並持續植樹養護，營造綠廊為水域緩衝帶，創造自然碳匯，並保護珍貴農業水資源。

二、研究方法

本研究以嘉南大圳水圳綠道臺南東山段為例，在建置水圳綠道同步於圳旁隙地規劃綠地空間，在主體工程完工後，持續營造及養護圳旁綠廊，在評估隙地足夠處種植臺灣原生喬灌木，依據適地適種原則種植棟樹及黃連木，其次營造複層植生作為水域緩衝帶。經盤點本區段綠廊營造長度約 1.3 公里，專案土壤面積約 3.4 公頃，種植 340 株棟樹及 138 株黃連木，試以目前環境部公告之造林與植林碳匯專案活動減量方法，考量樹種材積式及生物量轉換，計算本區段植樹之減碳量，除此之外，植樹所創造自然碳匯以可發揮水資源涵養、提升生物多樣性環境、生態價值及創造在地區民休憩空間等多元功能，以具體行動支持國家 2050 年淨零排放目標。

樹木蓄積量及碳儲存量計算之說明

在事前估算方面，基線碳儲存變化量計算是參考環境部平地造林碳匯專案計畫書(2019 版本 3)內之方法二：生物量擴展係數法，透過測定林木胸高直徑(DBH)、樹高(H)和(或)林齡，查材積表或運用材積公式計算該樹種單株林木樹幹材積，再利用基本木材密度(D)與生物量擴展係數(BEF)結合計算，將林木樹幹材積轉化為林木地上部生物量，再利用地下部生物量與地上部生物量比值(R)將地上生物量轉化為林木全株生物量，再乘上該樹種每公頃株數(N)，即可求得該樹種每公頃林木生物量，計算公式如下：

$$\text{公式(1): } G_{TREE_BSL,ij,t} = V_{TREE_BSL,ij,t} \times BEF_{TREE_j} \times D_{TREE_j} \times (1 + R_{TREE_j}) \times N_{TREE_BSL,ij,t}$$

參數	定義	單位
$G_{Tree_BSL,ij,t}$	基線情境下，第 t 年時，第 i 碳層樹種 j 的平均每公頃林木生物量	t.d.m. ha ⁻¹
$V_{TREE_BSL,ij,t}$	基線情境下，第 t 年時，第 i 碳層樹種 j 的單株材積。此材積透過胸高直徑(DBH)、樹高(H)或林齡代入材積方程式或查材積表得來	t.d.m. 株 ⁻¹
D_{TREE_j}	樹種 j 的基本比重(連皮)	t.d.m. m ⁻³
BEF_{TREE_j}	樹種 j 的生物量擴展係數，即林木主幹生物量與地上部生物量之轉換係	-

參數	定義	單位
R_{TREE_j}	樹種 j 地下部生物量與地上部生物量的比值	-
$N_{TREE_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年第 i 碳層樹種 j 的每公頃株數	株 ha ⁻¹
i	基線碳層	-
j	樹種	-
t	專案執行年數	yr

上述公式(1)中，每公頃材積為 $V_{TREE_BSL,i,j,t} \times N_{TREE_BSL,i,j,t}$ ，本專案樹木基線材積計算參考「行政院農業委員會林務局育林實務手冊(2010)」其他闊葉樹種材積式（羅紹麟、馮豐隆，1986），透過調查樣木之 DBH 及 H 帶入計算求得單株立木材積；而植樹所創造自然碳匯部分，設定 30 年所累積材積之生物量，預估之年生長量則參考環境部氣候變遷署之 2024 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告中第六章土地利用、土地利用變化及林業部門所建議之相關轉換係數及年生長量表，本案樹種為人工闊葉林每年每公頃約成長 4.34m³。

最後再依照不同樹種及林齡計算出每公頃蓄積量，參考林木生物量碳儲存量之公式 $C_{TREE_i,j,t} = 44/12 \times G_{TREE,i,j,t} \times A_{ij} \times CF_{TREE,j}$ 帶入各樹種所占面積、含碳率及碳轉換係數(表 2)，可得出碳匯量，本案棟樹及黃連木參考人工闊葉林等係數做為使用。

表 1、樹種的林齡單位面積蓄積通式

樹種	單株立木材積式
其他闊葉樹	$V = 0.0000862 \times DBH^{1.8742} \times H^{0.8671}$

V 為單一立木樹幹材積；DBH 為胸高直徑(cm)；H 樹高(m)

