

埤塘與灌溉水圳生態功能重塑評估準則之研究

— 以桃園縣龍潭地區為例

李梧桐
龍潭鄉公所
工務課技士

簡傳彬
農業工程研究中心
副研究員、水利技師

方文村
農業工程研究中心
副研究員

陳淑貞
農業工程研究中心
研究助理

摘要

埤塘和灌溉水圳與居民的生活息息相關，如農業灌溉、養殖與休閒娛樂等。近年來龍潭地區因工業發展造成交通建設成長和人口增長，間接造成許多埤塘和灌溉水圳廢棄和毀壞，嚴重影響居民的生活環境，為重塑埤塘與灌溉水圳之生態功能，本研究首先調查目前龍潭地區之埤塘與灌溉水圳現況，並引進景觀生態學概念，探討重塑生態資源，營造良好的野生動植物的棲地環境之評估準則，提供相關單位進行都市綠帶環境與藍帶(水域)環境規劃之參考，以創造出具有生態廊道功能的環境。

本研究以層級分析法進行評估架構與評估因子建立、權重計算與評分。評估架構分評估構面、評估指標與操作性指標三個層級。評估構面分為空間結構、環境影響、社會需求與產業衝擊等 4 大項；評估指標分為埤塘空間結構等 12 項，操作性指標分為面積大小等 29 項。運用特徵向量求值法建立生態功能的評估準則，作為未來埤塘與水圳規劃的重要參考。

研究結果顯示，居民對埤塘與水圳之灌溉、養殖、垂釣、生態、教育之功能認知較一致，而層級分析法之分析結果顯示，評估構面以環境影響最高，其次為空間結構，而產業衝擊最低；評估指標以埤塘空間結構最高；操作性指標以水源量最高。顯示埤塘與灌溉水圳之重塑以環境影響、埤塘空間結構及水源量等指標最具影響，可作為未來生態環境重塑評估準則之依據。

一、前言

桃園地區素有「千塘鄉」之稱，乃肇因於灌溉需求與桃園地區之地形、地質等自然環境因素所致。而埤塘與水圳間由點到線將桃園台地上各大小聚落緊密結合在一起，造就目前聚落發展。以生態環境而言，埤塘所營造出的水域環境，可提供生物棲息，如水鳥的棲息地等，深具保育價值；在水資源利用上，埤塘之蓄水、供水及調節水資源在桃園地區農業灌溉用水上一直都是扮演重要的角色。

過去幾十年來，桃園地區素有台灣萍蓬草的故鄉之稱的龍潭鄉，境內的石門大圳高低揚灌溉埤塘及水圳為鄉內農業灌溉用水供給的主要設施之一，隨著時代變遷，農業灌溉面積逐漸減少，高低揚灌溉渠道與埤塘乃於民國 69 年公告劃出石門水利會事業區。龍潭鄉原為石門大圳高低揚灌區內之水圳及埤塘土地總面積達 72.0166 公頃，其中土地產權屬石門農田水利會的為 51.6314 公頃，佔總面積 71.69%，埤塘共計 14 口，相關資料詳如表 1 所示。

龍潭地區之埤塘劃出石門農田水利會事業範圍，在水資源效益降低之情況下，導致埤塘廢棄，致原有之生態功能大幅降低；因此，本研究以桃園縣龍潭鄉為例，探討該區埤塘與水圳的生態功能重塑評估準則，提供區域埤塘與水圳進行生態功能重塑之參考依據，期望為昔日居民生活命脈之埤塘與水圳找出一條重生之路。

表 1 龍潭鄉高低揚灌區水圳及埤塘土地權屬面積表 單位：公頃

項目	石門農田水利會會有面積	非會有面積	總面積
水圳	36.8784	6.1996	43.0780
埤塘	14.7530	14.1856	28.9386
合計	51.6314	20.3852	72.0166

本研究除以生態功能的概念，提出龍潭鄉原高低揚灌區之水利設施生態功能重塑評估準則之建立與未來規劃方案概念之建構外，在研究過程中，亦將針對未來使用方式與地方居民進行意見調查，並透過專家問卷方式研擬生態功能重塑評估準則。期望透過評估準則，提供有關單位針對區域埤塘與水圳選擇適合之埤塘與水圳進行規劃以重塑埤塘與水圳之生態功能，提升生態環境品質。

二、文獻回顧

1983年聯合國在第38屆大會中，通過成立世界環境與發展委員會，該委員會經過四年的研究，在1987年發表了「我們共同的未來」研究報告，也稱為 Brundland Report。此一報告提出永續發展(sustainable development)的概念廣為各界所引用(韓乾，2001)，也引起世人對環境生態的重視。因此，本研究以永續發展的概念為主軸，針對國內外有關生態環境與相關規劃理論加以蒐集，作為本研究評估指標及環境初步規劃之依據。

埤塘與水圳等水利設施在人類歷史發展的過程中，扮演相當重要的功能與角色，不僅提供農業灌溉之所需，同時在半自然棲地的環境中，提供部分物種棲息、覓食與繁衍的空間，而且在地景上擔任自然與都市環境間仲介緩衝的角色，對於整體環境的重要性是不容忽視，以生態規劃為基礎的水域環境，更可發揮三生(生產、生活、生態)的功能(郭瓊瑩，1999)，以使農業得以永續發展。雖然目前龍潭地區部分水圳與埤塘已喪失原有農業灌溉的功能，但埤塘與水圳空間仍具有生態、親水機能與景觀的價值，應積極進行環境復育或保育之工作。亦即可以運用埤塘及水圳重新導入活水，再配合植栽及在適當地點導入親水的活動與設施，使其可成為社區親水、戲水的空間以及生物棲息的場所。

環境復育應以發展能自行修復之生態系統為目標，故應重視自然環境演化的動態過程，為達到這個管理標的，須先將已損傷的環境修復到惡化前的最初狀態，再引發其自行繁衍的生態功能與程序。在進行水域之規劃設計時，環境保育是一重要的思維模式與思考程序；傳統的水域規劃在解決結構性的問題，如水文、水利、河川土木工程、海岸建築工程、河川湖泊地形及水域環境工程，而生態性的考量則是以有機生態系的觀點來看河川廊道，並引進生態規劃設計理念，來重塑埤塘及水圳生態功能。

