

南 華 大 學

旅遊事業管理研究所

碩士論文

A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCES

DEPARTMENT OF TOURISM MANAGEMENT

NAN HUA UNIVERSITY

模擬及預測旅遊環境中不當行為之動態擴散現象

The Memes Perspective to Simulate the Dynamic Diffusion
of Inappropriate Behavior among Nature-Based Tourists

研究生：吳建陞

GRADUATE STUDENT：Chien-Sheng Wu

指導教授：許澤宇博士

ADVISOR：Che-Yu Hsui Ph.D.

中華民國 100 年 6 月

南 華 大 學

旅遊事業管理研究所

碩 士 學 位 論 文

模擬及預測旅遊環境中不當行為之

動態擴散現象

研究生：吳建陞

經考試合格特此證明

口試委員：陳懷瑩

丁德敏
許澤宇

指導教授：許澤宇

所 長：丁德敏

口試日期：中華民國 一 百 年 六 月 十 三 日

南華大學旅遊事業管理研究所 99 學年度第 2 學期碩士論文摘要

論文題目：旅遊環境中違規行為動態擴散現象之預測模擬

研究生：吳建陞

指導教授：許澤宇 博士

論文摘要內容：

本研究以社會心理學的觀點切入，來探究遊客的違規行為，很多研究顯現個人的態度、信念、行為常被別人影響，稱為從眾現象；另外，對團體遊客而言經過團體討論選擇後會發生個人和團體之風險移轉，可以斷定的是經團體討論而顯露出被別人的影響，將改變個人與團體一致決定的風險偏好。事實上，心理學家指出，團體成員似乎轉移到一個或另一個極端，相對於每個成員可能單獨作出選擇；團體是可能的主導因素，有助於規範行為。

國內外大多研究不當行為的文獻，其方法論主要以統計量化的方式進行，所探究之對象皆屬個案之探討，本研究嘗試站在客觀的立場以數學建模之方式，分析不當行為之傳播擴散，以及不同管理策略施行下，影響/抑制不當行為擴散之效果。

關鍵字：瀰、不當行為、數學建模

Title of Thesis : The Memes Perspective to Simulate the Dynamic Diffusion of Inappropriate Behavior among Nature-Based Tourists

Name of Institute : Department of Tourism Management, Nan Hua University

Graduate Date : June 2011

Degree Conferred : M.B.A

Name of Student : Chien-Sheng Wu

Advisor : Che-Yu Hsui Ph.D.

Abstract

This research takes the perspective of social psychology to study the tourists' improper behaviors against regulations. Many reports demonstrate that individual's attitudes, beliefs, and behaviors are influenced by other people, that is, conformity phenomenon; In addition, in term of fellowship-tourists, group discussion and determination tend to change the initial risk preferences of individuals or groups. It is ensured that the influence resulted from group discussions, will change the risk preferences which are determined by individuals or groups. Actually, psychologists claim that group members seem to move to the other end, in contrast with the end taken by the single member; group determination could contribute to tourist's behaviours modified. Moreover, most researches on tourist's behaviours against regulations are approached and the results come out in statistics/quantitative analysis. Meanwhile, they all take the objects for case study. In this research, the concept of meme-a thought contagion gene, was taken to simulate the dynamic diffusion process with mathematical modelling, and implicate and predict the percentage of ill-legal behavior in ecotourism activities under different environmental parameters and management strategies.

Keyword: Memes, Inappropriate behavior, Mathematical modeling

目錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
目錄	.....	iii
表目錄	.....	v
圖目錄	.....	vi
第一章	緒論.....	1
1.1	研究背景.....	1
1.2	研究目的.....	7
1.3	研究方法.....	7
1.4	遊憩系統之遊客不當行為.....	8
1.4.1	不當行為的定義.....	8
1.4.2	不當行為相關研究.....	8
1.5	不當行為之成因.....	9
1.5.1	從眾效應.....	9
1.5.2	團體極化.....	12
1.5.3	瀰.....	13
第二章	模式建構與求解.....	17

2.1	問題陳述·····	17
2.2	模式建構與求解·····	18
第三章	模式分析與推論·····	26
3.1	S-DIB 模式分析·····	26
3.2	E-DIB 模式分析·····	27
3.3	A-DIB 模式分析·····	30
第四章	討論及管理上的意涵·····	32
第五章	結論與建議·····	52
5.1	結論·····	52
5.2	研究貢獻及限制·····	54
5.3	後續研究之建議·····	56
參考文獻	·····	57
附錄一	S-DIB 模式推導·····	64
附錄二	E-DIB 模式推導·····	67
附錄三	A-DIB 模式推導·····	73

表目錄

表 4.1	推論總結.....	49
-------	-----------	----

圖目錄

圖 1.1	高美溼地位置圖.....	3
圖 1.2	高美溼地遊客無視法令規定恣意攫取資源現況...	4
圖 1.3	台中縣政府公告高美溼地為一野生動物保護區之 告示牌.....	5
圖 1.4	新化國家植物園旁邊的流動攤販.....	11
圖 3.1	(a) $I(t)$ 和 t 的關係曲線，及(b) $\frac{dI}{dt}$ 和 I 的關 係曲線.....	26
圖 3.2	某景點之遊客中具有不當行為所佔總遊客人數之 比例和時點的關係圖.....	28
圖 3.3	A-DIB 模型的相軌線.....	30

第一章緒論

隨著週休二日、休閒時間的增加以及人們觀光旅遊意願的提高，再加上陸客來台觀光人數更是倍數增加，各觀光景點的人潮不斷湧入。

1.1 研究背景

行政院長吳敦義在 2011 年 5 月 13 日表示，這三年來，政府開放兩岸直航及大陸觀光客來台，也積極健全觀光環境的規畫及建設，終於達成觀光客倍增的目標，而今年設定的目標是 650 萬人次，更希望能達到 700 萬人次，三年後突破千萬人次，為使今年的國際來台觀光人數能突破 700 萬人次，政府也推動許多重要的配套政策，除放寬陸客來台觀光人數的上限，也希望在 6 月底前，與中國大陸達成協議，開放陸客自由行。然而，在報章雜誌上卻常出現一些不甚光彩的陸客新聞，像是在 2010 年 4 月 13 日【太誇張了！中國客竟「霸凌」檜木，爬上樹頭拍照】的這則新聞所述，大陸遊客遊阿里山，竟然爬上國寶級紅檜樹頭「象鼻木」上拍照；大陸遊客：「哎喲，神木！」你看看，遊客一個接一個，攀上半人高的樹頭，爭相拍照留念，也不管會不會把這樹頭給踩壞。林管處育樂課長李定忠：「象鼻木應該是日據時代被伐木的樹頭，雖然它已經是枯死的，可是畢竟是我們國寶級的紅檜，禁止遊客上去踐踏。」原來，

阿里山神木區，有三代木、象鼻木等知名景點，都是國寶級的檜木，象鼻木雖然沒有立告示牌，還是不可攀爬破壞。事實上，這樣的遊客不當行為，在阿里山可是屢見不鮮。而類似的場景亦發生在台中縣之高美溼地，如 Discovery 頻道「瘋台灣」節目在「台中新體驗」單元中，主持人 Janet（謝怡芬）與「沙板玩家」布萊恩在高美濕地大玩沙板、甚至相互「尬車」的畫面¹。事實上，高美濕地是一個冬候鳥棲息地(參見圖 1.1)，由於多變的地形景觀與豐富的動植物相，國際鳥類聯盟(Birdlife International)會議將高美濕地列為全台 52 處重要的鳥類棲息地(important bird area，簡稱 IBA)之一，此地所發現為數不少之稀有鳥種，包括瀕臨絕種鳥種 1 種:黑面琵鷺(*Platalea minor*)、珍貴稀有鳥種 7 種:唐白鷺(*Egretta eulophotes*)、澤鶩(*Circus aeruginosus*)、魚鷹(*Pandion haliaetus*)、彩鷓(*Rostratula benghalensis*)、燕行鳥(*Glareola maldirarus*)、小燕鷗(*Sterna albifrons*)、蒼燕鷗(*Sterna sumatrana*)、及其他應予保育鳥種 2 種:紅尾伯勞(*Lanius cristatus*)、喜鵲(*Pica pica*)。此外高美濕地植物相十分多元，共計超過 300 種，其中有台灣西部沿海常見的植物，如黃槿、馬鞍藤、蔓荊、單花蟛蜞菊等，而在靠近北岸堤防的草澤區，則以禾本科植物最為發達，如白茅、開卡蘆等。在這眾多的物種之中，以稀有的大安水蓼

¹柯永輝、陳秋雲，高美濕地玩沙板 「瘋台灣」玩過頭，聯合新聞網(udn.com) 2008 年 12 月 7 日。

與雲林莞草最引人注目。大安水蓼衣 *Da-Ann Hygrophila* (*Hygrophila pogonocalyx*)、雲林莞草(*Bolboschoenus planiculmis*)是台灣特有種，目前已被國際資源保育聯盟(IUCN)列為嚴重瀕臨絕種的植物。



圖 1.1 高美溼地位置圖

資料來源：農委會林務局自然資源與生態資料庫

由於高美溼地擁有豐富的動植物資源，為中部海岸重要的自然生態資源區，多年來早已成為民眾假日遊玩與學生戶外教學重要地區；然為了保護溼地，台中縣政府配合農委會之核定已於 2004 年九月間公告高美溼地劃設為野生動物保護區，並公告相關管制事項，包括：禁止騷擾、虐待、獵捕或宰殺野生動物之行為、禁止任意丟擲垃圾、傾倒垃圾、廢土及放置違章構造物及其他破壞自然環境之行為、禁止各種開發、濫墾、濫伐、濫葬、採取土石或礦物及其他破壞保護區自然環境之行為。此外

保護區範圍內之所有經濟行為，也應維持原有之合法使用狀態，並依相關法令規定辦理，而設籍於高美之漁民，在不違背保護區管制使用規範下，允許進行既有之漁業行為，各式交通工具除既有農漁業行為外，非經主管機關或受委託機關、團體許可不得進入(參見圖 1.3)。但高美濕地實際之情況是，每到假日遊客人滿為患，抓魚抓蝦，好不快活(參見圖 1.2)，使得溼地面臨更大之生態浩劫。



圖 1.2 高美溼地遊客無視法令規定恣意攫取資源現況
資料來源：本研究於高美濕地實地拍攝

何以知道高美濕地之管制現況，違規民眾的比例仍是居高不下？根據東森新聞記者陳學風及歐陽光輝(2006)對遊客之訪問，違規遊客的回答是：「(這裡是)生態保護區我知道啊，因為大家都來玩啊」。同樣的，儘

管台中縣政府在此地設立了公告禁止設立攤販，但四處還是可以看到許多攤販，當記者問及為什麼還會設攤，違法攤販說：「看有其他攤販在設立，我們就跟著設立」。



圖 1.3 台中縣政府公告高美溼地為一野生動物保護區之告示牌。

- 註：1.除了嚴禁車輛進入「高美野生動物保護區外」，更禁止非設籍於當地之漁民進行漁業行為，違反者將依野生動物保育法處以新台幣5萬~25萬元之罰鍰。
2.資料來源：本研究於高美濕地實地拍攝

根據上述報載之初步訪談資料可知，不管是違規遊客或攤販之行為，明顯的受他人行為影響。是其推卸責任之說詞，抑在群體背後有一隻看不見的手，推使群體違反法令規範。民眾並非不清楚違反相關規定須受法令之責罰，然何以在戶外旅遊活動中常可見彼此互不相識之群體，常會選擇跟從他人之(不當)行為。有鑑於此常見之社會現象，本研究

擬在遊憩系統內，以人常盲目跟從他人行為之假設情況下，模擬群體中不當行為之傳播。更具體來說，本研究將回答以下問題：

- (1)若未有管理制度介入之前提下，不當行為的傳播是否將會充斥整個遊憩系統？是否一部份遊客是否會因看見許多不當行為而良心道德改善，進而改正行為甚至影響別人，致使不當行為的傳播有好轉之跡象？或是繼續向下沈淪？
- (2)若在管理制度介入下，遊客不當行為經過導正，是否就不會再犯？或是經過一段時間之後又故態復萌？換言之，管理制度介入遊憩系統後，其效果將可使不當行為者比例下降，但到底會降到多低？是降到零？或是降到一個穩定的低值？
- (3)反觀國人在西方及歐美等遊憩環境較佳，國民素養頗高之國家進行遊憩活動，所見到的是許多中規中矩的遊憩行為，而自身之不當行為自然較不易表現出來，是見賢思齊的一種表現嗎？但前述之高美濕地應該也有部分中規中矩的遊憩行為，為何就無見賢思齊的效果？是「賢」的人數不夠多嗎？果真如此，那「賢」的比例該是多少，才能發揮見賢思齊的表現？因此一個國家之國民素養、社會之文化或風氣較好，「賢」的比例必會提高，進而影響不當行為傳播會有多大？

1.2 研究目的

根據前述問題，本研究以社會心理學之觀點切入，建立數學模型並透過模型討論，具體探討違規行為隨時間的改變究竟是如何傳播。

1.3 研究方法

國內外大多研究不當行為的文獻，其方法論主要以統計量化的方式進行，如楊文燦、陳仁光(1998)以準實驗法配合問卷，調查遊客垃圾丟棄行為管理之成效，其研究結果顯示在發給垃圾袋、貼標示於野餐桌、垃圾桶不加蓋等三種管理措施中，在非假日以貼標示於野餐桌上，而假日以發給垃圾袋的成效最好；有實施管理措施下的遊客對露營區內管理措施的認同感較佳。事實上，上述之研究皆有其實質上之貢獻，唯由於受限於調查個案之區域性及方法論，問卷或訪談之方式甚難說明在遊憩環境中具不當行為之遊客人數隨時間之增長，因此亦無法預測在管理策略之施行下，遊憩環境中整體遊客行為之屬性及其反應。因此，本研究嘗試以前述盲目跟隨之從眾現象為基礎，以建構數學模型的方式來加以討論分析遊憩環境系統中違規現象之傳播。並進一步探討在不同環境參數(如遊客素養、相關單位柔性之管制或強力取締嚴罰)下不當行為之擴散、抑制情況，以具體討論不同之管理策略施行下遊客違規擴散現象。

