

東海大學

景觀學系

碩士論文

Thesis for the Degree of Master
Department of Landscape Architecture
Tunghai University

指導教授：吳佩玲 博士
Advisor: Pei-Ling Wu, Ph. D.

探討都市擴張對於大坑風景區地景變遷之影響
An Effect of Urban Expansion on Landscape
Change of Dakeng Scenic Area

研究生：張庭瑋
Graduate Student: Ting-Wei Zhang

中華民國一百零七年一月
January, 2018

摘要

工業革命後的文明大躍進，人類對於環境的影響程度也日漸顯著，而在於二十世紀晚期至今世界的安定情勢下，人口快速增長與流動也導致了都市化的全球共通現象。隨著都市人口漸多，市中心環境的衰敗、路網與私交的發達，都市擴張與蔓延的情形也因而產生。原有的自然環境取而代之的是高樓與人工鋪面等建成地，因而引發了人為的地景變遷影響。

大坑風景區有臺中市民的後花園之稱，其於 2014 年正式通過大坑風景特定區計畫案而自成都市計畫，從早期以觀光遊憩為主的發展走向到現今都市計畫的劃設，過去四十年餘無疑因政策導向而不斷的面臨開發，而近年來風景特定區的成立下，大坑地區又面臨著諸多的開發建設。以此，大坑地區的地景面臨著何種改變，成為本研究欲探討的要因。

本研究透過重新分類 2008 年及 2014 年之國土利用調查圖資，以馬可夫鏈模型計算六年間大坑風景區之地景變遷情形，其中發現人為的干擾對於地景變遷的影響十分明顯。其中以森林用地呈現大量的減少，取而代之的是農業用地、道路用地與裸露地的增長，而建成地雖沒顯著成長，但經本研究實地調查後發現區內大部分裸露地都屬開發中土地，且沿著新闢道路周邊而發展。也說明了目前大坑因風景特定區計畫而呈現開發中的狀態，未來幾年後大坑地區的地景也會逐漸呈現住宅社區林立的情形。

關鍵字：都市擴張、地景變遷、馬可夫鏈模型、大坑風景區

Abstract

After the industrial revolution civilization took a great step forward, where human beings have taken in the impact of the environment. From the late 20th century till present with a stable environment, human population flourished which lead to urbanization globally. As population increased, CBD condition declining, the development of road networks and private trades, spark the expansion of urban have risen. The original natural environment was replaced by high-rise building and artificial pavement, which triggered landscape to be affected by man.

Inside Tai Hang Scenic Area has the title of " Back garden of Taichung City." which in 2014 it passed the Dakeng Scenic area project, from the early days, the development of sightseeing and recreation to the current urban planning. For the past decades there are continuous development due to political reason, and with recent years the establishment of the scenic area, Dakeng is facing further development. Therefore, Tai Hang area faces what kind of changes is the purpose of this study

Through reclassifying the maps of land use survey in 2008 and 2014, this study calculates the change of landscape in the Dakeng Scenic Area over a six-year period using the Markov chain model. Among the finding is the impact of human disturbance that altered the landscape is obvious. In the study the finding there is a decrease use of forest land, rather is replaced by agricultural land, road land and bare land, although there is no significant increase of construction land, but after the field survey of this study, it is found that most bare land are under development use along the new road. t also shows that the current status of the development of the Tai Hang due to the plan of the scenic area is still under development. In the next few years, the landscape of the Dakeng area will gradually show the situation of residential communities.

Keywords: Urban Sprawl, Landscape Change, Markov Chain Model, Dakeng Scenic Area

謝誌

依稀記得兩年多前懷抱著轉換領域的壯志踏到了景觀的心情，在生命的岔路的前一刻永遠也不會知道這條路是否如你所想像，總之在抉擇與取捨下還是毅然決然的走進來了。如果有人問我有沒有後悔來讀景觀，我能說從來沒有過，真要講也就是有過某幾條路似乎也不錯的這種感覺吧。是扯遠了，但兩年多的時間一路走來要感謝的人真的很多，也就是因為有他們，我這研究所生涯才能別具意義，以及多采多姿。

首先要感謝的當然是我的指導教授吳佩玲老師，兩年來因為她的諄諄教誨，我獲得的不僅是論文上的成果，更是其他無止盡的知識，也使我這條路不曾徬徨。另外要感謝李麗雯老師這一年多來給予的建議以及關心，老師配合著課程分享她豐富的人生經歷，讓我學習之餘都保有著那份樂趣；另外林宗賢老師的傳授方式與教學邏輯更是無話可說，雖然只上過老師的一門課，但那過程中實在是滿懷著敬佩。

而人的一生中總是會有幾個亦師亦友的朋友，他們不一定是在研究所所識，但卻能在過程中給予些協助亦或談吐交流上的相互精進，這邊要感謝的就是陳致德與謝昱安，特別是後者在上班之餘還能陪我聊天，以舒我的壓力以及適時的給予提醒，對於他真是莫大的感謝（我相信老闆看到這篇論文的機率很低）。撰寫論文的過程要感謝有蕭宇昂學長、罔哥、陳韻仔、小宇學姊等人的協助方能順利完成。其他有如馬天日、李承懋等同窗們，有你們才能讓我們碩士生涯更為愉快，謝謝。

最後，最要感謝的是我的舅舅，沒有他我也不會踏上規劃與設計這條路，遙想著小時候總是在他的圖桌旁亂竄才促使我高中時就訂定明確的志向；還有養育我長大的父母，因為他們從小到大的栽培就不會有現在的我，如今我終於拿到碩士學位，未來可以更進一步往自己的目標前行了。

張庭瑋

2018年1月27日

目錄

第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究內容	3
第三節 研究限制	4
第四節 研究範圍	5
第五節 研究流程	6
第二章 文獻回顧	7
第一節 大坑風景特定區發展歷史	7
第二節 都市發展議題	12
第三節 地景變遷	16
第四節 馬可夫鏈模型	21
第三章 研究設計	26
第一節 研究架構	26
第二節 研究工具與相關資料	27
第三節 馬可夫鏈模型設定	32
第四章 研究結果	34
第一節 研究範圍基本概述與研究相關圖資	34
第二節 地景變遷分析	43
第五章 結論與建議	54
第一節 結論	54
第二節 研究貢獻	55
第三節 未來研究建議	55
參考文獻	57
附錄	62

圖目錄

1-1 研究範圍圖	5
1-2 研究流程圖	6
3-1 研究架構圖	26
3-2 1/5000 圖幅示意圖	28
3-3 2006-2015 年度國土利用調查分類	30
3-4 模型架構圖	32
4-1 2008 年大坑地區土地利用圖	35
4-2 2014 年大坑地區土地利用圖	35
4-3 2008 年農業用地圖層	36
4-4 2014 年農業用地圖層	36
4-5 2008 年森林用地圖層	37
4-6 2014 年森林用地圖層	37
4-7 2008 年道路用地圖層	38
4-8 2014 年道路用地圖層	38
4-9 2008 年水體圖層	39
4-10 2014 年水體圖層	39
4-11 2008 年建成地圖層	40
4-12 2014 年建成地圖層	40
4-13 2008 年草生地圖層	41
4-14 2014 年草生地圖層	41
4-15 2008 年裸露地圖層	42
4-16 2014 年裸露地圖層	42
4-17 大坑風景區開發中土地之一	51
4-18 大坑風景區開發中土地之二	52
4-19 大坑風景區開發中土地之三	53

表目錄

2-1	大坑風景特定區之政策演進	9
2-2	土地使用計畫面積表	10
2-3	臺中市發展歷程表	15
2-4	地景變遷影響因子時間尺度表	18
2-5	馬可夫鏈相關文獻整理	23
3-1	土地利用分類表	31
4-3	馬可夫鏈轉置機率表	43
4-4	馬可夫鏈轉置機率表(面積矩陣)	44
4-5	兩年份網格類型數量表	45
4-6	大坑風景特定區實質規劃階段事件表一覽	49

第一章 緒論

第一節、研究動機與目的

一、研究動機

過去人類的發展歷史中，以工業革命作為人類文明發展的大躍進，於此至今都市化的腳步不斷日漸加速的發展擴張。林憲德(2007)指出當時城市化導致之人口過度膨脹、空氣水源汙染、公共建設不足、衛生疾病等問題惡化，都市生活環境等相關議題也逐漸產生。而隨著全球都市的快速發展，許多相關議題也仍然伴隨於現代都市身旁。至二十世紀後期二戰結束後，社會經濟等因素的改變，隨著城市基礎設施日益完善、交通工具的趨於普及。穩定的社會條件帶動發展與生育，也使得人們逐漸有往都市外圍郊區移動之現象(Kelly, 1992)。回顧幾世紀來的工業發展與生活型態轉變，其更是加快了都市向外的發展與土地開發的速度，因而造成所謂的都市擴張現象。

探討都市擴張，需先探討都市化現象，都市化是由於都市各種社會、經濟拉力所造成之人口大量湧入現象。聯合國統計，全球人類至2002年開始，就將有一半的人口居住於都市地區。其中，聯合國更於2014年指出，2050年時全球將會有三分之二的人口居住於都市(2014 Revision of World Urbanization Prospects)。隨著都市人口增加，原本都市土地不堪負荷以至於擁擠，便會開是往郊區發展，而導致所謂的都市擴張。Wu(2010)指出都市化為高度密集的人口及其社會經濟活動構成的建成環境的空間擴張。土地隨著都市發展不斷的被開發利用，便面臨土地利用變遷日益加快之問題。面對此現象，現今的研究與規劃者也開始探測地景、地貌的變遷與未來可能發展，去制衡降低地景變遷所帶來之環境衝擊。

