

農路植栽綠化效益探討

陳意昌* 張俊斌** 游功揚***

摘要

臺灣早期辦理農地重劃時，僅著眼於農路交通運輸，農田可順利灌溉及排水，當時並無植栽綠化的觀念。自民國 81 年起，政府於農地重劃區試辦農路植栽綠化，之後於重劃區內規劃公共設施用地-紀念碑周圍、排水堤岸等增設綠美化設施，以增加農地綠覆面積。本文以民國 101 年辦理嘉義縣 6 區之早期農地重劃區農水路改善工程先期規劃地區為案例，利用綠覆面、綠覆率及二氧化碳固定量的觀念，以量化探討重劃農路改善前後公共設施部分之綠化增加值。經改善後，各區之綠覆率及二氧化碳固定量均提高，其中，綠覆率以蒜頭（六）區最高為 8.16%，二氧化碳固定量則以安和（九）最高為 564600kg，另 6 區改善前總和為 163200kg，改善後為 1898400kg，約增加 11.6 倍，估算二年後增加為 5242500kg，約增加 176%；因此，廣為推廣於臺灣農村地區之植栽，建立農路綠廊道，將可間接影響臺灣的微氣候環境。

關鍵詞：綠覆率、植栽綠化、二氧化碳固定量、農地重劃區

* 逢甲大學水利工程與資源保育系兼任助理教授

** 中州科技大學景觀系副教授

*** 嶺東科技大學行銷與流通管理系副教授，通訊作者(kyyu@mail.ltu.edu.tw)

壹、前言

有關都市地區道路及其附屬工程，內政部訂定了「市區道路及附屬工程設計規範」（內政部，民國 98 年），其中對於道路之景觀及生態考量訂定設計原則及要點；另於「最新建築技術規則」（詹氏書局，民國 102 年）及「綠建築評估系統」（內政部建築研究所，民國 100 年）中對於建築基地綠化及二氧化碳固定量亦有規定。各直轄市、縣市政府大部分於都市設計相關審議均訂定相關規定必須植栽綠化，如「臺南市植栽綠化都市設計審議原則」、「高雄市建築基地實施綠化審查辦法」、「新竹縣建築基地綠化實施辦法」、「南投縣都市設計審議委員會審議原則及規範」，對於道路或公共空間綠化原則、覆土厚度、綠覆率及綠覆面積之計算等予以規定，以供規劃設計單位之遵循。

為因應當前農業發展需要，提升農業競爭力，針對民國 60 年以前完成之農地重劃區內原有農路路面寬度未達四公尺者，予以拓寬改善至四公尺以上，並將與農路併行之給、排水路配合施設混凝土 U 型溝，路面加鋪碎石級配，以適應現代化農業經營規模之需要（地政司，民國 102 年），此為早期農地重劃區農水路更新改善計畫。農地重劃區為特定農業區，屬非都市土地之範疇，而非都市土地除了開發作為住宅社區、工業區等道路植栽，亦於「非都市土地開發審議作業規範」規定全區綠化計畫有關原有植栽保存或移植等。亦即都市土地及非都市地開發對於植栽綠化均訂定相關法規，於規劃設計時可予以審查或審議，而作農業使用的一般農業區或特定農業區，咸認為綠化已足夠，未予訂定相關辦法要求植栽綠化，通常以勸導或宣示性推廣。

臺灣自民國 47 年起試辦農地重劃迄今，已完成近四十萬公頃之農地，以往配合農民耕作之需要，著重在地籍整理、坵塊標準化、農路、灌溉水路、排水路上；為了土地分配之方便性及整齊性，農水路之配置大部分以筆直的井字型方式為主，每條農水路長度綿延一、二千公尺長。農路為使農機具易行駛，採用碎石級配路面或瀝青混凝土硬鋪面；而水路基於輸水效率、護岸穩定、施工迅速及維護容易等考量因素，多以混凝土渠道取代傳統之土溝與砌塊石水路。一般農民認為在農業環境及農村，已包含相當大的「綠意」，道路對水資源及生態所造成的影響應該不大。因此大部分反對道路植栽，且為將農路拓寬，將路側原有之植栽或綠化成果予以砍除，路雖拓寬了卻也成光禿一片（孫明德等，民國 94 年）。

因此，當時臺灣省政府於民國 81 年度之「早期農地重劃區農水路更新改善計畫」中，選擇臺南縣白沙屯(一)重劃區之碎石級配農路側試辦植栽綠化，經過多次的溝通協調，使大眾可慢慢接受綠化的益處。遂於民國 85 年早期農地重劃區先期規劃增列農路植栽綠化項目，計劃於區內六公尺以上農路兩側進行植栽，五公尺農路則為單側植栽；此計畫希望可增加農地重劃區整體性美觀，提供農民休憩及生物棲息場所。部分農民逐漸重視植物生態功能之表現，最近十餘年又有生態工程(法)(或永續工程)之大力推行，致推行至今亦使農民接受度可逐漸提高。

劉瑞煌等（民國 90 年）認為重劃時，應儘可能保留原有之樹林、水塘，對於生態

之保護將可產生莫大之功效，例如桃園富岡農地重劃區在辦理期間，即保留了灌溉用水面積數公頃之數個溜池；在接近海岸數公里之各重劃區保留原來之防風林，使該等區域為生物僅存之避風港。張俊彥（民國 90 年）農村之紋理分析仍保有較大面積之自然景觀生態元素包括：穿梭於農田之農水路綠籬、防風林以及水塘是形成農村生態基質中重要之異質生物相，透過綠帶與水路之串連能強化生態系之聯結網絡，且亦能保全農村生態系物種之多樣性。