1.4 遊憩系統之遊客不當行為

將以遊客不當行為之定義及不當行為相關研究兩項為題，分述如下：

1.4.1 不當行為的定義

遊客之不當行為定義之範圍相當廣泛，而認定的標準也不同。因此本研究擬採用 Clark 等人（1971）對不當行為的定義：所謂的不當行為乃是遊客在從事遊憩活動時，所產生任何對社會環境或實質環境有所傷害的行為均可稱之。例如製造噪音、打擾別人的行為、違反經營管理單位所定之規則、破壞或毀損公物等均屬不當行為，而會在環境中造成實質的傷害稱為破壞行為。

1.4.2 不當行為相關研究

國內外研究不當行為的文獻，公園方面如侯錦雄、郭彰仁(1998)在公園遊客之環境態度與不當行為管理策略認同之關係研究，採觀察、文獻收集及發放問卷訪問遊客之方法，其研究結果顯示，公園遊客之環境態度與不當行為管理策略認同之間有顯著相關，且提高遊客之環境態度有助於遊客對不當行為管理策略的認同；另有侯錦雄、郭彰仁(1999)以台中市六座鄰里公園為例，探討公園內不當行為之管理策略研究，在方法上係採用觀察法、文獻收集以及發放問卷訪問遊客之方式，研究結果：遊客較認同「管理單位主動」及「間接管理」的管理對策，且遊客基本屬

性對各類管理方式的認同有顯著差異；戶外遊憩場域方面如學者楊文燦、張金鳳(2004)在研究台中縣高美濕地遊客遊憩行為規範與其影響因素後，歸納出六項適合高美濕地的遊憩行為規範等。

海洋觀光方面有 Medio et al.(1997); Uyarra and Côté(2007)，水肺潛水(SCUBA diving)下潛之前接受資深之導潛人員所作之下潛簡報(pre-dive environmental briefings)者，可有效減少避免潛水客不必要的誤觸及破壞珊瑚礁生態，以控制不當行為發生；Orams(1997)透過環境教育活動方案，在 Tangalooma 餵食海豚活動中，參與該教育活動方案的觀光客，較有環境意識且願意改變其態度與行為，很明顯地在行為上變得更「綠化」且在此環境下，不當餵食之情況將會減少；Holden(2000)認為，在旅遊環境系統中可設置犧牲自我的地區(sacrifice area)，雖然在此策略下，被犧牲之景點品質會迅速惡化，且相對於鄰近景點，其遊客數會過多，但此策略可確保整個遊憩系統中，其他區域不被破壞。

1.5 不當行為之成因

以下將依研究者之觀察以及國內外學者之見解，說明不當行為之成因如下。

1.5.1 從眾效應

如同前述，在高美濕地之案例中顯現，多數遊客之不當行為主要係(盲

目)跟從他人之行為而產生，在過去有不少社會心理學家的研究中，如 Asch(1952)指出，個人常有盲目跟隨大眾行為的傾向，亦即從眾 (Conformity)現象；而在從眾現象發生時，個人會將團體的行為視為對的行為。最早研究從眾現象的學者之一 Deutsch and Gerard (1955)認為，當現實所提供的明確訊息不足²，則個人面對新的團體學會該團體的習慣，最聰明的方法就是觀察其他團體成員的行為；換言之，個人會藉由觀察別人的行為來建立自己行為的參考基準，此亦稱之為訊息的社會影響 (Informational social influence)，也就是 Deutsch and Gerard (1955)所認為的一種理性的從眾。以台中縣高美濕地來說，根據聯合新聞網記者柯永輝及陳秋雲(2008)對旅遊節目「瘋台灣」違規禁入高美溼地玩沙板，而被環保人士檢舉後，訪問其節目製作人李景白何以節目之拍攝會有違法行為，而根據李的解釋為：高美濕地並無禁止親水活動等規定，抵達當地時，不少遊客、當地居民都在那裡活動，有人挖沙、有人捉螃蟹，現場也沒有任何禁止活動標示，他們只是跟著當地人活動，不知道保護區的限制活動範圍。因此對個人之行動而言，從眾效應似乎是一影響個人行為的重要原因。然而，就以經濟學者的見解，其認為只有在執行某一活

²就以高美濕地而言，遊客是否確知此地為野生動物保護區、是否確知非設籍當地漁民不可有撈捕之行為或一切法令所禁止之相關規定；一般而言，遊客對上述法令規範之認知或許是是是非非；此外，縱然有聽聞相關之法令規範，然何以現場處處可見有那麼多的遊客進入該區域且有撈捕行為時，卻也相安無事呢？

動所得到的額外利益，至少等於執行該活動所產生的成本，該活動才值得一個人去做，亦即在理性個體之假設前提下，個人行動皆應遵循「成本-利益原則」。因此就以高美濕地而言，遊客是否確知此地為野生動物保護區、是否確知非設籍當地漁民不可有撈捕之行為或一切法令所禁止之相關規定；一般而言，遊客對上述法令規範之認知或許是「似是而非」；縱然有聽聞相關之法令規範，然何以現場處處可見有那麼多的遊客違規進入該區域，且其撈捕行為卻也相安無事呢？換言之，遊客若採違法活動，此時之利益必大於當時之成本，此是否亦暗示違規群體人數會降低個人對違規受罰之風險認知，也就是從眾效應本質上是因違法所需負擔之期望成本³會隨著群體數目之增加而減少之故。



圖 1.4 新化國家植物園旁邊的流動攤販⁴

資料來源：本研究於新化國家植物園旁拍攝

³此處指的是心理帳戶成本(Mental account cost)，尚未實際支出。

⁴在新化國家植物園邊的流動攤販，縱使有告示牌禁止設攤但是一攤、兩攤無人制止後，大家就認為是被允許的，嚴然已成為一個小市集。

而在前述的高美溼地及一般之旅遊景點，其特徵皆是場址相當遼闊的開放空間，稽查困難，而遊客多彼此互不認識，人來人往、人與人之間亦無法溝通，只要有人做了不當行為，即便是有告示牌亦無法發揮其效用；如圖 1.4 在新化國家植物園邊的流動攤販，無人制止大家就認為是被允許的，嚴然已成為一個小市集，如破窗理論(broken windows theory)所談的，根據 Wilson and Kelling(1982)所言，破窗乃意指環境與設施殘破將傳遞「此處無人關心」的訊息，使潛在的破壞者認為，對環境與設施加以破壞將不會有人追究責任，進而著手更多的破壞行為，其認為環境中的不良現象如果被放任存在，會誘使人們仿效，甚至變本加厲。

1.5.2 團體極化

Stoner (1961)發現人在決策制定的過程中，若是經過團體的討論，則所做的決策會更加具有危險性，此種現象稱為風險移轉(Risky shift)。許多研究，如 Wallach et al.(1962)、Pruitt and Teger (1969)、Vidmar (1970)亦發現這種經過團體討論後而發生之風險移轉現象。而風險移轉現象之所以重要實為團體必須對其決策會涉入更大之風險傾向應有所意識。雖然經過討論後，團體也可能採行更加保守的做法(Zajonc et al., 1968; Pruitt, 1971)，然這些效果皆可視為團體極化效果(Group polarization effect)的特例。事實上，團體討論會傾向於做出比一般團體成員所做的決策更為極

端的決定。在學者 Brown (1965)所提出之價值理論(Value theory⁵)以解釋團體的極化現象中，他認為在自己做決策時，個體會試圖不要做的太小，也不要太冒險，因此他們會避免太過極端的選擇；然而當他們發現別人有較極端的傾向時，個人也會因為有團體的支持而願意做出更極端的選擇。Vinokur (1971)以及 Clark (1971)則認為導致群體決策風險移轉之機制乃決定在團體內部之訊息溝通情況而非個人之選擇。

1.5.3 瀰 (memes)

由前述可知違規之行為，明顯的受他人行為影響，個人常有盲目跟隨大眾行為的傾向，若是發生在團體中更會有團體極化效果，很容易在系統中傳播開來；社會生物學家 Dawkins (1976)在其名著「自私的基因」(The Selfish Gene)一書中指出，人類社會的觀念、文化或思想，類似傳染病，可以無形的方式傳播。他並稱此為「瀰」(memes)，並定義「瀰」為：**駐在腦中且會展現於學習行為的資訊單位**；他並認為以「瀰」作為行動單位更可以做為理解人類的最佳途徑。Lynch (1996)則認為，「瀰」可視

⁵根據 Brown (1965)的假設，風險可以用價值予以衡量(risk is a value)。其認為對於社會而言有一偏好之理想風險值，而對風險的承擔(risk taking)則視社交的情況而定；群體中的每一個人都會想要在決策的時候提升對風險所能承擔的位置。當在進行團體討論的時候，我們會發現自己的決策風險有時候會低於群體風險的平均值(亦即我們所接受之風險較團體之其他成員為低)，則此時我們將會提升我們自己對風險所能承擔的程度。

為一種思想傳染因子 (Thought contagion)，而其強勢散播甚至能產生新變種，贏得更多信徒和宿主。前述的從眾效應或許可以解釋為遊憩系統中「瀰」的傳播(染)；長遠來看，一個地區的文化、環保素養則可視為在社會中由於散佈「瀰」的個人攜帶著基因，以複製的方式在另一個人的記憶裡產生瀰的複製(亦即傳染)，因而使這個人成為「瀰」的宿主，而這種不斷的擴展(自我複製過程)最後蔓延到整個群體，而形成地區的文化。

「瀰」的概念核心是模仿，透過模仿，則其可得到複製、傳播與發展。因此不管任何想法、作法或說法皆有可能成為「瀰」。Dawkins (1976: 206; 1989: 192)認為，「瀰」可視為文化模仿單位，其表現型態可為曲調旋律、想法思潮、時髦用語等等模式；Blackmore (1999: 66)更進一步說明，只要任何一個訊息能夠透過廣義的模仿過程被加以複製並進而傳播，則就可稱之為「瀰」，而「瀰」要成功複製，Heylighen (1998) 提出必須經過下述四個階段：

一、同化(assimilation)：同化的過程就是尋找新宿主的過程。成功的「瀰」必須能「感染」新宿主，進入他的記憶；這樣的「瀰」必須具備三個要素：可注意性(noticed)、可理解性(understood)及可接受性(accepted)；可注意性指的是「瀰」要足夠突顯以吸引新宿主的記憶；可理解性則是指「瀰」能夠適應潛在宿主的認知結構；至於可接受

性則是新宿主願意相信該「瀰」。

二、保持(retention)：指「瀰」在宿主的記憶裡保留的時間，時間越長，傳播和影響其他個體的可能性越大；這個階段有很強的選擇性，只有少數「瀰」能保留下來。

三、表達(expression)：指與其他個體交流時，「瀰」必須從記憶模式轉換出來進入能被別人所感知的物質形式，如話語、文本、圖片或行為。宿主傾向於表達那些他認為有趣和重要的，需要重複的「瀰」。

四、傳播(transmission)：「瀰」表達需有一具穩定性的物質載體或媒介，防止訊息流失或變形。

只要違規行為能夠透過上述四個階段，先「感染」新宿主，進入他的記憶，在宿主的記憶裡保留很長的時間，而宿主一再表達那些他認為有趣和重要的違規行為，透過廣義的模仿過程被加以成功複製並進而傳播，在團體中的傳染更是一發不可收拾，早期亦有學者 Wallach et al. (1962) 認為，當決策是由團體制定時，錯誤決定的責任便被分散了之論點，此亦即責任分散理論(Diffusion of responsibility theory)，這使得某些人可以自在地做出極端決策。Vinokur (1971)更進一步說明，何以個體在團體決策過程中傾向於採取高風險之決策，原因在於若決策最後的結果是成功的，則高風險之決策個體在團體中較易取得領導的位置並獲得同儕之讚

賞；反之失敗的話，則決策之責任是由團體中之成員所共同分擔。

因此本研究透過前述相關論點及 Dawkins 所提出之「瀾」的傳播概念，建構數學模型，模擬遊憩系統中，遊客、人群之作為，以作為事前預測不同管理制度擬定下之結果。

第二章 模式建構與求解

本章將提出不當行為於旅遊景點之傳播問題，並進一步以數學的語言加以描述，以提供具體分析之用。

2.1 問題陳述

如同前章所述，根據上述報載之資料可知，許多違規行為，明顯的是受他人行為影響，則對此系統中尚未違反法令規定的遊客，在其接觸違規遊客之後，其是否應是見賢思齊、或見不賢而受影響，若未有管理制度介入下，不當行為的傳播是否充斥整個遊憩系統？遊客不當行為經過導正，是否就不會再犯？或是經過一段時間之後又故態復萌？若是管理制度介入後發揮效果，則不當行為者比例必會下降，但到底會降到多低？是降到零？或是降到一個穩定的低值？反觀國人在西方及歐美等遊憩環境較佳，國民素養頗高之國家進行遊憩活動，所見到的是許多中規中矩的遊憩行為，而自身之不當行為自然較不易表現出來，是見賢思齊的一種表現嗎？但前述之高美濕地應該也有部分中規中矩的遊憩行為，為何就無見賢思齊的效果？是「賢」的人數不夠多嗎？果真如此，那「賢」的比例該是多少，才能發揮見賢思齊的表現？

為使旅遊市場正常運行，不當行為能漸趨消彌，政府的介入成為一個可能的辦法，而介入的時機又該如何？以現有之自然旅遊景點而言，其管理常受限於人力、物力及財力之不足，制定一套較為完善、有效率之管理制度實為重要。因此本研究以從眾效應為假設前提下，模擬不當行為之動態擴散現象並建構一數學模型(mathematical modeling)，以具體探討遊憩系統中，遊客不當行為之動態傳播模式，才可預測相應之管理策略下遊客之行為模式，進而改善違規之現象，又能提升我國民素養、改善社會善良風氣並蔚為社會之文化，以下將分述該問題之假設及模式建構。

2.2 模式建構與求解

茲將本模式所使用到的符號及模式建構與求解分述如後：

一、符號說明

以下所有符號說明後之[]內均代表符號單位，其中[T]代表時間、[V]代表人數。

t ：時點[T]

N ：某景點遊客之總人數[V]

$P(t)$ ：某景點之遊客中具有正當行為之人數[V]

$N - P(t)$ ：某景點之遊客中具有不當行為之人數[V]

$S(t)$ ：某景點之遊客中具有正當行為所佔總遊客人數之比例(無因次單位)

$I(t)$ ：某景點之遊客中具有不當行為所佔總遊客人數之比例(無因次單位)

$R(t)$ ：某景點之遊客已接受主動性管理措施，退出感染系統的免疫者比例
或移出者(Removed)比例(無因次單位)