地景變遷(Landscape change)，為地方地貌諸如經濟、政策、文化、歷史等人為或自然因素，使之隨著時間過程產生變化之結果。Antrop(1998)指出所謂地景的變遷為人類為了更適合自身的生活環境與需求，與自然環境產生之相互影響所產生之改變。而隨著都市開發所造成之地景的改變，使原有之自然環境逐漸轉變為人工撲面以及高樓大廈所取代，進而產生原有生態破壞、洪水、能源消耗等問題。另外，Antrop(2000)也提及了地景之變遷可隨著都市土地的面積增加所導致之農業土地與自然綠地減所發現。面對土地的不可逆性及趨於加速的改變，對於土地未來發展趨勢之預測便成為人類都市發展中的課題。

以以上論述為前提，關於地景變遷的探測模擬，其模式與應用近年已發展的相當多元，Baker(1989)解釋地景變遷的模型可用於各種研究目的上，

從探索自然演變過程的相互作用到地景的評估與管理等等。綜觀過去應用於空間格局之研究有如樹林變化、災害分布、天災造成之地景改變、都市發展模擬、地表監測、地景預測等研究。地景變遷相關研究又以馬可夫鏈(Markov chain)運用最為廣泛，其主要是以轉置矩陣來演算一地之土地利用變遷過程，主要用於兩期土地資料之地景類型的相互轉變，從「量」的角度去分析地景受何影響。而十多年來 ArcGIS 等地理資訊系統的日益發達，原有以土地利用/土地覆蓋(Land-use/Land-cover change)為理論前提之模型，用結合衛星遙感探測等監測工具與地理資訊系統圖資處理、分析的研究方式已經越來越普遍，對於政策研擬與國土規劃上是一大助力。

大坑風景區位於臺中市北屯區，起初為平埔族族人在此活動，而後為客家人於其谷坑中開墾，也因此得「大坑」之名。大坑風景地區原屬台中市都市計畫範圍，首於 1976 劃設實施。其須追溯至 1971 年行政院擬定之台中市綱要計畫，建議大坑地區朝向風景區發展為其定位之初始。後因 1988 之臺中市擴大都市計畫(大坑風景地區)主要計畫(第一次通盤檢討)案，依都市計畫法第 12 條：「為發展工業或為保持優美風景或因其他目的而劃設之特定地區，應擬定特定區計畫」，確立擬定為風景特定區。至此，直到 2007 年政府方才正是委外進行大坑風景特定區之實質規劃擬定作業，並於 2014 年內政部都市計畫委員會通過後正式實行。

過去的四十年間，始於 1976 年之大坑風景地區都市計畫正式劃設的開始，大坑地區因觀光休閒導向而不斷開發，1990 年以前民間企業興建了諸如亞哥花園、卡多里樂園、東山樂園等大型遊樂設施。而於 1999 年初臺灣溫泉協會於大坑地區之探測，九二一大地震後便興起一股新興之溫泉風潮，重塑原有休閒產業。而政府方面也於 1981 年起陸續修建步道，現今仍然為臺中市民假日之熱門休閒去處。然而，因觀光休閒導向的開發下，連帶的是相關產業的進駐，以及公共設施的興建；也因當地的自然景觀所致，大坑持續面臨著建商於風景區內多處進行了大規模的住宅開發。以此，面對大坑地區不曾停歇的發展建設腳步，土地無止盡的開發建設會對此地地景產生何種衝擊，成為了本研究欲探討大坑地區地景變遷之要因。

整合以上論述，有鑑於大坑風景特定區被譽為「臺中市的陽明山」，屬臺中市重要之自然觀光景點，而因九二一地震後的重創，此地又更加受到重視。時至今日，大坑地區面臨到的當前課題是都市過度的發展蔓延，加上大坑風景特定區的劃設而獨立自成都市計畫，計畫上又增闢的多處住宅區，在逐漸加快的開發步調下大坑地區地景將會有何轉變？本研究以此為動機進行大坑地區之地景變遷探討。

二、研究目的

依據前述之研究動機，本研究欲探討臺中市大坑風景特定區之地景變遷模式，以馬可夫模型分析 2008 年至 2014 年之地景變遷情形，並以此分析探討地景變化趨勢，以及變遷原因為何，給予大坑風景特定區未來相關的發展規劃作為決策參考。本研究主要研究目的如下列兩點：

- (一) 探討大坑風景區之地景變遷型態，以馬可夫鏈模型分析各地景類型的面積數量轉變趨勢。
- (二) 探討大坑風景區之地景變遷因素，分析都市擴張對於地景變遷的實際影響為何。

第二節、研究內容

為達到本研究之預期成果，以動機與目的為開端，文章後續將依序進行四個部分之探討，分別為文獻回顧、研究設計、研究結果、結論與建議。以下將針對各細項進行說明：

一、文獻回顧

本研究先以文獻回顧的方式來探討相關之理論內容，先從大坑地區的發展開始回顧，而後分別為都市擴張、地景變遷、馬可夫鏈模型等四大部分，來釐清及理解研究不足之處。詳細如下：

- (一) 大坑風景特定區發展歷史：透過大坑地區過去至今政策之歸納與整理、當地近年發展概況的回顧，進而探究影響當地發展之因素。
- (二) 都市擴張：了解都市的發展模式與空間結構之變化，從都市化到都市擴張，進而產生人為對周遭地景產生之影響與改變，輔以最後研究之進行。
- (三) 地景變遷：透過國去國內外文獻之回顧，整理地景變遷之模式與影響因素，並探討過去各式探測地景變遷的模型理論，以了解各式操作與適用性。
- (四) 馬可夫鏈模型：作為本研究主要的研究模型，於文獻回顧中主要回顧其理論基礎與特性，操作模式與模型限制面等等，並整理過去相關之模型運用，以助於後續研究之操作模擬。

二、研究設計

透過前述之動機目的，以及文獻回顧對於馬可夫鏈模型在地景變遷的整體運用上，本研究以此為依據擬定研究架構。並介紹研究工具及圖資材料等。而後透過整體研究的設定，使研究能順利進行模擬。詳細如下：

- (一) 研究架構：以此幫助整體研究思考、分析與步驟地進行。
- (二) 研究工具與相關材料：此節主要分為二個部分，第一部分為研究所使用軟體的相關運用與介紹；第二部分為研究圖資之說明，主要為基本圖資說明與介紹，以及土地利用類型的重新分類。
- (三) 馬可夫鏈模型設定：模型設定為研究設計章節的重點部分，包括相關圖資的重新測繪轉檔、模型參數設定、圖檔轉換與網格訂定等等，以此依據來建立大坑地區之地景格局變遷模式，並探討兩年份地景改變之原因為何。

三、研究結果

對於大坑地區進行實際的操作模擬，檢驗研究設計所發展出的大坑地區地景變遷模式，從馬可夫矩陣探討各地景類型的轉變與量的變化，並探討研究區域地景的數量轉變情形。

四、結論與建議

本章目的為歸納本篇研究所做出的結論說明，依據最後模擬結果給予研究範圍相關的規劃參考。而往後不同學術領域以大坑地區為研究對象時，也能給予相關建議。

第三節、研究限制

本研究之研究限制主要屬於資料來源的部分，為探討地景變遷時所需的主要資料來源為國土測繪中心繪製之國土利用調查圖，國土利用調查圖於研究上將作為地景變遷分析之主要底圖，研究研判各土地使用類型重新分類土地使用，而受限於圖資供應限制只能取得 2008 及 2014 年國土地用調查圖資，因此本研究以這兩年進行分析。

另外，2008 年圖資部分因有四幅圖幅含軍事設施而未解禁，另有早年建成地判定基準不夠詳細的問題，而本研究套用當年相片基本圖重新對照繪製。而在於參考相片基本圖繪製土地使用分類上，會產生解析度與影像判別的限制問題，會使圖資有可能的誤差存在。

第四節、研究範圍

本研究以台中市政府於 2014 年公告之大坑風景特定區計畫作為研究範圍，北接中興嶺，東達頭嵙山，南臨廊子坑溪，西與臺中市都市計畫主要計畫區相鄰，行政轄區含括北屯區之民德里、大坑里、東山里、民政里、部分和平里及部分廊子里。研究範圍位於台中盆地與新社之間，整體地勢東北高西南低，海拔高度大概介於 110 公尺至 800 多公尺之間。風景區總面積為 3543.83 公頃。研究範圍圖如下：



圖 1-1 研究範圍圖（本研究繪製）

第五節、研究流程

本篇研究流程建立於大坑風景特定區之地景發展預測，首先先將各項研究動機、研究範圍選擇與研究目的確立。而後進行文獻回顧分析，佐證、確立整體研究概念之準確性，分別為大坑風景特定區發展回顧、都市擴張、地景變遷、馬可夫鏈模型四大部分進行探討。研究設計部分將馬可夫鏈模型實際運用在大坑風景區操作地景變遷的轉換模擬，分析其轉變原因，最後針對大坑風景區變遷預測提出結論以及未來相關研究之建議。研究流程圖如下：

