



# 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—以蘆竹鄉、觀音鄉為例 ※  
※ ※

計畫類別：個別型計畫    整合型計畫  
計畫編號：NSC 89-2415-H-034-007-  
執行期間：2000年08月01日至2001年07月31日

計畫主持人：林裕彬  
共同主持人：張尊國  
                  郭瓊瑩

- 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 2001年 10月 31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(I)—以蘆竹鄉為例

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

計畫編號：NSC 89-2415-H-034-007

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

共同主持人：張尊國 台灣大學農業工程學系

郭瓊瑩 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

吳振發 中國文化大學景觀學系

曾正輝 中國文化大學地理系

#### 一、中文摘要

景觀(地景)生態之計量方法其可量化景觀空間型式、比較與界定景觀異同程度、以及解釋相互間之相關性、生態過程與變遷。本研究以計量方法與景觀生態指數探討蘆竹鄉埤塘景觀之時空間變遷，首先以地理資訊系統數化與建置蘆竹鄉歷年之埤塘嵌塊體基本資料庫，並進行嵌塊體大小、型式、形狀與離散等指數之分析，並以無母數檢定方法探討埤塘嵌塊體之時間與空間分佈是否屬於同一分佈，並應用地理統計與變異圖分析探討嵌塊體形狀指數之空間結構，以期尋找出嵌塊體變化之範圍、異質性與異向性。並結合碎形維度分析探討嵌塊體時空間之特性變化與相似性，以及蘆竹鄉埤塘景觀之時空間變遷，做為區域埤塘規劃管理之參考。

**關鍵詞：**景觀生態、埤塘、嵌塊體、碎形維度、地理統計

Abstract Quantitative methods of landscape ecological study can quantify the patterns of landscape, compare the significant difference of landscapes, explain the interrelation and analyze landscape change or ecological process. Landscape ecological indices and quantitative methods are the powerful tools to analyze patch form, size, shape, isolation, fractal, and heterogeneity in the study of

landscape ecological structure, function and change. This study is to analyze the landscape change of irrigation-pond using landscape ecological indices and quantitative methods. The spatial and temporal geographical information system (GIS) database of irrigation-pond of Luchu area were digitized and developed using a GIS software (arcview 3.0a). The patch form, size, shape, isolation, fractal dimension, spatial structure (spatial correlation, variance, similarity), heterogeneity were calculated, analyzed and discussed by using descriptive statistics, nonparametric test, geostatistics, variogram, and regression methods to study the spatiotemporal landscape change of irrigation-pond for being the reference of Luchu regional irrigation-pond planning.

**Keywords:** Landscape Ecology, Irrigation Pond, Patch, Fractal, Geostatistics

#### 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意義與研究價值。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(張啟德等, 1996、Forman 與 Godron, 1986、Forman, 1995)，其最具連續性且往往形成景觀的背景。因此，研究景觀結構為分析生態系統間之空間關係，此關係即是指能量、物質與物種分佈的大小、形狀、數量及種類；景觀功能之研究為探討空間元素間之相互作用；變遷則為研究鑲嵌體之結構與功能之變化(Forman 與 Godron, 1986；Turner, 1991)。

