嘉南藥理科技大學補助專題研究計畫成果報告

觀光遊憩區旅遊人數混沌時序特性之研究

計畫類別：■個別型計畫　　□整合型計畫

計畫編號：150400-CN9936

執行期間：99 年 8 月 1 日至 99 年 12 月 31 日

計畫主持人：黃宗誠

共同主持人：

計畫參與人員：

執行單位： 嘉南藥理科技大學休閒保健管理系

中華民國 100 年 2 月 28 日

觀光遊憩區旅遊人數混沌時序特性之研究

摘要

有關時間序列資料的分析方式，為了簡化估算程序，通常將變化趨勢假設為線性增減模式。本研究嘗試將物理學門發展的混沌理論，跨域應用於檢驗旅遊人數時間序列是否具有混沌（非線性）變化。基此，選定南投縣清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區為研究對象，並且應用 Rosentein, Collins 與 De Luca（1993）提出之「小數據集」方法，分析該農場由 1998 年 1 月至 2010 年 9 月（合計 153 個月）之旅遊人數時間序列資料。研究發現清境農場及溪頭自然教育園區的旅遊人數時間序列變化應存在混沌特性。故對於類似旅遊人數時間序列資料仍應進一步考慮以非線性時間序列方法分析，方能得到較為客觀與準確之成果。

關鍵詞：混沌理論、李雅普諾夫指數、時間序列、混沌時序、非線性

A Study of Chaotic Time Series Characteristic of Tourists Number in a Tourist Area

Abstract

For estimation simplicity it is often assumed the trend as linear type for time series analysis. This study aims to apply chaos theory of physics science to the topic of visitors forecast in social science and tries to examine chaos (nonlinearity) in these time series data. Cingjing Veterans Farm, Hueisun Experimental Forest, National Fonghuanggu Bird Park and Xitou Nature Education Area in Nantou County is selected as a case study and "small data set" method proposed by Rosentein et al. (1933) is used to analyze visitors' time series data from January 1998 to September 2010 (153 months). The results show time series variation of Cingjing Veterans Farm and Xitou Nature Education Area maybe exist chaos (nonlinearity). Hence these chaos type time series data are required to consider nonlinear method or model to improve the accuracy of forecast.

Keywords：chaos theory, Lyapunov exponent, time series, chaotic time series, nonlinear

壹、前言

台灣過去致力於經濟提升，並由農業為主的初級產業，逐次發展轉型至以服務業為主的產業型態。整體而言，台灣已由追求生產、經營與管理效率的現代層次，進而邁入工作與休閒並重的後現代層次。台灣除了國民開始重視自我休閒品質之外，政府對於國民休閒內涵的政策亦有所推展。2000 年 10 月所頒布之「公務人員週休二日實施辦法」，即可視為政府在相關休閒政策方面的一項開端。若以行政院 2004 年核定「觀光及運動休閒服務業發展綱領及行動方案」之就業人數估算，「文化、運動及休閒服務業」，平均從業人數至 2001 年為 169 萬 9,000 人，較 2000 年成長 2.42%。2002 年旅行業 4.2 萬人，旅館業 4 萬 6,000 人，觀光遊樂業 3,726 人，會議展覽業 9 萬 2,000 人。交通部 2005 的年鑑記載則顯示，臺灣地區取得觀光遊樂業執照及專用標識者共計 23 家，屬重大投資計畫案者計 21 家，非重大投資計畫案者 2 家，從業人員共計 4,625 人，較 2004 年成長 1%；帶動 1,036 萬 9,879 人次至觀光遊憩區休閒遊樂，營業額並較 2004 年成長 13%。且就 2005 年臺灣地區觀光旅館營業額觀之，總計收入為 389.2 億元，2005 年底臺灣地區觀光旅館員工人數為 2 萬 0,160 人，較 2004 年底增加 1.8%，平均每一員工之營業收入為 193 萬元，增加 9.0%，其中國際觀光旅館員工人數 1 萬 8,323 人，平均每一員工之營業收入為 194 萬 7,000 元。經由前述可以較為具體的理解台灣相關休閒市場的成長幅度，除需大量的專業人員投入各項休閒經營管理工作，並且必須吸引帶動休閒旅遊人潮與活力，方能活絡與達到藉由相關休閒產業刺激經濟成長之目的。

因此，在休閒遊憩的相關領域當中，對於遊客人數的確實掌握，通常具有相當程度之重要性。特別是在遊憩設施的規劃配置、投資評估與發展維護等方面，建立評估遊客人數變化情形的正確模式，將成為順利達成各項計畫目標的關鍵要素之一。過去針對時間序列性資料的分析方式，為了簡化估算程序，因此通常將其變化趨勢假設為線性增減狀態。然而在真實環境當中，遊客人數的變化本質是否確實不受內生或外生因素的影響，而呈線性發展模式，此方面不無值得商榷之處。換言之，似乎可以由非線性的角度，觀察遊客人數在不同時間下的增減變化情形。惟欲具體採取及落實此項作法，則過去由物理學界所發展之「混沌理論」(chaos theory)將成為核心之基礎觀念。相關的實證重點在於如何將自然科學的實驗室知識運用於解釋社會科學現象，嘗試突破某些社會科學所受到的實證限制。本研究在整體探討過程當中，係將物理學過去對於混沌現象的發現與解釋成果，應用於驗驗觀光遊憩區之遊客人數變化趨勢。並再將所得成果與過去相關之時間序列研究結果進行比對，期能藉由此種分析方法上的跨越結合，獲得有助於時間序列分析的具體參考結果。在台灣目前日益重視休閒產業的發展情形下，本研究對於遊客人數變化問題的描述、解釋乃至預測方面，可以作為未來相

關休閒產業政策或方案規劃的基礎，故應具有相當之重要性存在。

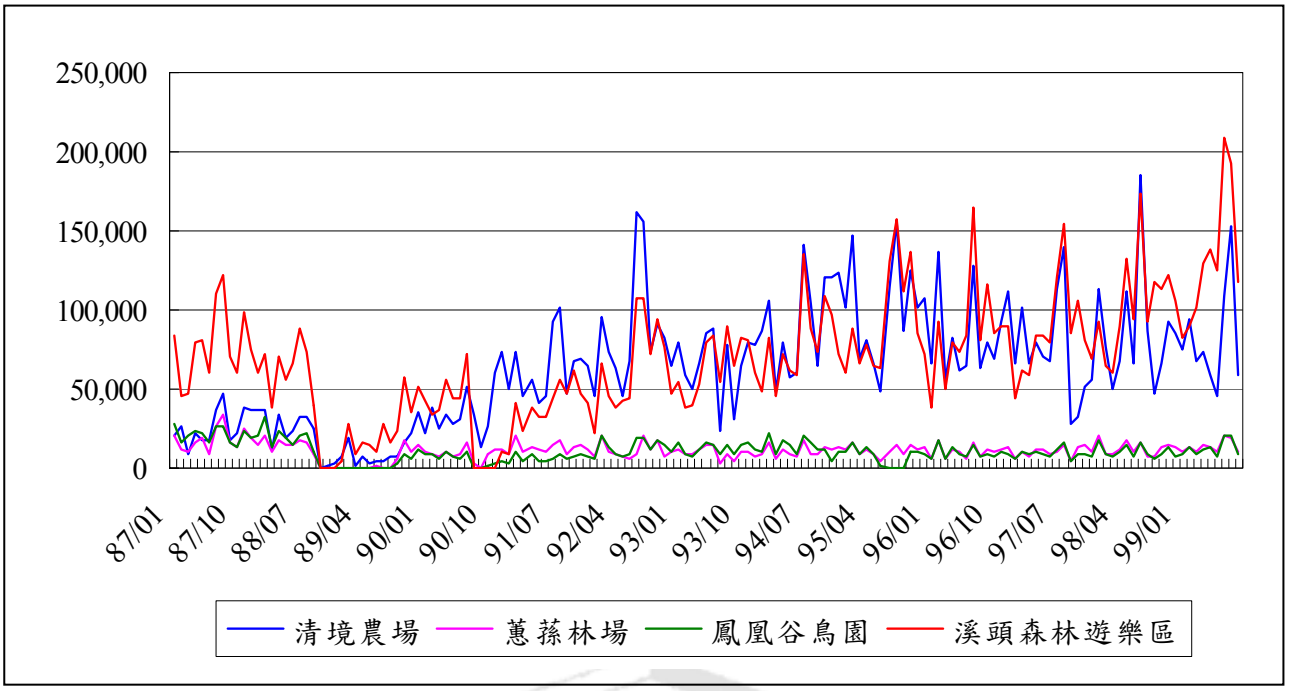
基於上述，故本研究採混沌理論探討觀光遊憩區旅遊人數之變化情形。此方面考量系統對於初始條件敏感的特性，審視可作為研究對象之台灣主要觀光遊憩區，應屬位於南投地區之觀光遊憩地點較能契合分析需要。選擇之主要原因乃在於 1999 年之 921 大地震對該地區造成嚴重衝擊，其震央(北緯 23.78 度、東經 121.09 度)位於日月潭西方 12.5 公里，亦即南投縣集集鎮附近，芮氏地震規模高達 7.3。南投與台中附近地區因位於震央周圍，災情尤其慘重。相關休閒產業與觀光遊憩地點，難免亦隨之受到大幅衝擊，尤其震災發生後，地區性遊客人數大幅銳減，直至災區開始進行復原後，遊客人數方陸續隨著地區重建程度，恢復一定之旅遊水準。若以系統的概念觀之，上述 921 大地震，或許可將其視為改變「南投地區旅遊系統」初始條件之重要外生變數，旅遊系統在遭受上述衝擊後，就遊客人數方面，自然將產生某種程度上之變化，此種變化將明顯易於過去既有之系統秩序。換言之，非線性之特質或將隨時間（可能由震災開始直至災區復原後之連續期間）出現於系統內，進而影響後續遊客人數之變化情形。在分析對象的選擇方面，本研究依據交通部觀光局台灣觀光資訊網，1999 年 1 月至 2009 年 12 月觀光統計年（月）報所載之「台閩地區主要觀光遊憩區遊客人數」，共 132 個月份資料為基礎。除以受到上述 921 大地震衝擊之對象為主要選擇考量外，同時考慮平時易因豪雨、風災、土石流與進出路坍方等天然災害，進而影響遊客人數與正常營運之觀光遊憩區，如此或許較能仔細地觀察得到初始條件變動所造成的敏感程度。本研究經初步比較篩選結果，預計選擇南投地區之「清境農場」、「惠蓀林場」、「鳳凰谷鳥園」及「溪頭自然教育園區」等四處觀光遊憩區，作為本研究之分析對象。有關遊客人數變化情形，參圖 1；四處觀光遊憩區分佈位置示意，參圖 2。

依據前述研究背景動機之說明，茲歸納研究問題如下：

一、將自然科學中物理學門所發現之混沌理論，應用於檢視本研究所屬之區域學門內，有關觀光遊憩區遊客人數變化現象。藉由跨域分析方法，嘗試提供不同的觀察結果。

二、依據交通部觀光局 1999 年 1 月至 2010 年 9 月，台灣主要觀光遊憩區遊客人數統計資料進行混沌時序分析。據以檢視選定之四處觀光遊憩區的遊客人數變化，是否存在混沌情形。

三、若上述第二項之分析結果，若有觀光遊憩區顯示過去 10 年餘之遊客人數存在混沌變化情形，則找尋確認其中所顯示的意義為何？亦即是否應關注此種混沌現象，並開始思考針對類似特定遊憩區之遊客人數估算，似應採取混沌模式為基礎之預測與控制。此方面的焦點在於如何以合適之非線性模型進行遊客人數變化預測，如此或將能較有利於掌控相