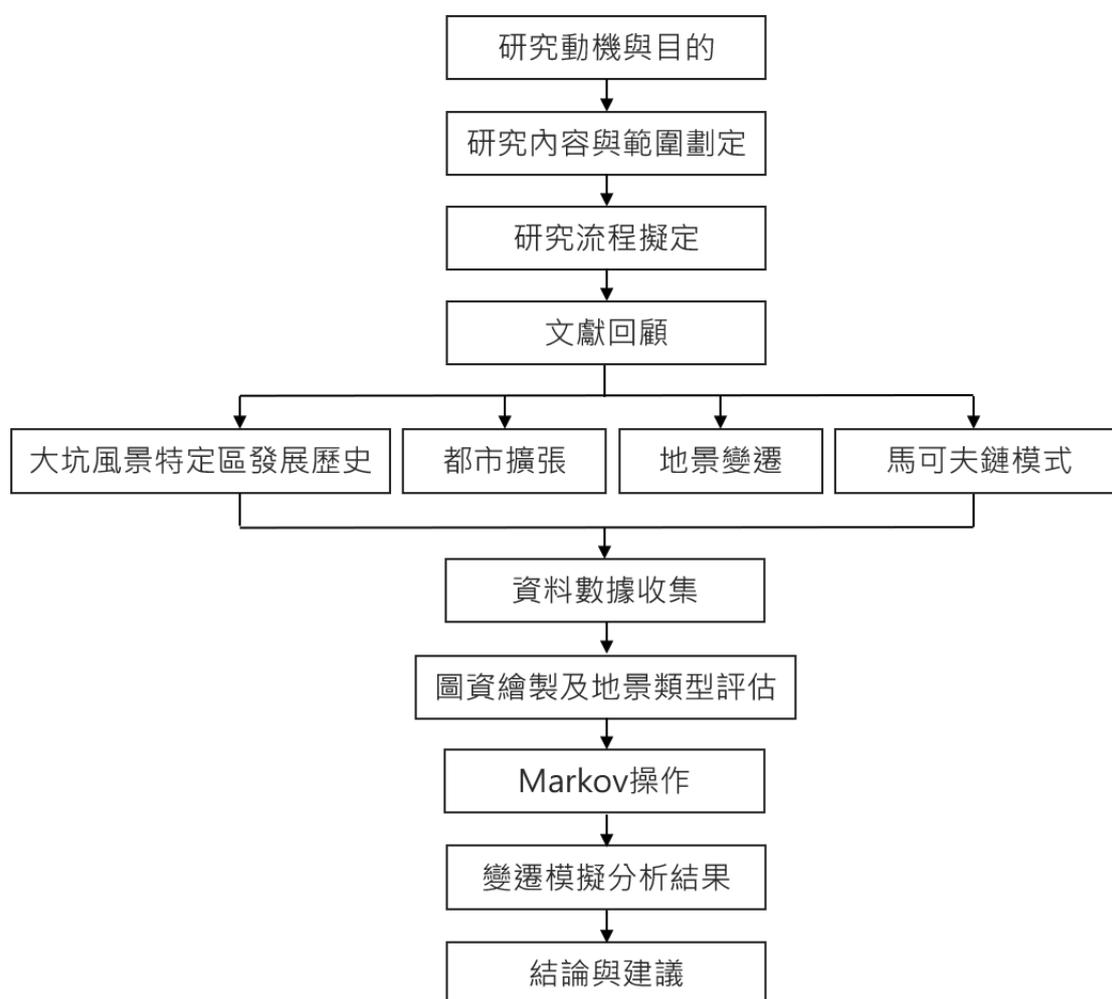


圖 1-2 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本章節為文獻回顧，主要分為四大部分，分別為大坑風景特定區發展歷史、都市擴張、地景變遷以及馬可夫鏈模型四部分進行回顧。章節目的為釐清本研究欲探討之各項議題，而針對研究範圍本身、國內位相關理論，進行蒐集及整理。首先，了解大坑風景特定區發展歷史是為探討影響此地近來來之政策及發展演變，以及延續先前研究對於大坑地區政策發展之歸納整理；其次，探討都市擴張是為理解都市之發展結構與模式，進而探討對於地景之影響；第三部分地景變遷的部分從過去文獻探討整理其變遷因子外，也了解從過去到現在探測地景變遷的相關研究及模型種類。第四部分為馬可夫鏈模型，透過文獻回顧釐清其發展、特性與概念，以及過去相關研究之彙整，為本研究後續操作提供參考與幫助。

第一節、大坑風景特定區發展歷史

大坑地區位於臺中市北屯區，原隸屬於臺中市都市計畫範圍，直至 2014 年「大坑風景特定區計畫」於內政部正式審議通過後分離。大坑首於 1971 年台中市綱要計畫建議其朝向風景區發展，1976 年正式被劃定為大坑風景區，也因此開啟了日後至今的發展走勢。

一、產業發展歷程

大坑地區從早期至今一直有不間斷之發展活動，其名稱起源於先民於此地之寬谷中聚集而得「大坑」，起初此地屬於平埔族分布地，而後為客家人所聚集，早於 1904 年之台灣寶圖樣即可發現大坑之名。大坑地區主要以一級產業為主，先期曾為臺灣早期的煙草產地之一，目前此地主要農作物有諸如文旦、柑橘、荔枝、柿子及麻竹筍等等。

從早期 1980 年代開始，作為臺中市政府的旅遊規畫重點，大坑地區便是以觀光導向為發展。民間業者也為此地帶陸續來了大型遊樂設施的開發，較知名的有諸如卡多里樂園、亞哥花園、東山樂園、臺中國際高爾夫俱樂部等等，在二十世紀晚期也是大坑遊樂業的全盛時期。臺中市政府也於 1981 年開始至今，共修築 12 條步道，仍是臺中市民閒暇之餘的登山休閒去處，自此周邊也吸引了許多產業進駐。乃至於 1999 年初台灣溫泉協會於此地之溫泉探勘，導致九二一大地震後大坑地區溫泉產業興起，都可看出大坑地區觀光產業幾十年來的轉變與興衰。近十年來，大坑地區大型遊樂業可說是近乎沒落，有逐漸轉往休閒農園、景觀餐廳發展的現象。近年政府之農林畜產科也開始依「休閒農業輔導管理辦法」輔導原有產業進行合法之申請，其廣泛包含有休閒餐廳、休閒咖啡、土雞城、觀光農園等項目。

二、發展政策演進

從政府政策來看，大坑風景區發展走向的研擬可追溯於行政院，院方於 1971 年之國際經濟合作發展委員會都市發展處制定之臺中市綱要計畫，建議大坑朝風景區之定位發展。後於 1976 年 8 月 25 日發布實施都市計畫，大坑風景區於此被正式劃定為臺中市都市計畫範圍。此計畫發布後市政府於 1979 年辦理細部計畫公開展覽，1980 年完成大坑整體開發建設計畫，1983 年檢送大坑風景區細部計畫至內政部都市計畫委員會審查後，認為此一計畫涉及主要計畫之變更，退予臺中市政府重新進行檢討，其後也針對大坑風景區用地部分進行檢通盤檢討修正。而後依據臺中市擴大都市計畫（大坑風景地區）主要計畫（第一次通盤檢討）案呈內政部都市計畫委員會審議，於 1988 年 3 月 17 日第 312 次會議決議略以：「為促進本風景區之整體開發及景觀資源之維護，應請臺中市政府照下列各項原則依都市計畫法第 12 條規定，另行儘速擬定風景特定區計畫，在風景特定區計畫未完成法定程序前，風景區部份應依法從嚴管制建築使用，以免影響風景特定區計畫之整體規劃……」決議擬定大坑風景特定區計畫，並於 1989 年之臺中市擴大都市計畫（大坑風景地區）主要計畫（第一次通盤檢討）案完成後正式確立風景特定區之走向。

1988 年後大坑風景特定區計畫之擬定停擺，直至 1999 年之九二一大地震在使各界重新重視，從而獲得轉機。2003 年臺中市政府舉辦「國際生態產業研討會-大坑地區永續經營發展會議」，就大坑之自然生態資源保育、自然環境保護、自然生態產業發展和自然生態旅遊行銷四大永續發展議題進行討論。2006 年大坑風景特定區進入都市計畫實際規劃階段，2007 年擬定大坑風景特定區計畫進行第一次公開展覽，並於 2007 年 12 月 20 日第 223 次會議通過台中市都市計畫委員會審議。2008 年臺中市擴大都市計畫（大坑風景地區）主要計畫（第二次通盤檢討），期間擬定大坑風景特定區計畫案仍在進行審議。2009 年 8 月 11 日進行內政部都市計畫委員會第 712 次會議，同年 10 月 15 日因計畫大幅變動，決議辦理第二次公開展覽，最後於 2014 年 1 月 28 日內政部都市計畫委員會第 820 次會議審議通過擬定臺中市大坑風景特定區計畫案（詳細見第下頁表 2-1）。

