

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

景觀(地景)生態指數與計量方法分析埤塘景觀 時空間變遷之研究(II) 蘆竹鄉、觀音鄉為例

計畫類別：✓ 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 90 - 2415 - H - 034 - 003 -

執行期間：2001 年 08 月 01 日至 2002 年 07 月 31 日

計畫主持人：林裕彬

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：中國文化大學環境設計學院景觀學系

中 華 民 國 2002 年 10 月 21 日

景觀(地景)生態指數與計量方法分析埤塘景觀 時空間變遷之研究(II) 蘆竹鄉、觀音鄉為例

Landscape Ecological Indices and Quantitative methods to Analyze the Spatial and Temporal Landscape Chang Study of Irrigation Pond (I)-Luchu and Guanyin Area

計畫編號：NSC 90 - 2415 - H - 034 - 003

執行期限：2000 年 08 月 01 日至 2001 年 07 月 31 日

主持人：林裕彬 中國文化大學景觀學系

計畫參與人員：鄧東波 中國文化大學地理系

曾正輝 中國文化大學地理系

一、中文摘要

本研究以地理資訊系統及景觀生態指數探討與比較蘆竹與觀音鄉埤塘時空間變遷與其變遷異同。研究結果顯示，蘆竹與觀音鄉之埤塘景觀因受自然條件、水利設施及社會經濟條件影響而有異同，其歷年埤塘數量皆有減少之趨勢，且減少之趨勢相類似；觀音鄉歷年埤塘平均大小皆大於蘆竹鄉，而蘆竹鄉埤塘平均大小變化不明顯。依埤塘大小變異數而言，蘆竹鄉歷年埤塘大小變異皆大於觀音鄉，比較兩鄉埤塘大小變異數係數歷年之趨勢，觀音鄉明顯減少，蘆竹鄉則增加。比較埤塘之面積權重形狀指數，蘆竹鄉變化不明顯但略微下降，觀音鄉則變化較明顯。就埤塘面積權重碎形指數而言，觀音鄉歷年變化較蘆竹鄉大。整體而言，觀音鄉之歷年指數變化大於蘆竹鄉。景觀生態指數確實能反應埤塘歷年之空間變遷趨勢。

關鍵詞：埤塘、景觀生態、景觀生態指數、變遷、地理資訊系統

Abstract This study used GIS and landscape indicator to discuss and compare the change of irrigation ponds of Luchu and Guanyin areas. The landscape pattern analysis results illustrated that the tendencies of changes were affected by natural environmental conditions, hydraulic construction and social economic conditions. Moreover, both two areas had similar tendencies of decreasing number of irrigation ponds. The changes of irrigation ponds of

Guanyin area obviously were greater than those of Luchu area. Finally, landscape indicator could display the spatial and temporal patterns of irrigation ponds in these two areas.

Key words: Irrigation Pond, Landscape Ecology, Landscape Indicator, Change, GIS

二、緣由與目的

埤塘景觀受自然環境與人為之影響，埤塘景觀之結構、型式、時空間變遷，必然有其特殊之景觀生態及農業文化意義。景觀生態學(Landscape Ecology)主要是研究景觀組成之空間要素、結構、變化與其間相互作用之關係。而這些景觀組成之單元要素，按其形狀和作用可分為嵌塊體(Patch)、廊道(Corridor)和基質(Matrix)三種類型。嵌塊體是景觀空間比例尺上所能見到的最小均質單元，許多景觀生態學者皆以嵌塊體為景觀生態研究之基本與重要單元。廊道則是具有通道或屏障功能的線狀或帶狀嵌塊體，基質是相對面積高於景觀中其他任何嵌塊體類型的要素(Forman 與 Godron, 1986、Forman, 1995)，其最具連續性且往往形成景觀的背景。而景觀生態指數為量測景觀組成單元之空間型態、分佈、數量等之計量方法(Turner 等人, 2001；林裕彬等, 1999, 2000, 2001；Lin 等, 2002)，其可結合地理資訊系統及遙測進行景觀空間結構分析之有效工具。

而本研究擬以計量方法與景觀生態學理論，探討蘆竹及觀音鄉埤塘之時空間變遷，首先以地理資訊系統 Arcview 3.0a 數

化與建置蘆竹及觀音鄉歷年之埤塘嵌塊體基本資料庫，並進行嵌塊體數量、大小、形狀、碎形等指數分析，探討兩鄉埤塘之時空間變遷及異同，以做為區域性埤塘規劃管理之參考。

三、研究方法與步驟

本研究應用地理資訊系統(ArcView 3.0a)數化 1904 年的台灣堡圖、1925 年的台灣地形圖及歷年出版 1/25000 地形圖(1953 年、1975 年、1991 年及 1996 年)蘆竹及觀音鄉埤塘嵌塊體資料，並建立資料庫，如圖 1 所示。