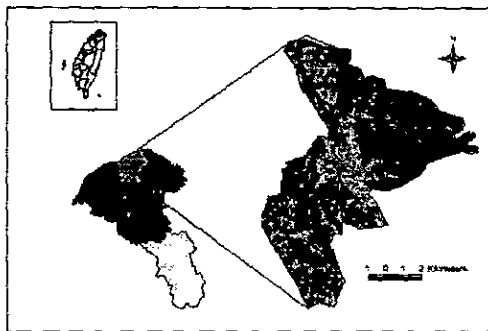


圖 1 研究區位置圖

而本研究擬以計量方法與景觀生態學理論，探討蘆竹鄉埤塘之時空間變遷，首先以地理資訊系統 Arcview 3.0a 數化與建置蘆竹鄉歷年之埤塘嵌塊體基本資料庫，並進行嵌塊體大小、型式、形狀等指數之分析、且以無母數(Nonparametric)檢定方法探討埤塘嵌塊體之時間與空間分佈是否屬於同一分佈，並應用地理統計與變異圖分析探討嵌塊體形狀指數之空間結構(相關性分析、變異分析、相似性分析)，以期尋找出嵌塊體變化之範圍、異質性與異向性，探討蘆竹鄉埤塘之時空間變遷，以做為埤塘規劃管理之參考。

### 三、結果與討論

#### (一)景觀多樣性與優勢度分析

本研究以區內主要廊道，分別為南嵌溪、坑子溪、中山高速公路與中山高速公路機場聯絡道為界，將蘆竹鄉高程 100 公尺以下之地區分為五區，如圖 2 所示。以檢驗在廊道的阻隔下地域的發展可能產生

不同的結果，故此以 5 區域分析土地利用多樣性與優勢度，及在廊道的阻隔下，土地利用多樣性與優勢度不一樣的結果，並探討土地利用(人為景觀, man-made landscape)與埤塘發展關聯性。

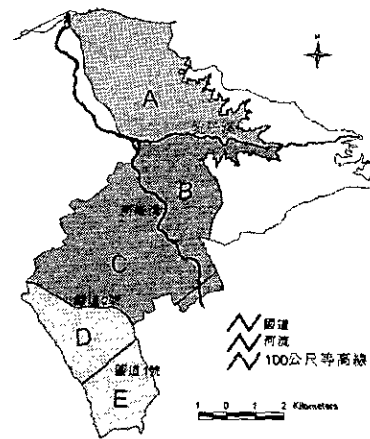


圖 2 研究分區圖

依內政部土地利用第三類及(2)、(3)式計算結果如下。B 區之多樣性最高為 3.528，其次 A 區為 3.295、D 區為 3.148、C 區為 2.645、E 區為 2.566。B 區為南嵌都市計劃區，並受高速公路交流道的帶動發展下，因此多樣性高；而 A 區亦由於交通便利且流動性增加下，土地利用(人為景觀)趨於都市化、工業化，因此多樣性偏高，且優勢度最低。同樣地，D 區則為大竹都市計劃區，因此土地利用(人為景觀)類別較為多樣，反之優勢度則較低，而反觀其它二個區域之土地利用(人為景觀)多以農作為主，因此土地利用(人為景觀)之多樣性低，但優勢度高。此結果顯示都市開發程度愈高之地區，其土地利用(人為景觀)多樣性愈高之趨勢。

#### (二)農田景觀碎形分析

Hausdroff 碎形維度之結果如表 1 所示，以南—北方向而言，碎形維度最高者為 A 區，其次分別為 B、D、E 及 C 區；以東北—西南向而言，最高者為 B 區，其次為 A、D、E；若以東—西向而言，以 A 區最高，其次為 B、D、C 及 E 區；而以西北—東南向而言，A 區最高，其次 B、E、D 及 C；由此以上之結果顯示，A、B 區的碎形維度有較高之趨勢，可能為受都市開發程度較高所影響，人為干擾程度高，土

地利用（人為景觀）開發愈多樣，而致使土地利用單元切割愈小，而呈現破碎化，稻作的空間碎形維度高；與多樣性相較，多樣性高之地區也會有較高的碎形維度，而土地利用多樣性亦愈高，而稻作所佔之面積則愈少，優勢度低，訊息量少，表示基質功能在該區域的控制能力降低。因此，景觀呈現雜異多樣的訊息，而此結果可能受都市化過程影響下，致使單純的農業景觀因人為開發而出現更多不一樣的景觀單元。而D、E區亦由於都市計劃介入而逐漸都市化中，而碎形維度較C區高。C區之多樣性最低，稻田優勢最高，為單純之稻作景觀，因此碎形維度最低。