鄧東波（民國 91 年）認為綠廊的功能不僅是單純地提供公共空間功能，更深入的意義上，是提供動植物棲地，維持生物多樣性，都市生態能平衡，以達生活、生態和生產，三生集一的目標。而農地重劃或早期重劃更新改善地區因瀝青混凝土路面及混凝土溝等水泥化之情況下，農水路亦將成為景觀綠廊道之阻隔作用，而非通導、棲地或過濾之功能。因此加強農地重劃生態工法及農路綠化，使成為生物通行之聯絡或踏腳石為日後實施重點。

臺灣綠建築評估以「生態、節能、減廢、健康」為主軸，而其九大評估指標包含「生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、二氧化碳減量、水資源、廢棄物減量、室內環境、污水垃圾改善」等（內政部建築研究所，民國 101 年），其中過半評估指標均與植栽綠化息息有關；陳意昌等（民國 95 年）、孫明德等（民國 94 年）、施傳旺等（民國 92 年）分別以近年辦理之農地重劃或農村社區土地重劃地區為案例，利用綠覆面及綠覆率的觀念，量化探討及預估重劃後公共設施部分之綠化變化，並探討農村地區之綠化成果，倘於重劃區依施工規範確實植栽並經過良好的維護管理，未受戕害的話，綠覆率通常隨栽植時間增長而日漸提高。然而利用綠覆率概念探討某區域植栽情形尚不多，因此，本文亦以重劃區植栽案例探討綠覆面積、綠覆率及二氧化碳固定量等量化重劃區之綠化效益，另就實施困難檢討及後續改善提出建議，為農村綠廊之建置及重建較佳農業生態環境提供看法。

貳、早期農地重劃區農水路更新改善計畫

「早期農地重劃區農水路更新改善」計畫係由行政院農業委員會經費補助實施，內政部地政司主管、土地重劃工程處負責先期規劃及設計，直轄市、縣政府主辦發包施工。早期農地重劃區係指民國 60 年以前重劃之農地，臺灣地區早期所完成農地重劃區，包括民國 49 年辦理災區農地重劃，50 年度示範農地重劃及 51 年度至 60 年度辦理之臺灣省十年農地重劃等，共計 461 區，面積 253,743 公頃。早期辦理之重劃區，其工程費和農水路用地全部由農民負擔，當時為顧及農民之負擔能力及針對當時農業環境之需要，田間農路之施設寬度僅為 2.5-3 公尺，路面係原來之土路，併行之給、排水路亦以土渠為主，由於長年失修，功能受損（內政部地政司，民國 102 年）。

因此，計畫將農地重劃區內原有農路路面寬度未達 4 公尺者，田間農路，以拓寬至 4 公尺為原則，路面加鋪碎石級配為準；主要農路及村莊連絡幹道，則依地籍寬度予以拓寬改善至 6-7 公尺為原則，農路拓寬路面鋪設碎石級配甚至加封瀝青混凝土路面，並

將與農路併行之給、排水路一併配合辦理改善，以符合現代化農業經營規模。該計畫自民國 77 年度起開辦至 101 年度止，計完成 759 區，面積 84,683 公頃(如表 1)，102 年度則辦理臺南市後壁(九)等 7 直轄市、縣(市)等 22 區，面積 1,506 公頃。改善後適於大型農機運作，便利農產品運銷，對於促進農業機械化，有助於農業合作經營，共同經營及委託經營之實施，可改善農業生產環境，提高農民所得。(內政部地政司，民國 102 年)。

表 1 早期農地重劃區農水路更新改善計畫實施成果統計表(77-101 年)

年度	區數	面積(公頃)	改善農路長度(公尺)
77	17	3,500	128,624
78	16	3,495	139,131
79	15	3,168	128,850
80	14	2,681	61,811
81	26	5,022	208,960
82	27	4,950	213,235
83	31	5,150	192,707
84	36	4,743	193,489
85	49	6,017	260,610
86	30	4,664	204,789
87	70	4,653	184,320
88	33	3,783	156,157
88 下半年及 89	33	3,093	127,177
90	39	3,541	136,853
91	40	3,499	140,781
92	26	2,908	123,799
93	34	2,779	118,046
94	30	2,568	110,336
95	30	2,567	124,527
96	26	2,478	106,336
97	32	2,509	101,934
98	27	2,152	90,188
99	33	1,938	85,252
100	23	1,599	72,518
101	22	1,226	50,478
合計	759	84,683	3,460,908

資料來源，內政部地政司，民國 102 年。

更新改善前之農水路狀況，路面通常為土路，路側少人車通行，故常長雜草；或爭取到其他經費而加鋪瀝青混凝土（A.C.）路面，惟路面僅 2.5-3 公尺左右，路面常發生老化龜裂情形；排水路及灌溉水路為土渠或內面工，同樣長滿雜草或破損毀壞，影響輸水功能，詳如圖 1-圖 4。



圖 1 改善前農路-土路



圖 2 改善前農路-老化龜裂 A.C. 路面



圖 3 改善前農水路-兩側雜草叢生



圖 4 改善前水路-土渠或內面工毀損

資料來源：內政部土地重劃工程處 d 及 f，民國 102 年。

參、研究區域與方法

一、研究區域

本研究選擇嘉義縣六嘉（三）、水上（四）、大林（五）、好收（八）、蒜頭（八）及安和（九）等六區早期農地重劃區為案例，分布嘉義縣各鄉鎮；於民國 101 年先期規劃、民國 102 年年設計及發包施工，探討更新改善前後綠覆率，估算二氧化碳固定量及基地綠化植栽總二氧化碳固定量。上述農地重劃時間集中於民國 54-58 年間，重劃面積較大，約 688-1520 公頃之間，因政府年度經費有限，採分年分期更新改善為之，故改善面積僅 38-97 公頃之間；改善農路寬度大部分介於 4-6 公尺間，長度則 1717-4581 公尺，年平均降雨量 1389-2040mm 之間，低於臺灣平均年降雨量約 2500mm，該六區之基本資料詳如表 2。