λ ：每個不當行為者每天有效接觸⁶的平均人數(日接觸率)，該值亦可表示該地區之遊客素養；若該區之遊客素養愈高，愈不易為他人所影響，因此 λ 值愈小；反之，則 λ 值愈大。 $[\frac{1}{T}]$ ，因依其定義 λ 之單位可表示為：接觸的人數[V]/ (不當行為者[V] ×時間[T]) = $[\frac{1}{T}]$

$\lambda \cdot S(t)$ ：每個不當行為者每天有效接觸正當行為者的平均人數。 $[\frac{1}{T}]$ ，因 λ 為每個不當行為者每天有效接觸的平均人數，其中所接觸之人數中有 $S(t)$ 之比例為具正當行為者，因此 $\lambda \cdot S(t)$ 可視為每個不當行為者每天有效接觸正當行為者的平均人數。故依此定義單位可以表示為：接觸的正當行為者人數[V]/ (不當行為者[V] ×時間[T]) = $[\frac{1}{T}]$

I_0 ：初始時刻($t=0$)，該旅遊環境下具有不當行為者之比例(無因次單位)

⁶ 有效接觸意味著，並非正當行為者接觸不正當行為者即會感染成為不當行為者。

μ ：不當行為者每天被導正(correct)，占不當行為者總數的比例。此即管理制度施行下之效率(the efficiency of management regime applied)。

不當行為者被導正人數[V]/(不當行為者總人數[V] ×時間[T]) = $[\frac{1}{T}]$

$\frac{1}{\mu}$ ：表示這種不當行為之平均傳染期。(假設原有20人不當行為者，每日

導正10人不當行為者，則這種不當行為管理之效率 = $10V/T \div 20V =$

$\frac{1}{2T}$ ，而平均傳染期 = $20V \div 10V/T = \frac{1}{\mu} = 2T$)，(不當行為者總人數[V]

×時間[T])/不當行為者被導正人數[v] = [T]

σ ：(接觸數)為每個不當行為者在傳染期中有效接觸之平均人數。有效接觸之平均人數[v]/不當行為者人數[v](無因次單位)

二、 模式建構與求解

(一)首先推導遊憩系統中，簡化型式之不當行為擴散模式(The first simple diffusion of inappropriate behavior model)，或稱S-DIB模式。如同前述瀰之概念，瀰為駐在人類腦中且會展現於學習行為的資訊單位，其傳播類似傳染病，可以無形的方式散佈，並進而改變社會的觀念、文化或思想(Dawkins, 1976)。換言之，遊憩系統內之遊客其行為在符合成本利益法則之前提下，遊客間可透過觀察其他成員的行為來建立自己

行為的參考基準。因此首先假設遊憩系統內存在具正當行為之遊客以及不當行為之遊客兩類。若景點之遊客人數以 N 表示，在時間 t ，系統中具正當行為之遊客族群數量記為 $P(t)$ ，則具不當行為之遊客人數為 $N - P(t)$ ；而其在總遊客人數中所佔的比例分別分別以 $S(t)$ 和 $I(t)$ 表示。換言之， $S(t) = P(t)/N$ ， $I(t) = [N - P(t)]/N = 1 - S(t)$ ，且 $S(t), I(t) \in [0,1]$ 。此外，假設每個不當行為者每天有效接觸的平均人數是常數 λ （或稱日接觸率），當不當行為者有效接觸正當行為者時，可改變正當行為者而使其成為不當行為者。因此每個不當行為者平均每天有效接觸正當行為者的人數($[\lambda \cdot S(t)]$)乘上總不當行為人數($[N \cdot I(t)]$)，此即總不當行為人數 $NI(t)$ 的增加率，寫成連續型模式可得：

$$[N \cdot I(t)]' = \lambda \cdot S(t) \cdot N \cdot I(t) \quad (1)$$

又因為

$$S(t) + I(t) = 1 \quad (2)$$

令初始時刻($t=0$)不當行為者的比例為 I_0 ，則

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = \lambda I(1 - I) \\ I(0) = I_0 \end{cases} \quad (3)$$

事實上式(3)之求解可示如式(4)所示，式(4)之型態亦可稱之為邏輯斯函數

$$I(t) = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{I_0} - 1\right) e^{-\lambda t}} \quad (4)$$

模式之相關討論及分析示於下節。

(二)第二個推廣模式建構與求解：**E-DIB 模式**(The second extended model of S-DIB)係推廣前述之**S-DIB 模式**，事實上**S-DIB 模式**內無考慮任何管制措施(control management regime)，**E-DIB 模式**將導正不當行為，然而不當行為者被導正後，卻有可能再重新感染不當行為(端看採用何種管制措施)；換言之本模式假定不當行為者「無免疫性」(no immunity)，於是不當行為者被導正後變成正當行為者，正當行為者還可以被感染再變成不當行為者，假設 μ 為每日導正的比例(即不當行為者每天被導正占不當行為者總數的比例)，則 $\frac{1}{\mu}$ 表示這種不當行為的平均傳染期，則總不當行為者 $NI(t)$ 的增加率可改寫方程式(1)如下：

$$[N \cdot I(t)]' = \lambda \cdot S(t) \cdot N \cdot I(t) - \mu \cdot N \cdot I(t) \quad (5)$$

(2)式不變,則(3)式可改寫如下：

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = \lambda I(1-I) - \mu I = \lambda I \left(\left(1 - \frac{\mu}{\lambda}\right) - I \right) \\ I(0) = I_0 \end{cases} \quad (6)$$

式(6)之型態也是一個邏輯斯函數，排除 $1 - \frac{\mu}{\lambda} = 0$ (即, $\mu = \lambda$)

我們假設每個不當行為者在傳染期中有效接觸的平均人數是常數

σ , σ 被稱為接觸數，等於「每人每天接觸人數(λ)」乘上「傳染期($\frac{1}{\mu}$)」，

$$\sigma = \lambda \times \frac{1}{\mu} \text{ 或 } \sigma = \frac{\lambda}{\mu} \quad (7)$$

因此在式(6)中， $1 - \frac{\mu}{\lambda} = 1 - \frac{1}{\sigma}$ ，然後式(6)的解可以表示如下：

$$I(t) = \begin{cases} \frac{1}{\frac{\sigma}{\sigma-1} + \left(\frac{1}{I_0} - \frac{\sigma}{\sigma-1}\right) e^{-\lambda\left(1-\frac{1}{\sigma}\right)t}} & \sigma \neq 1 \\ \frac{1}{\lambda t + \frac{1}{I_0}} & \sigma = 1 \end{cases} \quad (8)$$

模式之相關討論及分析示於下節。

(三)有鑑於前述之 **S-DIB 模式**，僅考慮遊憩系統中只有傳染的機制(遊客間互相影響)，而無考慮任何管制措施(control management regime)以導正遊客行為之機制，而 **E-DIB 模式** 雖有考慮系統內之導正措施，然所考慮之情況是當不當行為者被導正成為具正當行為者後，卻有可能因與其他不當行為者再接觸而致再次改變成為不當行為者。因此在第三個進階之推廣模式(The third advanced model of S-DIB，簡稱 **A-DIB 模式**)建構中，將考量一特定形式(special form)，亦即遊憩系統內不當行為者受管理策略之施行後，遊客將具有「免疫性」(immunity)。換言之，在有限之遊憩系統空間及時間內，被「導正」之遊客，其身分將非是易受他人影響之正當行為者(Susceptible)，也非不當行為者(Infective)，而是已退出感染系統的免疫者(不易受他人影響)。根據

Medio et al. (1997)；Uyarra and Côté (2007)的研究，在水肺潛水 (SCUBA diving)活動過程中，有一些遊客是因為”不知道哪些是不能做”，所以當下潛之前接受資深之導潛人員所作之下潛簡報(pre-dive environmental briefings)者，可有效減少避免潛水客不必要的誤觸及破壞珊瑚礁生態，以控制不當行為發生，即可視為脫離「感染系統」，不再參與遊戲。又依據 Manning (1999)的說法，這類較柔性的管理措施在對於減少因不熟練的動作和未知的動作而引發的破壞最為有效，但是在惡意非法行為及避開無法避免卻非惡意的行為上就較無效果，學者 Zakai and Chadwick- Furman (2002)在以色列的艾拉特之珊瑚礁實證研究中已證實，其透過環保教育和改善珊瑚礁管理，使得珊瑚破壞率降低，並可提升潛水員水下親環境之行為。因此在 A-DIB 模式中，考慮遊憩系統內之人群可區分為正當行為者、不當行為者及具有「免疫性」之移出者(Removed)三類。將此三類人在總人數 N 中佔的比例分別記作 $S(t)$ 、 $I(t)$ 和 $R(t)$ 。假設每個不當行為者每天有效接觸的平均人數(日接觸率)為 λ ， μ 為每日導正的比例(即不當行為者每天被導正占不當行為者總數的比例)， $\sigma = \frac{\lambda}{\mu}$ 為每個不當行為者在傳染期中有效接觸之平均人數(接觸數)，由上述可知如下：

$$S(t) + I(t) + R(t) = 1 \quad (9)$$

再記初始時刻的正當行為者、不當行為者和具有「免疫性」之移出者的比例分別是 S_0 (>0)、 I_0 (>0) 和 $R_0=0$ ，則 A-DIB 模式的方程式可以寫作

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = \lambda SI - \mu I \\ \frac{dS}{dt} = -\lambda SI \\ \frac{dR}{dt} = \mu \times I \\ I(0) = I_0, S(0) = S_0 \end{cases} \quad (10)$$

式(10)無法求出 $S(t)$ 和 $I(t)$ 的解析解，因此將之轉到相平面 $S \sim I$ 上來討論解的性質，相軌線的定義域 $(S, I) \in D$ 應為

$$D = \{(S, I) | S \geq 0, I \geq 0, S + I \leq 1\} \quad (11)$$

由式(10)中消去 dt 並注意到 $\sigma = \frac{\lambda}{\mu}$ ，可得

$$\begin{cases} \frac{dI}{dS} = \frac{1}{\sigma S} - 1 \\ I|_{s=s_0} = I_0 \end{cases} \quad (12)$$

求解(12)式可得：

$$I = \frac{1}{\sigma} \ln \frac{S}{S_0} + (I_0 + S_0) - S \quad (13)$$

模式之相關討論及分析示於下章。

第三章 模式分析與推論

本節將依照前述之 S-DIB、E-DIB 及 A-DIB 模式求解分析如後：

3.1 S-DIB 模式分析

依據遊憩系統中僅考慮不當行為感染所接觸的人，而無導正遊客行為之機制的情況，根據 S-DIB 模式，式(4)，可以繪出 $I(t)$ 和 t ， $\frac{dI}{dt}$ 和 I 的圖形如下。

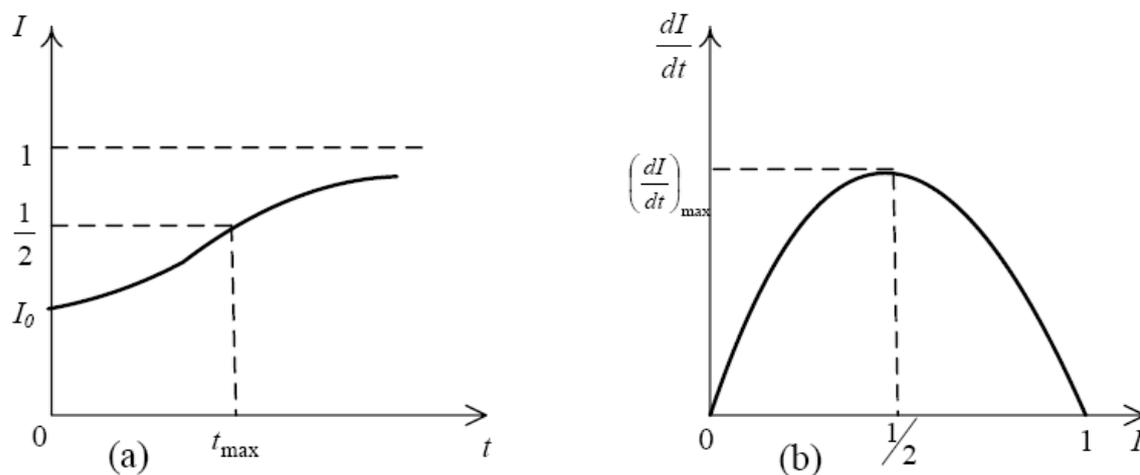


圖 3.1 (a) $I(t)$ 和 t 的關係曲線,及(b) $\frac{dI}{dt}$ 和 I 的關係曲線

由 **S-DIB** 模式 (1)~(4) 式和圖 3.1(a) 可以容易得到當 $t \rightarrow \infty$ 時, $I \rightarrow 1$, 其次我們發現, 由 **S-DIB** 模式 (1)~(4) 式和圖 3.1(b) 可以容易得到當 $I = \frac{1}{2}$ 時, $\frac{dI}{dt}$ 的數值達到最大, 記做 $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\max}$, 而此時刻記做 t_{\max} 如圖 3.1(a) 所示, 然後將 $I = \frac{1}{2}$ 代入 **S-DIB** 模式(4)式, 可以解出 $t_{\max} = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{1}{I_0} - 1\right)$,

可推論如下:

【推論 1】

對 **S-DIB** 模式而言, 當 $t \rightarrow \infty$ 時, $I \rightarrow 1$, 即隨著時間的拉長, 旅遊環境中終將到處充斥著不當行為, 不當行為者比例趨近於 1。

【推論 2】

對 **S-DIB** 模式而言, 當 $I = \frac{1}{2}$ 時, $\frac{dI}{dt}$ 的數值達到最大, 而此時刻記做 t_{\max} , 即某景點之遊客在時點 t_{\max} 具有不當行為所佔總遊客人數之比例達一半時, 不當行為者比例的增加速度最快。

3.2 E-DIB 模式分析

考慮了遊憩系統中將有導正遊客行為之機制, 而不當行為者被導正後, 卻有可能再重新感染不當行為的情況, 從 **E-DIB** 模式的解, 式(8)可

知，當 $t \rightarrow \infty$ 時， I 有下列兩種情形：

$$I(\infty) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\sigma} & \sigma > 1 \\ 0 & \sigma \leq 1 \end{cases} \quad (14)$$