圖 1 研究區位置圖

四、結果與討論

(1) 觀音鄉埤塘景觀生態指標

觀音鄉 1904 年至 1996 年埤塘之景觀生態指數顯示(如表 1 所示)，埤塘數目(NP)以 1925 年最多，為 345 個，隨時間增加而逐年減少，至 1975 年時埤塘目最少，為 80 個，整體而言，觀音鄉之埤塘數量於 1904 年以後除 1975 年至 1991 年外呈現逐漸減少之趨勢；於埤塘平均嵌塊體面積(MPS)而言，於 1975 年以前平均嵌塊體面積較小，以 1925 年平均嵌塊體面積最小，為 2.42 公頃，於 1975 年以後埤塘之平均面積較大，於 1996 之面積最大，為 5.92 公頃。於面積大小變異係數中於 1953 年以前之指數值較大，其中以 1925 年之指數值最大，於 1953 年以後之指數值較小，以 1975 年之指數值最小，配合埤塘歷年面積數量變化，於 1953 年以前之埤塘數目較多且面積大小差異較大；而 1953 年以後，面積較小的埤塘逐漸減少，僅留下面積較大之埤塘。以埤塘嵌塊的總邊緣(TE)而言，以 1904 年之總邊緣長度最大，為 223028 公尺，逐漸減少至 1975 年時指數值最小，為 75141 公尺，埤塘嵌塊體總邊緣長度與埤塘嵌塊體數量歷年之變化大略上一致，只有在 1904 年至 1925 年變化不屬一致，埤塘數量增加

但總邊緣長度卻減少，由此可見，1904 年至 1925 年面積較少之埤塘數量增加，但對於總邊緣長度卻無貢獻，亦反映出 1913 年桃園台地乾旱造成的效應，使農民大量開鑿小型埤塘以防乾旱發生；於邊緣密度(ED)中之變化趨勢與總邊緣長度相同，1953 年以前之指數值較 1953 年以後之指數值大，除 1975 年以外，邊緣指數亦呈逐漸減小之趨勢。以形狀指數而言，面積權重平均形狀指數(AWMSI)以 1904 年最大，為 1.2，以 1996 年之指數值最小，為 1.06，除 1991 年外，面積權重平均形狀指數有逐漸減小的趨勢，但指數差異不大；於面積權重平均碎形維度指數中，亦具有相同之變化，指數值由 1904 年之 1.03 減少至 1996 年之 1.01，故由形狀指數得知，雖形狀指數值於 1904 至 1996 年略有減少。

表 1 觀音鄉埤塘景觀生態指數

年代	NP	MPS	PSCoV	TE	ED	AWMSI	AWMPFD
1904	336	2.70	129.09	223028.85	245.56	1.20	1.03
1925	345	2.42	131.03	197358.28	236.12	1.11	1.02
1953	206	2.90	129.42	121564.06	203.72	1.07	1.01
1975	80	5.28	65.06	75141.21	178.04	1.07	1.01
1991	155	3.35	115.05	104621.09	201.67	1.10	1.02
1996	82	5.92	66.20	79935.81	164.61	1.06	1.01

NP：嵌塊體數；MPS：平均嵌塊體大小；PSCoV：嵌塊體大小之變異係數；TE：總邊緣長度；ED：邊緣密度；AWMSI：面積權重之平均形狀指數；AWMPFD：面積權重之平均碎形維度。

(2) 蘆竹鄉埤塘景觀生態指標

蘆竹鄉 1904 年至 1993 年埤塘之景觀生態指數指出(見表 2)，埤塘數目以 1921 年最多為 354 個，由 1904 年至 1921 年埤塘數量有增加的現象，於埤塘面積平均大小反而減小，表示所增加者為小面積之埤塘；由 1921 年至 1975 年埤塘數量呈減少現象，而埤塘之平均面積由 1921 年之 1.33 公頃至 1975 年增加為 1.57 公頃，表示於 1921 年至 1975 年之間小面積的埤塘逐漸減少或合併為較大的埤塘；1991 年埤塘數量增加，埤塘面積減小，於 1993 年埤塘數量減少為 163 個，埤塘平均面積大小為 1.18 公頃。由嵌塊體指數得知，1904 年至 1921 年埤塘呈增多的趨勢，於 1921 年至 1975 年埤塘逐漸減少或合併，至 1991 年及 1993 年時，埤塘又略為增多。以嵌塊體變異係