表 2 嘉義縣 101 年先期規劃地區基本資料表

區名	鄉鎮別	原重劃面積(ha)	本期改善面積(ha)	農路數(條)	改善農路寬度(m)	農路總長度(m)	年均雨量(mm)
六嘉(三)	六腳鄉	688	38	9	4.0-5.0	2234	1392
水上(四)	水上鄉	1061	43	8	4.2-6.0	1717	2040
大林(五)	大林鎮	905	46	7	4.0-5.0	2862	1625
好收(八)	民雄鄉	1500	53	5	4.0-6.0	2143	1724
蒜頭(八)	六腳鄉	1520	67	5	4.0-6.0	3583	1389
安和(九)	新港鄉 六腳鄉	1454	97	13	4.0-6.0	4581	1389

資料來源：內政部土地重劃工程處、嘉義縣政府，本研究整理。

二、綠覆面與綠覆率

依據「臺南市植栽綠化都市設計審議原則」(民國 99 年 4 月修正版)，總則第三條「綠覆面」指植物枝葉覆蓋於建築物及基地內外地面之面積；「綠覆率」指綠覆面與法定空地之百分比，而本研究則以農水路地籍寬度及長度之乘積為公共設施面積，即該審議原則內之法定空地，綠覆面之計算面積如下：

- (一) 採用喬木栽植時綠覆面之計算方法如表 3。
- (二) 灌木以實際面積加百分之五十計算。
- (三) 地被植物以被覆面計算。
- (四) 以植草磚築造者，綠覆面以鋪設植草磚面積之三分之一計算。但植草磚內之草皮應生長良好。

表 3 喬木栽植時綠覆面之計算

米高徑*(公分)	樹冠直徑(公尺)	綠覆面(平方公尺)
小於 3	0.8	3
3-5	1	5
5-6	1.2	10
6-8	1.5	15
8-10	1.7	18
大於 10	2	20

註 * 米高徑：距地面一米高之樹幹直徑。

資料來源：臺南市政府網頁，民國 102 年。

一般的草花（花卉）植物視以地被植物計算之；因該原則並未將複層植被之綠覆率予以說明，本文建議將地被植物、灌木及喬木之綠覆面分開計算後累加，所得總綠覆面積再與法定空地之百分比而得出「綠覆率」（Green Cover Rate, GCR）。

$$GCR (\%) = (\sum A_i) / A_t * 100 \text{-----}(1)$$

其中 A_i 分別為地被植物、灌木及喬木之綠覆面積， A_t 為基地（原法定空地）總面積，本研究則以農路面積總和計之。

三、二氧化碳固定量

參考「建築基地綠化設計技術規範」（民國 101 年）（營建署網頁，民國 102 年）有關綠化總二氧化碳固定量（kg）係指基地綠化栽植之各類植物二氧化碳固定量（公斤/平方公尺）與其栽植面積乘積之總和。

綠化總二氧化碳固定量值（ TCO_2 ）或以碳存量（kg）依下列諸式計算之：

$$TCO_2 = (\sum G_i \times A_i) \times \alpha \text{.....} (2)$$

其中： G_i ：某植栽種類之單位覆蓋面積二氧化碳固定量（ kg/m^2 ），查表 4。

A_i ：某植栽之栽種面積基準（ m^2 ），喬木以表 5 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。但植栽之覆土深度必須合乎表 4 之規定始得承認之。

因表 3 通常以建築或開發基地評估喬木樹冠投影面積 A_i ，而本計畫則以農地重劃區為案例，所種植栽較小，因此， A_i 暫以表 1 綠覆面替代之。

α ：生態綠化優待係數，亦即針對有計畫之本土植物、誘鳥誘蝶植物等生態綠化之優惠（以臺灣原生植物或行政院農業委員會特有生物研究保育中心臺灣野生植物資料庫）。無特殊生態綠化者設 $\alpha=0.8$ 。100%、80%、60% 之綠地面積以上有生態綠化者優待係數分別為 1.3、1.2、1.1。

因本研究之六個區域所採用的植栽樹種均為本本植物臺灣欒樹，但僅單一樹種，無特殊生態綠化優待係數， α 值取 1。

表 4 各種植栽單位面積二氧化碳固定量 G_i (kg/m^2)

栽植類型	CO_2 固定量 G_i (kg/m^2)	覆土深度	
生態複層	大小喬木、灌木、花草密植混種區（喬木間距 3.5m 以下）	1.0m 以上	
喬木	大喬木		900
	小喬木		600
	棕櫚類	400	
灌木（每 m^2 至少栽植 4 株以上）	300	0.5m 以上	
多年生蔓藤	100		
草花花圃、自然野草地、草坪	20	0.3m 以上	

資料來源：建築基地綠化設計技術規範，民國 101 年。

表 5 CO₂固定量計算用喬木栽種間距與植栽栽種面積 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 ²
	學校、小社區公園、工業區 或一公頃以上基地開發	5m 25 m ²
	都會公園、科學園區、或五 公頃以上基地開發	6m 36 m ²
已開發基地老樹及受保護 樹木評估(註 2)	任何基地	以實際樹冠投影面積計算

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 CO₂ 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 CO₂ 固定量。
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。