根據 **E-DIB** 模式，(8)和(14)兩式，可以繪出某景點之遊客中具有不當行為所佔總遊客人數之比例和時點的關係圖，如圖 3.2 所示。

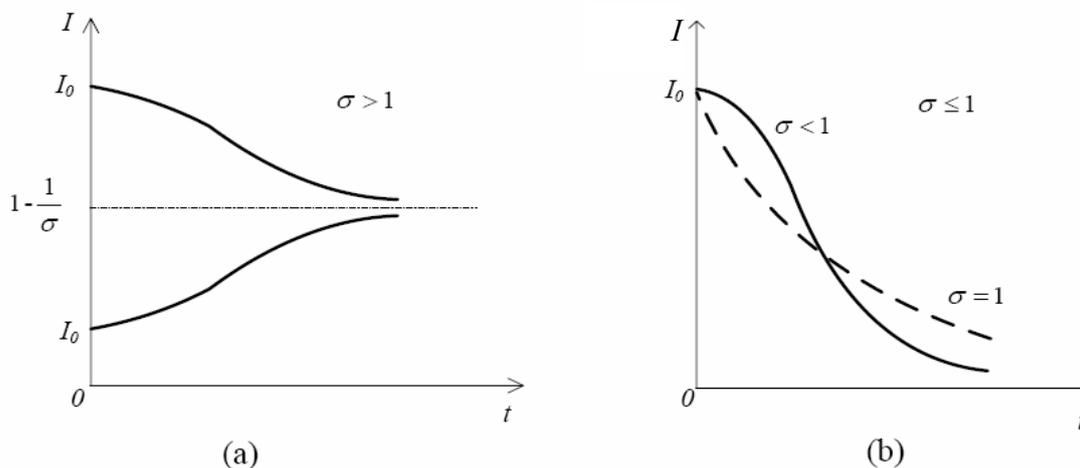


圖 3.2 某景點之遊客中具有不當行為所佔總遊客人數之比例和時點的關係圖，註：(a) 接觸數 $\sigma > 1$ ，(b) 接觸數 $\sigma \leq 1$

由圖 3.2 可知，接觸數 $\sigma = 1$ 為一閾值(threshold value)，我們可以分成三種情況來討論。因此可得下述推論：

【推論 3】

當 $\sigma < 1$ ，由圖 3.2(b)可知曲線屬於倒 S 型遞減函數(exponential

decay function)，當 $t \rightarrow \infty$ 時， $I \rightarrow 0$ ；亦即每個不當行為者有效接觸人數小於 1 人，隨著時間的增加，慢慢的該旅遊環境系統中之遊客將不再充斥不當行為者。

【推論 4】

當 $\sigma = 1$ ，這是邊界情況，由圖 3.2(b)可知曲線屬於指數遞減函數，當 $t \rightarrow \infty$ 時， $I \rightarrow 0$ ，只是 $\frac{dI}{dt}$ 較第一種情況緩；亦即每個不當行為者有效接觸人數等於 1 人，隨著時間的增加，慢慢的所有人就變成正當行為者了。

【推論 5】

當 $\sigma > 1$ ，由圖 3.2(a)可知是兩條非線性之漸近線(asymptote)，當 $t \rightarrow \infty$ 時， $I \rightarrow 1 - \frac{1}{\sigma}$ ；亦即每個不當行為者有效接觸人數大於 1 人，不當行為仍然有效的在擴散，而且成為不當行為者的比例會趨於某一大於 0 之穩定值，不會消失；值得一提的是，若 σ 不要太大， $I \rightarrow 1 - \frac{1}{\sigma} \neq 1$ ，但是當 $\sigma \rightarrow \infty$ （數值非常大）， $I \rightarrow 1 - \frac{1}{\sigma} \rightarrow 1$ ，事實上就是 S-DIB 模式的推論 2 亦可視為 E-DIB 模式推論 5 的特例(special case)；此即意味著每個不當行為者有效接觸人數非常多，多到數不清，隨著時間的拉長，

旅遊環境中終將到處充斥著不當行為，不當行為者比例趨近於1。

3.3 A-DIB模式分析

考慮了遊憩系統中將有具有「免疫性」之移出者，既非易受不當行為者影響之正當行為者(Susceptible)，也非具有不當行為者(Infective)，而是已退出感染系統的免疫移出者(Removed)，根據 **A-DIB** 模式在定義域 D 內，式(13)表示的曲線即為相軌線，可以繪出某景點之遊客中具有不當行為所佔總遊客人數之比例和某景點之遊客中具有正當行為所佔總遊客人數之比例的關係圖，如圖 3.3 所示。

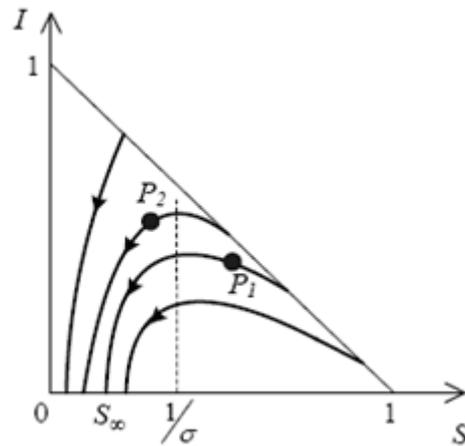


圖 3.3 A-DIB 模型的相軌線

由圖 3.3 可知接觸數之倒數 $\frac{1}{\sigma}$ 為一閾值(threshold value)，我們可以分

成兩種情況來討論，因此可得下述推論：

【推論 6】

初始時刻的正當行為者的比例 $S_0 \leq \frac{1}{\sigma}$ 時，由圖 3.3 可知 $I(t)$ 一路下降趨近於 0， S 則減小至 S_∞ ，如圖 3.3 中由 $P2$ 出發的軌線；亦即不當行為者之比例隨著時間的增加慢慢的趨近於 0，該旅遊環境系統中之不當行為者人數衰退(decay)至 0。

【推論 7】

初始時刻的正當行為者的比例 $S_0 > \frac{1}{\sigma}$ 時，由圖 3.3 可知 $I(t)$ 先增加，當 $S = \frac{1}{\sigma}$ 時， $I(t)$ 達到最大值；最後指的是當 $t \rightarrow \infty$ 時， $I(\infty) \rightarrow 0$ ， $S(\infty) \rightarrow S_\infty \neq 0$ ，換言之，隨著時間的過去，若 $t \neq \infty$ 時 $I(t) \neq 0$ ，此時社會上仍存在具不當行為者，不會隨著時間的增加而消逝，如圖 3.3 中由 $P1$ 出發的軌線；亦即不當行為者之比例隨著時間的增加慢慢的增加，該旅遊環境系統中之不當行為就會擴散。

上述之推論其在實務上之應用與管理上之意涵將於下節討論。

第四章 討論及管理上的意涵

以下將進一步探討在不同環境參數(如遊客素養、相關單位柔性之管制或強力取締嚴罰)下遊客之不當行為擴散情況。

一、由前述推論 1 可知，當沒有任何有效的管理措施介入時，隨著時間的拉長，旅遊環境中會充斥不當行為者， $I(t)$ 趨近於 1。

二、由推論 2 可知，當 $I = \frac{1}{2}$ 時， $\frac{dI}{dt}$ 的數值達到最大，而此不當行為者增加最快的時刻 t_{\max} ，可預測出遊客之不當行為擴散之高峰期的到來；所以，是管理部門應當關注的時刻，在此時刻之資源投入（如監視、巡查督導等），可視為管理成本最低、管理效率最高的時刻，因此公園或遊憩系統中的巡視時間，要多久巡查一次或可依此為參考之指標；再者，由 $t_{\max} = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{1}{I_0} - 1\right)$ 亦可得知 t_{\max} 與 λ 成反比，而日接觸率 λ 在前述亦已說明可代表該地區之遊客素養， λ 越小表示遊客素養越高，亦即在遊客群體中不當之違規行為較少，而藉由提高遊客素養可以延遲不當行為擴散之高峰期的到來(也就是不當行為傳播的速度會較慢)。

三、根據前述推論 3，為消弭旅遊環境中之不當行為，在管理策略之施行下必須使得 $\sigma \leq 1$ 方可使遊憩系統中之不當行為者人數衰退(decay)至 0；首先針對 $\sigma < 1$ （傳染期中每個不當行為者平均接觸人數少於 1 人），由圖 3.2 可知，縱使原來有 100% 的人變成不當行為者，但由於 $\sigma < 1$ ，不當行為者被導正後，再變成不當行為者的機會不大，慢慢的所有人就變成正當行為者了。

四、由推論 4：當 $\sigma = 1$ （傳染期中每個不當行為者平均接觸人數為 1 人），這是邊界情況，由圖 3.2 可知，所有人都會變成正當行為者，只是變成正當行為者的速率較第一種情況緩慢；綜合推論 3 及推論 4，為了消滅不當行為的擴散，又由於接觸數並非不當行為的特定性質，而與日接觸率 λ （即旅遊環境系統中與具不當行為之遊客接觸之比例）及每日導正不當行為遊客的人數比例 μ 有關，重要的是要將 σ 值調成小於或等於 1；又因為 $\sigma = \frac{\lambda}{\mu}$ ，因此最好能透過減少 λ 或加大 μ 來達成。茲詳述如下：

(一) 減小 λ ，亦即使平均每日接觸率變少，有兩種方法可達成，其一是提升遊客整體之素養；換言之，遊客整體素養的提升，使得平均每日接觸到不當行為者的人數會小於或等於 1 人，隨著時間的增加，慢

慢的整個系統將全面轉變成不具不當行為者，亦即 $\sigma = \frac{\lambda}{\mu} \leq 1$ 時， $I \rightarrow 0$ 。而在實做方法，學者 Orams(1997)認為可透過環境教育之施行以達遊客整體素養之提升，Orams 之實證研究中亦已指出，其透過環境教育活動方案，在 Tangalooma 餵食海豚活動中，參與該教育活動方案的觀光客，較有環境意識且願意改變其態度與行為，很明顯地在行為上變得更「綠化」且在此環境下，不當餵食之情況將會減少；此外遊客甚至願意加入環保團體、熱衷環境議題等。因此有組織的教育活動方案可使遊客整體行為上變得更「綠化」，對於遊客整體之素養的提升必有助益；其次，在管理制度之施行上，學者 Holden(2000)認為，在旅遊環境系統中可設置犧牲自我的地區(sacrifice area)，雖然在此策略下，被犧牲之景點品質會迅速惡化，且相對於鄰近景點，其遊客數會過多，但此策略可確保整個遊憩系統中，其他區域不被破壞，此策略或稱蜜糖罐法；亦是使遊憩系統中平均每日接觸率變少之方式，減少 λ ，使 $\sigma \leq 1$ ，達到 $I \rightarrow 0$ 的目的。事實上蜜糖罐係為使得平均每日接觸到不當行為者的人數變少的一種策略，而在該策略施行下最成功之案例，非夏威夷的 Hanauma 個案莫屬(Burgett, 1990)。Hanauma 是位於夏威夷歐胡島之一處隱蔽的小海灣，1950 年代前，當地夏威夷人用來作為傳統的食物聚集地，以及偶而有遊客

來釣魚及度假，此時的珊瑚礁、魚群和其他海洋生物非常地豐富，但很少被利用，而在 1950 年代，因為改善了交通，也改變了前來海灣的遊客數量，在接下來的 10 年，利用量大幅增加；到 1964 年止，估計每年有超過 1,000 尾的魚和 500 個珊瑚頭冠部(coral heads)被前來海灣的遊客所殺害或破壞，當局為關切這些問題，於是在 1967 年，開始禁止從海灣帶走任何海洋生物，並在 1970 年 公告 Hanauma 為一海洋公園且推廣為一景點；對於 Hanauma 而言，觀光客數目的快速成長，加上為了滿足觀光客需求所設立的基本公共服務設施，已造成海灣生態系統品質的嚴重降低，尤其是被高度利用之淺灣區域。如今許多人認為 Hanauma 是一個「犧牲自我的地區」，提供一個讓大眾觀光客能將其負面影響集中的管道，而讓歐胡島的其他海灣與海灘，能倖免於難。

(二) 加大 μ ，即提升不當行為者每天被導正，占不當行為者總數的比例；

換言之，也就是考慮管理手段之效率提升，立即縮短不當行為的傳染期，使 σ 變小；至於何謂提升管理手段之效率？簡言之，在單位成本之投入下，可導正較多不當行為之發生，一般而言該類管理策略係屬較強硬的管理措施，Knopf and Dustin(1992)認為此直接性的管理策略，係採直接強迫規範的手段等直接性的管理措施加以控制。常

見的策略包含有管制監控、法令執行、限制使用、使用者付費以及賞罰制度的建立(侯錦雄及郭彰仁， 1998)。具體來說 Reynolds and Braithwaite(2001)認為可包含管制性(regulatory)管理策略、實體性(physical)的管理策略及經濟性(economic)的管理策略等三點，以管制性管理策略而言，Orams(1999)認為景點管理和運作規則和規例的目的是限制遊客的活動，拜訪的時間和次數；藉由某些技巧來進行規劃和提供直接進入這些易被破壞地區，如平台和木板路，或控制遊客的總人數，他們的逗留時間，及他們的在保護區的活動，以防止過度擁擠的危險；執法工作由警察，護林員或安全人員被賦予景點管理的權力例如，初犯警告，禁止進入；嚴重騷擾和蓄意殺害野生動物破壞文物的遊客則予以罰款。而在實體性的管理策略方面，包含有建設觀賞動物的平台：木板路和小路，防止踐踏和打擾植物群和動物群；豎立圍欄阻止遊客進入生態保護區；強化資源，如修復文物古蹟，和建築物；限制汽車停車場和其他旅遊設施，以減少遊客人數。此外 Orams(1999)認為可利用價格做為鼓勵因素(incentives)或阻礙因素(disincentives)，以限制人的行為，此即經濟性的管理策略，常見的例子為：為分散旺季的遊客所採取較高之入場收費措施；許可証以拍賣的方式給予旅遊業者，可限制業者的數量；對亂丟垃

圾、帶走體型不夠大的魚或其他不良行為處以罰金，是另外一個結合管制規定與利用經濟性阻礙因素措施的案例。

五、由推論 5：當 $\sigma > 1$ （傳染期中每個不當行為者平均接觸人數超過 1 人），這表示不當行為仍然有效的在擴散，而隨著時間的增加不當行為者的比例會趨於某一大於 0 之穩定值，不會消失。以下將做進一步的分析：