資料來源：本研究整理自台灣觀光資訊網（2010）。觀光統計年報。http://admin.taiwan.net.tw/indexc.asp

圖 1 遊客人數變化情形

資料來源：修改自新鼎科技工程股份有限公司（2008）。台灣旅遊資訊網－南投縣。http://www.tsc.idv.tw/gogotravel/taiwan/nt.asp

圖 2 四處觀光遊憩區（清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區）分佈示意

關休閒政策或計畫所需之基礎性資料。

四、若上述第三項之分析結果，顯示所選定之四處觀光遊憩區在過去 10 年餘之遊客人數，均不存在混沌變化情形。則須找尋確認其中所顯示的意義為何？亦即若遊客人數的變化並無混沌現象，則代表其可能以線性方式發展。換言之，忽略複雜理論的線性思維模式，或許即能預估遊客人數的變化特性。此方面過去已經累積諸多研究成果，規劃者需逐一檢視適合採行的分析與預測方案，俾能有效達成分析需求。

五、依據上述分析可能得到之第三項或第四項結果，與過去相關之主要研究成果進行對照，找尋彼此之間所存在的異同之處，歸納提出較為客觀的結論與建議。

貳、文獻回顧與探討

檢視過去與本研究相關的休閒議題分析方面，通常將遊客人數視為需求面的代表，經由需求分析加以確認較佳的供給程度，因而顯示遊客人數預測模式建構的必要性。若以需求面分析為前提，相關之時間序列模式建構方向，可主要歸納區分為：（1）需求分析方法的應用：例如以三次多項式方法(cubic polynomial approach)進行旅遊人數需求預測(Chu, 2004)、以支持向量迴歸(support vector regression)結合基因演算法(genetic algorithm)預測觀光需求預測(Chen & Wang, 2007)、以單根檢定(unit root test)分析大陸的觀光產業(Hou, Pei Huang, & Dan Huang, 2006)、以整合預測方法(integrated forecasting approach)分析旅館產業需求(Yüksel, 2007)、單變量與多變量預測結果比較(Preez & Witt, 2003)；（2）領先指標確認與不同方法之間的分析成果比較(Kulendran & Witt, 2003; Wong, Song, Witt & Wu, 2007; 鄭天澤與時巧煒，1995)；（3）旅遊需求案例分析：例如以澳洲、南非、土耳其與台灣等國家為實例的旅遊需求分析(Lim & McAleer, 2002; Burger, Dohnal, Kathrada, & Law, 2001; Koc & Altinay, 2007; 賴素玲與郭春敏，2003)等三大類。惟上述之分析方法，仍有大部分偏向採取線性模式之情形存在，似乎並無法全然滿足上述複雜科學的前提。McKercher(1999)因此針對如何以混沌理論與其成套之複雜理論，描述解釋複雜系統的機能方面，提出現行之觀光模型缺乏對於複雜關係地充分解釋，故建議一項植基於混沌理論原則的觀光基礎模式。該項模式納入了旅客、其他觀光相關外部事務、交通航線、國際觀光機構、考慮、非觀光相關事務、目的地或國際觀光團體、瑕疵與產出等 9 項元素，結合解釋何謂觀光機能。故有關混沌理論的應用似可導入相關休閒領域，以不同角度檢證旅遊系統內，所包含之重要機能與複雜特性。

與本研究相關的混沌理論應用方面，以往在企業管理與財務金融領域，特別是股票市場價格之漲跌分析，開始關注此種日行性財務時間序列指標，是否存有非線性的混沌變動特性，

並藉由不同的模式進行驗證（Willy, 1992; Hinich & Serletis, 2006; Xie, Chen, & Yu, 2006; Serletis & Shahmoradi, 2007）。在現代金融政策領域，以非線性模式探討最佳化金融政策模式亦為研究的主題之一。Gomes, V. M. Mendes, D. A. Mendes 與 Ramos（2007）以導入非線性菲利浦曲線的方式，得到（1）以多均衡狀態取代惟一固定點；（2）對於不同的參數值集合，可能具有馬鞍穩定、總體不穩定均衡與混沌吸引子；（3）藉由非線性菲利浦曲線的凸狀（或凹狀）確定程度，可以瞭解當中央銀行注意通貨膨脹本質時，平均通貨膨脹率會較低與不穩定。當價格高度黏性時，平均通貨膨脹率高且波動。以及當中央銀行選擇較高的產出和缺口目標值時，通貨膨脹率和其波動較高等探討成果。Takala 與 Virén（1996）以芬蘭 1920 年至 1994 年 10 個總體時間序列月份資料，採長期記憶模型（long-memory models）與不對稱調整模型(asymmetric adjustment models)進行分析，結果支持資料中存有顯著的非線性概念。此外，依據混沌理論的基礎，則可採相空間重建方法，將價格時間序列映射至多元空間進行觀察與分析（Xie, Chen, & Yu 2006）。Xu（2007）則採一項新的數值微分過濾器評價混沌時間序列，並重新建構混沌時間序列的微分相空間，據以和延遲相空間進行重建混沌時間序列之成果比較。在類似的研究方面，尚有 J. M. Nichols 與 J. D. Nichols（2001）建議有關相空間重構的延遲與嵌入維度，可能必須選擇典型延遲座標加以重建。混沌理論既然屬於分析非線性動態系統之有效方法，故管理領域過去所經常運用的作業研究（Operation Research, OR）方法自然考慮其可能產生之潛在重要性。例如在動態規劃的最適解、線性規劃的複雜解、延遲系統（delayed systems）、慢快系統（slow-fast systems）以及類神經網路的複雜行為中，實際上均蘊含混沌行為的特質，值得作為未來進一步發展之參考（Feichtinger, 1996）。

依據上述的說明可知相空間重構與 Lyapunov 指數，均屬混沌時間序列分析的重要步驟。Zhang, Lam, Yan, Gao 與 Li（2004）將兩者在混沌時間序列預測的應用，進行了清楚的說明。其重點闡述混沌時間序列預測，係植基於行為依賴初始條件敏感特性的新方法。Lyapunov 指數可以量測混沌系統的初始條件敏感程度，因為混沌時間序列資料的 Lyapunov 指數，提供混沌時間序列在嵌入不同維度相空間後的系統動力定量分析。在預測執行方面，則提出應用 Lyapunov 指數的多維度預測方法。亦即首先以混沌時間序列重構相空間，其次轉換相空間點至時間範圍，藉此預測混沌時間序列資料的變化。基於前述，故本研究須將相空間重構與 Lyapunov 指數列為重點步驟。嘗試針對選定之觀光遊憩區遊客人數變化情形，深入探討其間是否可能具有混沌之特性存在。回顧上述的文獻可以得知，連續期間性的數字資料分析，在相關的研究中扮演著重要角色。因而有必要針對此類具時間序列性質的資料深入檢視，同時掌握其整體性的先後變動特質，如此應更能有助於模型的建構進而達到釐清問題之目的。此外，檢視國內過去在社會科學的領域內，許多學門對於混沌理論的應用已有實證成果可供參

考，然而在觀光遊憩區的遊客人數變動率分析議題中，則似乎仍較為缺乏對此方向之探索，值得進一步深入進行瞭解。睽諸國外的相關研究範疇，如前所述亦開始重視混沌理論等非線性複雜理論的系統觀思維，並且嘗試藉由結合視覺化的實證方式，驗證其可能產生之現象與結果。基此，進行本主題之研究應有相當程度的價值存在。

參、研究方法與步驟

本研究採用混沌理論為基礎，以非線性之混沌時間序列作為研究方法，嘗試藉由相空間重構與 Lyapunov 計算模式，驗證選定之四處觀光遊憩區過去 10 年餘之遊客人數變化率，是否具有混沌現象，俾掌握時間序列資料之長期間變動特性。有關方法如下：

一、研究方法

（一）相空間重構

因相空間係描述系統演化與運動最有力的工具，傳統的低維座標系統無法揭示混沌系統的複雜動力學特徵。故需結合混沌理論中的相空間重構技術予以檢驗（韓敏，2007）。物理學中對於相空間具有清楚的定義，因此相空間重構確實可行。

（二）Lyapunov 指數計算

最大 Lyapunov 指數可以定量描述系統相空間相鄰軌道，係呈指數發散或收斂的性質，乃為描述混沌動力學特性的重要參數，Lyapunov 指數大於 0 是系統具有混沌特性的重要指標。當系統的模型已知時，可以利用上述相空間的切向量，精確計算最大 Lyapunov 指數。當複雜系統僅能獲得觀測時間序列的資料時，最大 Lyapunov 指數的計算，即成為驗證相空間是否具混沌特性之研判指標。

二、進行步驟

本研究採行方法之進行步驟如下：

（一）首先蒐集選定之四處觀光遊憩區過去之遊客人數為基礎資料，同時為能順利觀察遊客人數之時間序列變動情形，是否具有混沌狀態產生，故將以月份為資料集之基本單位，亦即屆時投入計算分析之資料集，將含括 117 個遊客人數的時間序列資料點。

（二）接續繪製原始資料集的二維線性時間序列平面圖，以初步掌握資料之性質，並可做為未來混沌時間序列成果分析時之輔助對照使用。

（三）最後進行混沌時間序列分析，主要包括相空間重構及最大 Lyapunov 指數計算兩部份，分述如下：

1.相空間重構

最初提出相空間重構之目的，係在高維相空間中恢復混沌吸引子。混沌吸引子為混沌系統的特徵之一，意味混沌系統最終會落入某一特定的軌跡之中，此種特定軌道即為混沌吸引子。系統任一分量的演化是由與之相互作用的其他分量所決定，因此這些相關分量的資訊就隱含在任一分量的發展過程中，如此即可由某一分量的一批時間序列數據中，提取和恢復出系統原來的規律（呂金虎、陸君安、陳士華，2002）。根據 Takens 嵌入定理，相空間重構的基本方法為（郁俊莉、王其文、韓文秀，2004）：假設系統的某狀態變量隨時間變化的有序輸出序列為 $\{x_t\}: x(t), i=1,2,\cdots,N$（$N$ 為樣本容量或序列長度。引入一時間延遲參數 τ，重構 m 維嵌入空間 R^m，其對應的點集為 $\{y_t\}$，以恢復原系統的動力學特徵。當 τ 取某一值時，則點集 $\{y_t\}$ 與 $\{x_t\}$ 的關係為：

$$y_{m(t)} = \{x(t), x(t+\tau), \cdots, x[t+(m-1)\tau]\} \quad (1)$$

式（1）中：m 為嵌入空間維數，τ 為嵌入相空間維數，τ 為時間延遲。從而建立了相空間 R^M 至嵌入空間 R^m 的映射，即：$\Phi: R^M \to R^m$。