本研究參考 Patorok 等人(1997)提出之生態規劃程序(郭瓊瑩，1999)，提出埤塘及水圳生態廊道功能重塑之評估程序：1. 利用物理、化學及生物狀況量化，以定義棲息地及現有的問題；2. 定義復育的目的及目標；3. 發展生態系復育的觀念；4. 使用觀念模式定義可被操作或監測的主要生態系參數與改善執行的準則；5. 發展復育環境之設計；6. 執行的可行性。再利用概念模式以確定生態景觀之基本種類、重要種類及工程種類，並確定主要生態參數及發展量化生態模式，做為未來生態規劃重要評估要素。

三、研究架構

本研究採取一個較廣泛的探討性研究面，以釐清現況與理念。相關文獻做為本研究埤塘與水圳生態功能重塑評估準則之研擬基礎。其次，藉由相關理論與文獻中整理歸納出影響生態廊道完整性評估因子，其主要目標是以景觀生態與生態設計觀點來考慮廊道結構與生態性，並考量綠地系統其他功能如生態環境及經濟等效益，而將評估構面分為空間結構、環境影響、社會需求與產業衝擊等 4 大項。透過文獻與相關研究選定多項評估指標，歸納為埤塘空間結構、水圳空間結構、生態環境、水資源、景觀連續性、環境資源、水環境、空間摩擦度、休閒多樣化、土地利用、就業、產業結構等評估指標。完整性評估架構如圖 1 所示。最後，透過專家問卷之發放進行評估架構與各項因子之選取，運用特徵向量求值法建立生態功能的評估準則，進行資料分析與討論，作為未來埤塘與水圳規劃的重要參考。

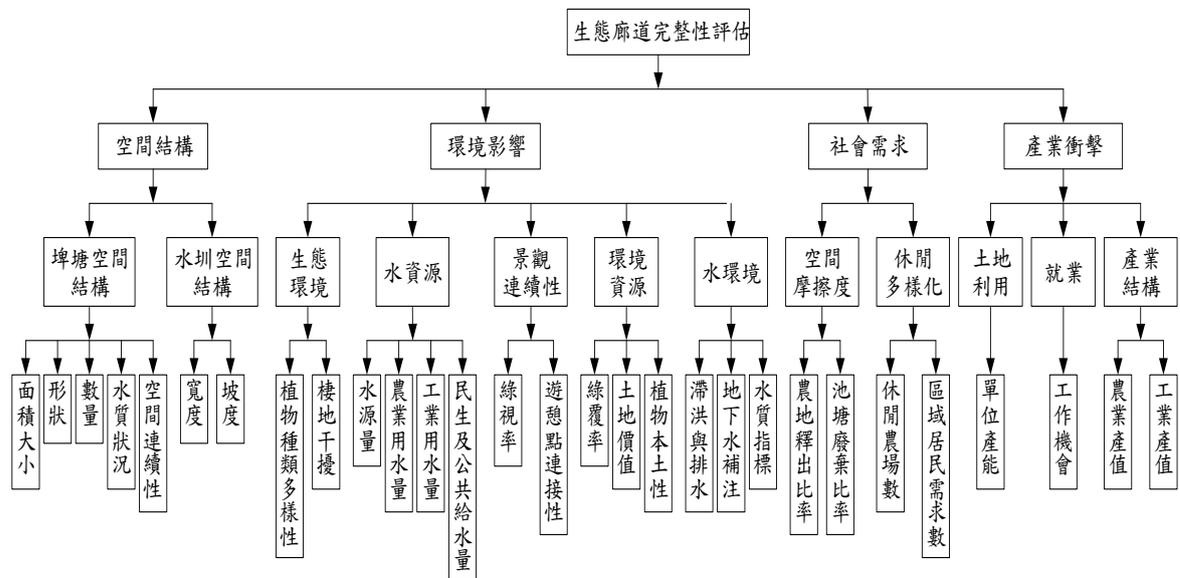


圖 1 生態廊道完整性評估架構

四、研究區域概述

(一) 埤塘現況調查

龍潭鄉位於桃園丘陵台地最南端，面積七十五平方公里，東以大漢溪、石門水庫為界，與大溪鎮、復興鄉相鄰，西接楊梅鎮、南沿新竹縣關西鎮、新埔鎮界，北連平鎮市。道路網四通八達，交通便捷。石門農田水利會石門大圳高低揚灌區所管轄之埤塘共計 14 口，其中四口位於龍潭都市計畫區內，其餘十口埤塘位於都市計畫範圍外，現況已變更土地使用型態則有：編號 5 凌雲村埤塘，以作為婦幼館使用；編號 7 埤塘

(為十四口埤塘面積最大者)目前已變更為武漢國中使用；其餘埤塘仍保持蓄水功能。

表 2 龍潭鄉高低揚灌區埤池面積 單位：公頃

區位	村名	編號	面積	會有面積	會有面積比例	備註
都市計畫內	中正村	1	0.5658	0.5658	100.00%	臨龍潭交流道
	上華村	2	0.2001	0.2001	100.00%	臨龍潭交流道
	上華村	3	1.1048	0.2749	24.88%	臨龍潭交流道
	上華村	4	2.7457	0.6833	24.89%	臨龍潭交流道
都市計畫外	凌雲村	5	1.1246	1.1246	100.00%	已作為婦幼館使用
	北興村	6	1.4785	0.6868	46.45%	約五分之三權屬為私人所有
	黃唐村	7	4.4915	4.1534	92.47%	已作為為學校用地
	武漢村	8	1.5317	0.5105	33.32%	約三分之二權屬為私人所有
	東興村	9	2.1208	0.4242	20.00%	
	九龍村	10	3.1855	0.5930	18.61%	本溜池由北二高分割為二
	九龍村	11	3.1706	0.3996	12.60%	
	佳安村	12	1.3574	1.3574	100.00%	
	佳安村	13	3.1248	2.0361	65.16%	十一分埤
三林村	14	2.7368	1.7433	63.70%		
總面積			28.9386	14.7530	50.98%	