數而言，以 1904 年及 1921 年之指數值相對較小，指數值分別為 160.42 及 168.38，於 1996 以後之指數值相對較大，以 1991 年之指數最大(211.26)，表示 1966 年以後埤塘面積大小差異程度較 1966 年前大，原因可能埤塘消失或合併所致。以邊緣指數而言，所反應出之指數值與埤塘數量多寡有關，從 1904 年至 1975 年埤塘數量逐年減少，於埤塘之總邊緣長度及邊緣密度亦隨之減少，總邊緣長度由 1904 年之 141048 公尺減少至 1975 年之 43554 公尺；邊緣密度由 1904 年之 288 至 1975 年減少為 244，於 1991 年以後指數值又增加，總邊緣長度增加為 65741 公尺，但邊緣密度為歷年最大 307，表示 1991 年以後所增加之埤塘屬於小面積之埤塘。以埤塘之形狀指數而言，於面積權重之平均形狀指數中，以 1966 年之前形狀指數較 1966 年以後之指數值大，形狀略為複雜，但指數值間的差異不大，表示歷年埤塘於形狀上並無顯著的變化，於面積權重之平均碎形維度中然具有類似之資訊。

表 2 蘆竹鄉埤塘景觀生態指數

年代	NP	MPS	PSCOV	TE	ED	AWMSI	AWMPFD
1904	333	1.47	160.42	141048.25	287.79	1.09	1.02
1921	354	1.33	168.38	139792.11	297.97	1.08	1.01
1966	169	1.52	201.69	64820.51	252.62	1.08	1.01
1975	114	1.57	189.20	43554.07	243.80	1.05	1.01
1991	200	1.07	211.26	65740.59	307.58	1.06	1.01
1993	163	1.18	203.54	55146.57	286.50	1.05	1.01

NP：嵌塊體數；MPS：平均嵌塊體大小；PSCoV：嵌塊體大小之變異係數；TE：總邊緣長度；ED：邊緣密度；AWMSI：面積權重之平均形狀指數；AWMPFD：面積權重之平均碎形維度。

(3) 蘆竹鄉與觀音鄉埤塘比較

由景觀生態指數得知蘆竹鄉與觀音鄉歷年埤塘數量有減少之趨勢，且其減少之趨勢相類似(如圖 2)，於 1975 年此兩鄉埤塘數量最少，且同樣於 1991 年埤塘數目略增，隨後又減少；於數量上從 1904 至 1996 年觀音鄉減少 254 口，而蘆竹鄉則減少 170 口。

依埤塘平均大小而言，觀音鄉歷年埤塘平均大小皆大於蘆竹鄉，兩鄉歷年較大值皆出現於 1975 年，但於 1991 年埤塘平均大小皆下降；就歷年趨勢而言，相對於

觀音鄉(2.70~5.92 公頃)，蘆竹鄉埤塘平均大小變化不明顯(1.47~1.18 公頃)(如圖 3 所示)。比較兩鄉埤塘大小變異數係數歷年之趨勢，觀音鄉於 1963 年後明顯增加，而蘆竹鄉則略為下降。

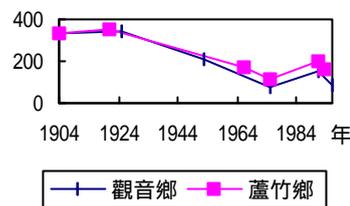


圖 2 埤塘數目

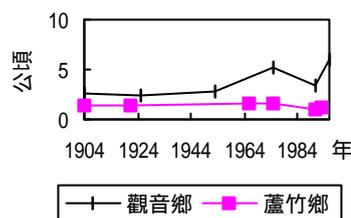


圖 3 埤塘平均大小

依埤塘大小變異數係數而言，蘆竹鄉歷年埤塘大小變異皆大於觀音鄉；就歷年趨勢(1904~1996)而言，相對於觀音鄉埤塘大小變異數係數(129.09~66.20)下降，蘆竹鄉埤塘埤塘大小變異數係數較變化不明顯(160.42~203.54)增加(如圖 4 所示)。比較兩鄉埤塘大小變異數係數歷年之趨勢，觀音鄉於 1963 年後明顯減少，而蘆竹鄉則略為增加。

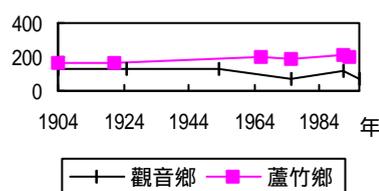


圖 4 埤塘大小變異數係數

圖 5 為蘆竹鄉與觀音鄉歷年埤塘邊緣長度趨勢，其皆有減小之趨勢且相類似，蘆竹鄉歷年埤塘邊緣長度皆小於觀音鄉；於 1975 年此兩鄉埤塘邊緣長度最小，且同樣於 1991 年有略增，隨後又減小；於數量上從 1904 至 1996 年觀音鄉減少 143.09 公里，而蘆竹鄉則減少 85.90 公里。比較埤塘之面積權重形狀指數，蘆竹鄉變化不明顯(1.09~1.05)略為下降，觀音鄉則較明顯(1.20~1.06)，且觀音鄉於 1953 年前變化較明顯(1.20~1.07)(如圖 6 所示)。就埤塘面積