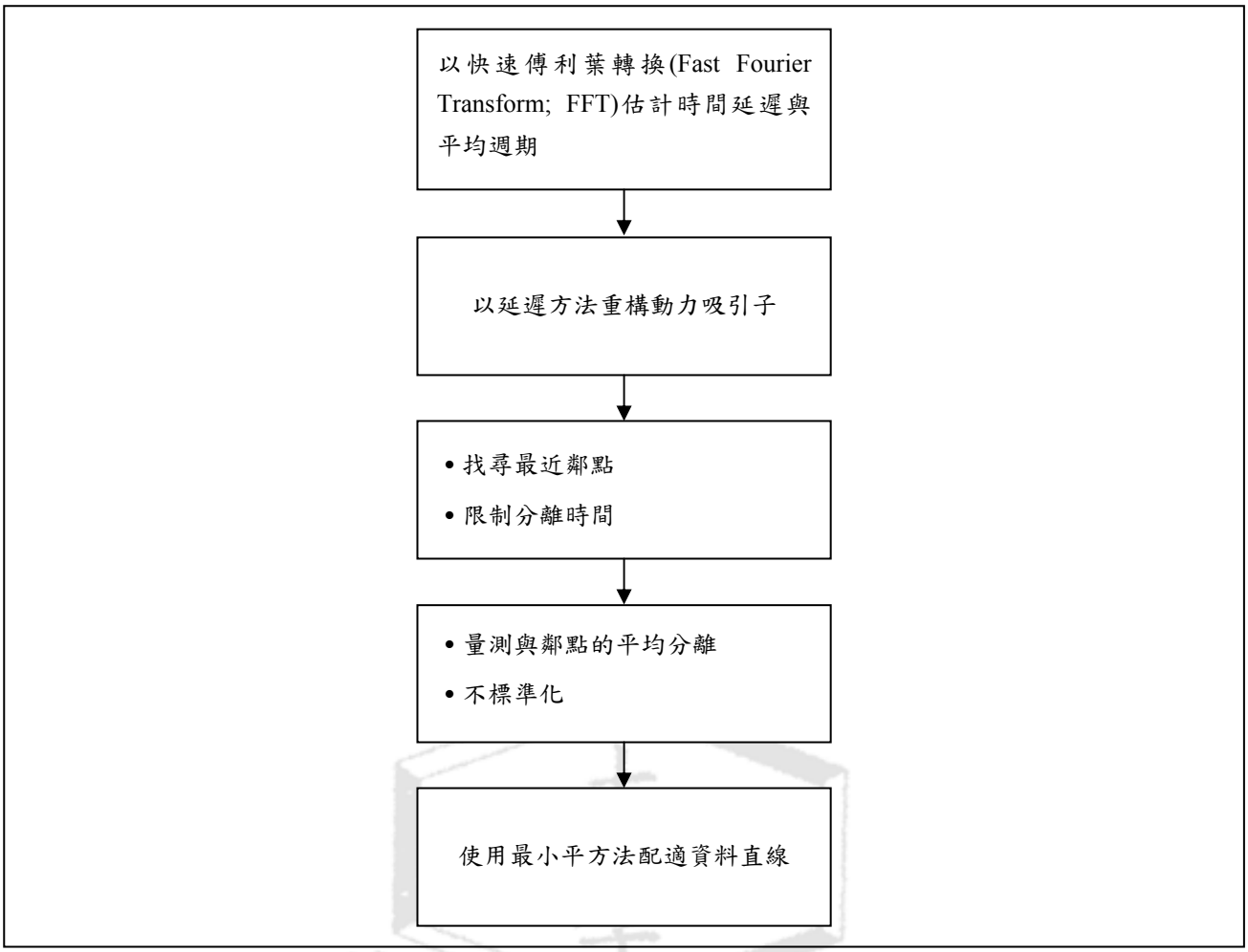
2.最大 Lyapunov 指數之計算

混沌運動的基本特點是對於初始值條件極為敏感，兩個很靠近的初始值所產生的軌道，隨時間推移按指數方式分離，Lyapunov 指數之功能即在於定量描述此一現象（呂金虎等，2002）。Lyapunov 指數理論是由李雅普諾夫於 1907 年所提出，其與指數發散性的聯繫則是在 1970 年代由拜利亭（Benettin, 1976）和培津（Pesin, 1977）所建立，Lyapunov 指數刻劃混沌吸引子對小擾動或初始值條件的敏感依賴性，在保守及耗散系統中具有十分重要的作用（劉宗華，2006）。本研究之目的在於驗證四處選定之觀光遊憩區，遊客人數時間序列是否具有混沌變化的特質，僅須計算出最大 Lyapunov 指數即可。同時考量目前公部門發布之統計資料僅含括 153 個月之遊客人數資料，分析樣本資料有限。因此本研究採用依據 Wolf 方法所發展的小數據集方法，進行 Lyapunov 指數之計算，有關小數據集方法之流程，參圖 3。此外，相關計算方式如下(Rosenstein, Collins, & De Luca，1992)：

（1）對時間序列｛$x(t_i), i=1,2,\ldots,N$｝進行快速傅利葉變換，計算時間延遲 τ 與平均週期 P；

（2）計算關聯維度 d，再依據 $m \geqq 2d+1$ 確定嵌入維數 m；

（3）根據時間延遲 τ 與嵌入維數 m 重構相空間｛$x(t_i), i=1,2,\ldots,N$｝



資料來源：Rosentein, M. T., Collins, J. J. & De Luca, C. J. (1993). A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets. Physica 65D, 117-134.

圖 3 小數據集方法流程

（4）找尋相空間中每個點 Y_j 的最近鄰點 $Y_{\hat{j}}$,並限制短暫分離，即

$$d_j(0) = \min_j \left\| Y_j - Y_{\hat{j}} \right\|, \left| j - \hat{j} \right| > P \qquad (2)$$

（5）對相空間中每個點 Y_j，計算該鄰點對第 i 個離散時間步後的距離 $d_j(i)$，即

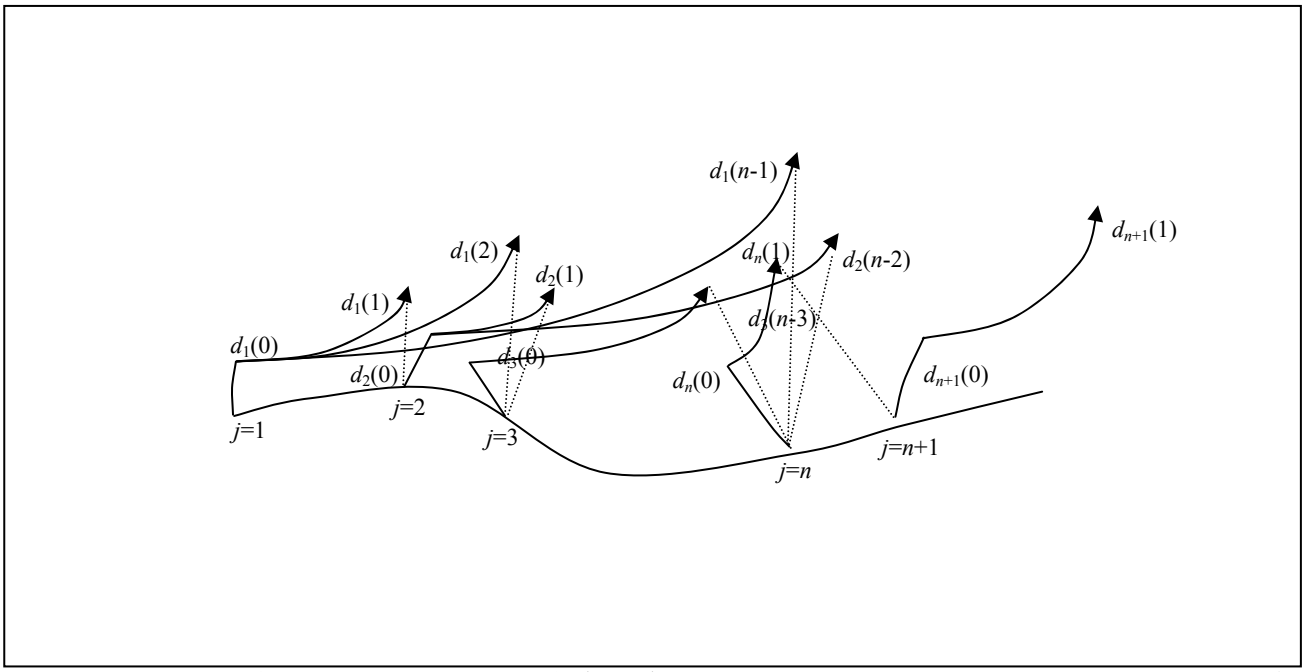
$$d_j(i) = \left| Y_{j+1} - Y_{\hat{j}+i} \right|$$

$$i = 1,2,\ldots,\min\left(M - j, M - \hat{j}\right) \qquad (3)$$

（6）對每個 i，求出所有 j 的 $lnd_j(i)$平均 $y(j)$，即

$$y(i) = \frac{1}{q\Delta t}\sum_{j=1}^{q} ln\, d_j(i) \qquad (4)$$

式（4）中 q 是非零 $d_j(i)$的數目，並用最小平方法作出迴歸直線，該直線的斜率即為最大 Lyapunov 指數。有關小數聚集之方法示意，參圖 4。



資料來源：本研究依據呂金虎、陸君安、陳士華（2002）。混沌時間序列分析及其應用。武漢：武漢大學。第 87 頁重製。

圖 4 小數據集方法示意

經上述由相空間重構至利用小數據集方法，計算最大 Lyapunov 指數之計算步驟，即可檢視本研究所選定之台灣南投四處觀光遊憩區，其遊客人數時間序列變動情形方面，是否具有混沌的現象。進而掌握遊客人數的變動特質，嘗試據以提出較為具體之結論與建議。

肆、實證分析

以下茲按基礎資料處理、相空間重構與最大 Lyapunov 指數計算（小數據集方法）之順序，分別說明如下：

一、基礎資料處理

本研究以交通部觀光局 1998 年 1 月至 2010 年 9 月「台閩地區主要觀光遊憩區旅客人數」之觀光統計年報與月報，共 153 個月份的資料為基礎（有關旅遊人數變化與旅遊人數統計，同參圖 1 與附錄）。經判讀結果發現，清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區於 921 大地震後，旅遊人數均產生劇烈變化，亦即由原本具有之季節性旅遊人數規律，迅速呈現明顯下降趨勢。此外，為求降低時間序列資料集中季節性所造成的影響，故先行將四處觀光遊憩區的原始旅遊人數之數據進行一階差分，再進行後續分析。有關一階差分後之旅遊人數變化，參圖 5 至圖 8。