資料來源：建築基地綠化設計技術規範，民國 101 年。

肆、結果與討論

一、農路路側植栽原則

為維護生態保育與農村景觀，早期農地重劃區農水路更新改善工程，農路植栽設計原則為農水路更新改善後，農路路寬未達 5 公尺者，考量農機或車輛會車安全，不設計植栽；路寬在 5 公尺以上，未達 6 公尺農路者，單側植栽；改善後農路寬度達 6 公尺以上者雙側交錯植栽之原則，設計斷面圖詳如圖 4、圖 5 及圖 6。另依地方特性，倘不影響工程施工，或為維護行車安全，併行於大排水路旁之原有植栽則予以保留；或農路路寬已超過 6 公尺甚多，在地籍範圍內增加為三排植栽並增加灌木之複層植栽，詳如圖 7 及圖 8。有關植栽樹種採原生樹種並參酌地方意見為之。

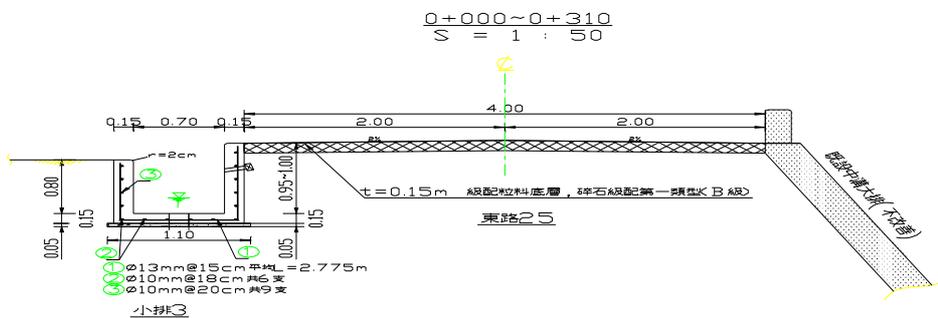


圖 5 路寬未達 5 公尺農路不植栽

資料來源：內政部土地重劃工程處 e，民國 102 年。

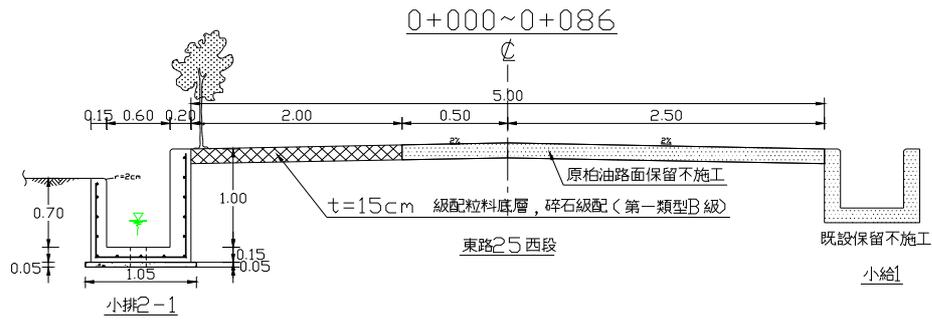


圖 6 路寬 5 公尺以上未達 6 公尺農路單側植栽
資料來源：內政部土地重劃工程處 b，民國 102 年。

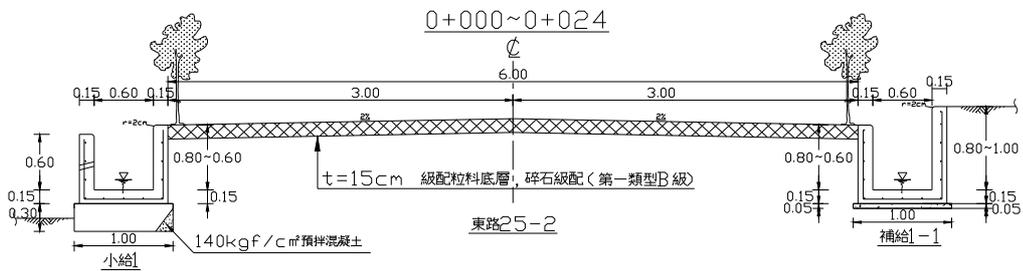


圖 7 路寬 6 公尺以上農路雙側植栽
資料來源：內政部土地重劃工程處 b，民國 102 年。

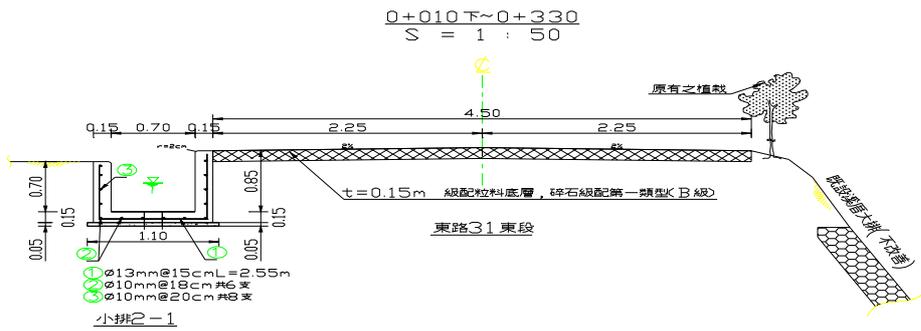


圖 8 大排旁原植栽保留
資料來源：內政部土地重劃工程處 e，民國 102 年。

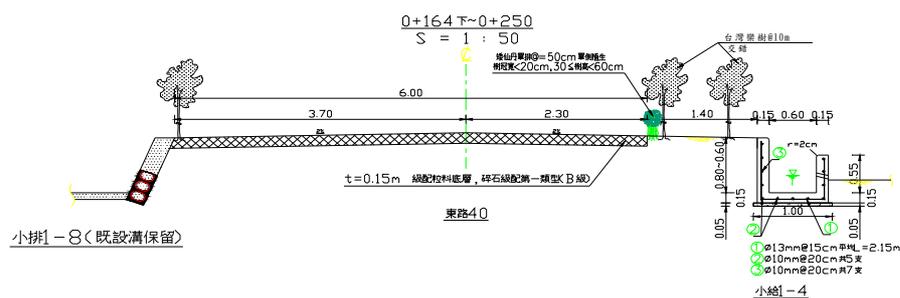


圖 9 蒜頭八雙側三排喬木+灌木之複層植栽
資料來源：內政部土地重劃工程處 e，民國 102 年。

筆者曾於民國 99 年參訪日本九州農地重劃區，發現其路寬不大的農路亦未設計植栽，然部分農路則保留原有土路及植草，而其併行給、排水路亦採用下方為矩型溝，上方保留植草方式之複式草溝的型態，詳如圖 10 及圖 11，農路與臺灣早期所辦理之農地重劃區相似，而臺灣給排水路則因農民經費等負擔因素，僅施設土渠。因中央政府推行農路植栽，考量行車會車或農機具、農產品的運輸，僅以農路寬度為基準，並未對間距作規範，故部分地方政府為使計畫能順利推行，可符合爭取經費必要條件並減少地方對於植栽的阻力，遂將間距拉大；或規劃時予以設計，而於施工後，以農民極力反對為由，變更設計時再予以減列，致影響整體植栽的效益。



圖 10 日本九州重劃區田間農路



圖 11 日本九州重劃區複式草溝

資料來源：自行拍攝。

二、綠覆率

本研究選擇嘉義縣六嘉（三）、水上（四）、大林（五）、好收（八）、蒜頭（八）及安和（九）等六區早期農地重劃區為案例，探討更新改善前後綠覆率及 CO₂ 固定量。經查嘉義縣各區之植栽間距為 25 公尺，所採用的樹種均為臺灣欒樹，設計之米高直徑為 4~6 公分，樹高則介於 150~180 公分之間，採用的樹種係先期規劃時向地方召開說明會提出討論後決定。

參考內政部土地重劃工程處（a~f，民國 102 年）各區綠覆率計算說明如下：