(一) 推論 5 相對於推論 3 及推論 4，因 $\sigma = \frac{\lambda}{\mu}$ ，而在 λ 相同時， σ 之控制取決於 μ 值，亦即管理措施之效率，換言之在遊客整體素養相同的前提下，本研究認為關鍵在於管理手段之效率，柔性的管理措施效率可能會較強硬的管理措施效率為差，因此推論 5 可視管理單位採用較為柔性的管理措施，例如環境教育；雖然在初期其成效未見神速，但環境教育之施行卻也可能影響 λ 值，前述之討論亦已指出 Orams(1997)透過環境教育使得遊客行為及態度變得更綠化，進而使得 $\lambda \downarrow$ ，一旦 $\lambda \leq \mu$ 則 $\sigma \leq 1$ ， I 將衰退至 0，因此以教育為根基的管理策略(education-based management strategy)，其目標在鼓勵自發性的行為改變，以降低遊客產生不當行為的可能性，並增進遊客的愉悅享受和知性的領悟(Orams, 1999)，雖然有許多學者視教育為一個可以

替海洋環境與觀光客帶來雙贏(Forestell, 1990)，但以教育作為觀光管理之策略在實務上並未如實體性的或管制性的方法那樣常見。然而要注意的是，教育活動的實施仍面臨許多挑戰，根據 Beckmenn(1988)的研究，由於觀光客具有多樣化之特性，例如觀光客具有不同之團體大小、年齡或教育程度亦有所不同，因此每一位觀光客都有其特殊之需求，故不易設計出一教育性活動方案以滿足所有觀光客之需求，進而影響針對觀光客所作之教育性活動的規畫和執行；在戶外，觀光客更因具有無法束縛(non-captive)的特性，將會使得問題更加複雜(Orams, 1999)，因為觀光客來去自由，當教育性的活動方案不能符合其需求時，或不能引起其興趣時，他們便會選擇離開(vote with their feet)；此外，自然資源環境因地點所在的多樣性以及觀光客的移動與分散，常使得教育性活動難以定時、定點地安排；再者，對環境知識的不足和缺乏經過適當訓練與合格的工作人員也會讓一個有效的教育性活動方案，在執行上大打折扣(Beckmann, 1989)，雖然上述因素均使得我們較少利用教育作為管理策略，而改採實體性的及管制性的作為，然仍有諸多學者認為對以自然為本之觀光活動，教育是其中很重要的一環(O’Laughlin et al., 1989)，並常以解說的形式呈現 McArthur and Hall (1993)更進一步指出，解說除了能教導對周遭自然

環境的尊重外，更具有多重的角色，尤其是可以協助達成管理上的目標。誠如 Beckmann (1989)在其對解說所作之回顧中指出，大部分的澳洲解說員相信，解說在公園管理上真實地扮演一個角色，即減少管制與執法，提高遊客對適當行為的知覺，使遊客所造成之壓力得以周密地分散，以減少對脆弱的自然資源形成負面的衝擊。

(二) 由前述推論 5 可知，當 $\sigma \rightarrow \infty$ 時（即沒有任何有效的管理措施介入

時，旅遊環境中會充斥不當行為者）， $I(t) = 1 - \frac{1}{\sigma} = 1$ ；而 $I = \frac{1}{2}$ 時， $\frac{dI}{dt}$ 的

數值達到最大，而此不當行為者增加最快的時刻 t_{\max} ，可預測出遊

客之不當行為擴散之高峰期的到來；所以，是管理部門應當關注的

時刻，在此時刻之資源投入（如監視、巡查督導等），可視為管理成

本最低、管理效率最高的時刻⁷，因此公園或遊憩系統中的巡視時間，

要多久巡查一次或可依此為參考之指標；再者，由 $t_{\max} = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{1}{I_0} - 1\right)$

亦可得知 t_{\max} 與 λ 成反比，而日接觸率 λ 在前述亦已說明可代表該地

區之遊客素養， λ 越小表示遊客素養越高，亦即在遊客群體中不當之

違規行為較少，而藉由提高遊客素養可以延遲不當行為擴散之高峰

⁷此處所謂最高之管理效率，係指在單位成本之支出下可導正最多之不當行為者。然該時點是否屬稽查管制之最佳時機，端視評議之價值而定。雖然有些人認為管理部門應在不當行為正要發生的時候介入，然此意味在各景點需有監督人力時時刻刻駐守當地，就理論面而言，可有效避免不當行為之傳播，立意良善；但就成本面而言，監督成本可能會居高不下，在實務之操作上可能會窒礙難行。

期的到來(也就是不當行為傳播的速度會較慢)。當 $t \rightarrow \infty$ 時, $I \rightarrow 1$, 該式具體明白表示當在沒有任何有效的管理措施介入旅遊環境中, 隨著時間的增加該遊憩系統最終將充斥不當之違規行為; 前述亦已提及高美濕地的一連串違規的新聞報導中, 不當的違規行為至今, 接二連三從未間斷過。縣政府除公告設立高美溼地為一野生動物保護區之告示牌, 嚴禁車輛進入高美野生動物保護區外, 更禁止非設籍於當地之漁民進行漁業行為, 違反者將依野生動物保育法處以新台幣 5 萬~25 萬元之罰鍰, 但是違規行為卻是每況愈下, 此情況亦顯示告示牌(signage) 之豎立是沒有約束力的管理措施。Orams(2002) 亦認為告示牌等禁令之效果不大。有效的管理是設計一套機制, 使百姓能夠自發性的遵照遊戲規則來做; 豎立告示牌應視為環境教育管理措施的一環, 仍需搭配其他管理策略始為有效; 所謂沒有約束力的管理措施, 是指該管理措施沒有約束的機制(commitment device), 故無法做出可信的威脅, 僅為一種形式上的空威脅(empty threats)。

六、由前述推論 6 可知, 若能將正當行為者比例的初始值 S_0 控制在 $\leq \frac{1}{\sigma}$ 的範圍內, 則不論不當行為者比例的初始值 I_0 是多少, 式(10)

$\frac{dI}{dt} = \lambda SI - \mu I = \lambda I(S - \frac{\mu}{\lambda}) = \lambda I(S - \frac{1}{\sigma}) \leq 0$ 恆成立；進一步忽略 I_0 ，則 $S_0 = 1 - R_0$ ，不當行為不會擴散的條件 $S_0 \leq \frac{1}{\sigma}$ 可以表示為：

$$\begin{aligned} 1 - R_0 &\leq \frac{1}{\sigma} \\ R_0 &\geq 1 - \frac{1}{\sigma} \end{aligned} \quad (15)$$

就是說初始時刻的遊客已接受主動性管理措施，退出感染系統的免疫者比例或移出者(Removed)比例 R_0 滿足式(15) $R_0 \geq 1 - \frac{1}{\sigma}$ ，我們可以加大 μ 且不感染不當行為使免疫移出者比例 R_0 提高，另一方面也可使 $1 - \frac{1}{\sigma}$ 值變小，使 $R_0 \geq 1 - \frac{1}{\sigma}$ 輕易達成，不當行為便可被有效控制而不致擴散，因此應考慮如何提出主動性管理之措施？而不是一味只採較強硬的管理措施，如 Valentine 等人(2004)認為要能永續的管理這些旅遊活動，要能夠對目標物種能提供較好的保護，其一的方法是去限制這些遊客之開放時間季節，並限制接觸的空間(也就是不是只是利用嚴刑峻法一味的禁止)，換言之，遊客與海豚等海洋哺乳類動物的接觸，在空間上亦有所限制，這就如同 Orams 在澳洲之 Moreton Island 的 Tangalooma 渡假村的野生海豚餵食活動裡，所講到管理上的配套方案，將餵食區劃分在某一區域，地點的選擇亦考量潮位線，然後該區域有用浮標予以標示出來，讓遊客很清楚知道餵食活動的區域範圍，避免不當行為的發生。

七、由前述推論 7 可知，初始時刻的正當行為者的比例 $S_0 > \frac{1}{\sigma}$ 時，不當行為者之比例隨著時間的增加慢慢的增加，該旅遊環境系統中之不當行為持續擴散中。因 $\frac{1}{\sigma}$ 值太小，輕易使得 $S_0 > \frac{1}{\sigma}$ ，又 $\frac{1}{\sigma} = \frac{\mu}{\lambda}$ ，而在 μ 相同時， $\frac{1}{\sigma}$ 之值取決於 λ 值， λ 愈大， $\frac{1}{\sigma}$ 愈小，亦即遊客之環境素養愈差， S_0 愈易 $> \frac{1}{\sigma}$ ， $S(t)$ 愈逐漸變小，但 $S(t) \neq 0$ ， $I(t)$ 會先上升之後再下降；最終系統中可能充斥著正當行為者、不當行為者及移出者；在極端情況下， $t \rightarrow \infty$ ， $I(\infty) \rightarrow 0$ ，系統中僅存在正當行為者及移出者；換言之在管制效率相同的前提下，本研究認為關鍵在於遊客之環境素養，因此推論 7 可視為新化國家植物園當地居民、攤商及遊客的環境素養待提升。以新化國家植物園附近之攤商聚集而言，雖有明確之告示牌禁止設攤，但由於有利可圖，攤商自會將告示牌視若無睹，而遊客亦會因一時之便而持續與違法之攤商交易，此現象可以推論 7 之整體環境素養解釋，由於系統中充斥著不當行為者(亦即整體所表現之環境素養較差)，因此違規之不當行為將難以減少，該旅遊環境系統中之不當行為持續擴散中；因此最好能透過減少 λ ，亦即使平均每日接觸率變少，提升遊客整體之素養；換言之，遊客整體素養的提升，使得平均每日接觸到不當行為者的人數會減少，才能提高閾值 $\frac{1}{\sigma}$ ，隨著時間的增加，整個系統之不當行為者逐漸減少至

零。Orams 之實證研究中亦已指出，其透過環境教育活動方案，在 Tanga looma 餵食海豚活動中，參與該教育活動方案的觀光客，較有環境意識且願意改變其態度與行為，很明顯地在行為上變得更「綠化」且在此環境下，不當餵食之情況將會減少；此外遊客甚至願意加入環保團體、熱衷環境議題等。因此有組織的教育活動方案可使遊客整體行為上變得更「綠化」，對於遊客整體之素養的提升必有助益。

八、一般來說，較強硬的管理措施(hard management regime)效率可能會較柔性(soft)的勸導效率為佳，但強硬的管理措施(直接性的管理策略)卻也可能導致更多的民怨，這些規定常會限制遊客從事活動的自由，也有一些證據顯示，這會降低遊客體驗的滿意度，甚至激發遊客的報復行為(Hendricks et al., 1993)；由於硬性之遊客管理策略的限制性本質，只用硬性遊客管理策略將不可能長期有效，因此應輔以柔性遊客管理策略；柔性之遊客管理則包括提供各種資訊和教育，例如在 Oliver et al., (1985)之研究結果顯示：在露營區放宣導的小冊子(brochure)可以減少 50%的攀折樹木及在營區亂丟垃圾，若是由工作人員去發放的時候，不當行為甚至可減少八成。此外，Medio et al.,

(1997)以及 Uyarra and Côté (2007)的研究亦指出，下潛之前由資深之導潛人員所作之環境簡報(pre-dive environmental briefings)對減少潛水客與珊瑚碰觸之次數是有效的。而下潛簡報除了應該使潛水客熟知海洋公園的法令規定外，更應該增加一些簡單的潛水人員管理規定(diver management prescriptions)，例如提醒潛水客須特別注意他們的蛙鞋(fins)要遠離礁體的表面，並繫牢所有在口袋或夾子(clips)上的指示錶(如殘壓表、深度表等)；導潛之資深人員更應該注意隨行之潛水客在觀察魚類或拍照的時候應與珊瑚礁有一定的安全距離，如此可扭轉潛水客靠近受歡迎的物種時所導致之破壞行為，藉以增加遊客的知識和經驗，來支持直接性強硬的遊客管理策略。

九、提升遊客整體素養與提升管理手段之效率孰為重？雖然兩者皆可消弭不當行為之傳播，考慮在短時間內採用較直接性的管理策略如管制監控、法令執行、隔離、限制使用、使用者付費以及賞罰制度的建立，在單位成本之投入下必可收效神速，但隨著時間的增加、甚至在幅員較廣且偏遠的旅遊景點，其執法的成本卻是相當可觀，因此僅能視為救急而非長久之計；且強硬的管理措施會導致更多的民怨，甚至激發遊客的報復行為(Hendricks et al., 1993)，雖然強制執行

可見識到法律效力，當遊客看到穿制服的執法人員在附近，遊客興致會被減低，而遊客活動被限制後，也不利於遊客體驗和享受；故根本之計，應是從提升遊客素養著手，落實環境教育，從小做起，來提升國民全體之素養，才能冀望提升遊客素養，透過遊客自治才是最有效之管理措施。

十、本研究提出主動性管理策略：如優先強化隔離、控制容易受不當行為影響者的人口流動、控制不當行為者垂直傳播及擴大易感染不當行為者的免疫性之環境解說教育等管理措施，才能迅速地控制不當行為傳播，又降低了不當行為控制成本，分述如下：

(一) 採取隔離措施即在不當行為傳播期間，對不當行為者採取及時有效的強制隔離措施（即控制傳播者），使移出者比例 R_0 滿足式(15) $R_0 \geq 1 - \frac{1}{\sigma}$ ，且隔離措施越及時有效不當行為就越早得到控制，在管理制度之施行上，學者 Holden(2000)認為，在旅遊環境系統中可設置犧牲自我的地區(sacrifice area)，雖然在此策略下，被犧牲之景點品質會迅速惡化，且相對於鄰近景點，其遊客數會過多，但此策略可確保整個遊憩系統中，其他區域不被破壞，此策略或稱蜜糖罐法，可隔離不當行為者避免破壞主要保護區，而在該策略施行下最成功之

案例，非夏威夷的 Hanauma 個案莫屬，Hanauma 是一個「犧牲自我的地區」，提供一個讓大眾觀光客能將其負面影響集中的管道，而讓歐胡島的其他海灣與海灘，能倖免於難。