註：「會有」係指石門農田水利會之權屬

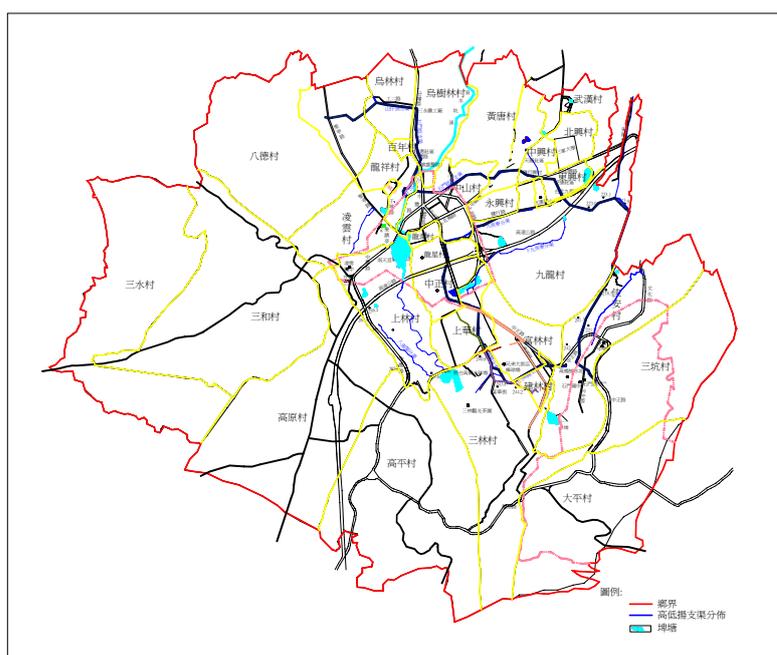


圖 2 高低揚支渠及埤塘分佈圖

(二) 水圳現況調查分析

本研究針對高低揚灌區，選擇 9 條支渠(如表 3 所示)進行分析。

表 3 龍潭鄉高低揚灌區水圳基本資料

區位	村名	水圳長 (m)	地權寬 (m)	說明
高揚 支渠 規劃 區域	建林村、富林 村、三林村	126	14	忠勇街至建國路(建國路 130 巷)一段
	三林村至上華 村	586	7	由富華街(桃 65)三段與民生路交會進入上華村富華街一段
	中正村	896	6~8	臨中正路上華段(桃 113)接龍華路一段，沿途經過龍潭國中
	九龍村(九座 寮分渠)	430	5~7	本段位於永興村與九龍村交界之健行路南側，由大昌路二段往東穿越大華、九華路沿健行路而行
低揚 支渠 規劃 區域	九龍村(石門 大圳崁邊渠)	982	6	本分渠於桃園高爾夫球俱樂部附近，由低揚支渠中分出，向北沿東龍街至大溪，往南接中興路九龍段止
	九龍、東興、 中興、黃唐村	784	15~30	水圳由九龍村中北部進入中興村，沿巷道向西北方向而行，上接中興路
		468	12~16	水圳通過中興路後，向西北方向進入黃唐村
	中山村	1,702	14	本段由黃唐村龍潭寺進入，其中穿越 113 甲線(龍潭鄉至平鎮市之主要道路)，往西穿越中豐路進入凌雲村
	烏林村(山仔 頂分渠)	1138	12~14	本段位於工二路南側與其平行距離約 80 公尺處，東側接中豐路，於中央新村北側分為兩段分渠，其一往西通八德村接聖亭路，其一往北通平鎮山仔頂地區(此段為本規劃選取之段落)，全長 1138 公尺，其中長 970 公尺之地權寬約 12-14 公尺，其餘北端 168 公尺處之地權寬為 2 公尺。
	佳安村(石門 大圳低揚支 渠)	1,028	5~24	本支渠起於佳安村中正路，由佳安村中部向北延伸，向北沿至大溪與龍潭交界處

五、問卷調查與分析

(一) 居民問卷調查分析

本研究於民國 94 年 3 月進行居民實地訪查，發放問卷計 40 份，有效問卷為 31 份。進行居民對埤塘與水圳生態功能認知之分析，本問卷分析因子之分配狀況，將因素量化給予分數，分數級距由小至大，如：不知道為 0 分、稍微清楚為 1 分、清楚為 2 分、很清楚 3 分、非常清楚為 4 分。其他以此類推，將所有因子進行平均數與標準差計算，結果如下：

1. 對埤塘的基本認知

對埤塘的基本認知項目有：是否清楚龍潭鄉境內有許多埤塘等，如表 4 所示。由表中顯示：平均數最高為埤塘對龍潭鄉之貢獻認知，為 3.26、標準差為 1.09，其次為若無埤塘對龍潭鄉之影響認知平均數為 3.13、標準差為 1.48；顯示多數人認為埤塘對龍潭鄉有其存在價值。

表 4 對埤塘基本認知評估項目綜合成果表

項目	平均數	標準差
1. 是否清楚龍潭鄉境內有許多埤塘	1.84	1.00
2. 是否瞭解埤塘功能	1.97	0.98
3. 埤塘的灌溉功能認知	2.48	0.85
4. 埤塘的養殖功能認知	1.81	0.75
5. 埤塘的遊憩功能認知	2.17	1.02
6. 埤塘的垂釣功能認知	1.73	0.69
7. 埤塘的生態功能認知	2.90	0.83
8. 埤塘的教育功能認知	2.48	0.85
9. 埤塘的地下水補注功能認知	2.23	1.23
10. 埤塘的滯洪功能認知	2.68	1.08
11. 埤塘的淨化水質功能認知	2.80	1.19
12. 埤塘為桃園台地特殊的地理景觀認知	2.52	1.12
13. 埤塘之人文歷史意義認知	2.39	1.20
14. 埤塘對龍潭鄉之貢獻認知	3.26	1.09
15. 若無埤塘對龍潭鄉之影響認知	3.13	1.48
16. 埤塘廢棄對生活可能帶來不便與髒亂之認知	2.23	1.09
17. 埤塘存在必要性之認知	2.17	1.44
18. 埤塘對休閒農業之認知	1.90	1.30