綜觀大坑的發展，從最早期大坑風景區計畫實施後陸續進駐了許多大型遊樂園、政府也從 1980 年初至今陸續開闢登山步道，且陸續有建商對於大坑地區的土地進行開發建設。遊樂園逐漸沒落後，九二一大地震卻又出現溫泉潮，到現今盛行的休閒農園，都顯得大坑之觀光文化重新被定位。而直至今日，由於大坑風景豐富且優美的景觀資源，區內的土地至今仍遭受著許多大規模的建築開發行為，使原有自然環境逐漸被改變。而風景特定區計畫劃定後區內產生了何種改變，本研究首先於下一段落進行大坑風景特定區計畫初探，而後續也將以馬可夫鏈模型進行變遷模擬。

表 2-1 大坑風景特定區之政策演進

政策階段	年份	事件概述
中央政府 主導階段	1971 年	臺中市綱要計畫建議大坑朝風景區之定位發展
	1976 年	發布實施都市計畫，大坑風景區正式劃定為臺中市都市計畫範圍
大坑風景 特定區法 定地位取 得	1979 年	臺中市大坑風景區細部計畫公開展覽
	1980 年	大坑整體開發建設計畫
	1983 年	大坑風景區用地部分進行通盤檢討
	1988 年	內政部審議依都市計畫法第 12 條擬定風景特定區計畫
	1989 年	臺中市擴大都市計畫(大坑風景地區)主要計畫(第一次通盤檢討)完成，正式確立風景特定區走向
政策停擺 時期	1990 年- 2001 年	1999 年-九二一大地震
地方政府 積極投 入，政策 穩定發 展階段	2003 年- 至今	<p>2003 年國際生態產業研討會-大坑地區永續發展經營會議</p> <p>2006 年大坑風景特定區計畫進入實質規劃階段</p> <p>2007 年 4 月 4 日辦理大坑風景特定區第一次公開展覽</p> <p>2007 年 12 月 20 日計畫案經由臺中市都市計畫委員會審議通過</p> <p>2008 年臺中市擴大都市計畫(大坑風景地區)主要計畫(第二次通盤檢討)案</p> <p>2009 年 8 月 11 日進行內政部都市計畫委員會第 712 次會議審議</p> <p>2009 年 10 月 15 日大坑風景特定區辦理第二次公開展覽</p> <p>2014 年 1 月 28 日內政部都市計畫委員會第 820 次會議審議，大坑風景特定區計畫正式通過</p>

資料來源：本研究整理（廖俊松、許珈錚，2008；陳嘉欣，2012）

三、大坑風景特定區計畫

本研究為探討 2008 年至 2014 年的地景變遷情形，其中牽涉到風景特定區的劃設影響，本段先進行計畫內容之探討，分析可能對地景產生的影響。

大坑風景特定區計畫於 2014 年由內政部審議通過，行政區域位於臺中市北屯區，遍及整個大坑地區，計畫面積為 3654.83 公頃。特定區計畫與市鎮計畫、鄉街計畫同屬於都市計畫體系，也因此大坑風景區未來之發展用地推估會以發展年期之計畫人口來做推算，此項目會進而影響地景的改變。

(一) 計畫年期：以西元 2026 年為計畫目標年。

(二) 計畫人口：15000 人；旅遊人口 3759000 人次/年。

(三) 土地使用計畫面積表：

表 2-2 土地使用計畫面積表

土地使用分區		面積 (公頃)	比例 (%)
土地使用	特一種住宅區	28.76	0.81
	特二種住宅區	374.70	10.27
	旅館區	1.84	0.05
	文教區	7.15	0.20
	宗教專用區	6.67	0.19
	社福專用區	1.71	0.05
	第一種遊憩區	160.45	4.53
	第二種遊憩區	8.38	0.24
	第三種遊憩區	7.49	0.21
	風景區	376.31	10.62
	農業區	1566.39	44.20
	小計	2539.85	71.67
	公共設施用地	公園用地	809.11
兒童遊樂場用地		0.70	0.02
綠地用地		92.48	2.61
機關用地		1.45	0.04
文小用地		4.57	0.13
停車場用地		5.28	0.14
廣場用地		0.28	0.01
是場用地		0.21	0.01
自來水事業用地		0.30	0.01
汙水處理廠用地		0.46	0.01
排水道用地		12.26	0.35
道路用地		76.88	2.17
小計		1003.98	28.33

資料來源：本研究整理自 (擬定臺中市大坑風景特定區計畫書)

本研究整理上表之目的在於計畫中牽涉到之土地使用變更項目，當計畫中的用地項目產生變更時也就代表著可能的地景改變。當中比較須注意的點在於特二種住宅區的部分，原計畫內容中之住宅區於風景特定區計畫中被劃定為特一種住宅區，因此特二種住宅區皆屬新興規劃之住宅區，面積 374.70 公頃屬風景區變更而來。而風景區之部分於計畫中減少 2310.29 公頃，被劃設為第二種住宅區、停車場用地、廣場用地、機關用地、道路用地等建成地。此點也可看出在人類社會中，政治與計畫因素對於地景未來的改變幾乎是帶來決定性的影響。

四、小結

總論大坑風景區之發展，其較屬於是政策指定式的發展走向，以政策擬定一個整體的大方向後，便能影響地區的發展動態，此論述便能從最早觀光遊憩導向下的遊樂園建設中看出。也因此，本研究探索的年份屬 2008 至 2014 年時，當中的計畫走向便尤為重要。於前述政策整理中可看出，大坑地區從 2003 年開始屬於「地方政府積極投入，政策穩定發展階段」，大坑風景特定區也是於此時期開始擬定，而其中人為之都市計畫內容對於地景可能產生的影響便會是本研究欲討論的範圍，且期間內並無嚴重的自然災害發生，因此本研究主要以分析人為影響為主。以此，本研究於這章節首先回顧大坑過去計畫走向，以助於後續探討地景變遷動力來源時須建立之參考依據。

第二節、都市發展議題

人為因子為影響地景變遷的諸多原因之一，隨著人類文明日益的發展壯大，人為因子逐漸地成為影響地景變遷的主因，因此本研究探討地景變遷以及馬可夫鏈模型以前需先回顧都市的相關發展，以串聯整體脈絡。

一、都市之定義

何謂都市？形式上來看的話，賀韶伶（2005）提到城市是一複雜體系，既是經濟產物，又是制度結晶；既有自然屬性，又具人文特徵。Goodall(1987)指出都市是一廣大且永久的人類居住地；Mumford（1983）提及城市為權力與文化的匯聚之地，且為一種綜合的社會形式與象徵，結合了許多文明產物。並將焦點著重於十九世紀以來工業革命後，城市的數量與規模大幅度的擴張上。

一般而言，都市為一廣大的建物、交通、衛生、通訊、公共事業的結合體，而各國對都市的標準大多數是以人口數下去訂定，依照每個國家的區域，或各國國情會有所不同，例如加拿大之人居聚落以1000人為都市人口下限，因此1000人以上即為都市、美國的標準則是由各州州法去判定人口下限，其它又有如澳洲規定人口數至少要達到10000至30000人才能稱之為都市。

Parker（2004）於其著作中整理出，二十世紀初，全世界大約只有百分之十的人口居住於城鎮或都市裡；1975年數字上升到37.8%；1995年上升到45.3%；2006年左右約為50%；預計2030年全世界將有六成以上的人口居住於都市（聯合國2014年修訂之世界都市化展望中預估約為2050年左右）。總體而言，由以上文獻可歸納出都市的根本成因為人口大量聚集，而隨著幾個世紀以來人口不斷的往都市移動，當原有的都市空間無法負荷時，各地區也逐漸產生了都市蔓延、都市擴張等現象。

二、都市發展對地景產生之影響

都市擴張為難以避免之現象，十九世紀至二十一世紀的200年間，全球三十座城市樣本中顯示人口的平均年成長為1.5%，例如巴黎於這段時間內人口增加20倍，城市的建成面積則增長了200倍（Marron Institute，2017）。

都市化(Urbanization)、都市蔓延(Urban Sprawl)以及都市擴張(Urban Expansion)皆是都市的發展過程之一，可統稱為都市發展所產生的現象，都市化即為人口往都市聚集後的現象，而後因中心衰退、用地不足導致之都市範圍持續向外擴大延伸則稱之為蔓延（賴政錡，2007）。而各個學者對於以上三者也分別有所解釋。Benton-Short（2008）探討了都市化現象，她指出戰後時期開發貸款和資金大量投資於都市的基礎建設，導致都市快速的

發展。高佩菁(2002)提出都市擴張係指都市往周圍之農林地或非都土地的擴展，其有可能是有秩序的發展，也可能是無秩序的蔓延；而都市蔓延則為一種不連續、蛙躍、缺乏計畫指導的空間擴張。Ewing(1997)將蔓延歸納為四種類型，低密度發展(Low-Density)、帶狀式發展(Strip)、散佈式發展(Scattered)、蛙躍式發展(Leapfrog)。另有Sudhira(2004)的解釋，他認為都市化為人居世界的普遍狀況，由於人口、經濟的成長及基礎設施增加而產生；都市蔓延則為反向於市中心以外之發展，沿著既有道路線性發展的現象，通常發生於城市邊郊地帶。由過去相關文獻來看，相對於都市蔓延而言，都市擴張指的是廣義的都市發展，而蔓延則屬於較於負面且缺乏規劃制導的情形。而後續研究主要也針對都市擴張來探討其對地景變遷產生之影響。