(二)控制容易受不當行為影響者的人口流動如分區策略(zoning strategy)，能達成易受不當行為影響者比例的初始值 S_0 控制在 $\leq \frac{1}{\sigma}$ ，在該分區策略施行下之案例，如 Groom(1991)所提秘魯的 Manu 生物保護區，該區包括 2 百萬公頃的原始築巢區及觀賞區，有一些未經事先規劃及控制的賞鳥之旅曾嚴重影響這些野生動物，而於 1987 年，許多的規劃及管理開始實行，在海邊，紅旗代表鳥類使用的沙灘、藍旗則代表給遊客使用的沙灘，遊客仍然可以賞鳥，而鳥類築巢區仍可以獲得保存；Richard Forster(1973)提出公園土地使用分區，採用同心圓分區使用類型，以被保護的野生土地為中心，四周圍環繞著戶外遊憩緩衝區，而最外圍包括密集使用及旅遊服務中心，例如餐飲及旅館；加拿大國家及歷史公園部在土地分區上採用了五個包含有特別區域、野生遊憩區、自然環境區、一般戶外休閒區以及密集使用區而在使用分區上有主要資源保護區、原野低使用區、遊憩區、遊客區及服務設施區等五種，即在說明永續發展的概念，因此一般的熱門旅遊景點在規劃上的替選方案就是在附近設立

博物館及旅遊服務中心以應付大量的遊客，一方面儘量滿足遊客的參觀需求，一方面不致於對資源有所破壞。

(三) 式(15) $R_0 \geq 1 - \frac{1}{\sigma}$ 中，假設該不當行為之傳染性強，傳染期接觸數 σ 達到 5， $R_0 \geq 1 - \frac{1}{5}$ ， $R_0 \geq 0.8$ ，則唯有旅遊前進行勤前教育，使遊客不易受他人影響者(免疫者)之比例達到 80%，始可將前述之「賢」的比例提高，才能發揮見賢思齊的表現，醞釀先進國家之高國民素養、社會文化之好風氣的氛圍，因此遊客就要有 80% 完成接受行前解說，本研究建議可以團客來達成，因此舉將可使解說總場次少、並進而降低成本，因此團體客之行前解說更應優先於一般之散客，易於控制不當行為者垂直傳播，避免團體極化(Group polarization)，造成團體內部不當行為的垂直傳播。在學者楊文燦、張金鳳(2004)在研究台中縣高美濕地遊客遊憩行為規範與其影響因素之問卷分析中，就遊客同行者而言，以「朋友或同事」最多，所佔比率為 53.5%；其次為「家人或親戚」，所佔比率為 35%；「單獨一人」，所佔比率為 2.2%，可知遊客之組成又以團體客居多，易產生團體極化的現象，更加劇了不當行為的發生，Stoner(1961)發現人在決策制定的過程中，若是經過團體的討論，則所做的決策會更加具有危險性，此種

現象稱為風險移轉(Risky shift)，因此針對團體客提出解說的優惠方案，可以打折方式、免費預約團體解說之服務或以團體解說服務之導入視為團客遊程之過程。

(四) 擴大易感染不當行為者的主動性之行前環境解說教育，如解說步道、環保教育(遊客的被告知、減低了對環境的侵害)、附近社區的教育課程、生活歷史解說、自導式汽車旅遊、岩石攀爬學校和展覽可提供遊客豐富的經驗而不至於破壞環境。美國國家公園署有一句非常發人深省的名言，說明了解說對環境保護與自然保育的重要性：「透過解說，就能了解；透過了解，就會欣賞；透過欣賞，產生保護行動。」。由於環境教育，如(勤前)解說，可使無抵抗力的正當行為者成為退出感染系統的免疫者，因此可透過環境教育，如前述(Medio et al., 1997; Uyarra and Côté, 2007)，水肺潛水(SCUBA diving)下潛之前接受資深之導潛人員所作之下潛簡報(pre-dive environmental briefings)者，可有效減少避免潛水客不必要的誤觸及破壞珊瑚礁生態，以控制不當行為發生，使 S_0 真正變小，以達控制不當行為擴散之效。換言之，此策略即是利用行前環境教育，如(勤前)解說將 S_0 降

低至接觸數的倒數以下(即有效接觸數 $\sigma \leq 1$)⁸。

十一、本研究將前述模型推論、說明及案例綜合整理如下，如表 4.1。

表 4.1 推論總結

模型	推論	說明/案例	備註
S-DIB	推論 1：不當行為者比例增加速度最快的時間(t_{\max})發生在具有不當行為佔總遊客人數一半之比例時。	<p>當 $I|_{t=t_{\max}} = \frac{1}{2}$, $\left(\frac{dI}{dt}\right)' = 0$, 因此 $\frac{dI}{dt}$ 的數值達到最大, 而此時刻 $t_{\max} = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{1}{I_0} - 1\right)$;</p> <p>因此若在此時刻作為管理介入遊憩系統之時間點, 將最具導正遊客行為之效率。如公園或遊憩系統中的巡視時間, 要多久巡查一次或可依此為參考之指標。</p>	參考圖 3.1 和 (1)~(4) 式
	推論 2：沒有任何管制措施施行下, 不當行為傳播將充斥整個遊憩系統。	<p>當 $t \rightarrow \infty$ 時, $I(t) = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{I_0} - 1\right)e^{-\lambda t}} = \frac{1}{1+0} = 1$,</p> <p>因此 $I(\infty) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\sigma} & \sigma > 1 \\ 0 & \sigma \leq 1 \end{cases}$ 隨著時間的拉長, 旅遊環境中終將到處充斥著不當行為, 不當行為者比例趨近於 1。</p>	參考圖 3.1 和 (1)~(4) 式

⁸ 當 $S_0 > 1/\sigma$ (or $\sigma > 1/S_0$) 時不當行為就會擴散; 而減小傳染期接觸數 σ , 即提高閾值 $1/\sigma$, 使得 $S_0 \leq 1/\sigma$ (or $\sigma \leq 1/S_0$), 不當行為就不會擴散, 其中正當行為者的比例初始值 S_0 是一定的, 通常可認為 $S_0 \approx 1$, 可以表示為不當行為有效接觸數 $\sigma \leq 1$ 。

模型	推論	說明/案例	備註
E-DIB	<p>推論 3：若管理效率大於不當行為之傳播速率，將可使不當行為傳播終將消彌。</p>	<p>當 $t \rightarrow \infty$ 時，$I(\infty) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\sigma} & \sigma > 1 \\ 0 & \sigma \leq 1 \end{cases}$，因此 $\sigma < 1$ 時，$I \rightarrow 0$；亦即有效接觸人數小於 1 人，隨著時間的增加，慢慢的該遊憩系統將不再充斥不當行為者；如 Orams(1997) 透過環境教育活動方案，在 Tangalooma 餵食海豚，使遊客行為變得更「綠化」，提升遊客整體之素養。</p>	
	<p>推論 4：管理效率等於不當行為傳播速率，不當行為傳播終將消彌。</p>	<p>當 $t \rightarrow \infty$ 時，$I(\infty) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\sigma} & \sigma > 1 \\ 0 & \sigma \leq 1 \end{cases}$，因此 $\sigma = 1$ 時，$I \rightarrow 0$；只是 $\frac{dI}{dt}$ 較第一種情況緩；亦即有效接觸人數等於 1 人，隨著時間的增加，慢慢的所有人就變成正當行為者了；如學者 Holden(2000)，在旅遊環境系統中可設置犧牲自我的地區(sacrifice area) 或稱蜜糖罐法，以夏威夷的 Hanauma 個案最成功。</p>	
	<p>推論 5：唯有管理效率大於不當行為傳播速率，否則不當行為者終究會在遊憩系統中佔有一定的比例。</p>	<p>當 $t \rightarrow \infty$ 時，$I(\infty) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\sigma} & \sigma > 1 \\ 0 & \sigma \leq 1 \end{cases}$，因此 $\sigma > 1$ 時，$I \rightarrow 1 - \frac{1}{\sigma}$；亦即有效接觸人數大於 1 人，不當行為仍然有效的在擴散，而且成為不當行為者的比例會趨於某一大於 0 之穩定值，不會消失；如高美濕地的一連串違規的新聞報導中，不當的違規行為至今，接二連三從未間斷過。</p>	

參 考
圖 3.2
和 (8)
及 (14)
式

模型	推論	說明/案例	備註
A-DIB	<p>推論 6：主動性管理措施之施行比例須大於 $1 - \frac{1}{\sigma}$，遊憩系統中所佔之不當行為比例始可衰退 (decay) 至 0。</p>	<p>當 $S_0 \leq \frac{1}{\sigma}$ 時，不論初始值 I_0 是多少，式(10)</p> $\frac{dI}{dt} = \lambda SI - \mu I = \lambda I \left(S - \frac{\mu}{\lambda} \right) = \lambda I \left(S - \frac{1}{\sigma} \right) \leq 0$ <p>恆成立，所以 $I(t)$ 會下降；進一步忽略 I_0，則 $S_0 = 1 - R_0$，因此 $S_0 \leq \frac{1}{\sigma}$ 可以表示為 $R_0 \geq 1 - \frac{1}{\sigma}$，由圖 3.3 可知 $I(t) \rightarrow 0$；如水肺潛水(SCUBA diving)下潛之前接受資深之導潛人員所作之下潛簡報 (pre-dive environmental briefings) 者，可有效減少避免潛水客不必要的誤觸及破壞珊瑚礁生態，以控制不當行為發生。</p>	<p>參 考 圖 3.3 和 (10) 及 (15) 式</p>
	<p>推論 7：一個國民素養、社會文化及風氣較差的地方，不當行為將持續擴散。</p>	<p>初始時刻的正當行為者的比例 $S_0 > \frac{1}{\sigma}$ 時，不當行為者之比例隨著時間的增加慢慢的增加，該旅遊環境系統中之不當行為持續擴散中。若因 $\frac{1}{\sigma}$ 值太小，輕易使得 $S_0 > \frac{1}{\sigma}$，又 $\frac{1}{\sigma} = \frac{\mu}{\lambda}$，而在 μ 相同時，$\frac{1}{\sigma}$ 之值取決於 λ 值，λ 愈大，$\frac{1}{\sigma}$ 愈小，亦即遊客之環境素養愈差，S_0 愈易 $> \frac{1}{\sigma}$。</p>	<p>參 考 圖 3.3 和 (10) 及 (15) 式</p>

資料來源：本研究整理

第五章 結論與建議

本節將依照結論、研究貢獻及限制、後續研究之建議等討論如後：

5.1 結論

生態旅遊學者 Orams (1999)曾說：生態旅遊管理策略的第一步乃是改變觀光客的行為和生活型態，讓觀光客在從事觀光活動時(甚或日後)，其行為能更有責任感。本研究則認為除非能事前了解觀光客行為的本源，否則無法進一步以適當的管理/管制方式改變其行為；唯有在系統化分析遊客群體行動之邏輯，才能進一步了解以及預測不同管理制度施行下對遊客違規行為之管制是否達其預設之成效。雖然目前關於遊客違規行為之探討文獻較為缺乏，然這亦是本研究可貴之處。此外本研究除建構群體之違規行動邏輯概念模型加以討論外，並嘗試利用數學建模的技巧，探討動態之違規人數隨環境參數之改變的擴散現象，有別於一般使用統計理論之研究。

過去以統計量化方法切入之研究，主要是探討不當行為管理策略與遊客之環境態度或遊客基本屬性在接受程度之關連、遊客不當行為之管理成效或是探討遊憩行為規範與其影響因素間之關係，而無法解釋甚至進一步說明在管理策略之施行下，預測遊憩環境下之遊客行為，本研究

在社會心理學從眾現象之假設前提下，推導出當採用了一些使有效接觸之平均人數小於等於 1(i.e., $\sigma \leq 1$)的管理措施時，在一段時間之後，不當行為之擴散現象將絕跡；由前述之討論亦可知犧牲自我的地區(sacrifice area)策略對整個遊憩系統（旅遊環境）之有效性；換言之，若僅僅是一味之禁止、命令及限制遊客，而無法疏導（如有限度之開放某一區域）則除了引發民怨外，在有限之監督能力下常使有效接觸之平均人數大於 1，無法驅使不當行為絕跡。最後，何謂較佳之管理措施？本研究認為教育方案之導入其必要性不容忽視，正所謂十年樹木、百年樹人，長期而言只有透過教育才能提升整體民眾之素養，以使得接觸到不當行為者的人數減少，因此，可視為長期而言最有機會使得有效接觸之平均人數小於等於 1 之策略，故若能從小落實環境教育，應是最值得審慎思考採用之管理方案。

為使不當行為不致擴散，環境教育，如(勤前)解說其實並沒有必要做到百分之百的地步。而其間最關鍵的問題，是要知道該不當行為在此地管理手段之效率及國民整體之素質下之接觸數 σ 。例如：某些不當行為其傳染力較大時，使 $1 - \frac{1}{\sigma}$ 值變大，因此 R_0 必須提高，則以環境教育，例如下潛簡報的比例須較高(例如可針對團體客施行環境教育，如導覽解說，可獲致較高比例之受解說率，且亦可控制不當行為者垂直傳播)。此外不

當行為之接觸數 σ 大小取決於此地國民整體之素質，當國民整體之素質的提升，可使 σ 變小；為使不當行為不致擴散，所需投入之解說和教育成本較低。換言之，在國民素養較好的區域，所需投入環境教育，如(勤前)解說的比例可較低。當然在國家財政允許下，嚴重的破壞行為或不可逆之破壞行為的環境教育，如解說還是應以全民為目標，然若解說的成本昂貴且屬接觸數低之不當行為時， $1-\frac{1}{\sigma}$ 值變小，因此 R_0 可下降，上述「非百分之百接受解說」的考慮即會成立。又由於接觸數並非不當行為的特定性質，而與日接觸率 λ (即國民整體之素質)有關，因此提高國民整體之素質可有助於縮減受環境教育及解說的規模，而主動性管理策略如優先強化隔離、控制容易受不當行為影響者的人口流動、控制不當行為者垂直傳播及擴大易感染不當行為者的免疫性之環境解說教育等管理措施可以並行實施，但各措施實施的輕重緩急需折衷考慮不當行為嚴重性、傳染力與不當行為控制代價。

5.2 研究貢獻及限制

事實上，環境所提供的服務包含很多公共財(Public goods)，而此亦是造成市場失靈(Market failures)之主因之一；而為使市場正常運行，政府的介入變成為一個可能的辦法。然而政府在管理策略制定之前，更應該了解群眾之行動邏輯；換言之，只有在了解人對於環境之行為表現及反應