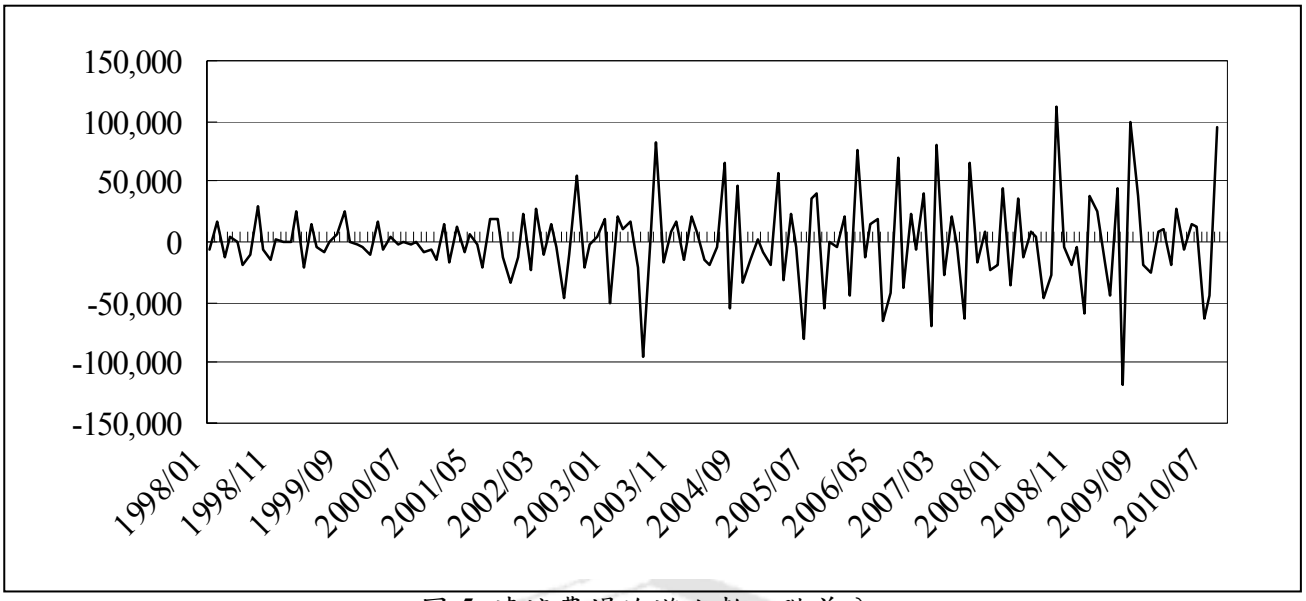


圖 5 清境農場旅遊人數一階差分

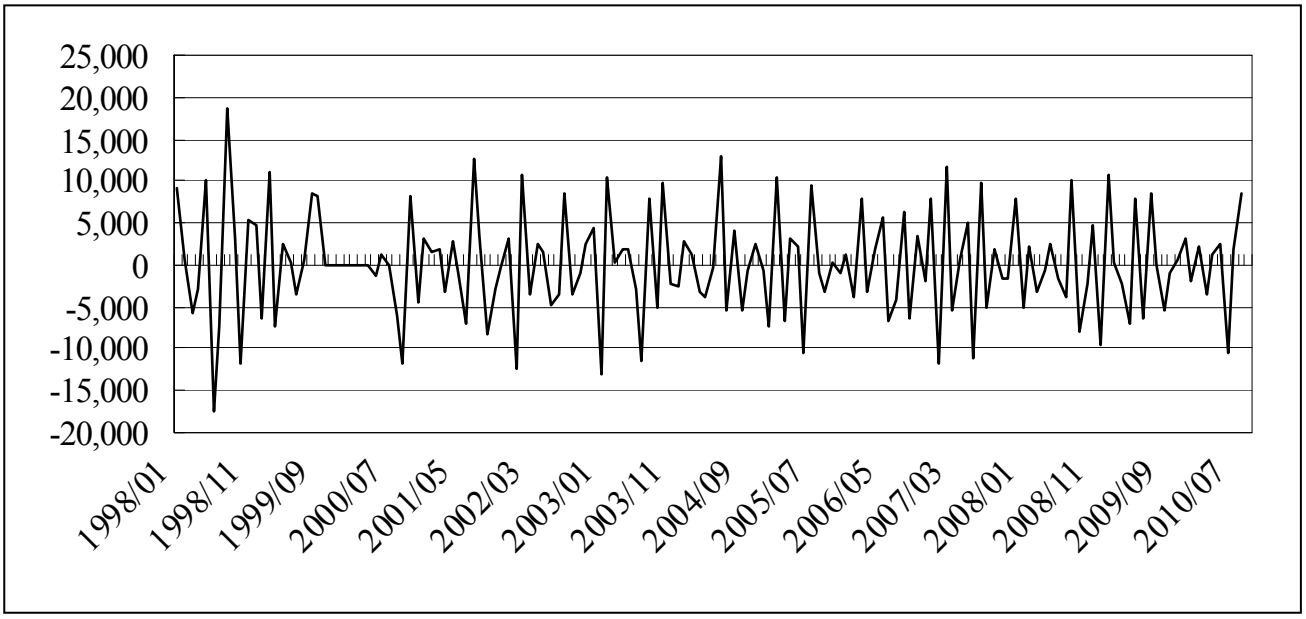


圖 6 惠蓀林場旅遊人數一階差分

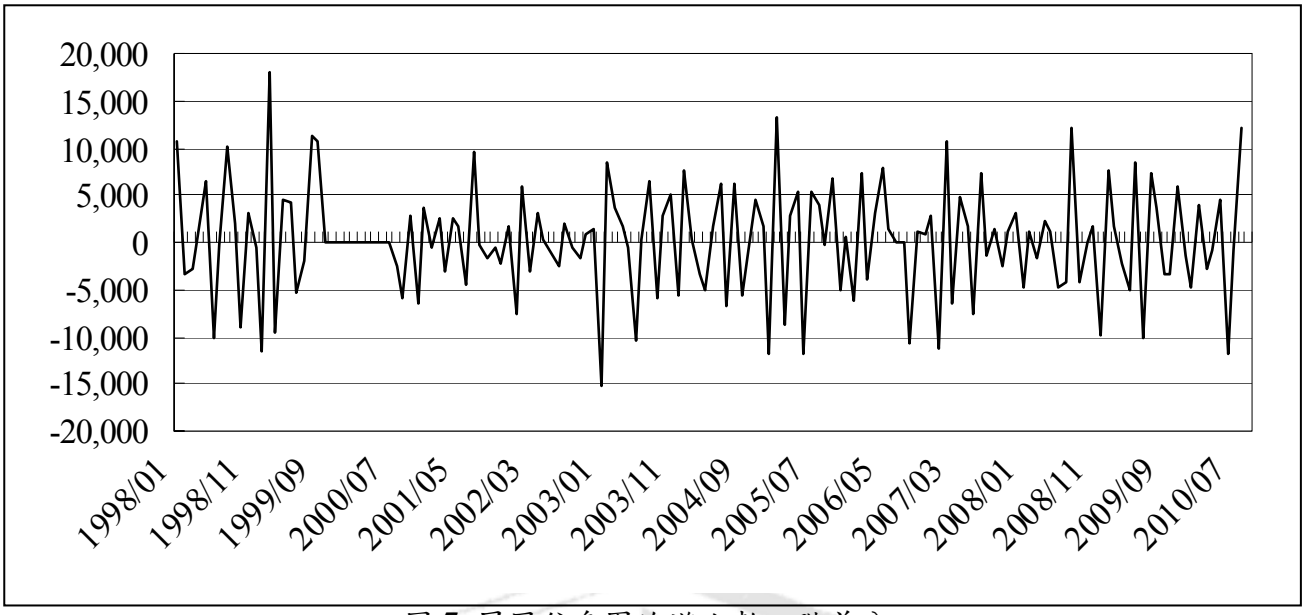


圖 7 鳳凰谷鳥園旅遊人數一階差分

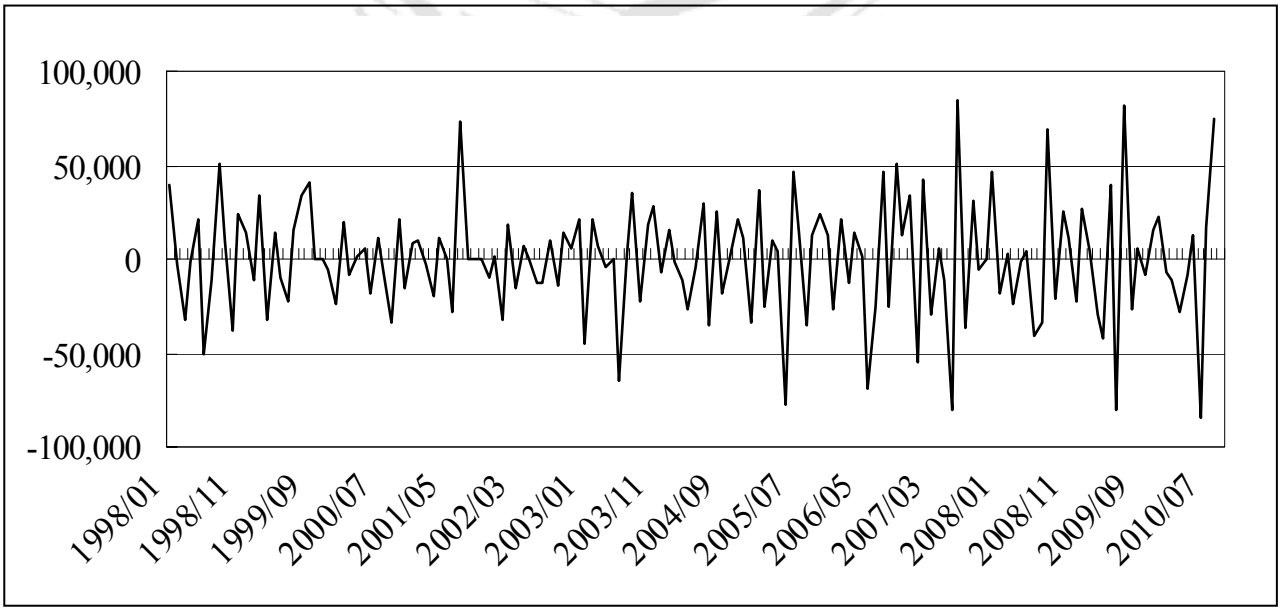


圖 8 溪頭自然教育園區旅遊人數一階差分

三、相空間重構

本研究對於時間延遲(τ)的估計，係同時結合嵌入維數(m)進行試算。在嵌入維數 m 的決定方面，雖可經由前述關聯維數(d)的計算分佈，進行數值研判後。再依據 m 可在 $[d] \le m \le [2d]+1$ 中取值之證明，界定 m 值。惟本研究為確認較為適當的 m 值，故採結合後續最大 Lyapunov 指數變化結果之方式，以重複的試誤法(try and error)演算結果，求取能有效打開吸引子運動結構的嵌入維度，亦即重構可顯示系統動力特徵的相空間。

經由上述方法所求取之 m 值如下：

（一）清境農場 m 值為 12。

（二）惠蓀林場 m 值為 21。

（三）鳳凰谷鳥園 m 值為 18。

（四）溪頭自然教育園區 m 值為 12。

根據 Takens 嵌入定理，亦即式(1)之概念，取 $x(t)$及 $x(t+\tau)$前兩維所重構之相空間圖形，參圖 9 至圖 12。該等圖形以二維方式，概略顯現了清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區旅遊人數（一階差分）的系統動力變化特徵。