講到都市擴張與蔓延，許多的文獻都直指為快速道路、公路的大量發展以及過度依賴私人交通工具為主的生活型態所產生(Torrens, 2000; Benton-Short, 2008; 劉小蘭等, 2011)。Frumkin(2004)便提及了都市空間無序發展的嚴重性，包括開放空間的喪失、空氣汙染加劇、能源消耗的增加、洪水風險、生態系統破碎化，以及物種多樣性減少等等。例如美國華盛頓特區1986年至2000年間已損失了半數的綠地，以開發土地從12.2%提升到17.8%(Benton-Short, 2008)。Nebel and Wright(1998)從都市的擴張來探討農耕地減少的現象，指出全球的耕地正面臨著消逝。隨著與市中心距離的拉升，土地所需額外負擔的成本便越是龐大，例如為應付都市外圍人口的生活品質，所帶來之額外土地開發，以及與市區之間路程帶來的土地消耗等等。Kahn(2000)指出都市往郊區發展所消耗的土地為市區的兩倍以上，都市邊郊居民的私人汽車使用率也相對於市區來的高。以臺灣環境來說，王國權(2005)認為相比國外大面積的國土，臺灣較難看出所謂的蛙躍式發展型態，但隨著都市的擴展，旅次增加是必然的情況；而不當的土地管理，更是導致一些錯誤的發展型態。

總而言之，綜觀都市擴張議題，尚不討論其發展擴張型態，從共同問題的整理時可發現自然土地的消失與資源的耗損是必然的，其最大原因還是以人口成長之都市用地不足為主，而私人汽車普及與公路之發達則為其擴張助力。都市的成長是以人為主體，人數的多寡決定了都市的發展型態，早期開發之舊市區的衰敗與擁擠導致之都市範圍向外延伸是可預見之結果，可說是當都市人口增加時，其都市面積理當會增加。但在政策下的都市擴張速度與範圍是否與實際人口需求對等便是可探討之議題，這牽涉到政治與計畫的層面，在現今強調永續發展的規劃氛圍下，需給予都市適當的規劃控管而非放任其發展，可說是當今都市規劃一大課題。

三、臺中市都市擴張

探討臺中市都市擴張時，首先可以回顧日治時期，日本政府於 1900 年實施市政改正計畫，將現今大致中區、東區之範圍實施棋盤狀規劃，並整治河川。此時的臺中市已形成往西北方向放射狀的發展脈絡，都市建設以五權路為邊界，都則受到霍華德花園城市之影響，向外延伸至現今草悟道左右之範圍作為農業等用途之永久綠帶。路網方面，現今之五權路、三民路、臺灣大道、中清路等主要道路已然成形。

1945 年戰後國民政府接收臺灣將臺中市改制為臺灣省之省轄市，並整併原日治時期之規劃，將臺中劃分為中區、西區、南區、北區、東區等五個行政區，並於 1947 年時將原臺中縣之北屯、西屯、南屯等三個鄉併入臺中市範圍，此時臺中市便劃分為八個行政區域。

1971 年時行政院訂定臺中市綱要計畫，當時有鑑於臺中市人口之成長，一方面行政院也提出原都市計畫地區範圍尚有大量之空地，如未予利用則將修正之要求，作為擴大都市計畫的契機。臺中市政府也於 1967 年開始，首先由東區大智路段地區辦理第一期市地重劃，為臺中市之後的市地重劃之路掀開序幕。1970 年代時臺中市開始逐區完成擴大都市計畫，此部分主要為配合外圍北屯、西屯、南屯區的開發計畫，大坑風景區也於此時被納入臺中市都市計畫範圍。1986 年時發布第一次通盤檢討，外圍數千公頃之農業用地轉變為都市發展用地。

1990 年臺中市正式辦理第七期市地重劃，並於 1992 年底完成重劃，1996 年時七期定名為新市政中心專用區，並計畫將原位於州廳之臺中市政府遷至此區。也大致位於此時期，臺中市的發展重心逐漸往外擴張轉向屯區，開始了大規模的開發建設，也導致了市中心的沒落。

2009 年三都十五縣國土重劃法以地方制度法部分條例修正案三讀通過後，臺中縣、市政府共同協商之臺中縣市合併升格直轄市定案，並於同年六月通過內政部審查，七月改制案經由行政月正式通過，2010 年 12 月 25 日正式升格直轄市，定名為臺中市（祥如下頁表 2-3）。

胡瑋婷(2003)便指出過去的發展政策中，以第一次通盤檢討尤為明顯，當中農業用地的流失最為嚴重，顯示在都市發展政策下第一級產業的式微。而大坑風景區所在地之北屯區部分，過去研究顯示 1980 年代至 1990 年代左右以農業用地、森林用地之減少最為嚴重，取而代之的是建成地、裸露地與遊憩用地，顯示著這時期的北屯區正處於開發中階段（方梅萍，2002）。此處對應上述之發展回顧，即可對應 1986 年第一次通盤檢討之大規模農地開發政策，遊憩用地的增加則可對應上一章節大坑風景區之法展政策，可總結出大風風景區前期的發展主要也是跟隨著整體臺中市的發展政策而前行。

表 2-3 臺中市發展歷程表

年分	發展事件
1990	日本政府於現今中區、東區之範圍實施市政改正計畫
1945	國民政府接收台灣，將臺中列為省轄市
1947	整併北屯、西屯、南屯三區，臺中市擴大為八個行政區域
1967	臺中市第一期重劃區完成規劃
1970	臺中市開始進行擴大都市計畫
1986	臺中市都市計畫第一次通盤檢討
1992	台中市第七期市地重劃完成
1996	七期定名為新市政中心專用區
2009	地方制度法部分條例修正案通過，決議縣市合併升格為直轄市
2010	2010 年 12 月 25 日臺中市正式改制為直轄市

資料來源：本研究整理

四、小結

回到頭來，對於大坑風景區的議題過去有許多不同領域的研究，有如羅文珊（2000）先前以土地利用分析 1987 到 1997 變遷的情形，發現近十年來地貌的改變大多是由原始林地或農業用地轉變為建築或遊憩使用地，也驗證了大坑近年來申請開發案件急速增加的事實；馮怡仁（2000）是以都市邊緣土地與當地的環境敏感特質去探討大坑的過度發展；黃育珍（2012）則是從山坡地保育議題去討論大坑地區的開發行為。

針對目前大坑風景特定區的計畫案，土地開發許可是可以去檢討的，臺中市是否有如此多的土地需求以至於發展到大坑地區。而又有鑒於大坑多處的地質敏感地，以此對於自然環境以及生命財產安全等議題，可有多面向的討論。本研究僅以大坑地區的發展來探討此地之地景變遷情形，未來不同領域還有許多面向的研究可進行。

第三節、地景變遷

本節回顧地景變遷之文獻，而探討變遷之前本研究首先回顧地景本身，從「地景」的名詞解釋、組成構造開始，其次進到地景的變遷及其影響因素，到最後部分的地景變遷研究工具探討。

一、地景

將地景 (Landscape) 一詞拆開來看，其由 Land (土地) 與後綴-scape (場景) 所組成 (Olwig, 2005)。地景可視為構成地表環境組成的一切自然與人造事物，或稱為景觀。

地景一詞最早來自於舊約聖經書中，用來描寫耶路薩冷之景色 (Naveh, 1984)。地景的定義有多種表述方式，但大多都是反映出土地的地形、地貌及景色，或是表達一地理區域的綜合地形特徵 (鄔建國, 2001)。總歸而言，各式地景由大地上之地表覆蓋物、山脈、河川、湖泊與海洋之水體、氣候、動植物、人造物及大地內部地質作用等因素交互干擾及演替所形成。十九世紀德國地理學家 Alexander von Humboldt 首先將地景作為科學名詞使用 (何立德, 2009)。對於地景相關的研究學門十分廣泛，有如地質學、地理學、考古學、大地測量學、景觀學等等。

隨著人類文明不斷的發展演進，人類行為與文化對於地景的影響趨於顯著。李振泉 (1984) 指出人類的生存和活動，都要受到地理環境的影響，而人類面對不同的環境必須透過不停的改造與利用去適應它。Crang (1998) 探討地景時指出，地景為從古至今對大地的集體塑造，其反映出某種社會文化的信仰、實踐與技術，整體為一種人類社會中的元素匯集。Steiner (2000) 於著作中提及，地景包含了一切的自然特徵、地表紋理、建築、聚落、土地使用等等，融合了自然與人文的風俗特徵。結合以上觀點，可看出在不同的時間、空間背景下，各種自然環境、動植物與人類會因此相互產生交織。可謂人類影響著環境，但自身也深深受到不同環境的影響，進而引發不同的地景與文明的融合結果。

探討到人類與自然環境的相互影響，可談到 Forman and Godron (1986) 即依自然環境受人類的影響程度，將地景分為五種地景類型，自然地景 (Natural Landscape) 意指為無明顯人類衝擊之環境；管理地景 (Managed Landscape) 主要呈現於草地或森林地景中，以管理或收穫生產物而得名；耕作地景 (Cultivated Landscape) 為零星建物、人工廊道與灌溉系統等結合於廣大的耕作地區之中而產生；郊區地景 (Suburban Landscape) 異質性極大，通常有住宅、農地、人工植被與自然環境交織於其中；都市地景 (Urban