依先期規劃報告書內容，更新改善前之原有植栽，除蒜頭（八）區每株植栽之綠覆面積以 1 平方公尺計，餘其他區則以”花木”表示之，其每株植栽綠覆面積僅以 0.5 平方公尺計，由式(1)中 A_t 之法定空地面積以改善前既有農路寬度與長度乘積總和表示，故各區綠覆率除蒜頭（八）區達 2.41%，其他各區則未達 1%，顯見更新改善前之農地重劃區綠覆率均不高，詳表 6。

更新改善後規劃設計臺灣欒樹，因米高直徑介於 4-6 公分，依表 3 綠覆面積介於 5-10 公尺，考量係新種植，故每株綠覆面積以 5 平方公尺計，經計算結果，蒜頭（八）因區內農路東路 40，路寬較寬故種植三排之喬木及灌木，每株灌木綠覆面以 1 平方公尺計，故該區之綠覆率 8.16%，高於六嘉（三）等其他更新改善地區之 3.07~4.80%之間。若經過良善之維護與管理，植栽二年後喬木米高直徑大部分應可達 5-6 公分，每株喬木之綠覆面以 10 平方公尺計，綠籬（灌木）的寬度可增為 0.7 公尺（綠覆面以 1.5 平方公尺/株計），則各區之總綠覆面積及綠覆面均應可增加約 63%（蒜頭八）或 100%（六嘉三等區），同詳表 6。另由各區先期規劃報告書資料整理改善前後綠覆率比較，如圖 12 可看出，更新改善後之綠覆率明顯增加。

討論：更新改善前之農路路側部分長滿雜草，如圖 2~圖 4，並未以地被植物之綠覆面計入，且部分農路原有植栽為雜木林或大喬木，如圖 13 及圖 14，各區先期規劃報告書中僅以花木之 0.5 或 1 平方公尺綠覆面計之，似有不合理之處，故造成改善前綠覆率普遍偏低；而更新改善後之灌木設計高為 30-60 公分之間，樹冠幅為 20-30 公分之間，依參、二之計算說明，灌木以實際面積加百分之五十計算，則每株實際綠覆面僅 0.2~0.4 平方公尺，以 1 平方公尺計算而有高估之虞。建議日後規劃時可更精細調查，使量化資料更準確。

經比較施傳旺等（民國 92 年）以雲林縣後溝子及四湖南農地重劃區為研究試區，分析重劃前、後之綠覆蓋率之變化結果，前者之綠覆率由 6.45%降至 3.44%，主要原因為農民反對植栽行道樹及將原有大排水堤岸植生全數砍除所致；後者由 4.16%增為 4.79%，主要為政府大力宣導推動農路及堤岸植栽的結果，由此可知農地重劃前之綠覆率高於本研究之早期重劃區。筆者（陳意昌，民國 95 年）亦針對農地重劃區及農村社區之綠覆率作探討，因研究區係新辦農地重劃區，區內設置紀念碑公有土地之植栽綠美化，除喬木灌木及草化等複層植栽，人行步道亦採植草磚設計，而六巷區因設自行車道及車道植栽，其綠覆率為 8.18%，與嘉義蒜頭（八）相近，而高於其他早期更新改善地區。

由林信輝等（民國 91 年）針對辦理重劃人員及農民作問卷調查，對於實施綠美化工作之相關認知及目前遭遇問題作一統計分析與評估，對於綠美化之優點，如改善環境品質美觀、樹蔭製造休憩及調節濕度等，受測者表示在普通(同意)以上均佔 85% (65%) 以上；對於植栽綠美化工作持正面態度，即期望繼續推行，且農民認為應該繼續施行的意願較重劃人員為高。因此，於農地重劃區進行植栽綠化工作宜繼續進推動。事實上，政府為保護地球，減緩因溫室效應帶的全球暖化及生態危害，亦極力推廣綠化工作，如鼓勵平地造林、綠建築、永續工程之推動、農地重劃工程植栽等。筆者（陳意昌等，民