權重碎形指數而言，觀音鄉之歷年變化較蘆竹鄉大(圖 7)。

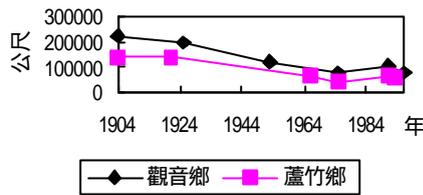


圖 5 埤塘邊緣長度

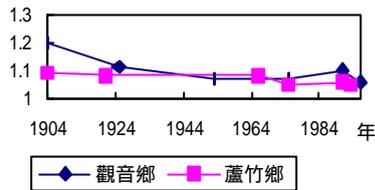


圖 6 埤塘面積權重形狀指數

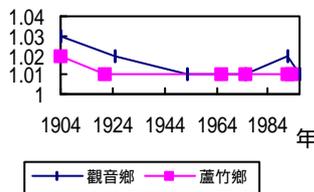


圖 7 埤塘面積權重碎形指數

五、結論與建議

- 蘆竹鄉與觀音鄉歷年埤塘數量有減少之趨勢，且其減少之趨勢相類似，於 1975 年此兩鄉埤塘數量最少，且同樣於 1991 年埤塘數目略增，隨後又減少。
- 依埤塘平均大小而言，觀音鄉歷年埤塘平均大小皆大於蘆竹鄉，兩鄉歷年較大值皆出現於 1975 年，但於 1991 年埤塘平均大小皆下降；就歷年趨勢而言，相對於觀音鄉，蘆竹鄉埤塘平均大小變化不明顯。比較兩鄉埤塘大小變異數係數歷年之趨勢，觀音鄉於 1963 年後明顯增加，而蘆竹鄉則略為下降。比較兩鄉埤塘大小變異數係數歷年之趨勢，觀音鄉於 1963 年後明顯減少，而蘆竹鄉則略為增加。
- 蘆竹鄉與觀音鄉歷年埤塘邊緣長度趨勢，其皆有減小之趨勢且相類似，蘆竹鄉歷年埤塘邊緣長度皆小於觀音鄉；於 1975 年此兩鄉埤塘邊緣長度最小，且同樣於 1991 年有略增，隨後又減小；於數量上從 1904 至 1996 年觀音鄉減少

143.09 公里，而蘆竹鄉則減少 85.90 公里。

- 比較埤塘之面積權重形狀指數，蘆竹鄉變化不明顯但略為下降，觀音鄉則變化較明顯，且觀音鄉於 1953 年前變化較明顯。就埤塘面積權重碎形指數而言，觀音鄉之歷年變化較蘆竹鄉大。

六、計畫成果自評

本研究以景觀生態及計量方法，探討比較蘆竹及觀音鄉之埤塘景觀生態空間結構及變遷，為國內外創新之應用，且得具體之結果與結論，並與研究目的相符，且部份結果已發表於農業工程學報，未來預計將結果發表於國內外相關之期刊，並推廣於實際埤塘景觀規劃與管理之參考。

七、參考文獻

- 林裕彬、林怡君，1999，“以景觀生態觀點探討蘆竹鄉農田景觀結構”，中國文化大學地理研究報告，第 12 期，pp.107-130。
- 林裕彬、柳文成，1999，“農田景觀生態結構與異質性探討——以桃園蘆竹鄉為例”，環境規劃與管理研討會。
- 林裕彬、鄧東波、鄭瑞鈞，2000，“以嵌塊體形狀指數與統計方法於埤塘景觀變遷之研究”，中國文化大學地理研究報告，第 13 期，pp.95-126。
- 林裕彬、鄧東波、吳振發，2001，“景觀生態計量方法於農業景觀生態系統之空間結構探討”，農業工程學報，第 47 卷，第 2 期，pp.74-91。
- 桃園縣，1997，桃園縣綜合發展計畫，桃園縣：桃園縣政府。
- Dramstad, W.E., J.D. Olson and R.T.T. Forman, 1996, Landscape Principles in Landscape Architecture and Land-use Planning, Island Press.
- Forman, R.T.T. and M. Godron, 1986, Landscape Ecology, New York: John Wiley & Sons.
- Forman, R.T.T., 1995, Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions, Cambridge University Press.
- Lin, Y.P., T.K. Chang and T.P. Teng, 2002, Multivariate analysis of soil heavy metal pollution and landscape pattern in Changhua county in Taiwan, Landscape and Urban Planning, 62(1), 19-35.
- Turner, M. G. and R. H. Gardner, 1991, Quantitative Methods in Landscape Ecology, Springer, New York.
- Turner, M.G., R.H. Gardner and R.V. O'Neil, 2001 Landscape Ecology in Theory and Practice, Springer, New York.