2. 埤塘的利用型態

埤塘的利用型態之調查結果如表 5 所示，由表中顯示，平均數最高為保留灌溉功能加強綠美化並由社區認養之認知，為 2.87、標準差為 1.18，其次為埤塘資源開發設立遊憩或休閒設施之認知平均數為 2.84、標準差為 1.04；顯示多數人同意埤塘規劃為休閒設施並由社區認養之認知。

表 5 埤塘的利用型態評估項目綜合成果表

項目	平均數	標準差
灌溉為埤塘理想利用型態	1.94	1.09
生態池為埤塘理想利用型態	2.40	1.13
水質淨化為埤塘理想利用型態	2.39	1.09
觀光遊憩為埤塘理想利用型態	2.52	1.18
養殖為埤塘理想利用型態	1.93	0.96
保留灌溉功能加強綠美化並由社區認養之認知	2.87	1.18
埤塘資源開發設立遊憩或休閒設施之認知	2.84	1.04
埤塘資源開發供工商發展之認知	2.32	1.25
埤塘資源任其自由發展之認知	1.68	0.98

3. 對於水圳環境的利用認知

對於水圳環境的利用之認知如表 6 所示，由表中顯示，平均數最高為若無水圳對龍潭鄉有負面影響之認知，為 3.45、標準差為 1.20，其次為灌溉功能之認知平均數為 2.48、標準差為 1.06；顯示多數人同意水圳其灌溉功能對龍潭鄉之影響最大。

表 6 對水圳環境的利用認知評估項目綜合成果表

項目	平均數	標準差
灌溉圳路之認知	2.03	1.16
親水圳路之認知	2.23	1.19
生態圳路之認知	2.35	1.08
排水圳路之認知	2.13	1.09
教育功能之認知	2.06	1.12
生態保育功能之認知	2.16	1.10
歷史價值功能之認知	2.09	1.08
遊憩功能之認知	2.00	0.97
排水功能之認知	2.48	1.15
灌溉功能之認知	2.48	1.06
若無水圳對龍潭鄉有負面影響之認知	3.45	1.20
水圳廢棄對生活帶來不便與髒亂之認知	2.10	1.08

4. 綜合性環境利用認知

對於綜合性環境利用認知調查結果如表 7，由表中顯示，平均數最高為管理措施及水質淨化為重塑埤塘與水圳環境最大問題之認知，為 2.57、標準差為 1.01；顯示多數人認同管理與水質淨化為埤塘與水圳環境最大問題。

表 7 綜合性環境利用認知評估項目綜合成果表

項目	平均數	標準差
土地取得為重塑埤塘與水圳環境之最大問題之認知	2.30	1.18
居民配合度為重塑埤塘與水圳環境之最大問題之認知	2.19	1.11
管理措施為重塑埤塘與水圳環境之最大問題之認知	2.57	1.01
水質淨化為重塑埤塘與水圳環境之最大問題之認知	2.57	1.01
安全性為重塑埤塘與水圳環境之最大問題之認知	2.43	1.01

5. 生態工法之運用

有關生態工法運用之認知調查結果如表 8，由表中顯示，平均數最高為創造社區生活遊憩空間之認知；其次為生態工法目的是安全與天災預防之認知。顯示多數人認為生態工法目的是創造社區生活遊憩空間及安全與天災預防之認知。

表 8 生態工法之運用認知評估項目綜合成果表

項目	平均數	標準差
生態工法目的是提供物種適宜的棲地環境之認知	2.45	1.31
生態工法目的是豐富生態棲地多樣化之認知	2.48	1.18
生態工法目的是配合農村休閒產業與各級產業發展之認知	2.48	1.23
生態工法目的是創造社區生活遊憩空間之認知	2.61	1.23
生態工法目的是安全與天災預防之認知	2.58	1.18

6. 生態池之建構

生態池建構之調查如表 9，由表中顯示，平均數最高為生態池之復育具有教育意義之認知，為 2.93、標準差為 0.94，其次為生態池之復育具有稀有植物復育效益之認知；顯示多數人認為生態池具有教育之功能且有復育稀有植物效益。

表 9 生態池之建構認知評估項目綜合成果表

項目	平均數	標準差
生態池之復育具有教育意義之認知	2.93	0.94
生態池之復育具有社區發展效益之認知	2.70	1.02
生態池之復育具有稀有植物復育效益之認知	2.73	1.05
生態池之復育具有遊憩功能效益之認知	2.70	0.99
生態池之復育具有災害預防效益之認知	2.60	1.13

7. 居民意見綜合討論

本研究依據上述居民問卷，整理具有特別趨向評估議題彙整(如表 10，多數居民瞭解埤塘具有灌溉、養殖、垂釣、生態、教育之功能；另多數居民並同意保留埤塘灌溉功能加強綠美化並由社區認養之認知之概念。另水圳具有灌溉、生態、排水功能之認知亦顯著，同時居民亦認為部分水圳帶來環境髒亂問題。而在重整埤塘與水圳之議題上，居民配合度與未來管理措施之為重要課題。最後居民對於生態池之建構認為具有教育、遊憩與災害預防之功能。此為未來規劃此類議題之重要參考項目。