國 95 年)曾於農地重劃區現場勘查,發現民眾對於植栽的疑慮包括:(一)佔用道路,使路面寬度縮小,影響會車。(二)樹木的枝葉遮蔭,影響農作物的產量。(三)植栽引來鳥類啄食稻穗。(四)農民認為稻田已達到綠化,無須再植栽。(五)會阻擋大型農機具下田。(六)會增加蚊蟲。亦可能所樹種並非當地農民所能接受,故辦理先期規劃時應多與農多溝通,選取多種樹予以瞭解並介紹供農民選擇,以提高農民配合植栽及後續維護管理的意願。

表 6 嘉義縣 101 年先期規劃地區更新改善前後綠覆率

區名	改善前			改善後				
	植栽 (株)	農路面 積 m ²	綠覆率 (GCR)	植栽 (株)	綠覆面 積 m ²	農路面 積 m ²	綠覆率 (GCR)	二年後 綠覆率
六嘉(三)	20	5482	0.18%	68	340	10781	3.15%	6.31%
水上(四)	60	5583	0.54%	52	260	8470	3.07%	6.14%
大林(五)	22	8748	0.13%	81	405	13011	3.11%	6.23%
好收(八)	50	8302	0.30%	70	350	10816	3.24%	6.47%
蒜頭(八)	312	12935	2.41%*	73& 1006**	1371	16805	8.16%	13.32%
安和(九)	80	7621	0.52%	182	941	19620	4.80%	9.59%

註:*改善前每株綠覆面積為 1m²,其餘各區為 0.5m²;**植栽針葉矮仙丹。

資料來源:內政部土地重劃工程處、嘉義縣政府,本研究整理。

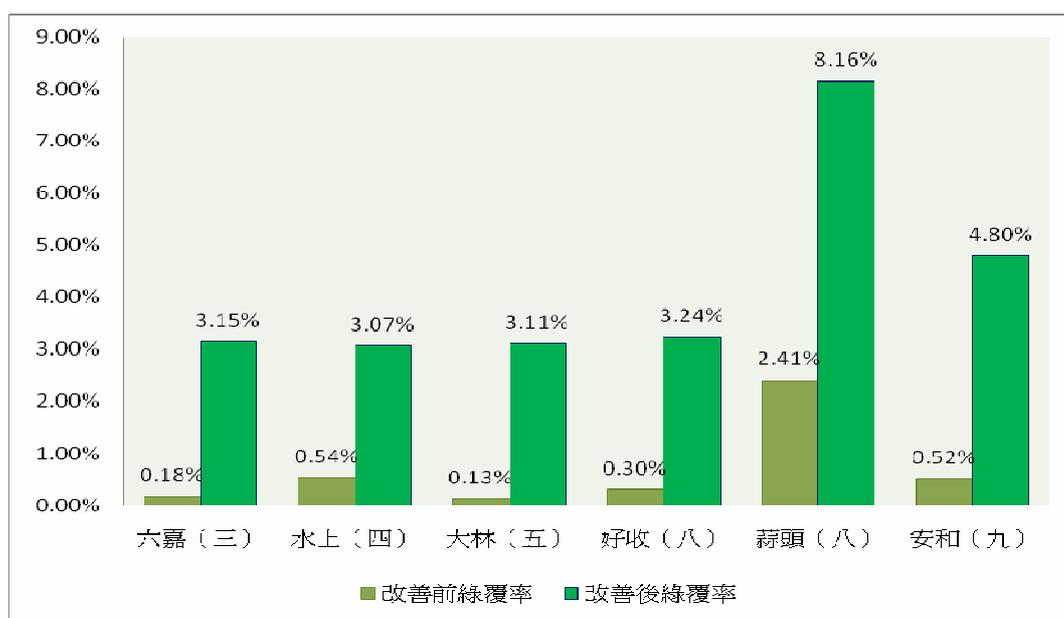


圖 12 各區更新改善前後綠覆率比較



圖 13 更新改善前農路路側雜木林



圖 14 更新改善前農路路側大喬木

資料來源：內政部土地重劃工程處 a 及 e, 民國 102 年。

三、二氧化碳固定量

參考嘉義縣六嘉(三)、水上(四)、大林(五)、好收(八)、蒜頭(八)及安和(九)等六區早期農地重劃區農水路更新改善工程先期規劃報告書(內政部土地重劃工程處 a~f, 民國 102 年)內,更新改善前之原有植栽敘明為花木,因此在估算二氧化碳固定量時參考表 4 之值 G_i 暫以 600 kg/m^2 計之;故更新改善後因設計植栽間距為 25 公尺,表 5 所規定之栽種間距為 4-6 公尺,樹冠投影面積 A_i 無法適用,故本研究計算二氧化碳固定量時參考表 3 之綠覆面。各區設計新栽植臺灣欒樹之高度介於 150~180 公分,以小喬木視之,故其 CO_2 固定量 G_i 以 600 kg/m^2 計之,二年後以大喬木之 900 kg/m^2 計之;蒜頭(八)灌木之設計間距為 0.5 公尺,而農路路側留設之灌木植栽寬度為 0.5 公尺,符合表 4 內所規定每平方公尺 4 株之栽植密度,故其 CO_2 固定量 G_i 以 300 kg/m^2 計之,考量灌木二年後生長變化不致太大,故亦以同數值估算;重劃區農路綠化總二氧化碳固定量 (TCO_2) 依式 (2) 代入計算,式 (2) 中, α 值取 1。