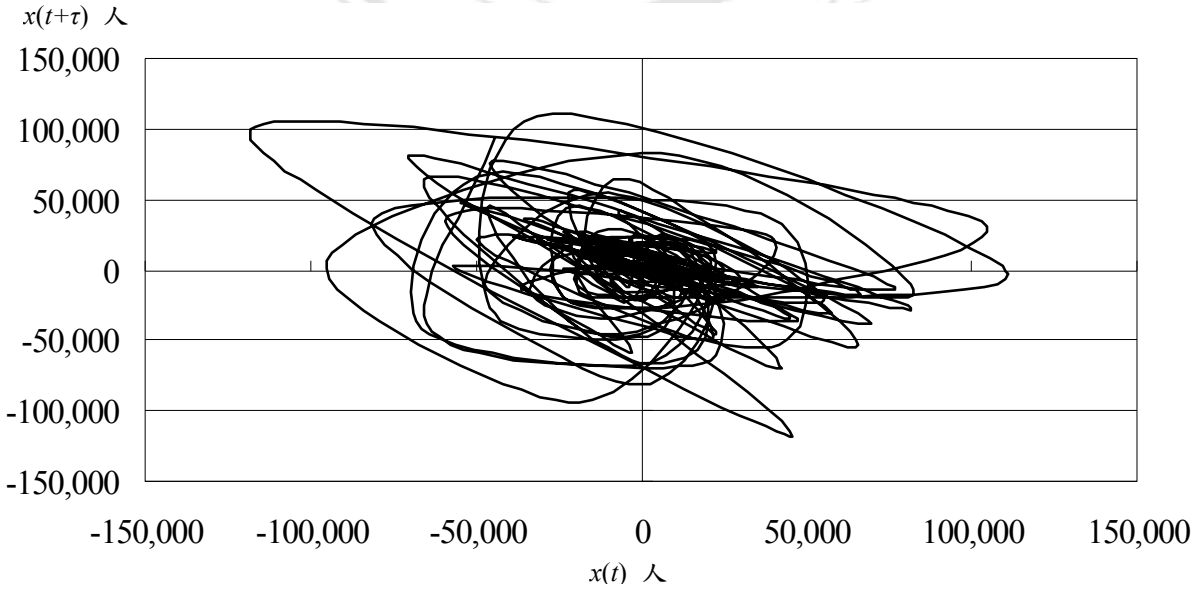


圖 9 清境農場旅遊人數（一階差分）二維相空間重構

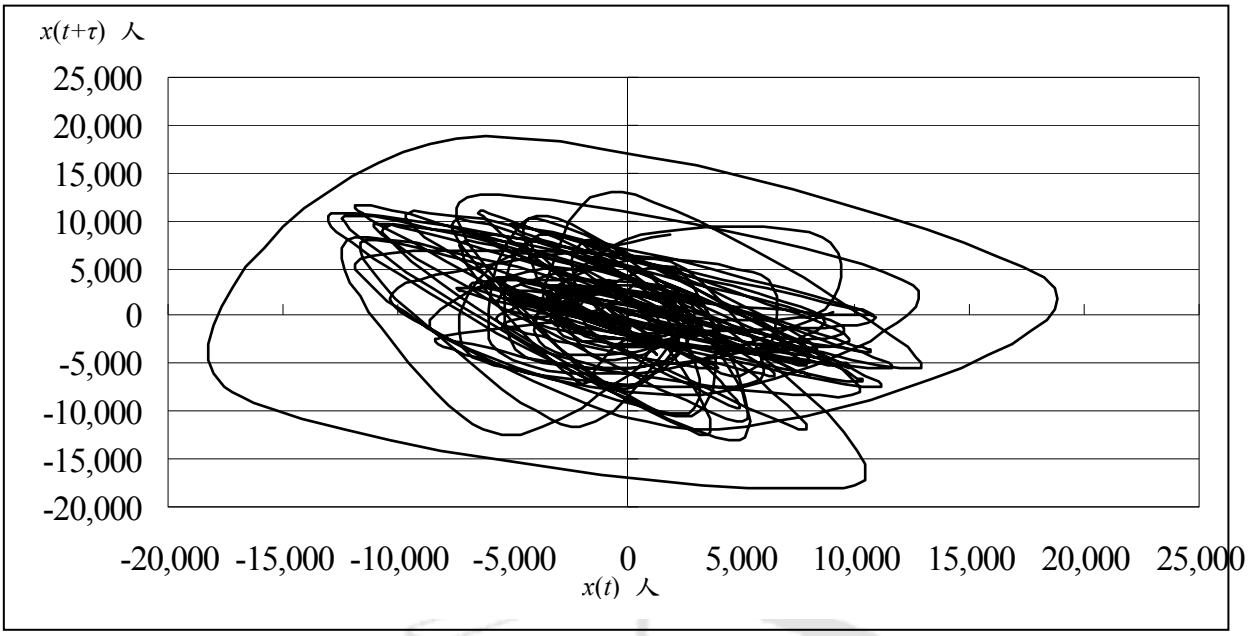


圖 10 惠蓀林場旅遊人數（一階差分）二維相空間重構

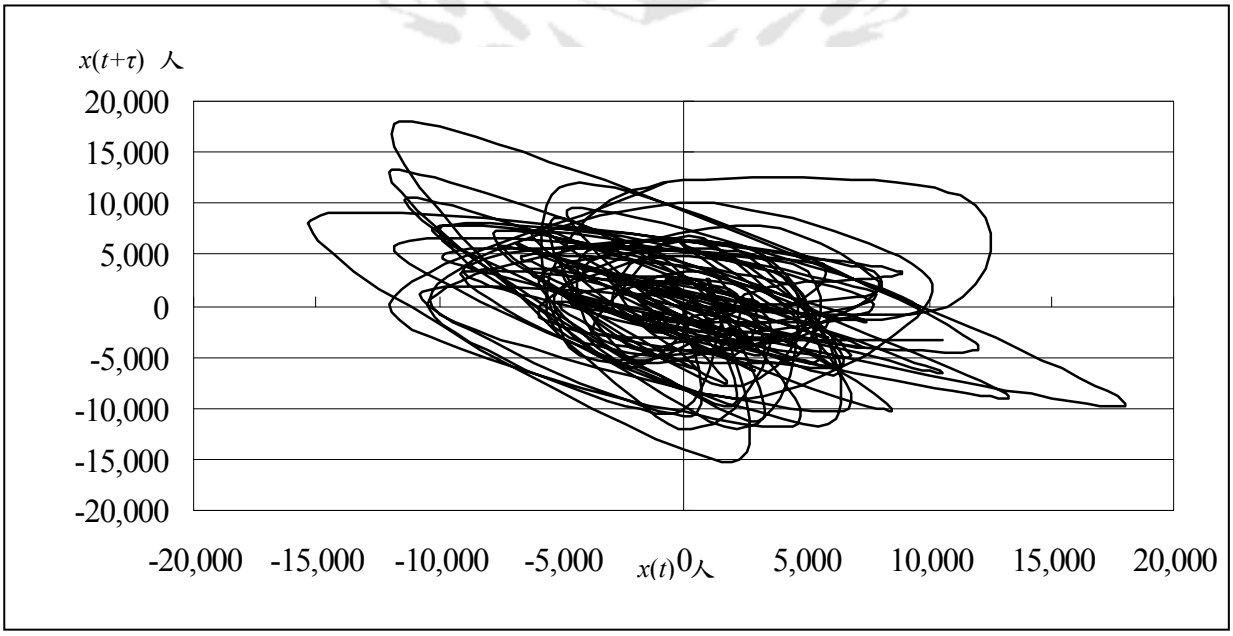


圖 11 鳳凰谷鳥園旅遊人數（一階差分）二維相空間重構

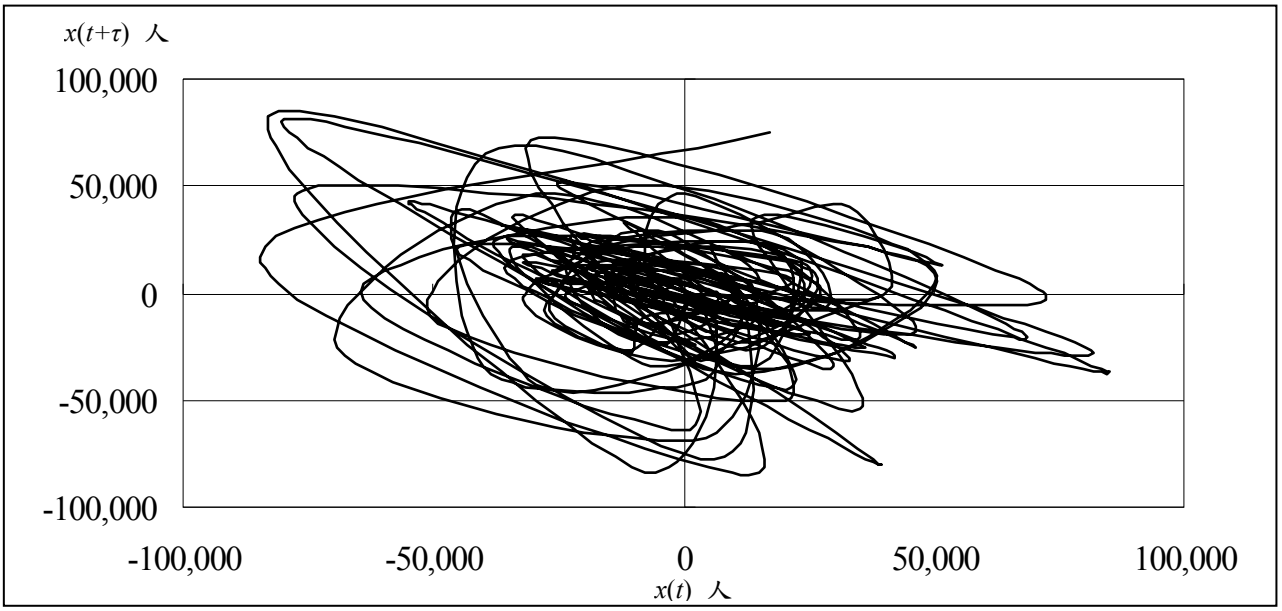


圖 12 溪頭自然教育園區旅遊人數（一階差分）二維相空間重構

四、最大 Lyapunov 指數之計算

有關清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區旅遊人數，依據小數據集方法（即依據式(2)至式(4)），計算所得之最大 Lyapunov 指數計算結果分別如下：

（一）清境農場

經計算最大 Lyapunov 指數變化情形，參表 1。觀察表 1 可以發現，當迭代次數在第 102 次時，最大 Lyapunov 指數上升至正值(0.009498)，持續至迭代次數到達第 110 次時，最大 Lyapunov 指數則仍維持在正值(0.040103)。有關最大 Lyapunov 指數整體迭代變化趨勢，參圖 13。

表 1 清境農場 Lyapunov 指數變化情形

迭代次數	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Lyapunov 指數	-1.84689	-1.78419	-1.74463	-1.69663	-1.62151	-1.54571	-1.47178	-1.38997	-1.31606	-1.25455	-1.21144
迭代次數	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**
Lyapunov 指數	-1.19052	-1.15433	-1.09852	-1.05020	-0.98484	-0.92088	-0.89184	-0.84773	-0.82115	-0.78532	-0.74844
迭代次數	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
Lyapunov 指數	-0.73339	-0.69831	-0.66009	-0.59191	-0.52555	-0.45685	-0.39165	-0.35851	-0.31942	-0.29251	-0.26914
迭代次數	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**
Lyapunov 指數	-0.23985	-0.22508	-0.21376	-0.20752	-0.23058	-0.25340	-0.30944	-0.35438	-0.37948	-0.41184	-0.42660
迭代次數	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**
Lyapunov 指數	-0.46110	-0.49155	-0.47784	-0.46988	-0.44240	-0.40178	-0.36684	-0.33613	-0.32603	-0.29942	-0.27719
迭代次數	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**	**64**	**65**
Lyapunov 指數	-0.26320	-0.24322	-0.21312	-0.19879	-0.19220	-0.18714	-0.19136	-0.19454	-0.19291	-0.17916	-0.18624
迭代次數	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**
Lyapunov 指數	-0.18217	-0.20117	-0.20450	-0.21202	-0.22213	-0.21878	-0.21734	-0.18686	-0.14872	-0.13042	-0.14447
迭代次數	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**
Lyapunov 指數	-0.13883	-0.15083	-0.12705	-0.12157	-0.12348	-0.11921	-0.13825	-0.15057	-0.18464	-0.23616	-0.23563
迭代次數	**88**	**89**	**90**	**91**	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**
Lyapunov 指數	-0.22988	-0.22664	-0.22332	-0.23124	-0.21440	-0.20946	-0.20832	-0.18422	-0.13911	-0.10869	-0.08147
迭代次數	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**
Lyapunov 指數	-0.05865	-0.02528	-0.00381	0.009498	0.019073	0.031812	0.058232	0.074821	0.072652	0.069222	0.053757
迭代次數	**110**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lyapunov 指數	0.040103	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