表 10 居民問卷顯著性評估議題彙整表 單位：%

項目	未填寫	不知道	1	2	3	4
1. 埤塘的灌溉功能認知	0.0	0.0	12.9	35.5	41.9	9.7
2. 埤塘的養殖功能認知	0.0	3.2	29.0	51.6	16.1	0.0
3. 埤塘的垂釣功能認知	3.2	0.0	38.7	45.2	12.	0.0
4. 埤塘的生態功能認知	0.0	0.0	0.0	38.7	32.3	29.0
5. 埤塘的教育功能認知	0.0	3.2	0.0	54.8	29.0	12.9
6. 保留灌溉功能加強綠美化並由社區認養之認知	0.0	3.2	9.7	25.8	19.4	41.9
7. 灌溉圳路之認知	3.2	9.7	16.1	48.4	6.5	16.1
8. 生態圳路之認知	0.0	6.5	6.5	51.6	16.1	19.4
9. 排水圳路之認知	0.0	9.7	9.7	51.6	16.1	12.9
10. 灌溉功能之認知	0.0	3.2	9.7	45.2	19.4	22.6
11. 水圳對生活帶來不便與髒亂之認知	0.0	6.5	19.4	45.2	16.1	12.9
12. 居民配合度為重塑埤塘與水圳環境之最大問題之認知	0.0	12.9	3.2	45.2	29.0	9.7
13. 管理措施為重塑埤塘與水圳環境之最大問題之認知	3.2	3.2	3.2	48.4	19.4	22.6
14. 生態池之復育具有教育意義之認知	3.2	0.0	0.0	45.2	12.9	38.7
15. 生態池之復育具有遊憩功能效益之認知	3.2	3.2	0.0	45.2	22.6	25.8
16. 生態池之復育具有災害預防效益之認知	3.2	6.5	0.0	48.4	12.9	29.0

註：1代表：稍清楚、不重要、不瞭解、不贊成

2代表：清楚、重要、瞭解、贊成

3代表：很清楚、很重要、很瞭解、很贊成

4代表：非常清楚、非常重要、非常瞭解、非常贊成

(二) 專家問卷調查分析

1. 因子評估權重估測

為取得專家對評估體系評估因子之偏好，利用專家問卷與特徵向量求值法，進行權重值計算。研究期間共發放專家問卷 30 份，其中包括學者（南亞技術學院）、石門水利會、桃園縣政府及龍潭鄉公所之相關水利承辦專員。施測時間為民國 94 年 4 月 30 日至民國 94 年 5 月 7 日，共計回收 29 份。

針對回收之問卷，在評估因子之權重部分，利用特徵向量求值法進行分析，結果如下：

(1) 評估因子相對權重

將各專家問卷整合後之結果進行計算因子權重，可初步求得各成對比較矩陣之權重值，該值所呈現的結果為成對比較矩陣中評估因子間之相對重要性。

各層級評估構面分析結果，以環境影響所佔比例最高(0.5079)，其次為空間結構(0.2358)、社會需求(0.1388)、產業衝擊(0.1175)最低(如表 11、表 12 所示)。顯示環境影響因子對整體埤塘與水圳之影響程度與一致性最高。

表 11 各層級因子相對權重表

項目	評估構面	評估指標	操作性指標
埤塘與水圳之生態功能	空間結構 (0.2358)	埤塘空間結構(0.6942)	面積大小(0.2182)
			形狀(0.1520)
			數量(0.1706)
			水質狀況(0.2492)
			空間連續性(0.2099)
		水圳空間結構(0.3058)	寬度(0.4953)
		坡度(0.5047)	
	環境影響 (0.5079)	生態環境(0.1440)	植物種類多樣性(0.4884)
			棲地干擾(0.5116)
		水資源(0.2773)	水源量(0.2945)
農業用水量(0.2656)			
	工業用水量(0.2079)		

項目	評估構面	評估指標	操作性指標
			民生及公共給水量 (0.2320)
		景觀連續性(0.1407)	綠視率(0.5332)
			遊憩點連接性(0.4668)
		環境資源(0.2097)	綠覆率(0.3609)
			土地價值(0.2973)
			植物本土性(0.3418)
		水環境(0.2283)	滯洪與排水(0.3518)
			地下水補注(0.3080)
			水質指標(0.3401)
	社會需求 (0.1388)	空間摩擦度(0.5098)	農地釋出比率(0.4809)
			池塘廢棄比率(0.5191)
		休閒多樣化(0.4902)	休閒農場數(0.4751)
	區域居民需求數(0.5249)		
	產業衝擊 (0.1175)	土地利用(0.2550)	單位產能(1.00)
		就業(0.2176)	工作機會(1.00)
		產業結構(0.5274)	農業產值(0.5765)
工業產值(0.4235)			

表 12 各因子評估構面因子權重表

項 目	群體決策	南亞技術 學院學者	水利會 員工	桃園縣政府 員工	龍潭鄉公所 員工
環境影響	0.5079	0.5056	0.5116	0.5108	0.4925
空間結構	0.2358	0.2325	0.2339	0.2379	0.2450
社會需求	0.1388	0.1442	0.1352	0.1380	0.1475
產業衝擊	0.1175	0.1178	0.1193	0.1133	0.1150

2. 評估因子絕對權重計算

各層級評估構面與因子絕對權重分析結果，評估構面以環境影響所佔比例最高(0.5079)，其次為空間結構(0.2358)、社會需求(0.1388)、產業衝擊(0.1175)最低。評估指標以埤塘空間結構最高(0.1637)；操作性指標以水源量最高(0.0415)(如表 13 所示)。

表 13 各層級因子絕對權重表

項目	評估構面	評估指標	操作性指標
埤塘與水圳之生態功能	空間結構 (0.2358)	埤塘空間結構 (0.1637)	面積大小(0.0357)
			形狀(0.0249)
			數量(0.0279)
			水質狀況(0.0408)
			空間連續性(0.0344)
		水圳空間結構 (0.0721)	寬度(0.0357)
	坡度(0.0364)		
	環境影響 (0.5079)	生態環境(0.0731)	植物種類多樣性(0.0357)
			棲地干擾(0.0374)
		水資源(0.1409)	水源量(0.0415)
			農業用水量(0.0374)
			工業用水量(0.0293)
			民生及公共給水量(0.0327)
		景觀連續性 (0.0714)	綠視率(0.0381)
			遊憩點連接性(0.0333)
		環境資源(0.1065)	綠覆率(0.0384)
			土地價值(0.0317)
			植物本土性(0.0364)
		水環境(0.1160)	滯洪與排水(0.0408)
			地下水補注(0.0357)
	水質指標(0.0395)		
	社會需求 (0.1388)	空間摩擦度 (0.0707)	農地釋出比率(0.0340)
			池塘廢棄比率(0.0367)
休閒多樣化 (0.0681)		休閒農場數(0.0323)	
		區域居民需求數(0.0358)	
產業衝擊 (0.1175)	土地利用(0.0300)	單位產能(0.0300)	
	就業(0.0256)	工作機會(0.0256)	
	產業結構(0.0619)	農業產值(0.0357)	
		工業產值(0.0262)	