資料來源：「行政院農業委員會林務局育林實務手冊(2010)」，1986，羅紹麟、馮豐隆

表 2、國家溫室氣體清冊之相關轉換係數及年生長量

林型\係數	基本比重(D)	生物量擴展係數(BEF)	根莖比(R)	碳含量比例(CF)	年生長量 (立方公尺 / 公頃)
天然針葉林	0.41	1.27	0.22	0.4821	4.14
天然針闊葉混淆林	0.49	1.34	0.23	0.4756	10.05
天然闊葉林	0.56	1.40	0.24	0.4691	3.58
人工針葉林	0.41	1.27	0.22	0.4821	8.11
人工針闊葉混淆林	0.49	1.34	0.23	0.4756	10.37
人工闊葉林	0.56	1.40	0.24	0.4691	4.34
木竹混淆林	0.49	1.34	0.23	0.4756	3.31
竹林	0.62	1.40	0.46	0.4732	13.84

資料來源：國家溫室氣體清冊(2024)

三、研究成果

本研究調查對象以嘉南大圳水圳綠道臺南東山段圳旁綠廊之棟樹、黃連木等喬木為主，樹齡約 3-4 年，採系統抽樣方式，從起點開始取樣，每間隔 2 株後再取樣本測量，測量項目包含胸高直徑(DBH)及樹高(H)，DBH 泛指成年人胸高位置之樹幹直徑大小，約為地面往上 130cm 高，再利用胸高直徑尺進行測量，得知直徑大小；而 H 部分，則利用測高竿測量樣本地面至樹頂間高度。調查人員共為 2 位，分別進行紀錄及測量，調查樣本共 105 株棟樹及 49 株黃連木，棟樹平均 DBH 為 7.6cm、H 為 4.1m，黃連木平均 DBH 為 3.3cm、H 為 3.0m，調查情形如圖 1 所示。



圖 1、本研究調查情形

依據調查結果，分別計算棟樹和黃連木基線情境下材積、生物量及碳儲量，本研究參考「行政院農業委員會林務局育林實務手冊(2010)」樹種材積式，因無棟樹及黃連木樹種材積式，故使用其他闊葉樹種材積式做為計算，其單株立木材積分別為 0.013m^3 及 0.002m^3 ，再乘上本專案種植總株數，分別為 339 株及 137 株，其棟樹及黃連木總材積分別為 4.502m^3 及 0.291m^3 ，共計 4.792m^3 。

本研究專案情境設定為 30 年，利用推估之 30 年後成長材積量與基線情境材積量進行比較，將其增加的材積量帶入生物量及碳儲量計算式中，求得本專案碳儲量之效益。其計算公式參考環境部氣候變遷署之 2024 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告所建議之相關轉換係數及年生長量表，採用人工闊葉林年成長量(表 2)做為計算，成長量為 $4.34\text{m}^3/\text{ha}$ ，本研究專案面積為 3.4 公頃，故材積推估值為 442.68m^3 。

專案情境下所增加材積量為 437.9m^3 ，本研究採用基本比重(D)、生物量擴展係數(BEF)、根莖比(R)、碳含量比例(CF)皆參考國家溫室氣體清冊之相關轉換係數及年生長量表計算(表 2)，故無棟樹及黃連木係數之差異。再將其增加材積量帶入計算式中得專案生物量約為 425.70 ton，乘以碳含量比例(CF)後得 199.70 ton，顯示嘉南大圳水圳綠道臺南東山段圳旁綠廊之棟樹、黃連木等喬木 30 年碳匯效益可增加 199.70 ton 的二氧化碳(CO_2)。

四、結論與建議

本研究以嘉南大圳水圳綠道臺南東山段為例，在建置水圳綠道同步於圳旁隙地規劃綠地空間，在主體工程完工後，持續營造及養護圳旁綠廊，在評估隙地足夠處種植臺灣原生喬灌木，依據適地適種原則種植棟樹及黃連木，其次營造複層植生作為水域緩衝帶。經盤點本區段綠廊營造長度約 1.3 公里，專案土壤面積約 3.4 公頃，種植 340 株棟樹及 138 株黃連木，試以目前環境部公告之造林與植林碳匯專案活動減量方法，考量樹種材積式及生物量轉換，計算本區段植樹之減碳量，除此之外，植樹所創造自然碳匯以可發揮水資源涵養、提升生物多樣性環境、生態價值及創造在地區民休憩空間等多元功能，以具體行動支持國家 2050 年淨零排放目標。