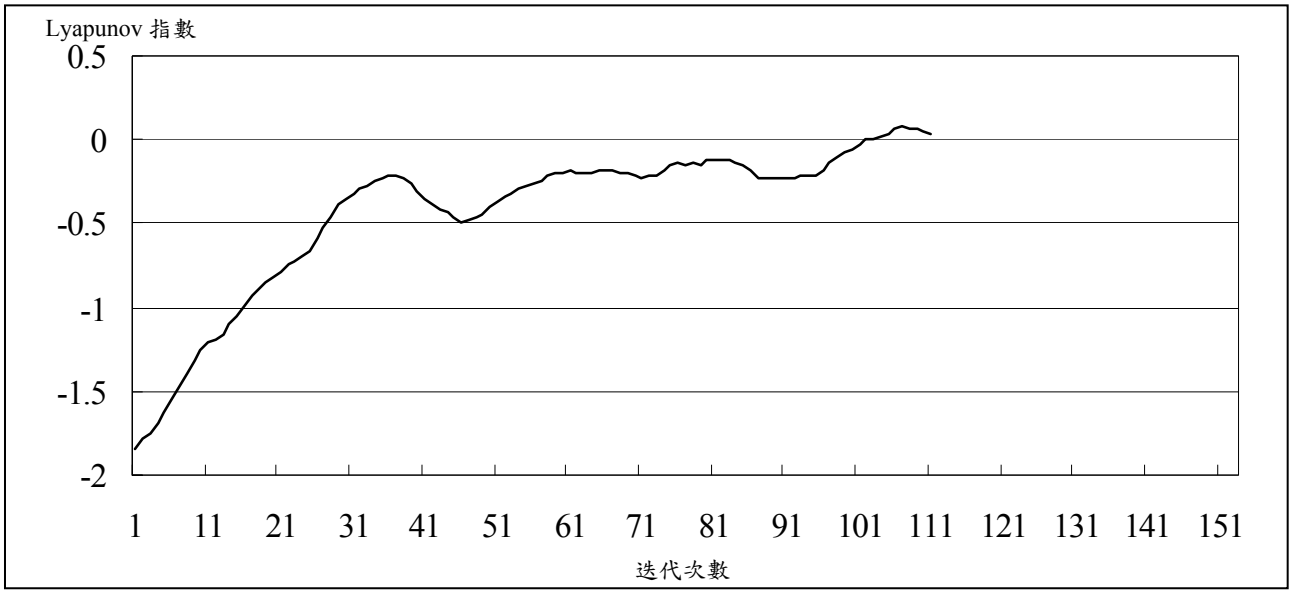


圖 13 清境農場最大 Lyapunov 指數整體迭代變化趨勢

（二）惠蓀林場

經計算最大 Lyapunov 指數變化情形，參表 2。觀察表 2 可以發現，當迭代次數在第 49 次時，最大 Lyapunov 指數上升至正值(0.00702)，當迭代次數到達第 80 次時，最大 Lyapunov 指數則仍維持在正值(0.01229)。有關最大 Lyapunov 指數整體迭代變化趨勢，參圖 14。

表 2 惠蓀林場 Lyapunov 指數變化情形

迭代次數	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Lyapunov 指數	-0.30926	-0.29224	-0.26410	-0.25099	-0.24150	-0.23127	-0.20706	-0.18119	-0.16752	-0.15643	-0.13833
迭代次數	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**
Lyapunov 指數	-0.12497	-0.10812	-0.08358	-0.06306	-0.04198	-0.02894	-0.01961	-0.00031	0.01640	0.02992	0.04223
迭代次數	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
Lyapunov 指數	0.03873	0.02736	0.02490	0.02937	0.03103	0.02624	0.00986	-0.00404	-0.00974	-0.01553	-0.02545
迭代次數	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**
Lyapunov 指數	-0.03932	-0.05558	-0.06397	-0.06424	-0.06431	-0.06318	-0.07448	-0.09267	-0.10831	-0.11139	-0.09298
迭代次數	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**
Lyapunov 指數	-0.06098	-0.03617	-0.03055	-0.02620	-0.01407	0.00702	0.02854	0.03942	0.04378	0.04557	0.04965
迭代次數	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**	**64**	**65**
Lyapunov 指數	0.05558	0.05665	0.05568	0.06033	0.06628	0.07632	0.08804	0.09696	0.10167	0.09256	0.07331
迭代次數	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**
Lyapunov 指數	0.05673	0.05325	0.05389	0.04358	0.02367	0.00294	0.00235	0.01135	0.01695	0.01417	0.00527
迭代次數	**77**	**78**	**79**	**80**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
Lyapunov 指數	0.00167	0.00542	0.01190	0.01229	—	—	—	—	—	—	—

圖 14 惠蓀林場最大 Lyapunov 指數整體迭代變化趨勢

（三）鳳凰谷鳥園

經計算最大 Lyapunov 指數變化情形，參表 3。觀察表 3 可以發現，當迭代次數在第 33 次時 Lyapunov 指數上升至正值(0.00073)，至第 80 次時最大 Lyapunov 指數呈現負值(-0.00327)，至第 90 次時最大 Lyapunov 指數回復至正值(0.00332)。當迭代次數到達第 100 次時，最大 Lyapunov 指數則仍維持在正值(0.02059)。有關最大 Lyapunov 指數整體迭代變化趨勢，參圖 15。

表 3 鳳凰谷鳥園 Lyapunov 指數變化情形

迭代次數	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Lyapunov 指數	-0.49229	-0.48478	-0.47455	-0.46946	-0.45872	-0.45580	-0.45819	-0.46750	-0.47361	-0.44471	-0.41304
迭代次數	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**
Lyapunov 指數	-0.40319	-0.39966	-0.38336	-0.35243	-0.33722	-0.32071	-0.28768	-0.26292	-0.24466	-0.21291	-0.16478
迭代次數	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
Lyapunov 指數	-0.11979	-0.09302	-0.06780	-0.04711	-0.02491	-0.01000	-0.01240	-0.01059	-0.00036	0.00332	-0.00443
迭代次數	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**
Lyapunov 指數	0.00073	0.01918	0.02816	0.04249	0.06039	0.07100	0.06966	0.06926	0.08505	0.09759	0.10316
迭代次數	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**
Lyapunov 指數	0.10796	0.11020	0.12931	0.14447	0.14952	0.16215	0.17656	0.18693	0.17302	0.16202	0.15393
迭代次數	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**	**64**	**65**
Lyapunov 指數	0.13720	0.11669	0.10863	0.10285	0.09358	0.08652	0.09128	0.10026	0.09644	0.08604	0.08591
迭代次數	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**
Lyapunov 指數	0.09004	0.07930	0.07061	0.06529	0.06938	0.06772	0.05907	0.05785	0.06035	0.05566	0.05166
迭代次數	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**
Lyapunov 指數	0.04833	0.03737	0.01506	-0.00327	-0.00909	-0.01419	-0.02841	-0.04286	-0.04050	-0.02993	-0.01844
迭代次數	**88**	**89**	**90**	**91**	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**
Lyapunov 指數	-0.01117	-0.00138	0.00563	0.01257	0.01592	0.02283	0.01770	0.01469	0.01594	0.01851	0.01665
迭代次數	**99**	**100**									
Lyapunov 指數	0.01111	0.02059	—	—	—	—	—	—	—	—	—

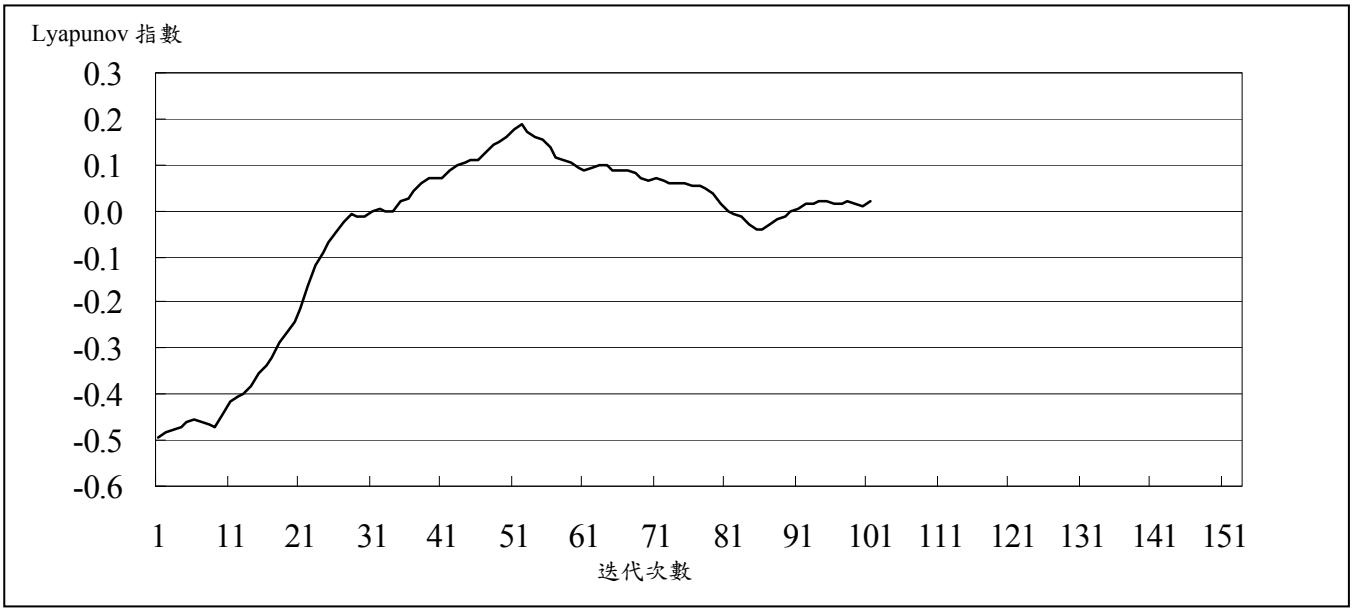


圖 15 鳳凰谷鳥園最大 Lyapunov 指數整體迭代變化趨勢

（四）溪頭自然教育園區

經計算最大 Lyapunov 指數變化情形，參表 4。觀察表 4 可以發現，當迭代次數在第 77 次時 Lyapunov 指數上升至正值(0.00049)，至第 85 次時最大 Lyapunov 指數呈現負值(-0.00342)，爾後在第 86 次與 99 次之間，除第 87 次為正值(0.00048)之外，餘均為負值。當迭代次數到達第 100 次時，最大 Lyapunov 指數恢復為正值，直至第 110 次(0.09682)為止。整體迭代變化趨勢，參圖 16。