後，始可制定一套較為完善、有效率之管理制度。茲將本研究對於學術研究及國家發展之貢獻說明如下。

對學術研究之貢獻：近年來，遊客至旅遊地區之遊憩動機探討的文章甚多，然就違規行為討論其行動邏輯的研究尚不多見。本研究透過社會心理學對個人及團體行為的討論，探究違規行為背後所潛藏之來源，並進而以數學建模的方式討論違規遊客人數隨時間之動態變化關係。事實上，本研究除了需整合跨領域之研究外，方法上是利用數學建模的方式，將社會現象轉換成可具體討論的數學語言，對抽象、複雜之社會問題提供一可分析、可預測之解決方法。

對國家發展及其他應用領域之貢獻：就以現有之自然旅遊景點而言，其管理常受限於人力不足，因此在旅遊地點豎立告示牌告知遊客相關規定似乎已為一常用之方式，然告示牌之豎立並不代表遊客必然遵守法令之相關規定。因此，唯有在深入了解遊客之行動邏輯之後，才可訂定適當之管理制度；透過學理之分析，才可預測相應之管理策略下遊客之行為模式，進而改善違規之現象。

研究限制：雖然本研究之考慮變數無法涵蓋所有之複雜社會現象，然而在擬真與模式建構與求解過程，所需的是研究者之經驗以便能有所取捨。在有限之時間內，透過既有之工具(如數學方法、數值模擬技術)，獲

得足以解釋社會現象之證據以及協助管理決策者之決策。唯受限於求解之技術，因此本研究所提出之數學模型僅考量戶外遊憩系統中常見之從眾行為，模擬在該行為下之群體決策邏輯。

5.3 後續研究之建議

建議未來可以利用實證的方法，求出不同遊憩系統中之日接觸率、不當行為者每天被導正的比例及每個不當行為者之接觸數，並針對前述之有效接觸做一深入探討，對於環境教育或環境解說是解決違規行為之一有效方法，更能利用求出之接觸數精準掌握免疫者比例須達到怎樣的比率？則解說的對象並不必包含所有的遊客，就能抑制違規從眾現象的產生，節省管理及解說之成本。

參考文獻

一、中文文獻部分

1. 李玉琪 (2007, 12 月 02 日)。高美溼地野生動物保護區。農委會林務局自然資源與生態資料庫網站。資料引自
http://econgis.forest.gov.tw/wr/wr17_gaumei.htm
2. 林宜樟 (2011, 4 月 13)。太誇張了！中國客竟「霸凌」檜木，爬上樹頭拍照。HiNet 新聞。資料引自
<http://times.hinet.net/times/article.do?newsid=4989506&option=topic&topicid=2010122112d071038092414&cate=focus>
3. 柯永輝、陳秋雲 (2008, 12 月 7 日)。高美濕地玩沙板「瘋台灣」玩過頭。聯合新聞網。資料引自
<http://udn.com/NEWS/FOCUSNEWS/NAT5/4632939.shtml>
4. 侯錦雄，郭彰仁 (1998)。公園遊客之環境態度與不當行為管理策略認同之關係。戶外遊憩研究，11 卷 4 期，17-42 頁。
5. 侯錦雄，郭彰仁 (1999)。公園不當行為管理策略之研究—以台中市六座鄰里公園為例。觀光研究學報，5 卷 1 期，1-20 頁。
6. 陳學風、歐陽光輝 (2006, 8 月 27 日)。攤販林立、遊客四處可見，台中高美溼地遭破壞。今日新聞網。資料引自

<http://www.nownews.com/2006/08/27/329-1983264.htm>

7. 楊文燦，陳仁光（1998）。遊客垃圾丟棄行為管理成效之研究－以台中市中正露營區為例，*戶外遊憩研究*，**11**卷2期，61-81頁。
8. 楊文燦，張金鳳（2004）。台中縣高美濕地遊客遊憩行為規範與其影響因素之研究。論文發表於海峽兩岸休閒農業與觀光旅遊發展學術研討會，台中，台中健康暨管理學院。

二、英文文獻部分

1. Asch, S.E. (1952). *Social Psychology*. New York: Prentice-hall.
2. Beckmann, E.A. (1988). Interpretation in Australia: some examples outside national parks. *Australian Parks and Recreation*, 24 (3), 8-12.
3. Beckmann, E.A. (1989). Interpretation in Australia national parks and reserves: status, evaluation and prospects. In D.L. Uzzell (Ed.), *Heritage Interpretation*. Vol. 1: The Natural and Built Environment. London: Belhaven Press.
4. Brown, R. (1965). *Social Psychology*. New York: Free Press.
5. Blackmore, S. (1999). *The Meme Machine*. Oxford: Oxford University Press.
6. Clark, R.D. (1971). Group induced shift towards risk: a critical appraisal. *Psychological Bulletin*, 76 (4), 251 - 270.
7. Dawkins, R. (1976). *The Selfish Gene*. NY: Oxford University Press.
8. Deutsch, M. and Gerard, H.B. (1955). A study of normative and informational social influences upon individual judgment. *Journal of Abnormal Social Psychology*, 51, 629-636.
9. Forestell, P.H. (1990). Marine education and ocean tourism: replacing parasitism with symbiosis. In M.L. Miller and J. Auyong (Eds), *Proceeding of the 1990 Congress on Coastal and Marine Tourism*

Vol. 1 (pp.35-39). Newport, OR: National Coastal Resources Research and Development Institute.

10. Forster, R.R. (1973). *Planning for Man and Nature in National Morges*, Switzerland: International Union of Conservation of Nature and Natural Resources.
11. Groom, M.J. (1991). *Management of Ecotourism in Manu Biosphere Reserve, Peru*. In *Ecotourism and Resource Conservation*, J. A. Keesler (Ed.), (pp.532–540). Berne, NY: Association of Wetland Managers.
12. Hendricks, B., Ruddell, E.J., and Bullis, C. (1993). Direct and indirect park and recreation resource management decision making: A conceptual approach. *Journal of Park and Recreation Administration*, 11(2), 28-39.
13. Heylighen, F. (1998). *What makes a meme successful ? Selection criteria for cultural evolution*. Paper presented at the 15th International congress on cybernetics (pp. 413-418), Namur, BELGIQUE.
14. Holden, A. (2000). *Environment and Tourism*. NY: Routledge.
15. Knopf, R.C. and Dustin, D.L.(1992). A Multidisciplinary model for managing vandalism and depreciative behavior in recreation settings. In M.J. Manfred (Eds.), *Influencing Human Behavior : Theory and Application in Recreation, Tourism, and National Resources Management* (pp.209-262). Champagne, IL: Sagamore Publishing.

16. Lynch, A. (1996). *Thought contagion : how belief spreads through society*. NY : BasicBooks.
17. Manning, R. (1999). *Studies in Outdoor Recreation: Search Research for Satisfaction, 2nd edn*. Oregon State University Press
18. McArthur, S. and Hall, C.M. (1993). Visitor management and interpretation at heritage sites. In C.M. Hall and S. McArthur (Eds.), *Heritage management in New Zealand and Australia: Visitor management, Interpretation and Marketing*. Auckland : Oxford University press.
19. Medio, D., Ormond, R.F.G. and Pearson, M. (1997). Effect of briefings on rates of damage to corals by scuba divers. *Biological Conservation*, 79(1), 91–95.
20. O’Laughlin, T. (1989). Walk softly-but carry a big education campaign. *Australian Ranger Bulletin*, 5(3), 4-7.
21. Oliver, S.S., Roggenbuck, J.W. and Watson, A.E. (1985). Education to reduce impacts in forest campgrounds. *Journal of Forestry*, 83(4), 234-236.
22. Orams, M.B. (1997). The effectiveness of environmental education: can we turn tourists into "greenies"?. *Progress in Tourism and Hospitality Research*, 3, 295-306.
23. Orams, M.B. (1999). *Marine Tourism: Development, Impacts and Management*. New York: Routledge.
24. Orams, M.B. (2002). Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of

- issues and impacts. *Tourism Management*, 23, 281–293.
25. Pruitt, D.G. and Teger, A.I. (1969). The risky shift in group betting. *Journal of experimental social psychology*, 5, 115-126.
26. Reynolds, P.C. and Braithwaite, D. (2001). Towards a conceptual framework for wildlife tourism. *Tourism Management*, 22, 31-42.
27. Stoner, J.A.F. (1961). *A comparison of individual and group decisions involving risk*. Unpublished master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, School of Industrial Management.
28. Uyarra, M.C. and Côté, I.M. (2007). The quest for cryptic creatures: Impacts of species-focused recreational diving on corals. *Biological Conservation*, 136(1), 77-84.
29. Valentine, P.S., Birtles, A., Curnock, M., Arnold, P. and Dunstan, A. (2004). Getting closer to whales e passenger expectations and experiences, and the management of swim with dwarf minke whale interactions in the Great Barrier Reef. *Tourism Management*, 25, 647-655.
30. Vidmar, N. (1970). Group composition and risky shift. *Journal of experimental social psychology*, 6, 153-166.
31. Vinokur, A. (1971). Review and Theoretical Analysis of the Effects of Group Processes Upon Individual and Group Decisions Involving Risk. *Psychological Bulletin*, 76 (4), 231 - 250.
32. Wallach, M.A., Kogan, N. and Bem, D.J. (1962). Group influence on individual risk taking. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 65, 75-86.

33. Wilson, J.Q. and Kelling, G. L. (1982). Police and neighborhood safety: Broken windows. *Atlantic Monthly*, 249, 29-38.
34. Zajonc, R.B., Wolosin, R.J., Wolosin, M.A. and Sherman, S.J. (1968). Individual and group risk taking in a two-choice situation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 4(1), 89-106.
35. Zakai, D., and Chadwick-Furman, N.E. (2002). Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation*, 105, 179-187.

附錄一 S-DIB 模式推導

初始模式(The first simple DIB model)的推導：以下本研究將討論以從眾現象為傳播媒介之模式，並將此模式稱做**S-DIB模式**；假設在時間 t ，某景點有遊客人數 N ，我們可以將遊客分為兩類，一類是遊客有正當行為 $P(t)$ ，另一類是指遊客有不當行為， $N - P(t)$ ；而在總遊客人數中所佔的比例分別記作 $S(t)$ 和 $I(t)$ ，確切地說， $S(t) = P(t)/N$ ， $I(t) = [N - P(t)]/N = 1 - S(t)$ ，且 $S(t)$ 和 $I(t) \in [0,1]$ ；此外，我們假設每個不當行為者每天有效接觸的平均人數是常數 λ ， λ 被稱為日接觸率，當不當行為者與正當行為者有效接觸時，則可使正當行為者受感染成為不當行為者，因此每個不當行為者平均每天有效接觸正當行為者的人數 $[\lambda \cdot S(t)]$ 乘上總不當行為人數 $[N \cdot I(t)]$ 等於 $[\lambda \cdot S(t)] \times [N \cdot I(t)]$ ，此即總不當行為人數 $NI(t)$ 的增加率，寫成連續型模式可得：

$$[N \cdot I(t)]' = \lambda \cdot S(t) \cdot N \cdot I(t) \quad (1)$$

又因為

$$S(t) + I(t) = 1 \quad (2)$$

令初始時刻($t=0$)不當行為者的比例為 I_0 ，則

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = \lambda I(1 - I) \\ I(0) = I_0 \end{cases} \quad (3)$$

事實上式(3)之型態亦可稱之為邏輯斯函數

$$\begin{aligned} \text{求解式(3)展開} \quad & \frac{dI}{dt} = \lambda I(1-I) \\ \Rightarrow & \frac{1}{I(1-I)} \cdot \frac{dI}{dt} = \lambda \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{兩邊同時對 } t \text{ 積分} \Rightarrow \int_0^t \frac{1}{I(1-I)} \cdot \frac{dI}{dt} \cdot dt = \int_0^t \lambda dt \quad (5)$$

$$\Rightarrow \int_{I_0}^{I(t)} \frac{1}{I(1-I)} dI = \int_0^t \lambda dt = \lambda t \quad (6)$$

$$\Rightarrow \int_{I_0}^{I(t)} \left(\frac{1}{I} + \frac{1}{(1-I)} \right) dI = \lambda t \quad (7)$$

$$\Rightarrow \ln I - \ln(1-I) \Big|_{I_0}^{I(t)} = \lambda t \quad (8)$$

$$\Rightarrow \ln \left(\frac{I}{1-I} \right) \Big|_{I_0}^{I(t)} = \lambda t \quad (9)$$

$$\Rightarrow \ln \left(\frac{I(t)}{1-I(t)} \right) - \ln \left(\frac{I_0}{1-I_0} \right) = \lambda t \quad (10)$$

$$\Rightarrow \ln \left(\frac{I(t)}{1-I(t)} \right) = \lambda t + \ln \left(\frac{I_0}{1-I_0} \right) \quad (11)$$

$$\Rightarrow \frac{I(t)}{1-I(t)} = e^{\lambda t} \cdot \frac{I_0}{1-I_0} \quad (12)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\frac{1}{I(t)} - 1} = e^{\lambda t} \cdot \frac{I_0}{1-I_0} \quad (13)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{I(t)} - 1 = e^{-\lambda t} \cdot \left(\frac{1}{I_0} - 1 \right) \quad (14)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{I(t)} = 1 + e^{-\lambda t} \cdot \left(\frac{1}{I_0} - 1 \right) \quad (15)$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{I_0} - 1 \right) e^{-\lambda t}} \quad (16)$$

$$\text{以式(10)展開} \quad \ln \left(\frac{I(t)}{1-I(t)} \right) - \ln \left(\frac{I_0}{1-I_0} \right) = \lambda t$$

$$\Rightarrow \ln \left(\frac{I(t_{\max})}{1-I(t_{\max})} \right) - \ln \left(\frac{I_0}{1-I_0} \right) = \lambda t_{\max} \quad (17)$$

$$I(t_{\max})=0.5 \text{ 代入} \quad \Rightarrow \quad \ln\left(\frac{0.5}{1-0.5}\right) - \ln\left(\frac{I_0}{1-I_0}\right) = \lambda t_{\max} \quad (18)$$

$$\Rightarrow \quad \ln 1 - \ln\left(\frac{I_0}{1-I_0}\right) = \lambda t_{\max} \quad (19)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{1}{\frac{I_0}{1-I_0}}\right) = t_{\max} \quad (20)$$

$$\Rightarrow \quad t_{\max} = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{1}{I_0} - 1\right) \quad (21)$$

針對式(1) $[N \cdot I(t)]' = \lambda \cdot S(t) \cdot N \cdot I(t)$ 舉例說明

假如：某景點有遊客人數 $N=100V$

有正當行為遊客有 $P(t)=80V$ ， $s(t)=80/100=0.8$

有不當行為遊客有 $N - P(t)=20V$ ， $I(t)=20/100=0.2$

假設 λ (日接觸率) $= 5 \frac{1}{T}$ (每個不當行為者每天有效接觸 5 人)