六、結果與討論

(一) 因子評估等級調查

1. 實證區域分類

本研究依據第四節研究區域概述(參閱表 2)之區域基本資料，進行實證區域選址，本研究選址步驟如下：

- (1) 刪除已作為其他使用之埤塘：凌雲村(編號 5)埤塘已作為婦幼館使用、黃唐村(編號 7)埤塘已作為武漢國中使用。
- (2) 刪除面積在 2 公頃以下之埤塘：2 公頃以下埤塘包括：中正村(編號 1 埤塘，面積 0.5658 公頃)、上華村(編號 2 埤塘，面積 0.2001 公頃)、上華村(編號 3 埤塘，面積 1.1048 公頃)、北興村(編號 6 埤塘，面積 1.4785 公頃)、武漢村(編號 8 埤塘，面積 1.5317 公頃)、佳安村(編號 12 埤塘，面積 1.3574 公頃)共計六口埤塘。
- (3) 刪除區位不適宜之埤塘：本研究所判定之區位不適宜包含鄰近高速公路及位於高爾夫球場土地範圍內之埤塘，包括：上華村(編號 4)埤塘臨龍潭交流道、九龍村(編號 10)埤塘已被北二高將之一分為二、九龍村(編號 11)埤塘臨龍潭交流道、三林村(編號 14)埤塘位於明台高爾夫球場內，共計四口埤塘。

步驟(1)至步驟(3)所刪除之埤塘，包括步驟(1)之二口埤塘，步驟(2)之六口埤塘及步驟(3)之四口埤塘，剩餘二口埤塘進行分析，並依據其位址區分為高揚與低揚兩地以甲、乙兩案加以區分(見表 14)，進行埤塘與水圳生態功能等級評分調查與分析。

表 14 實證區域分類表

調查個案分類	甲案	乙案
所在區域	佳安村	東興村
埤塘	13號埤塘	9號埤塘
水圳	高揚支渠(忠勇街至建國路段)	低揚支渠(中興路沿線南北兩側)

2. 實證區域調查評估

依據前述所訂定之評估因子評分等級標準，及本研究於 94 年 4 月 28 日至 5 月 12 日共 14 天進行現況調查與評分結果如表 15 所示；其計算方式摘述部份如下：

- (1) 面積大小：甲案 3.1248 公頃、乙案 2.1208 公頃皆屬第五級，得分 1 分。
- (2) 植物種類多樣性：甲案依據現場所有植物種類取 25 平方公尺判讀約有 11 種，屬第 5 級，得分 1 分；乙案約有 7 種，屬第 4 級，得分 0.80 分。
- (3) 棲地干擾：甲案距離住宅區域小於 0.2 公里，屬第 1 級，得分 0.2 分；乙案距離住宅區約 0.7 公里，屬第三級，得分 0.6 分。
- (4) 遊憩點連接性：甲案遊憩點連接處達 3 點，屬第 3 級，得分 0.6 分；乙案連接觸 2 處，屬第 2 級，得分 0.4 分。
- (5) 綠覆率：甲案外圍 20 公尺之綠覆率約為 50% 以上，屬第 4 級，得分 0.8 分；乙案綠覆率約為 60%，屬第 5 級，得分 1 分。
- (6) 水質狀況：甲案區域水質介於輕微污染與良好間，屬第 2 級，得分 0.5 分；乙案屬中度污染第 3 級，得分 0.25 分。
- (7) 綠視率：甲案綠視率達 40% 以上，屬第 1 級，得分 1 分；乙案綠視率達 50 以上，屬第 1 級，得分 1 分。

表 15 實證區域調查評分表

評估指標	操作性指標	甲案	乙案
埤塘空間結構	面積大小	1.0	1.0
	形狀	0.2	0.6
	數量	0.2	0.4
	水質狀況	0.5	0.25
	空間連續性	0.6	0.4
水圳空間結構	寬度	1.0	1.0
	坡度	0.6	0.6
生態環境	植物種類多樣性	1.0	0.8
	棲地干擾	0.2	0.6

評估指標	操作性指標	甲案	乙案
水資源	水源量	0.6	0.4
	農業用水量	0.4	0.2
	工業用水量	0.2	0.2
	民生及公共給水量	0.4	0.2
景觀連續性	綠視率	1.0	1.0
	遊憩點連接性	0.6	0.4
環境資源	綠覆率	0.8	1.0
	土地價值	1.0	0.6
	植物本土性	0.6	0.4
水環境	滯洪與排水	1.0	1.0
	地下水補注	1.0	0.6
	水質指標	0.6	0.4
空間摩擦度	農地釋出比率	0.2	0.2
	池塘廢棄比率	1.0	0.8
休閒多樣化	休閒農場數	0.2	0.2
	區域居民需求數	0.4	0.2
土地利用	單位產能	0.2	0.2
就業	工作機會	0.4	0.2
產業結構	農業產值	0.4	0.2
	工業產值	0.2	0.2