經計算各區 CO_2 固定量之總和-碳存量 (TCO_2) 詳如表 7。各區 TCO_2 均明顯增加,植栽喬木數量增加, TCO_2 亦隨之增高,估計二年後生長情況良好下更佳。各區改善前 CO_2 固定量總和以六嘉(三)6000kg 最低,蒜頭(八)區最高 93600 kg,六區總和為 163200kg,至改善後及估計二年後在生長情況良好下,碳存量 TCO_2 總和更分別提高為 1898400 kg 及 5242500 kg,其中二年後安和(九) TCO_2 碳存量最高 564600kg,其次為蒜頭(八), TCO_2 為 528000kg 及分別佔了六區碳存量總和約 32.3%及 21.6%。各區新植栽經費新臺幣 6 萬餘元至近 24 萬元,以安和(九)植栽 182 株最高,所需經費亦最高,達 239330 元, CO_2 固定量為 564600 kg/m^2 ;而蒜頭(八)所需經費 161385 元, CO_2 固定量較高,係因密植灌木 1006 株,而灌木所需經費較低之故。由沈勝豐及陳明賢(民國 98 年)針對臺中都會公園之綠覆率及植栽二氧化碳固定量作研究,估算碳存量 TCO_2 總和為 200593000kg。因使用分區及用地類別屬公園用地,其綠化量及 TCO_2 碳存量均高於農地重劃區內屬特地農業區之交通用地,嘉義縣年度辦理早期農地重劃區農路更新改善植栽預估二年後之 TCO_2 亦約僅臺中都會公園的 2.6%,顯示於農地植栽工作尚有努力的空間。

表 7 更新改善前後 CO₂ 固定量 (kg)

區名	改善前		改善後				
	綠覆面 (m ²)	TCO ₂ (kg)	綠覆面 (m ²)	TCO ₂ (kg)	二年後綠 覆面	二年後 TCO ₂	植栽經費 (元)
六嘉(三)	10	6000	340	204000	680	612000	89420
水上(四)	30	18000	260	156000	520	468000	68380
大林(五)	11	6600	405	243000	810	729000	106515
好收(八)	25	15000	350	210000	700	630000	92050
蒜頭(八)	312	93600	喬 365 灌 1006	520800	喬 730 灌 1509	1109700	161385
安和(九)	40	24000	941	564600	1882	1693800	239330
合計		163200		1898400		5242500	757080

資料來源：本研究整理。

伍、結論與建議

一、結論

早期農地重劃區農水路更新改善工程亦於農路路側推行植栽綠化，茲參考嘉義縣六嘉(三)等六區先期規劃報告書內容，予以綠化量化結果整理如下：

- (一) 經更新改善於農路 5 公尺以上單側植栽，6 公尺以上雙側植栽規劃結果，改善前綠覆率除蒜頭(八)區 2.41% 最高外，其餘六嘉(三)等五區綠覆率大部分集中在 0.2-0.5% 間。
- (二) 規劃更新改善後之綠覆率以蒜頭(八)區最高為 8.16%，主要區內東路 40 農路寬超過 6 公尺路側栽植三排喬木臺灣欒樹及增設間距 0.5 公尺之矮仙丹，其次為安和(九) 4.8%，區內種植 182 株臺灣欒樹，高於其他區，而六嘉(三)等四區綠覆率則提高至 3.07-3.24% 間。在維護管理良好下，二年後估綠覆率可提高至 6.14-6.47%，蒜頭(八)及安和(九)分別提高至 13.32% 及 9.59%。顯示多種植喬木及複層植栽，將可使綠覆率明顯增加。
- (三) 二氧化碳固定量之總和-碳存量(TCO₂)，改善前六嘉(三)及大林(五)均不高，僅 6000kg 及 6600kg，較高者為蒜頭(八) 936000kg，主要係原有植栽 312 株；改善後 TCO₂ 以安和(九) 564600kg 最高，六區 TCO₂ 總和可達 1898400kg，預估二年後更可達 5242500kg，增加 176%。

綜上，於早期農地重劃區之農路路側規劃植栽綠化後，其綠覆率及二氧化碳固定量將明顯增加，可建立農路綠廊道，間接影響臺灣農地的微氣候及生態環境，在效益上應屬正面。

二、建議

為能提高農地重劃區農路植栽綠覆率及總二氧化碳固定量(TCO₂)，提出以下建議：

- (一) 辦理先期規劃時，應多與農多溝通，選取多種適合當地的喬木，儘量以當地原生樹種為主，介紹供農民選擇，或瞭解當地農民自行栽植的樹種作為其中選項；設計時二樹之間距宜再加密並規劃複層植栽以增加綠覆；樹種宜本土性及多樣化；另樹種選擇根系垂直型或直角型較佳；或增加覆土深度以維持路面平整性。
- (二) 更新改善前，重劃區即原有大型喬木、防風林，可能栽種數年至數十年植栽，宜建議予以保留，改善農路路寬可酌減；一般田間農路或土路路況良好可供通行者，倘交通量不大者，儘量保留路不用拓寬，另保留農路兩側之雜草、原有土渠在不影響輸水狀況下亦可保留（含草溝型溝），僅編列維護管理經費，予以除草及清淤即可。
- (三) 改善前原有植栽之樹種、樹高、米高徑、正確位置（有無牽涉地籍或開挖用地內）、保留價值等調查再精確，可較明確改善前之綠覆情況；主要農路若要需鋪設瀝青混凝土，路側宜留設至少 50 公分予以植栽。
- (四) 綠覆率所採用係都市道路或建築植栽綠化時所規範，建議於農村地區另訂標準供參。另依各施作地點之目的及使用性不同配合運用灌木、草花及喬木的搭配，並建立其後續維護管理機制，加強居民生態觀念的推廣教育，以增加植栽之成活率。
- (五) 選取其他適合栽植地點進行綠美化，如紀念碑、水路兩側、畸零地，或於 6 米以上進行栽植時，盡量避免太密集之栽植或採交錯植栽。鼓勵農民於自行田埂間或路側、水側植栽，由政府單位提供樹苗，農民自行栽植，對於願意提供土地之農民，應建立起其回饋機制，補助農民從事生態性及植栽綠美化機制，以提高農民提供土地之意願，維護不佳亦應懲罰措施，使綠化工作可順利推展。