表 4 溪頭自然教育園區 Lyapunov 指數變化情形

迭代次數	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Lyapunov 指數	-0.90599	-0.86294	-0.81702	-0.78075	-0.73001	-0.66420	-0.59000	-0.53490	-0.51709	-0.49105	-0.44320
迭代次數	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**
Lyapunov 指數	-0.40369	-0.39056	-0.40035	-0.41629	-0.42714	-0.45248	-0.48923	-0.52833	-0.55567	-0.56458	-0.57220
迭代次數	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
Lyapunov 指數	-0.61638	-0.64326	-0.61235	-0.58925	-0.58088	-0.56503	-0.53774	-0.50428	-0.47534	-0.47482	-0.48033
迭代次數	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**
Lyapunov 指數	-0.46245	-0.44248	-0.46763	-0.48190	-0.49481	-0.49582	-0.49011	-0.51077	-0.53505	-0.54351	-0.53039
迭代次數	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**
Lyapunov 指數	-0.50618	-0.50734	-0.49414	-0.45698	-0.44448	-0.42713	-0.42348	-0.42435	-0.39085	-0.36111	-0.32869
迭代次數	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**	**64**	**65**
Lyapunov 指數	-0.32056	-0.31590	-0.28012	-0.24396	-0.23308	-0.21034	-0.18444	-0.16523	-0.14341	-0.13543	-0.13865
迭代次數	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**
Lyapunov 指數	-0.13647	-0.12156	-0.11153	-0.10789	-0.09195	-0.06366	-0.04347	-0.03899	-0.03508	-0.03154	-0.02359
迭代次數	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**
Lyapunov 指數	0.00049	0.02591	0.03522	0.04462	0.05906	0.06015	0.04647	0.02565	-0.00342	-0.00554	0.00048
迭代次數	**88**	**89**	**90**	**91**	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**
Lyapunov 指數	-0.01048	-0.01559	-0.01300	-0.02118	-0.04095	-0.07439	-0.09635	-0.09171	-0.08126	-0.06848	-0.05602
迭代次數	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**
Lyapunov 指數	-0.04278	0.00549	0.04804	0.06657	0.08266	0.09458	0.11136	0.12147	0.11745	0.11394	0.10424
迭代次數	**110**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lyapunov 指數	0.09682	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

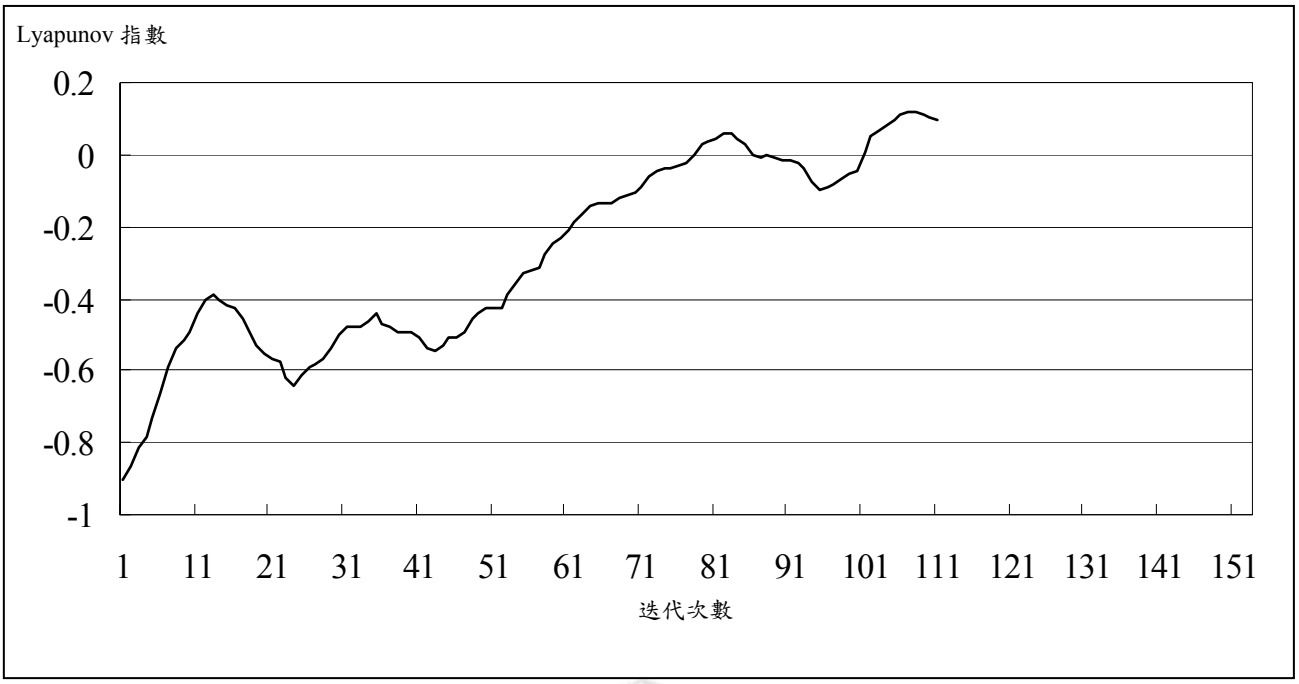


圖 16 溪頭自然教育園區最大 Lyapunov 指數整體迭代變化趨勢

綜合上述分析可以理解，清境農場在嵌入 12 維(m=12)，迭代 110 次時(最大 Lyapunov 指數：0.040103)，顯示具混沌特性。惠蓀林場在嵌入 21 維(m＝21)，迭代 80 次時(最大 Lyapunov 指數：0.01229)，顯示具混沌特性。鳳凰谷鳥園在嵌入 18 維(m＝18)，迭代 100 次時(最大 Lyapunov 指數：0.02059)，顯示具混沌特性。溪頭自然教育園區在嵌入 12 維(m＝12)，迭代次數 110 次時(最大 Lyapunov 指數：0.09682)，顯示具混沌特性。

伍、結論與建議

本研究嘗試應用物理學發展之混沌理論，探討區域學門內有關觀光遊憩區的旅遊人數時間序列數據變化特性。亦即檢驗該項隨時間變化的數據集是否具有非線性發展特性。在實證對象選擇方面，考慮採取最可能突顯混沌現象的角度，選擇清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區，1998 年 1 月至 2010 年 9 月之旅遊人數時間序列資料，進行代表混沌特性的最大 Lyapunov 指數演算，歸納所得結論與建議如下：

一、結論

（一）混沌特性之檢視與確認

本研究分析清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區四處觀光遊憩區之旅遊人數混沌特性，雖然在嵌入不同維度的情形下，均呈現了潛在的混沌特質。惟若顯現混沌特性所需之維度愈高，則難免易於影響原始資料的實際性質。因此就上述的四處觀光遊憩區而言，或許清境農場及溪頭森林遊憩區的旅遊人數混沌特性，將

較惠蓀林場與鳳凰谷鳥園為之明確。換言之，清境農場及溪頭森林遊憩區的旅遊人數，具有較明顯的非線性時間序列特質。

（二）混沌特性的顯示意涵

依據上述第（一）項結論，同時反映對於清境農場及溪頭森林遊憩區的旅遊人數的描述、解釋和預測方式，或許可考慮採取非線性之方法進行（例如，類神經網路及遺傳演算法等）。至於惠蓀林場與鳳凰谷鳥園方面，則可考慮以一般的線性方法進行（例如迴歸分析及整合自迴歸移動平均模型(Auto-Regressive Integrated Moving Average Model, ARIMA)等）。

（三）混沌特性研判的重要性

過去在旅遊人數相關課題的分析模式建構方面，似乎普遍並未先行考慮蒐集所得之時間序列資料潛藏特質。本研究提供了一項基於混沌理論的資料檢證方式。經由實證結果顯示，小數據集方法能夠有效應用於探討此類旅遊人數之時間序列特性問題。同時若在具有足夠規模之樣本條件下，其他相關之核心演算方法（例如前述提及之 Jacobian 演算法、矩陣計算方法與 Wolf 方法等），或許亦值得作為未來相關研究在檢證資料反映線性，抑或非線性特徵時之參考。依據本研究對於旅遊人數時間序列分析的課題而言，或許不宜逕採線性發展作為模式建構之假設前提。

二、建議

（一）在旅遊人數分析模式方面

觀察本研究對於清境農場、惠蓀林場、鳳凰谷鳥園及溪頭自然教育園區的旅遊人數時間序列數據集演算證實，清境農場及溪頭自然教育園區也許受到了 921 大地震與相關自然災害（例如風災與土石流等）之影響，導致系統之初始條件不斷受到改變，因而呈現了混沌發展的現象。此方面反映出非線性時間序列的分析模式，或許較適合處理此類旅遊人數變化問題。換言之，本研究進行之實證成果顯示，有關上述兩處觀光遊憩區的旅遊人數推估方面，並不適合直接以線性因果模式（例如以因變數與自變數所構成之迴歸模型）進行長期的預測處理。而宜採非線性時間序列分析模式，進行較為短期之預測，如此應可有助於正確掌握該農場旅遊人數之變化趨勢。

（二）在分析主題的內容方面

本研究僅單純計算資料變化過程中的改變特性，據以提出可能較為適合的現象

分析基礎。其中主要強調應適當選用分析方法，而未直接涉及哲學邏輯層次，因此本研究或已避免了無謂複雜化的問題處理思維。就社會現象所潛藏的本質而言，往往涉及諸如人性、道德、正義、公平與效率等層面，經由複雜的連動或互動過程，形成個體與個體以及個體與群體之間的交互關係。換言之，小至個體之個別選擇行為，大至群體之共同決策判斷過程，均難以避免各種不同的人性觀點與立場。由此可知，大多數社會現象實際上之繁雜性與不可測性，業已超過人類所能掌控分析之範圍。此亦反映出隨著人類知識不斷積累與演化的向前邁進腳步，如何找尋和確認社會現象可能存在地潛在秩序或規律，藉以研判未來可能的變化與因應作為，此方面值得未來的研究進行更為完善之探討。

參考文獻

台灣觀光資訊網（2008）。觀光統計年報。http://admin.taiwan.net.tw/indexc.asp

交通部(2005)，94 年度交通年鑑，http://www.motc.gov.tw/motchypage/yearbook/hypage.cgi?HYPAGE=yearbook_volumeindex.htm&webm001_mainid=94YB

行政院經濟建設委員會，行政院公共工程委員會，內政部營建署（2004），觀光及運動休閒服務業發展綱領及行動方案，台北：行政院經濟建設委員會。

呂金虎、陸君安、陳士華（2002）。混沌時間序列分析及其應用。武漢：武漢大學出版社。

郁俊莉、王其文、韓文秀（2004），經濟時間序列相空間重構與混沌特性判定研究。武漢大學學報（理學版），50（1），33-37。

新鼎科技股份有限公司(2008)。台灣旅遊資訊網－南投縣。http://www.tsc.idv.tw/gogotravel/taiwan/nt.asp

劉宗華（2006）。混沌動力學基礎及應用。北京：高等教育出版社。

鄭天澤、時巧煒(1995)。來華觀光旅客需求預測模式比較分析。管理評論，14(1)，77-116。

賴素玲、郭春敏（2003）。921 地震對台灣國際觀光旅館之衝擊－介入模式。觀光研究學報，9（1），123-135。

韓敏（2007）。混沌時間序列預測理論與方法。大連：中國水利水電出版社。

Burger, C. J. S. C., Dohnal, M., Kathrada M., & Law, R. (2001). A practitioners guide to time-series methods for tourism demand forecasting-a case study of Durban, South Africa. *Tourism Management*, 22, 403-409.

Chen, K. Y., & Wang C. H. (2007). Support vector with genetic algorithms in forecasting tourism demand. *Tourism Management*, 28, 215-216.

Chu, F. L. (2004). Forecasting tourism demand: a cubic polynomial approach. *Tourism Management*, 25, 209-218.

Feichtinger, G. (1996). Chaos theory in operation research. *International Transaction Operation Research*, 3(1), 23-36.

Gomes, O., Mendes, V. M., Mendes, D. A., & Ramos, J. S. (2007). Chaotic Dynamics in Optimal Monetary Policy. *Eur. Phys. J.* (B57), 195-199.