Landscape) 為區域內極度人工化，且深深反映不同文化特徵與政治制度的地景組成。

依據前述文獻，可歸納地景並非恆久不變，具體來說其具有不斷演變的動態特性。這些變化可由自然產生之變化，如氣候、地質活動、動植物影響等內外因素；地景也可以由人類活動而造成之改變，如農業、工業、都市發展、休閒活動，以及森林管理等等，其所有人類行為都強烈受到社會、經濟和政治因素所牽動 (The James Hutton Institute, 2011)，稱之為「地景變遷」。

二、地景變遷

變化是自然界永恆的規律，穩定只是相對的意義，這也是人類改造自然的一種必然結果 (肖篤寧，2003)。

所謂的地景變遷(Landscape Change)就是指景觀內外部各種作用力相互作用的結果與表現，為一種地景狀態的轉變，地景演變的任何狀況、型態皆屬於地景變遷之過程 (李吳嘉等，2005)。以上可看出，地景從最初的過程至今不斷的面臨變化，在各種作用的影響下地景沒有所謂真正「停止變化」的一刻，變化的幅度跟時間長短也都因所受之作用而有所不同。對於影響因素，Marcucci (2000) 曾於文章中歸納了有五大項分類，共計 25 項目之地景變遷影響因子，並且加入了時間尺度，去探討時間單位下影響因子對於地景產生變化的程度。其分類分別如下所示 (表格詳如下頁表 2-4)：

- (一) 地貌過程：板塊構造、侵蝕、沉積、冰川
- (二) 氣候變化：冰河時期、全球暖化
- (三) 拓殖模式：生物演化、自然運動、人為媒介、病原媒介、人口變化
- (四) 干擾：火災、火山、洪水、風災、伐木、礦業、農業、郊區化、道路開闢
- (五) 人文影響：文化價值、政治/土地管理、市鎮發展模式、交通運輸發展、經濟活動

表 2-4 地景變遷影響因子時間尺度表

變化時間尺度	>一年	數年	數十年	數百年	數千年	數萬年	<十萬
地貌過程							
板塊運動							
侵蝕							
沉積							
冰川							
氣候變化							
冰河時期							
全球暖化							
拓殖模式							
生物演化							
自然運動							
人為媒介							
病原媒介							
人口變化							
干擾							
火災							
火山							
洪水							
風災							
伐木							
礦業							
農業							
郊區化							
道路開闢							
人文影響							
文化價值							
政治土地管理							
市鎮發展模式							
交通運輸發展							
經濟活動							

資料來源：本研究轉繪 (Marcucci, 2000)

Antrop (1998) 指出地景變遷可能為人類與自然高度互動但不甚相同的各類因素所產生，因此研究地景變遷要去思考各地景組成之性質，研究不同的地景組成物，如森林面積及密度變化與研究整體地景的變遷具有不同的難易度。為了研究地景變化，應該考慮以下四點問題。而綜觀大部分的地景變遷分析，也是依照此概念下去做探討。

- (一) 變遷了甚麼部分？
- (二) 變遷的頻率為何？
- (三) 變遷的幅度為何？
- (四) 基於甚麼樣的參考時機？

基於上述文獻之論述，對於地景變遷的探討主要是以地景結構在時間、空間上的變動之研究。研究自然環境變化與人類開發的相互關係時，通常透過土地利用/土地覆蓋 (Land-Use/Land-Cover Change) 及景觀生態學等方式來研究。近年來，隨著都市的發展擴張，土地利用類型不斷的變化，而如何有效控管抑制發展之議題，探討人類與土地互動上之關係等等，地景變遷的議題逐漸受到重視，此時便進到研究工具的探討。

三、地景變遷研究工具

Baker (1989) 探討地景變遷模型的運用，它能從探索自然的過程中獲得管理策略，而地理資訊系統與遙感探測的結合則更有益於數據上的取得。對此，李孟龍 (2009) 也表示衛星遙測已成為遙感探測的主要手段，成為許多國家進行國土監測資訊收集與管理的最佳方式，也是監測地景動態變遷的最佳工具。關於地理資訊系統在現今研究的趨勢上，鄒克萬等 (2004) 則解釋了地理資訊系統提供強大的空間處理、分析及運算能力，因此近年國內外學者紛紛將土地利用理論模型與之結合進行研究。

Parker 等 (2003) 提及對於土地利用/地表變化勘查技術的主要利用有如熱代雨林砍伐、景觀生態、城市或區域規劃，和土地利用變遷等研究。而所有的模型就形式上可歸納成以下八種分類，分別為基礎方程式模型 (Equation-Based Models)、統計學技術 (Statistical Techniques)、專家系統 (Expert Models)、系統模型 (System Models)、細胞模型 (Cellular Models)、混和模式 (Hybrid Models)、基礎代理模型 (Agent-based models)、多元代理模式 (Multi-agent System)。其中細胞模型 (Cellular Models) 則包含有細胞自動機 (Cellular Automata)、廣義細胞自動機 (Generalized Cellular Automata)，和馬可夫模型 (Markov Models)。

近年來臺灣地區針對地景變遷的研究也趨於多元化，常見的理論模型有如馬可夫模型 (Markov Model)、灰色模型 (Grey Model)、地景指數

(Landscape Matrics)、碎形理論 (Fractal Theory)、羅吉特模型 (Logit Model)、類神經網路 (Neural Network)、細胞自動機 (Cellular Automata, CA)、系統動力學 (Sestem Dynamic)、多變量分析 (Multivariate Analysis)、多目標規劃法 (Multi Objective Programming Approach) 等 (賴明洲等, 2005)。

四、小結

本研究選擇馬可夫鏈模型的原因在於過去已有許多學者證實模型對於地景變遷模擬的適用性，其以轉換網格資料為基礎的地景轉換定量能力能很清楚的發現各地景類型間的轉變，本研究探討都市擴張對於地景之衝擊，便是以模型的定量能力來有效的了解各地景間的數量變動。

另外，有鑑於從過去相關地景研究文獻中了解結合地理資訊系統對於土地管理、地景變遷探測的重要性，包含馬可夫鏈等模型在內的 IDRISI 軟體能完全相容的結合地理資訊系統使用。以此，選擇馬可夫鏈模型進行地景變遷研究。

第四節、馬可夫鏈模型

本節為本研究主要研究模型—馬可夫鏈之介紹，首先從基本概念、原理開始導入主題，到相關運用時探討模型在相關領域的研究情形，釐清整體概念以助於後續之研究進行。

一、馬可夫鏈模型概述

假定一個事物各種狀態的轉變機率，不考慮其他因子的影響，而是由各種狀態間的變化情形所產生，即稱之馬可夫過程 (Markov Process)。而如果事物的變化狀態是有限的，此過程則稱之馬可夫鏈 (Markov Chain) (Friedberg, 1992)。

馬可夫鏈最初是一種數學演算，後演變為地景變遷相關研究運用最廣的模型，模型起源於俄羅斯科學家 Andrey Markov，也因此而得名。其起初為預測一些事件未來的轉變情形，其具備無記憶性質，也就是不考慮過去事件，而以當前狀態去分系後續變化，之後其概念逐漸被轉為其他領域運用。

二、馬可夫鏈原理

馬可夫鏈模型主要為探討一事物當前狀態轉置的機率，也就是說狀態變化的模擬只考慮當前形況而不考慮過去發展事件。運用到地景變遷來說，馬可夫鏈是以轉置矩陣的方式，來建立各種類別的土地利用比例於時間序列上的增減情形，並顯示原土地利用類別之轉換過程 (蔡靜如, 1998)。簡單來說，以馬可夫鏈分析地景變遷時便能看出一地區整體地景類型在一特定時間內的相互轉換，藉此評估出地景變遷模式。Muller and Middleton (1994) 提及馬可夫鏈運用於土地利用分析具有三大特性：

- (一) 土地利用之轉變非單向過程，任何土地利用均可能由一種土地類型轉變為其他的土地利用，而馬可夫鏈即是利用轉置矩陣運算不同土地利用類型的轉變機率。
- (二) 重複自乘的矩陣可得另一個代表該期土地利用的變遷情形，稱之平衡矩陣 (Equilibrium Matrix)，此矩陣獨立於同一時期之最初土地利用分布，使之能比較不同時期之土地利用變遷。
- (三) 利用轉置矩陣理論趨勢進行土地利用變遷運算，其以固定之變遷假設運算出，而非準確預測實際未來發展情形。數學式如下：

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & & P_{3n} \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & P_{nn} \end{bmatrix}$$

以上矩陣 P_{ij} 為土地利用類型 i 轉變為 j 的機率矩陣，例如第一行為農地轉變為其他土地利用的機率；第二行為林地轉變為其他用地的機率；第三行為道路轉為其他土地利用類型的機率；第四行為建成地轉為其他土地利用類型的機率等等，以此類推。以馬可夫鏈模型計算兩期土地利用變化時可得到兩張矩陣表，分別為轉置機率表與轉置面積矩陣。

三、馬可夫鏈地景分析結果

如上述馬可夫鏈模型原理，馬可夫鏈模型主要是以輸入兩期之土地利用資料，運算其轉置機率以分析期間內的土地數量變化，而於運算中將會輸出兩張主要之分析表格，以下分別說明：