參考文獻

1. 內政部，市區道路及附屬工程設計規範，民國 98 年。
2. 內政部土地重劃工程處 a，嘉義縣政府，嘉義縣六嘉（三）早期農地重劃區農水路更新改善工程先期規劃報告書，民國 102 年。
3. 內政部土地重劃工程處 b，嘉義縣政府，嘉義縣水上（四）早期農地重劃區農水路更新改善工程先期規劃報告書，民國 102 年。
4. 內政部土地重劃工程處 c，嘉義縣政府，嘉義縣大林（五）早期農地重劃區農水路更新改善工程先期規劃報告書，民國 102 年。
5. 內政部土地重劃工程處 d，嘉義縣政府，嘉義縣好收（八）早期農地重劃區農水路更新改善工程先期規劃報告書，民國 102 年。
6. 內政部土地重劃工程處 e，嘉義縣政府，嘉義縣蒜頭（八）早期農地重劃區農水路

- 更新改善工程先期規劃報告書，民國 102 年。
7. 內政部土地重劃工程處 f，嘉義縣政府，嘉義縣安和（九）早期農地重劃區農水路更新改善工程先期規劃報告書，民國 102 年。
 8. 內政部主管法規查詢系統網頁，
<http://glrs.moi.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000377>，民國 102 年。
 9. 內政部地政司網頁，<http://www.land.moi.gov.tw/>（重大政策，民國 102 年），民國 102 年。
 10. 內政部建築研究所，綠建築評估手冊-基本型，民國 101 年。
 11. 內政部營建署網頁，<http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php>（非都市土地開發審議作業規範，民國 102 年 9 月、建築基地綠化設計技術規範，民國 101 年 6 月），民國 102 年。
 12. 沈勝豐、陳明賢，台中都會公園綠覆率與植栽二氧化碳固定量之研究，水土保持學報，民國 98 年，41(4)：411-424 頁。
 13. 林信輝、陳意昌、黃秋萍、顏正平，農地重劃區植栽綠化調查探討 水土保持研究，民國 91 年，9(3)：13-18 頁。
 14. 施傳旺、劉瑞煌，農地重劃規劃生態工法之探討，2003 農業工程研討會論文集，中國農業工程學會（光碟版），民國 92 年。
 15. 高雄市政府網頁，<http://build.kcg.gov.tw/upload/0108060001.pdf>（高雄市建築基地實施綠化審查辦法，民國 98 年 6 月），民國 102 年。
 16. 孫明德、陳意昌，鄉村整體規劃與綠廊建構探討，2005 農業工程研討會（光碟版），民國 94 年。
 17. 財團法人臺灣營建研究院，公共工程常用植栽手冊，民國 100 年。
 18. 陳意昌、游功揚，土地重劃對綠化影響之探討，2006 農業工程研討會（光碟版），民國 95 年。
 19. 植根法律法網頁，<http://www.rootlaw.com.tw/LawList.aspx>（新竹縣建築基地綠化實施辦法，民國 96 年 4 月），民國 102 年。
 20. 張俊彥，農村景觀生態之復育與創造，「農村新風貌形塑研討會」，台中：中華民國造園學會，中興大學園藝學系，七星農業發展基金會，民國 90 年。
 21. 臺南市政府網頁，http://www.tainan.gov.tw/tainan/dep_law.asp（臺南市植栽綠化都市設計審議原則，民國 98 年 4 月），民國 102 年。
 22. 鄧東波，結合景觀生態的綠廊，環境綠化，民國 91 年，37：48-59 頁。
 23. 詹氏書局，最新建築技術規則，民國 102 年。
 24. 劉瑞煌、陳意昌、張嵩林，農地重劃區生態保育工法之初步探討，水土保持研究，民國 90 年，8(4)：100~105 頁。

Vegetation Effectiveness of Farm Roads in Taiwan Farmland Consolidation

Yi-Chang Chen* Chung-Pin Chang** Koa-Yung Yu***

Abstract

There is no planting sense, just focus on farm road, drainage and irrigation improvement works in earlier farm land consolidation. The vegetation has being planted at the agriculture roadside, around the memorial and in the drainage embankment since 1992. The purpose of this article is to analyze the area and ratio of green cover, the carbon dioxide fixation (TCO_2), and to discuss increase value of vegetation for 6 areas earlier farm land consolidation of Chia-Yi County in 2002. These results of cases study are as follows. The green cover rate and TCO_2 are raised in 6 construction zone after improvement. The green cover rate is the highest (8.16%) in Xiwan-Tou (6) zone, and TCO_2 is the highest (564600kg) in An-Hao (9) zone. The total carbon dioxide fixation of non-improvement is 163200kg, and after improvement is 1898400kg that will increase about 11.6 times. TCO_2 is estimated 5242500kg after two years that will increase about 176%. In order to establish the green corridors farm roads, the planting will be popularized in farmland consolidation and ecological environment will be established in Taiwan's rural area.

Keywords: green cover rate, vegetation, carbon dioxide fixation, farmland consolidation

*Adjunct Assistant Professor, Department of Hydraulic Engineering and Resource Conservation, Feng Chia University

**Associate Professor, Department of Landscape Architecture Zhongzhou University of Science and Technology

***Associate Professor, Department of Marketing and Logistics Management, Ling Tung University, Corresponding author (kyyu@mail.ltu.edu.tw)