註：1. 水質狀況評分標準為：第1級為1.0分、第2級為0.75分、第三級為0.50分、第四級為0.25分。

2. 綠視率評分標準為：第1級為1.0分、第2級為0.80分、第三級為0.60分、第四級為0.40分、第5級為0.2分。

3. 其餘項目評估等級評分標準：第1級為0.2分、第2級為0.4分、第三級為0.6分、第四級為0.8分，第五級為1.0分。

3. 實證區域調查權重值評分

若以評估構面區分，由表16所示，甲案之埤塘空間結構優於乙案(0.0873 > 0.0858)，水圳空間結構兩者相同(0.0575)。

(1) 以空間結構評估甲案優於乙案：於生態環境指標乙案優於甲案(0.0510 > 0.0432)(惟植物多樣性指標甲案較優(0.0357 > 0.0286))；水資源指標甲案優於乙案(0.0589 > 0.0365)，景觀連續性甲案優於乙案(0.0581 > 0.0515)。

(2) 環境資源項目甲案優於乙案(0.0843 > 0.0720)，水環境指

標甲案優於乙案(0.1001 > 0.0780)。

(3) 環境影響指標甲案較佳：社會需求指標之空間摩擦度甲案優於乙案(0.0435 > 0.0362)，休閒多樣化甲案亦優於乙案(0.0208 > 0.0136)。產業結構指標之土地利用部分單位產能兩者相同(0.0060)，就業指標之工作機會甲案優於乙案(0.0102 > 0.0051)。

(4) 產業結構指標甲案優於乙案(0.0195 > 0.0124)。

總評分甲案優於乙案(0.5894 > 0.5056)。

表 16 評估因子權重評分表

	操作性指標	甲案 因子權值	甲案 構面權值	乙案 因子權值	乙案 構面權值
埤塘空間 結構 (0.1637)	面積大小(0.0357)	0.0357	0.0873	0.0357	0.0858
	形狀(0.0249)	0.0050		0.0149	
	數量(0.0279)	0.0056		0.0112	
	水質狀況(0.0408)	0.0204		0.0102	
	空間連續性 (0.0344)	0.0206		0.0138	
水圳空間 結構 (0.0721)	寬度(0.0357)	0.0357	0.0575	0.0357	0.0575
	坡度(0.0364)	0.0218		0.0218	
生態環境 (0.0731)	植物種類多樣性 (0.0357)	0.0357	0.0432	0.0286	0.0510
	棲地干擾(0.0374)	0.0075		0.0224	
水資源 (0.1409)	水源量(0.0415)	0.0249	0.0589	0.0166	0.0365
	農業用水量 (0.0374)	0.0150		0.0075	
	工業用水量 (0.0293)	0.0059		0.0059	
	民生及公共給水 量(0.0327)	0.0131		0.0065	
景觀連續 性 (0.0714)	綠視率(0.0381)	0.0381	0.0581	0.0381	0.0515
	遊憩點連接性 (0.0333)	0.0200		0.0134	
環境資源 (0.1065)	綠覆率(0.0384)	0.0307	0.0843	0.0384	0.0720
	土地價值(0.0317)	0.0317		0.0190	

	植物本土性 (0.0364)	0.0219		0.0146	
水環境 (0.1160)	滯洪與排水 (0.0408)	0.0408	0.1001	0.0408	0.0780
	地下水補注 (0.0357)	0.0357		0.0214	
	水質指標(0.0395)	0.0236		0.0158	
空間摩擦 度 (0.0707)	農地釋出比率 (0.0340)	0.0068	0.0435	0.0068	0.0362
	池塘廢棄比率 (0.0367)	0.0367		0.0294	
休閒多樣 化 (0.0681)	休閒農場數 (0.0323)	0.0065	0.0208	0.0065	0.0136
	區域居民需求數 (0.0358)	0.0143		0.0071	
土地利用 (0.0300)	單位產能(0.0300)	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060
就業 (0.0256)	工作機會(0.0256)	0.0102	0.0102	0.0051	0.0051
產業結構 (0.0619)	農業產值(0.0357)	0.0143	0.0195	0.0072	0.0124
	工業產值(0.0262)	0.0052		0.0052	
	總分	0.5894	0.5894	0.5055	0.5056