Hinich, M. J. & Serletis, A. (2006). Randomly modulated periodicity in the US stock market. *Chaos,*

Solitons and Fractals, doi: 10.1016/j.chaos.2006.06.098.

Hou, J. R., Huang, P., & Huang, D. (2006). A unit root test for two time series in china's tourism industry. *Chinese Economy*, 39(6), 39-48.

Koc, E., & Altinay, G. (2007). An analysis of seasonality in monthly per person tourist spending in Turkish inbound tourism from a market segmentation perspective. *Tourism Management*, 28, 227-237.

Kulendran N., & Witt, S. F. (2003). Leading indicator tourism forecasts. *Tourism Management*, 24, 203-510.

Lim, C., & McAleer, M. (2002). Time series forecasts of international travel demand for Australia. *Tourism Management*, 23, 389-396.

McKercher B. (1999). A chaos approach to tourism. *Tourism Management*, 20, 425-434.

Nichols, J. M. & Nichols J. D (2001). Attractor reconstruction for non-linear systems: a methodological note. *Mathematical biosciences*, 171, 21-32.

Preez, J. d., & Witt, S. F. (2003). Univariate versus multivariate time series forecasting: an application to international tourism demand. *International Institute of Forecasters*, 19, 435-451.

Rosentein, M. T., Collins, J. J. & De Luca, C. J. (1993). A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets. *Physica 65D*, 117-134.

Serletis, A. & Shahmoradi, A. (2007).Chaos, self-organized criticality, and SETAR nonlinearity: An analysis of purchasing power parity between Canada and the United States. *Chaos, Solitons & Fractals*, 33(5), 1437-1444.

Takala, K. & Virén, M. (1996). Chaos and nonlinear dynamics in financial and nonfinancial time series: Evidence from Finland. *European Journal of Operational Research*, 93, 155-172.

Willy, T. (1992). Testing for nonlinear dependence in daily stock indices. *Journal of Economics and Business*, 44, 63-74.

Wong, K. K. F., Song H., Witt, S. F., & Wu, D. C. (2007). Tourism forecasting: To combine or not to combine? *Tourism Management*, 28, 1068-1078.

Xie, C., Chen, Z. & Yu, X. (2006). Sequence outlier detection based on chaos theory and its application on stock market. L. Wang et al. (Eds.): FSKD, LNAI 4223, 1221-1228.

Xu, P. (2007). Differential phase space reconstructed for chaotic time series. *Applied Mathematical Modeling*, 33(2009), 999-1013.

Yüksel, S. (2007). An integrated forecasting approach to hotel demand. *Mathematical and computer modeling*, 46, 1063-1070.

Zhang, J., Lam, K. C., Yan W. J., Gao H., & Li, Y. (2004). Time series prediction using Lyapunov exponents in embedding phase space. *Computers and Electrical Engineering*, 30, 1-15.

嘉南大學

附錄

清境農場、蕙蓀林場、鳳凰谷鳥園、溪頭自然教育園區遊客人數統計

(1998 年 1 月至 2010 年 9 月；單位：人)

時間	清境農場	蕙蓀林場	鳳凰谷鳥園	溪頭自然教育園區
1998/01	20,853	20,494	27,389	84,395
1998/02	26,273	11,436	16,784	45,268
1998/03	9,290	10,929	20,185	47,500
1998/04	22,109	16,816	22,969	79,337
1998/05	18,043	19,738	22,162	80,644
1998/06	17,276	9,558	15,623	60,129
1998/07	36,421	27,067	25,842	110,541
1998/08	46,625	34,419	26,065	121,335
1998/09	17,023	15,721	15,909	71,122
1998/10	22,516	12,712	13,879	60,632
1998/11	37,726	24,500	23,025	98,385
1998/12	36,346	19,004	19,799	74,751
1999/01	37,283	14,365	20,447	59,992
1999/02	37,351	20,782	31,890	71,474
1999/03	11,950	9,631	13,813	38,368
1999/04	33,579	16,974	23,432	70,489
1999/05	19,216	14,389	18,975	56,171
1999/06	23,974	14,032	14,763	66,310
1999/07	31,863	17,396	20,059	88,612
1999/08	32,716	16,705	22,088	73,547
1999/09	25,452	8,198	10,758	40,279
1999/10	6	0	0	0
19999/11	945	0	0	0
1999/12	3,369	0	0	0
2000/01	7,579	0	0	5,000
2000/02	18,789	0	0	28,486
2000/03	1,234	0	0	8,172
2000/04	7,692	0	0	16,747
2000/05	2,499	0	0	15,169
2000/06	4,240	1,326	0	9,598
2000/07	4,660	0	0	27,833
2000/08	7,059	0	0	16,154
2000/09	6,687	6,197	2,523	22,853
2000/10	15,735	18,010	8,367	57,135
2000/11	21,690	9,665	5,514	35,496
2000/12	35,968	14,114	11,972	50,966
2001/01	22,226	10,995	8,262	43,076
2001/02	38,419	9,344	8,963	33,725
2001/03	25,037	7,625	6,415	36,560
2001/04	34,457	10,834	9,561	56,028
2001/05	28,436	7,981	6,934	44,370
2001/06	30,569	8,964	5,273	43,819
2001/07	51,839	15,853	9,880	72,668
2001/08	33,619	3,307	221	0
2001/09	13,776	0	444	0
2001/10	25,823	8,179	2,128	0
2001/11	59,637	11,090	2,829	89
2001/12	73,107	11,449	5,082	9,888
2002/01	50,111	8,241	3,400	9,066
2002/02	73,454	20,582	10,973	41,169
2002/03	46,146	9,982	5,039	23,051
2002/04	56,000	13,525	8,131	38,764
2002/05	40,851	11,146	5,131	32,193
2002/06	45,042	9,610	4,820	31,967
2002/07	92,329	14,503	5,970	44,062
2002/08	101,967	17,937	8,522	56,577
2002/09	46,636	9,551	6,413	47,346
2002/10	68,376	13,178	6,890	61,611
2002/11	69,646	14,244	8,561	47,183
2002/12	65,265	11,725	7,608	41,840
2003/01	46,023	7,300	6,098	21,363
2003/02	95,950	20,317	21,285	66,758

清境農場、蕙蓀林場、鳳凰谷鳥園、溪頭自然教育園區遊客人數統計（續）

(1998 年 1 月至 2010 年 9 月；單位：人)

時間	清境農場	蕙蓀林場	鳳凰谷鳥園	溪頭自然教育園區
2003/03	73,964	9,817	12,894	46,323
2003/04	62,689	9,500	9,343	38,840
2003/05	45,617	7,529	7,582	42,887
2003/06	67,531	5,555	8,270	43,387
2003/07	162,292	8,464	18,723	107,930
2003/08	156,038	19,864	18,501	106,936
2003/09	73,955	12,048	12,052	71,977
2003/10	91,184	17,129	17,891	93,829
2003/11	82,599	7,418	15,180	75,822
2003/12	64,984	9,821	10,143	47,396
2004/01	79,773	12,280	15,837	54,266
2004/02	59,247	9,418	8,214	38,179
2004/03	50,626	8,118	7,946	40,281
2004/04	65,530	11,252	11,243	52,208
2004/05	84,724	15,165	16,360	78,913
2004/06	88,642	15,401	14,741	83,694
2004/07	24,019	2,546	8,592	54,388
2004/08	78,243	8,108	15,390	89,521
2004/09	30,743	4,071	9,263	64,137
2004/10	64,535	9,646	14,994	83,028
2004/11	79,895	10,,298	16,314	81,388
2004/12	78,650	7,769	11,759	59,800
2005/01	86,738	8,551	10,105	48,342
2005/02	105,557	15,863	21,966	82,262
2005/03	47,983	5,575	8,715	45,884
2005/04	78,894	12,300	17,556	71,511
2005/05	56,673	9,317	14,627	61,863
2005/06	59,980	7,214	9,182	58,297
2005/07	140,732	17,822	20,947	135,621
2005/08	104,332	8,462	15,462	88,960
2005/09	64,641	9,432	11,427	72,967
2005/10	120,445	12,626	11,785	108,715
2005/11	119,921	12,451	5,094	96,577
2005/12	123,280	13,448	10,199	72,708
2006/01	101,403	12,083	9,716	60,230
2006/02	146,386	16,072	15,878	87,548
2006/03	69,668	8,204	8,516	65,718
2006/04	81,409	11,369	12,512	77,971
2006/05	66,780	9,432	9,432	64,159
2006/06	48,408	3,806	1,495	62,562
2006/07	114,829	10,574	0	131,585
2006/08	156,590	14,850	0	157,557
2006/09	87,046	8,431	0	111,230
2006/10	124,758	14,720	10,763	136,222
2006/11	100,746	11,385	9,602	85,215
2006/12	107,320	13,293	8,645	71,843
2007/01	66,400	5,517	5,947	37,931
2007/02	136,738	17,329	17,199	92,726
2007/03	55,529	5,767	6,584	50,324
2007/04	82,199	11,071	13,200	79,450
2007/05	61,546	10,419	8,519	73,411
2007/06	64,388	5,534	6,924	84,014
2007/07	128,479	16,515	14,636	164,869
2007/08	62,596	6,788	7,302	80,330
2007/09	78,726	11,986	8,658	116,362
2007/10	69,778	10,086	7,379	85,203
2007/11	92,902	11,671	9,880	90,317
2007/12	111,802	13,182	8,812	89,946
2008/01	66,875	5,202	5,697	43,749
2008/02	102,194	10,152	10,438	61,636
2008/03	66,730	7,833	9,306	59,381
2008/04	79,056	11,056	10,856	83,147
2008/05	70,936	11,791	8,638	84,473
2008/06	67,138	9,340	7,599	79,815

清境農場、蕙蓀林場、鳳凰谷鳥園、溪頭自然教育園區遊客人數統計（續）

(1998 年 1 月至 2010 年 9 月；單位：人)

時間	清境農場	蕙蓀林場	鳳凰谷鳥園	溪頭自然教育園區
2008/07	113,266	10,966	12,300	120,025
2008/08	139,746	14,908	16,523	153,889
2008/09	28,404	4,733	4,467	85,313
2008/10	31,919	12,816	8,683	105,835
2008/11	51,578	15,048	8,752	80,358
2008/12	55,222	10,257	7,055	69,394
2009/01	113,705	19,877	16,973	92,155
2009/02	76,024	9,264	9,497	65,245
2009/03	50,211	9,007	7,808	60,547
2009/04	67,039	11,155	10,161	89,732
2009/05	111,481	18,081	15,109	132,402
2009/06	66,871	10,123	6,631	93,390
2009/07	185,088	16,447	16,864	173,488
2009/08	86,093	7,921	9,429	91,972
2009/09	47,700	8,032	5,898	118,260
2009/10	66,254	13,460	9,179	113,072
2009/11	92,316	14,556	12,593	121,589
2009/12	84,818	13,859	6,726	105,656
2010/01	75,127	10,750	8,191	82,791
2010/02	94,164	12,819	12,911	90,116
2010/03	67,487	10,622	9,053	101,190
2010/04	73,512	14,219	11,790	129,094
2010/05	59,036	12,835	12,577	137,721
2010/06	45,842	10,491	8,076	124,605
2010/07	108,924	20,827	19,980	209,432
2010/08	153,311	18,887	20,718	192,278
2010/09	58,663	10,351	8,649	117,488

資料來源：本研究整理自台灣觀光資訊網（2010），觀光統計年報，http://admin.taiwan.net.tw/indexc.asp