- (一) 轉置機率矩陣：地景類型分類數目是依據研究本身所訂定，而馬可夫鏈主要就是在於運算兩個分析年中各地景的相互轉換機率，其機率各有高低，也可能維持不變的狀態
- (二) 轉移面積矩陣：此圖像是參照轉置機率矩陣一同判讀，主要是顯示各地景類型之網格數目。

四、馬可夫鏈相關研究運用

在科學研究中，許多理論概念都是可以在不同領域互相沿用的，對於馬可夫鏈的實際運用領域也十分廣泛，包含有統計、物理、化學、生物、醫學、遺傳學、經融、社會科學、博弈理論以及地景變遷等等。

而在於地景變遷研究方面，國內文獻有如丁志堅（1997）對於雲林縣沿海的土地利用分析，並指出未來模型與地理資訊系統結合的重要性；蔡靜如（1998）以景觀生態學理論結合馬可夫鏈對臺北盆地進行分析；方梅萍（2002）利用馬可夫鏈探討臺中市景觀格局變遷；周天穎等（2003）以馬可夫鏈探討臺中市的土地變遷，並比較各行政區的發展情形；鄭祈全等（2005）以馬可夫結合羅吉特模型，用於蓮華池試驗林地景變遷之監測；黃莉婷（2007）結合半馬可夫鏈模式分析台中市之地景變遷情形。

國外相關文獻如下，其中 Burnbham（1973）用於美國農田議題之探討；

Aaviksoo (1993) 便利用地理資訊系統結合馬可夫鏈探討土地利用變遷；Muller et al. (1994) 於 Regional Niagara 的地景變遷分析；Acevedo et al. (1996) 結合半馬可夫鏈對於森林變遷的探討；Lopez et al. (2001) 以馬可夫鏈探討墨西哥莫雷利亞市的地景變化，並利用線性回歸預測未來發展趨勢；Weng (2002) 結合地理資訊系統，探討珠江三角洲的工業與都市化下的地景轉變；Wu et al. (2006) 利用地理資訊系統監測結合馬可夫鏈，探討近幾十年來快速變遷的北京市；Strigul et al. (2012) 用於森林的動態監測等等（總文獻整理如下表 2-3）。

表 2-5 馬可夫鏈相關文獻整理

作者	年份	研究名稱	研究內容
丁志堅	1997	運用馬可夫鏈模式度量土地利用變遷之研究	將雲林沿海土地劃分為農業用地、建成地、水產養殖地及其他土地四種類，運算四個年份之土地利用變遷趨勢。
蔡靜如	1998	台北盆地土地利用變遷趨勢之研究	以兩個年份資料歸類土地利用之同質區，探討各同質區中的土地利用變遷種類與空間分佈，以明瞭土地利用變遷與影響變數間的關係。
方梅萍	2002	台中市景觀格局的變遷及其影響因素之研究	探討景觀格局之變遷，並以馬可夫鏈計算土地利用之轉移情形，最後發現距火車站遠近為變遷影響因素中最顯著者。
周天穎等	2003	都市地區土地利用變遷量化分析之研究	以馬可夫鏈分析土地利用變遷，後續探討各行政區的變化趨勢，作為土地與資源管理的參考依據。
鄭祈全	2005	應用 Markov 和 Logit 模式監測地景變遷之研究	以蓮華池實驗林與民墾地為研究對象，探測兩者空間分佈情形，並預測未來之變遷趨勢。
黃莉婷	2007	台中市地景變遷之研究	探討臺中市 1985 年、1994 年、2003 年之地景變遷情形，並往後推估預測至 2057 年之地景變遷。

(續) 表 2-5 馬可夫鏈相關文獻整理

Burnham	1973	Markov Intertemporal Land Use Simulation Model	探討 70 年代之農田可用性情形，學者當時之背景來看，土地資源相關學者並未重視土地利用的轉變趨勢。
Aaviksoo	1993	Changes of plant cover and land use types (1950's to 1980's) in three mire reserves and their neighbourhood in Estonia	探討愛沙尼亞 1950-1980 年代的變遷情形，利用轉至矩陣分析各類土地利用之增減。
Muller et al.	1994	A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada	探討尼亞加拉地區 1938-1981 年地景的增減情形，發現了農業用地有逐漸減少，轉為都市土地的情形。
Acevedo et al.	1996	Models of forest dynamics based on roles of tree species	以馬可夫鏈結合半馬可夫鏈探討森林樹種間的變動過程，並計算其轉置機率。
Lopez Et al.	2001	Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: A case in Morelia city, Mexico	探討莫雷利亞市過去 35 年的都市成長與地景變遷，研究中認為馬可夫鏈較適合利用於地景變化的描述性分析，而非用於未來之預測，因此研究中結合線性回歸進行研究地區的未來地景變遷分析。
Weng	2002	Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling	探討 1989-1997 年來珠江三角洲地區的地景變化，其因都市發展快速導致耕地大幅減少。結論中也強調衛星遙感結合地理資訊系統，對於地景變遷的格局分析是相當有效的方式。
Wu et al.	2006	Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS	利用遙感探測結合 GIS 對北京市區的土地利用動態進行監測，並以馬可夫鏈和迴歸分析預測未來變化，結果顯示這些工具的整合有助於分析土地利用的變化過程。

(續)表 2-5 馬可夫鏈相關文獻整理

Strigul	2012	Modelling of forest stand dynamics using Markov chains	將馬可夫鏈導入自然資源管理系統，建立森林植被之動態模型，以北美地區林地來驗證。
---------	------	--	---

資料來源：本研究整理

四、馬可夫鏈限制性

在過去研究中有所提及，馬可夫鏈模型本身有其限制所在，如下所示，Lopez et al. (2001) 指出馬可夫鏈模型較適合用於過去年間地景變化情形的描述，對於未來預測的方面較不可行。雷組強等 (2003) 則解釋馬可夫鏈模型的運算只限於既有之土地利用類別，如未來有新增往年沒有的土地利用類別時則將無法運算此類別的轉置機率。陳龍泉等 (2004) 說明馬可夫鏈模型於土地類型的空間分佈情形解釋較弱，主要是在於數量變化上的反映。

雖然限制性中提到馬可夫鏈模型的定位能力較差，但也如地景變遷章節末段所述，本研究並非預測未來地景變遷，而需模擬出各地景未來變化的趨勢，馬可夫鏈模型之定量能力則能夠很清楚的解釋各地景間在特定時間內的轉變結果，其矩陣是以總數不變的情況下去分析任何地景類型的增減情形。因此，分析人為開發之都市擴張時，馬可夫鏈模型可作為一個優良的工具，本研究之運用也與上述學者所提出的限制性不相衝突。

五、小結

本節介紹了馬可夫鏈模型，可看出模型的優劣勢以及研究運用情形，甚至是幫助本研究釐清操作上的概念，而地景變遷模型的發展在近十多年來有越來越多樣化的趨勢，其模型的演化都是為了能更精準的模擬地景變化，以及預測評估未來「可能」的土地演變，以助於政策及規劃上的研擬。因此，本研究認為就如同過去幾篇文獻所說的，大部分的模型都對於「政策變化」此類的人為因素都有缺失，但重點本來就並非在於完美的預測，而是政府等相關單位能基於各學術領域研究成果上，於政策、計畫的配套，抑或議題的發現與研擬，這便是研究的精神所在。

第三章 研究設計

本章節介紹主要為介紹本研究之研究架構、研究工具與圖資介紹及馬可夫鏈模型整體架構、操作、各項設定與分析方法。

第一節、研究架構

根據馬可夫鏈模型之理論本研究建立此架構模式，文獻回顧中即提到馬可夫鏈為細胞模型的一種，前置步驟則在於相關圖資數據的蒐集與建置，將土地使用資料網格化，網格化後馬可夫鏈模型便能從各地景類型代表之網格中計算其轉變情形，最後進行地景變遷發展之模擬（詳見下圖 3-1）。

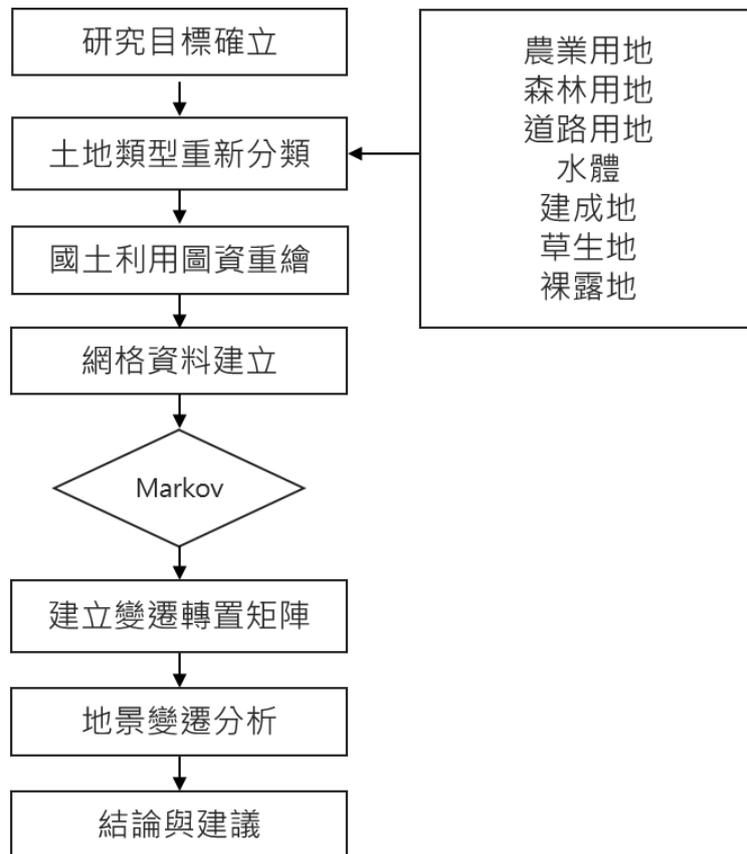


圖 3-1 研究架構圖

第二節、研究工具與相關資料

一、研究工具

本研究利用之研究工具分別為 ArcGIS 10 與 IDRISI 17.0 兩軟體，而馬可夫鏈模型等地景分析模型即包含於 IDRISI 17.0 的軟件其中，以下針對兩者分別進行詳細介紹。