(二) 個案規劃建議

本研究依據前述評估結果，建議由甲案，即佳安村之十一分埤與高揚忠勇街與建國路一段，作為未來具生態功能之水利設施規劃的區位最佳選址地點(如圖 3)。

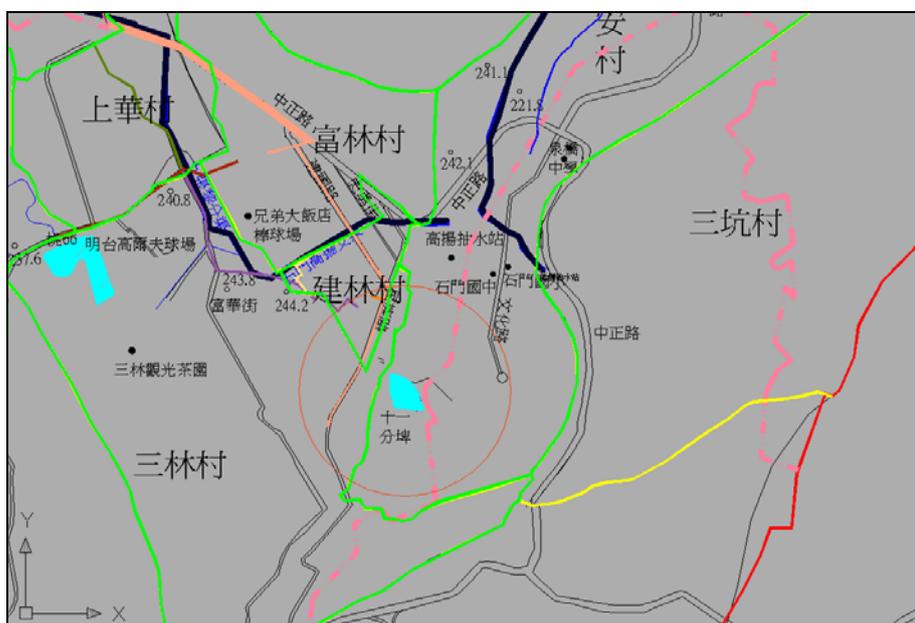


圖 3
佳安村十一
分埤位置圖

本研究規劃原則依據生態工法與景觀生態學之概念，考量龍潭地區及桃園地區之特有植物種類，建議之規劃概念與原則如下：

1. 面積效應：面積愈大，越可維持健全的動、植物群落，而對生態較有助益。
2. 邊緣效益：外緣界線越長越易受外來衝擊，即相同面積的埤塘，圓形優於細長形，方形優於長方形，因為外緣界線較小的形狀有易於生態環境。
3. 距離效果：埤塘間的距離愈接近，越容易進行物種的移動對植物群落的多樣化愈有利，因此埤塘之間不應距離太遠，故規畫時需進行週圍埤塘與水圳與生物棲地之調查，避免棲地間距太遠，影響生物移動。
4. 連結效果：埤塘系統與週圍綠地連結形成帶狀綠廊可促進生物的移動。
5. 自然生態工法設計理念與構想
 - (1) 利用生態工法復建河堤：原有水池護岸移除、擴大溪寬及排水斷面、以鋼筋混凝土背襯砌石護岸營造安全、平緩、多孔隙之河堤。
 - (2) 改善河床棲地：拋石、闢建小水潭、營造多樣化底質及流況。
 - (3) 左右兩岸種植原生植物。
 - (4) 由在地自行營造團隊發揮鄉土創意及精巧技藝，製做拱橋、涼亭、稻草堆等獨具特色之創景藝術。
 - (5) 主要設計構想：希望營造一個社區中可見度高，容易聚焦之社區生態池，並與其背後周邊山坡生態環境呼應、連貫，使兼具物種保育、觀景以及生態觀察學習的地方。

七、結論與建議

龍潭地區之埤塘與水圳近年來因劃出石門農田水利會事業範圍，在水資源效益降低之情況下，導致埤塘廢棄、水圳垃圾淤積、雜草叢生，影響當地環境衛生，亦形成居民健康的威脅，原有之生態功能大幅降低；因此，本研究以水圳與埤塘的生態功能重塑目的為基礎，透過實地調查、相關規劃理論分析、資料分析與案例分析與檢討等研究方法，建立生態功能重塑評估因子之準則。本研究得到結論與建議分述如下：

- 一、依據居民問卷整理結果得知居民對埤塘與水圳之灌溉、養殖、垂釣、生態、教育之功能認知較一致，另對於目前埤塘與水圳之髒亂問題與未來管理措施、居民配合度等具有一致性想法，亦希望若規劃生態池能提供教育、遊憩與災害預防之功能。
- 二、有關生態池之建構部分，居民皆同意將埤塘規劃為生態池，且瞭解目前之龍潭地區水生植物有：台灣萍蓬草、筆筒樹、水蘊草等特有植物。
- 三、研究中以三個層級關係建構埤塘與水圳生態功能評估體系，第一層級分為「空間結構」、「環境影響」、「社會需求」、「產業衝擊」四個評估構面。各評估構面再細分為評估指標(第二層級)及操作性指標(第三層級)，詳如圖 1。
- 四、研究結果發現，評估構面以環境影響所佔比例最高，其次為空間結構、社會需求、產業衝擊最低。評估指標以埤塘空間結構最高；操作性指標以水源量最高。
- 五、本研究選取龍潭高低揚灌區為實證區，並將實證區分為甲案(佳安村十一分埤、建國路忠勇街之水圳)、乙案(東興村埤塘、中興路沿線水圳)兩區。依據第六節之分析，總評分甲案優於乙案。
- 六、由實證評估結果得知，甲、乙案實證區之埤塘與水圳生態功能權重值大於 0.05 者為未來較為重視之項目(如：水環境、環境資源、埤塘空間結構、景觀連續性、水圳空間結構、生態環境等指標)。作為埤塘與水圳生態功能建構與規劃之重要評估準則。
- 七、擬定甲案之規劃方案，採植物生態與復育並重，運用生態工法將水圳構築為親水性設施，利用埤塘岸際，復育台灣地區原生種植物以及水生植物。
- 八、埤塘與水圳生態功能系統除了上述操作性指標之外，尚需注重居民所認知之防災、管理、教育功能與生態池之建構，由於這些無形的功能較難以量化且大範圍地區施行不易，可選擇小範圍的方式進行研究施測，以獲得更具體且可行之方案。

九、本研究各評估因子之訂定係考量評估因子之重要性為原則，因各評估因子屬性及內涵不同，評估準則乃以其評估之可行性與方便性定之，許多依據為研究者依據現況及相關文獻資料主觀判斷所決定，較易產生不確定性及研究誤差與誤判情形，因此建議未來針對各項評估因子，可以專家問卷重複施測之方式，訂定更明確的評估準則；對於各項因子之評分，可尋求更廣泛的人力與相關文獻資源，獲得較為客觀的評分依據。

參考文獻

1. 李梧桐，2006，埤塘與水圳生態功能重塑評估準則之研究－以桃園縣龍潭地區為例，開南管理學院企業管理學系碩士論文。
2. 張齡方，2004，淡水地區藍色公路發展現況與永續發展策略之研究，國立中山大學海洋環境及工程學系碩士論文。
3. 蔡佩真，2004，都市綠網評估體系之建構與應用，逢甲大學土地管理系碩士論文。
4. 吳慧儀，2000，都市廊道景觀生態功能評估架構之研究－以台中市東光園道為例，東海大學景觀學系碩士論文。
5. 陳彥良，2002，以景觀生態學觀點探討都市生態網路之研究－以台中市為例，東海大學景觀學系碩士論文。
6. 韓乾，2001，土地資源經濟學，滄海書局。
7. 郭瓊瑩，1999，河川廊道之生態規劃與設計，水資源管理與生態河川研討會，台中中興大學。
8. Patorok, R. A., A. MacDonald, J. R. Sampson, P. Wilber, D. J. Yozzo, J.P. Titre, 1997 An ecological decision framework for environmental restoration projects. *Ecological Engineering*, 9: 89-107.