總不當行為人數 $NI(t)$ 的增加率

$$= [\lambda \cdot S(t)] \times [N \cdot I(t)] = \left[5 \cdot 0.8\right] \frac{1}{T} \times [100 \cdot 0.2] V = 80V/T$$

每個不當行為者平均每天有效接觸
正當行為者的人數是 4 人(每個不當
行為者平均每天有效接觸 5 人，內含
4 個正當行為者及 1 個不當行為者)

總不當行為
人數 20 人

總不當行為
人數每日增
加 80 人

附錄二 E-DIB 模式推導

推廣模式推導：**E-DIB 模式**(The second extended model of S-DIB)係推廣前述之 **S-DIB 模式**，僅考慮系統中只有傳染的機制，而無導正遊客行為之機制，事實上 **S-DIB 模式**內無考慮任何管制措施(control management regime)，**E-DIB 模式**將導正不當行為，然而不當行為者被導正後，卻有可能再重新感染不當行為(端看採用何種管制措施)；換言之本模式假定不當行為者「無免疫性」(no immunity)，於是不當行為者被導正後變成正當行為者，正當行為者還可以被感染再變成不當行為者，假設 μ 為每日導正的比例(即不當行為者每天被導正占不當行為者總數的比例)，則 $\frac{1}{\mu}$ 表示這種不當行為的平均傳染期，則總不當行為者 $NI(t)$ 的增加率可改寫方程式

(1) 如下：

$$[N \cdot I(t)]' = \lambda \cdot S(t) \cdot N \cdot I(t) - \mu \cdot N \cdot I(t) \quad (22)$$

(2)式不變,則(3)式可改寫如下：

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = \lambda I(1-I) - \mu I = \lambda I \left(\left(1 - \frac{\mu}{\lambda}\right) - I \right) \\ I(0) = I_0 \end{cases} \quad (23)$$

式(23)之型態也是一個邏輯斯函數，排除 $1 - \frac{\mu}{\lambda} = 0$ (即, $\mu = \lambda$)

我們假設每個不當行為者在傳染期中有效接觸的平均人數是常數 σ ， σ 被

稱為接觸數，等於「每人每天接觸人數(λ)」乘上「傳染期($\frac{1}{\mu}$)」， $\sigma = \lambda \times \frac{1}{\mu}$

$$\text{或} \quad \sigma = \frac{\lambda}{\mu} \quad (24)$$

因此在式(23)中， $1 - \frac{\mu}{\lambda} = 1 - \frac{1}{\sigma}$ ，然後式(23)的解可以推導如下：

$$\frac{dI}{dt} = \lambda I(1-I) - \mu I = \lambda I \left[\left(1 - \frac{\mu}{\lambda}\right) - I \right] = \lambda I \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right] \quad (25)$$

兩邊同時乘上

$$\frac{1}{I \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right]} \Rightarrow \frac{1}{I \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right]} \cdot \frac{dI}{dt} = \lambda \quad (26)$$

兩邊同時對 t 積分

$$\Rightarrow \int_0^t \frac{1}{I \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right]} \cdot \frac{dI}{dt} \cdot dt = \int_0^t \lambda dt = \lambda t \quad (27)$$

$$\Rightarrow \int_{I_0}^{I(t)} \frac{1}{I \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right]} \cdot dI = \lambda t \quad (28)$$

$$\Rightarrow \int_{I_0}^{I(t)} \left[\frac{\sigma}{I} + \frac{\frac{\sigma}{\sigma-1}}{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I} \right] \cdot dI = \lambda t \quad (29)$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma}{\sigma-1} \left\{ \ln I - \ln \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right] \right\} \Big|_{I_0}^{I(t)} = \lambda t \quad (30)$$

$$\Rightarrow \ln I - \ln \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right] \Big|_{I_0}^{I(t)} = \lambda t \cdot \frac{\sigma-1}{\sigma} \quad (31)$$

$$\Rightarrow \left\{ \ln I(t) - \ln \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I(t) \right] \right\} - \left\{ \ln I(0) - \ln \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0 \right] \right\} = \lambda t \cdot \frac{\sigma-1}{\sigma} \quad (32)$$

$$\Rightarrow I(t) \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I(t)} \cdot \frac{1}{I_0} \cdot \left\{ \left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0 \right\} = e^{\lambda t \cdot \frac{\sigma-1}{\sigma}} \quad (33)$$

$$\Rightarrow \frac{I(t)}{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I(t)} = \frac{I_0}{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0} \cdot e^{\lambda t \cdot \frac{\sigma-1}{\sigma}} \quad (34)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I(t)}{I(t)} - 1} = \frac{1}{\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0}{I_0} - 1} \cdot e^{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \lambda t} \quad (35)$$

$$\Rightarrow \frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I(t)}{I(t)} - 1 = \left[\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0}{I_0} - 1 \right] \cdot e^{-\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \lambda t} \quad (36)$$

$$\Rightarrow \frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right)}{I(t)} = 1 + \left[\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0}{I_0} - 1 \right] \cdot e^{-\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \lambda t} \quad (37)$$

$$\Rightarrow \frac{\left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right) \cdot \frac{\sigma}{\sigma-1}}{I(t)} = \left\{ 1 + \left[\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0}{I_0} - 1 \right] \cdot e^{-\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \lambda t} \right\} \cdot \frac{\sigma}{\sigma-1} \quad (38)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{I(t)} = \left\{ 1 + \left[\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0}{I_0} - 1 \right] \cdot e^{-\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \lambda t} \right\} \cdot \frac{\sigma}{\sigma-1} \quad (39)$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{1}{\left\{ 1 + \left[\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0}{I_0} - 1 \right] \cdot e^{-\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \lambda t} \right\}} \cdot \frac{\sigma-1}{\sigma} \quad (40)$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{1}{\frac{\sigma}{\sigma-1} + \frac{\sigma}{\sigma-1} \left[\frac{\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I_0}{I_0} - 1 \right] \cdot e^{-\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \lambda t}} \quad (41)$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{1}{\frac{\sigma}{\sigma-1} + \left[\frac{1}{I_0} - \frac{\sigma}{\sigma-1} \right] \cdot e^{-\left(1-\frac{1}{\sigma}\right)\lambda t}} \quad (42)$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{1}{\frac{\sigma}{\sigma-1} + \left[\frac{1}{I_0} - \frac{\sigma}{\sigma-1} \right] \cdot e^{-\lambda\left(1-\frac{1}{\sigma}\right)t}}, \text{ 其中 } \sigma \neq 1 \quad (43)$$

假如 $\sigma=1$ 代入

以式(23)展開

$$\frac{dI}{dt} = \lambda I(1-I) - \mu I = \lambda I \left[\left(1 - \frac{\mu}{\lambda}\right) - I \right]$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \lambda I \left[\left(1 - \frac{\mu}{\lambda}\right) - I \right] = \lambda I \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right] \quad (44)$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \lambda I \left[\left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) - I \right] = -\lambda I^2 \quad (45)$$

$$\Rightarrow \int_0^t \frac{1}{I^2} \frac{dt}{dI} \cdot dt = -\int_0^t \lambda \cdot dt \quad (46)$$

$$\Rightarrow \int_{I_0}^{I(t)} \frac{1}{I^2} \cdot dI = -\lambda t \quad (47)$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{I} \Big|_{I_0}^{I(t)} = -\lambda t \quad (48)$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{I(t)} + \frac{1}{I_0} = -\lambda t \quad (49)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{I(t)} = \lambda t + \frac{1}{I_0} \quad (50)$$

$$\Rightarrow I(t) = \left(\lambda t + \frac{1}{I_0} \right)^{-1} \quad (51)$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{1}{\lambda t + \frac{1}{I_0}} \quad (52)$$

以上解答歸納如下：

$$I(t) = \begin{cases} \frac{1}{\frac{\sigma}{\sigma-1} + \left(\frac{1}{I_0} - \frac{\sigma}{\sigma-1}\right) e^{-\lambda\left(1-\frac{1}{\sigma}\right)t}} & \sigma \neq 1 \\ \frac{1}{\lambda t + \frac{1}{I_0}} & \sigma = 1 \end{cases} \quad (53)$$

當 $t \rightarrow \infty$ 時，可以從式(53)得到下面式子

$$I(\infty) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\sigma} & \sigma > 1 \\ 0 & \sigma \leq 1 \end{cases} \quad (54)$$

針對式(22) $[N \cdot I(t)]' = \lambda \cdot S(t) \cdot N \cdot I(t) - \mu \cdot N \cdot I(t)$ 舉例說明

假如：某景點有遊客人數 $N=100V$

有正當行為遊客有 $P(t)=80V$ ， $S(t)=80/100=0.8$

有不當行為遊客有 $N - P(t)=20V$ ， $I(t)=20/100=0.2$

假設 λ (日接觸率) $= 5 \frac{1}{T}$

假設 μ 為每日導正的比例 $= 0.5 \frac{1}{T}$

$$\sigma = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{5 \frac{1}{T}}{0.5 \frac{1}{T}} = 10$$

$\frac{1}{\mu}$ 表示這種不當行為的平均傳染期 $= \frac{1T}{0.5} = 2T$ (即原有 20 人不當行

為者，每日導正 10 人不當行為者，則這種不當行為的平均傳染期 =

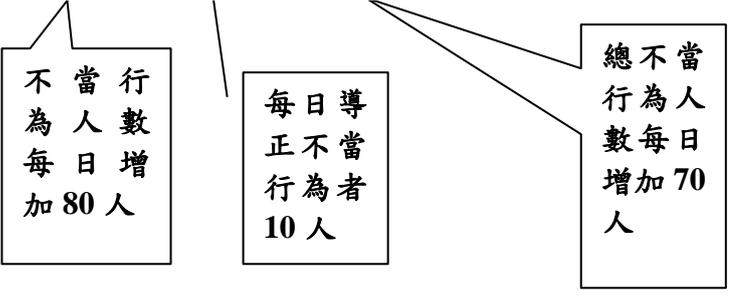
$$20V \div 10V/T = \frac{1}{\mu} = 2T)$$

總不當行為人數 $NI(t)$ 的增加率

$$= [\lambda \cdot S(t)] \times [N \cdot I(t)] - \mu \cdot N \cdot I(t)$$

$$= [5 \cdot 0.8] \frac{1}{T} \times [100 \cdot 0.2] V - 0.5 \frac{1}{T} \times 100 \times 0.2 V$$

$$= \underline{80} \text{ V/T} - \underline{10} \text{ V/T} = \underline{70} \text{ V/T}$$



附錄三 A-DIB 模式推導

有鑑於前述之 **S-DIB 模式**，僅考慮遊憩系統中只有傳染的機制(遊客間互相影響)，而無考慮任何管制措施(control management regime)以導正遊客行為之機制，因此在進階之推廣模式(The advanced model of S-DIB，簡稱 **A-DIB 模式**)建構中，將考量更一般化之情況(generalized condition)，亦即遊憩系統內不當行為者會受到管理策略施行之控制。在 **A-DIB 模式** 中，本研究假設具不當行為者受管理策略之施行後，遊客將具有「免疫性」(immunity)。換言之，在有限之遊憩系統空間及時間內，被「導正」之遊客，其身分將非是易受他人影響之正當行為者(Susceptible)，也非不當行為者(Infective)，而是已退出感染系統的免疫者。例如有文獻指出(如 Medio et al., 1997; Uyarra and Côté, 2007)，水肺潛水(SCUBA diving)下潛之前接受資深之導潛人員所作之下潛簡報(pre-dive environmental briefings)者，可有效減少避免潛水客不必要的誤觸及破壞珊瑚礁生態，以控制不當行為發生；因此在 A-DIB 模式中，考慮遊憩系統內之人群可區分為正當行為者、不當行為者及具有「免疫性」之移出者(Removed)三類。將此三類人在總人數 N 中佔的比例分別記作 $S(t)$ 、 $I(t)$ 和 $R(t)$ 。假設每個不當行為者每天有效接觸的平均人數(日接觸率)為 λ ， μ 為每日導正的比例(即不當行為者每天被導正占不當行為者總數的比例)， $\sigma = \frac{\lambda}{\mu}$ 為每個

不當行為者在傳染期中有效接觸之平均人數(接觸數)，由上述可知如下：

$$S(t) + I(t) + R(t) = 1 \quad (55)$$

再記初始時刻的正當行為者、不當行為者和具有「免疫性」之移出者的比例分別是 S_0 (>0)、 I_0 (>0) 和 $R_0=0$ ，則 **A-DIB** 模式的方程式可以寫作

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = \lambda SI - \mu I \\ \frac{dS}{dt} = -\lambda SI \\ \frac{dR}{dt} = \mu \times I \\ I(0) = I_0, S(0) = S_0 \end{cases} \quad (56)$$

式(56)無法求出 $S(t)$ 和 $I(t)$ 的解析解，因此將之轉到相平面 $S \sim I$ 上來討論解的性質，相軌線的定義域 $(S, I) \in D$ 應為

$$D = \{(S, I) | S \geq 0, I \geq 0, S + I \leq 1\} \quad (57)$$

由式(56)中消去 dt 並注意到 $\sigma = \frac{\lambda}{\mu}$ ，可得

$$\begin{cases} \frac{dI}{dS} = \frac{1}{\sigma S} - 1 \\ I|_{s=s_0} = I_0 \end{cases} \quad (58)$$

求解(58)式可得： $\Rightarrow dI = \left(\frac{1}{\sigma S} - 1\right)dS$ (59)

$$\Rightarrow \int_{I_0}^I dI = \int_{S_0}^S \left(\frac{1}{\sigma S} - 1 \right) dS \quad (60)$$

$$\Rightarrow I \Big|_{I_0}^I = \frac{1}{\sigma} \int_{S_0}^S \frac{1}{S} dS - \int_{S_0}^S 1 dS \quad (61)$$

$$\Rightarrow I - I_0 = \frac{1}{\sigma} \ln S \Big|_{S_0}^S - S \Big|_{S_0}^S \quad (62)$$

$$\Rightarrow I - I_0 = \frac{1}{\sigma} (\ln S - \ln S_0) - (S - S_0) \quad (63)$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{\sigma} \ln \frac{S}{S_0} + (I_0 + S_0) - S \quad (64)$$