表 1 稻田碎形維度

分區\方向	南—北	東北—西南	東—西	西北—東南
A	1.795	1.814	1.812	<b>1.843</b>
B	1.794	<b>1.815</b>	1.795	1.807
C	1.738	1.762	1.751	1.754
D	1.776	1.766	1.766	1.777
E	1.776	1.749	1.738	<b>1.784</b>

若由每個分區之碎形維度最高之方向而言，A區為西北—東南最高、B區為東北—西南最高、C區為東北—西南最高、D區為西北—東南最高、E區為西北—東南最高，由此結果顯示，A、B及C區碎形維度最高方向符合坑子溪及南嵌溪河谷之方向，因此稻作之發展受河流廊道的影響大，而D及E區之方向與中山高速公路國道1號方向符合，表示稻田受此廊道影響。

### (三) 埤塘嵌塊體分析

以1993年經建版地形圖為資料，並抽取埤塘資料數化並建置埤塘資料庫，若將蘆竹鄉埤塘依此地理環境特性分為5區探討埤塘之面積、周長與形狀指數之特性，以無母數統計方法檢測蘆竹鄉埤塘在空間上是否有差異。其檢定結果顯示，若雙尾檢定水準為0.05時，則A區及B區之面積周長在空間分佈上相似，但形狀上仍具有差異；而雙尾檢定水準變為0.01時，則A、B兩區之面積、周長及形狀指數，則皆無差異；而雙尾檢定水準為0.05或0.01，其D區及E區之面積、周長及形狀指數在空間上則無顯著差異。

由以上的結果顯示A區與B區的埤塘

在空間的發展上較為相近，而D區與E區亦較為相似；以地形條件而言，A、B區為丘陵地區，C、D、E區則為平地；因此在不同的空間條件下，埤塘的開發呈現不同的結果；而A、B兩區雖然以坑子溪為界，但相較於B、C兩區分界的南嵌溪，其反應出廊道的阻隔效應較小，可能是因為坑子溪為南嵌溪的支流，河流較小，阻隔效應較小，因此A、B兩區在區域發展上呈現較為一致。而相對地南嵌溪較大，所造成的阻隔效應較大，而使得B、C區兩所呈現不一樣的區域發展；而D、E兩區在空間上並沒有因為中山高速公路的分隔而有不同，是因為D、E區分別靠近一交流道，D區靠近機場系統交流道，而E區則靠近桃園交流道，因此在空間的發展上有雷同之處，但C區則受交流道的影響較小，而使得機場聯絡道呈現較大的阻隔作用。

### (四) 農田與埤塘之關係

A、B兩區之稻作面積在此兩區只佔此二區之23.59%及26.65%，由異質性分析中，亦發現稻田信息較弱，且破碎度高，因此埤塘的面積偏小。C區之稻作面積所佔比例最高佔53.25%且碎形維度低，表示稻作信息強，而基質控制力強，所以埤塘面積偏大（表1）且近於圓形（表2）；D區因都市計劃的介入，稻作面積比下降，破碎程度增加而信息量下降，雖然較大面積之埤塘依然存在，但小埤塘數量增加；E區受廊道影響下，發展上與D區關係密切，雖然稻作在該區所佔面積比例只僅次於C區，基質影響力還是存在，但受到都市化影響下，埤塘面積偏小。

埤塘之空間分析上，A與B兩區、D與E兩區及C區分別為三個發展型態。A與B區之都市化程度最高，農田優勢度低，其土地利用（人為景觀）多樣性及稻田碎形維度最高，埤塘的發展偏小且形狀上較不規整；D、E兩區因處於都市化狀態，因此土地利用（人為景觀）多樣性次高，稻田碎形維度次高，埤塘之發展處於轉型狀態；而C區之農田優勢度最高，多樣性低，碎形維度低，埤塘發展趨於大面積且形狀上較近於圓形。研究結果亦顯示出研究區之農業景觀生態系統受廊道系統影響。

表 1 各區稻作、旱作面積比

	A	B	C	D	E
稻作	0.2359	0.2665	0.5325	0.4080	0.5106
旱作	0.1178	0.0572	0.0252	0.0352	0.0214

表 2 稻作、旱作和埤塘形狀指數

	A區	B區	C區	D區	E區
稻作	1.570	1.542	1.607	1.459	1.581
旱作	1.480	1.527	1.518	1.507	1.445
埤塘	1.218	1.158	1.196	1.154	1.159

#### 四、結論與建議

本研究以景觀生態學之理論結合地理資訊系統，以線性法與信息理論，評估桃園縣蘆竹鄉之農田景觀生態異質性、多樣性與優勢度，以及埤塘之景觀空間分佈，經研究獲得之結果與建議歸納如下：

1. 桃園縣蘆竹鄉全區之農田景觀而言，仍以水稻田為基質，當水稻田景觀隨劃分之線段加長時，信息減少；換言之當視野擴大信息減少，即研究區稻田不論橫向或縱向皆呈現小異質性之分佈。研究區之旱田異質性變化，於研究區縱向呈現小異質性之分佈，於橫向則有不規則之異質性趨勢。就景觀差異性而言，無論是稻田或旱田景觀出現之頻率，研究區之橫向景觀無顯著差異，而縱向景觀則有明顯差異。
2. 景觀多樣性與稻田景觀碎形分析中皆顯示出，受都市化程度較高地區之多樣性高，且碎形維度高，而優勢度低，稻作面積所佔比例小，此現象表示人為干擾的作用下，土地利用單元被分割的愈多而亂度愈高，信息熵愈高（多樣性高）且碎形維度愈高，此現象出現於本研究中之A、B兩區。C區則是以稻作景觀為主，都市化程度低，其多樣性及碎形維度低，但優勢度高；而D、E兩區介於兩者之間，處於都市化過程，各種人為干擾增加，而使得多樣性比C區高但比A、B兩區低，碎形維度亦有此趨勢。
3. 埤塘嵌塊體在空間發展的異質性分析中，與農田景觀結果相同；其埤塘發展上，A、B兩區較為接近，D、E兩區較

為接近，C區則自成一格，此結果與農田景觀的空間趨勢相符。

4. 本研究驗證廊道功能，區內之廊道阻隔力以南嵌溪及中山高速公路機場聯絡道國道2號較強，南嵌溪廊道在蘆竹鄉的埤塘與農田發展皆有明顯的阻隔作用，而造成南北發展上不同，但國道2號以南地區，由於地處桃園交流道旁，加上近年在都市計劃加入，而致使該區逐漸都市化，強化國道2號的廊道效應。

#### 五、計畫成果自評

本研究以景觀生態及其計量方法探討蘆竹鄉之景觀空間結構為新方向，並得具體之結果，且結果已發表於農業工程學報，未來之研究可加入歷年之農田、埤塘以及廊道系統之變遷，例如灌溉排水系統之發展趨勢，以及產量及生物量之相關性，應可更完整了解此研究區之景觀生態系統，並結果遙測影像相互驗證。

#### 六、參考文獻

1. 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。
2. 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。
3. 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。
4. 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。
5. 桃園縣，1997，桃園縣綜合發展計畫，桃園縣：桃園縣政府。
6. Dramstad, W.E., J.D. Olson and R.T.T. Forman, 1996, Landscape Principles in Landscape Architecture and Land-use Planning, Island Press.
7. Forman, R.T.T. and M. Godron, 1986, Landscape Ecology, New York: John Wiley & Sons.
8. Forman, R.T.T., 1995, Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions, Cambridge University Press.
9. Turner, M. G. and R. H. Gardner, 1991, Quantitative Methods in Landscape Ecology, Springer, New York.