(一) ArcGis 10

ArcGIS 為美國環境系統研究所公司 (Environmental Systems Research Institute, Inc., ESRI) 出品的地理資訊系統系列軟體總稱，軟體下是由許多功能組件所構成，最新版本 10.5 已於 2016 年 12 月發行，而本研究所使用之版本為 2010 年發行之第十版 ArcGIS 10.0。在前述所提及之組件中，ArcMap 為最基本、最主要的應用程式組件，其具有處理地圖資料的所有功能，包括展示、地圖空間分析、編輯與製圖等等 (周天穎等, 2016)。

目前 ArcGIS 已經被廣泛的運用於商業統計分析，例如房地產、銀行業等等；政府部門有如公共工程、都市規劃、土地管理等；環境資源管理部分，天氣預測、林業管理、海洋資源分析、環境保管理等；公共安全部分有災害管理、救難應變；另有運輸方面之公共交通、機場航站分析等部分。

(二) IDRISI 17

IDRISI 為美國克拉克大學的克拉克實驗室 (Clark Labs, Clark University) 所開發之軟體，該實驗室為 Ronald Eastman 博士於 1987 年所創立，該實驗室致力於研究和開發地理空間技術，為地球系統動力學、環境管理、永續資源開發和公平資源分配做出有效和負責任的決策。IDRISI 於第 18 版時已更名為 TerrSet，並在 2017 年 2 月發布最新版本 TerrSet 18.3，其可支援地理的統計分析、模型建置、圖像處理、決策支持系統。主要研究利用有如土地變化的建模與預測、碳排放模型、物種相關分析、永續價值之生態評估、氣候變化模擬以及地球變化趨勢模擬等等。

IDRISI 軟體本身內建有許多模組以方便研究者進行其決策與評估，其中包含了一些統計分析運算模式，如模糊理論 (Fuzzy)、權重分析 (Weight)、多準則評估 (Multi-criteria Evaluation, MCE)；另有許多地景變遷相關分析模型可供研究者依據研究目的使用，如土地變遷建模 (Land Change Modeler)、地球趨勢建模 (Earth Trends Modeler)、馬可夫模型 (Markov)、馬可夫細胞自動機模型

(CA-Markov) 等。IDRISI 本身之資料可與 ArcGIS 相互通用，本研究主要也是使用 IDRISI 中之馬可夫鏈模型進行後續之地景變遷分析預測。

二、研究相關圖資

本研究為探討大坑風景特定區之地景變遷，建構變遷模型則需利用到兩個不同年份圖資，研究選定 2008 年以及 2014 年之國土利用調查成果圖。而大坑風景特定區橫跨圖幅有 11 張，其中圖幅「軍功寮」部份為 2013 年所測繪，本研究依照現況實際情形研判土地利用並將其納入，並重新繪製土地利用分類（圖幅示意如下圖 3-2）。

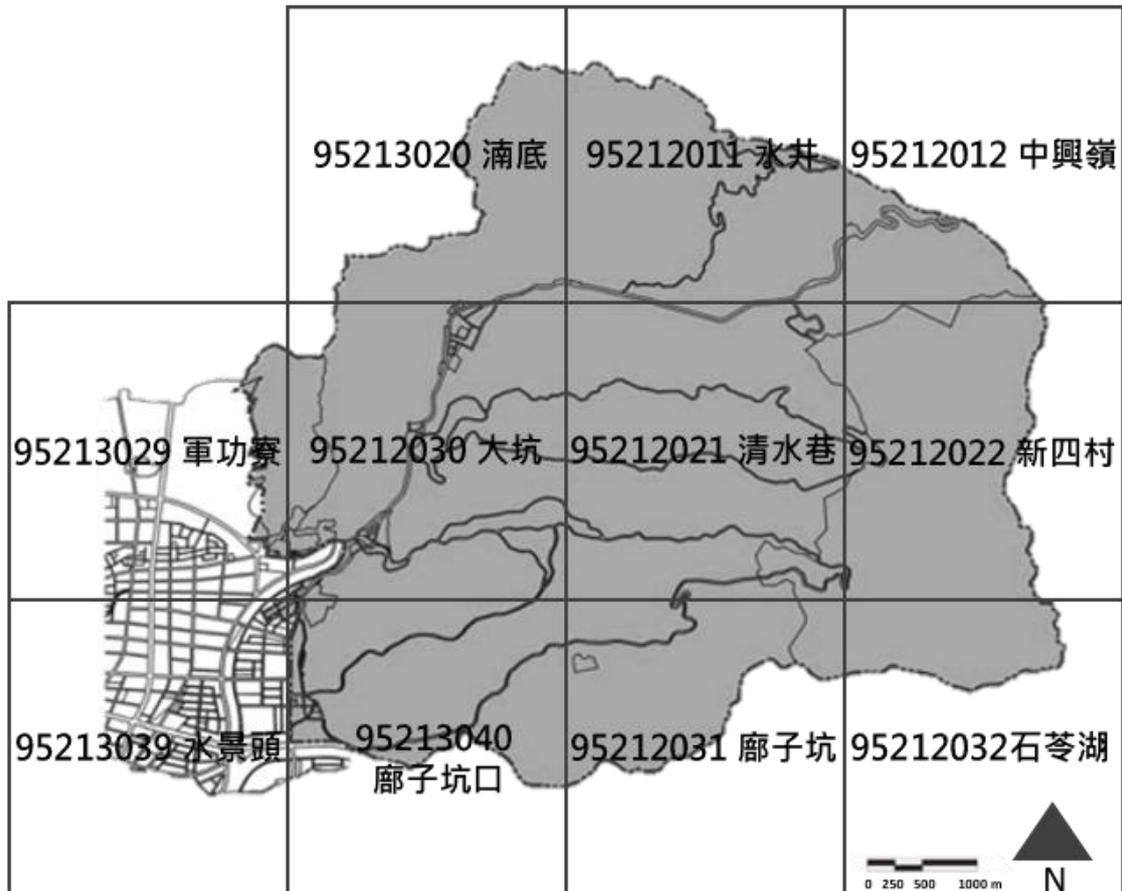


圖 3-2 1/5000 圖幅示意圖（本研究繪製）

2008 年至 2014 年度之國土利用調查成果圖分類系統共分為三級，其依據內政部 2006 年訂定「土地使用分類系統表」辦理至第 3 級分類作業，第 1 級分為 9 大類，第 2 級就第 1 級之劃分再細分 41 類、第 3 級則就第 2 級之架構再分為稻作等 103 類，均分別給予編碼並闡明第 3 級分類項目之說明（詳如下頁圖 3-3）。而本研究討論的主題為都市發展擴張對於地景變遷的影響，其無須依照內政部三級分類系統有如此詳盡之土地利用分類，例如將住宅、商業、倉儲、政府機關、學校等建成區土地利用劃為同一類型、水體、道路類型統一、農林地之耕作方式以及植物類型等細項簡化，以利於本研究對於地景類型變化之變動，因此本研究將國土利用調查成果圖資之土地利用類型重新整理分類。

本研究原則上是以原國土利用分類表的第一級分類為研判標準，並依據過去國內相關研究主題的分類方式以及大坑地區現況土地利用圖資之判讀為輔，研究中將範圍內之土地利用類型細項重新歸納，分類為農業用地、森林用地、水體、草生地、裸露地、建成地、交通用地七大類。其中，農業用地包含各式旱稻作、菜園、果園、農場、畜牧、溫室及廢耕地等；森林用地則是有如區內各式之天然、人工竹林、闊葉林等；水體方面有河流、溝渠、蓄水池等；草生地例如自然草生地、公園綠地等；裸露地部份，崩塌地、裸露空地、人工改變中土地等；建成地含括住宅、商業、各類機關用地、各類公共設施、倉儲等等以建築為主體之土地；最後，交通用地本研究範圍以一般道路為主（詳如下頁表 3-1）。

代碼	類別_1	R	G	B	色塊
01	農業使用土地	102	255	000	
0101	農作	102	255	000	
010101	稻作	102	255	000	
010102	旱作	051	255	102	
010103	農耕地	000	255	102	
010104	農耕地	204	255	102	
0102	水產養殖	204	255	204	
010200	水產養殖	204	255	204	
0103	畜牧	153	255	102	
010301	畜牧舍	153	255	051	
010302	牧場	000	255	051	
0104	農業附管設施	204	255	000	
010401	溫室	204	255	102	
010402	倉儲設施	102	255	153	
010403	農業品展覽場	102	255	051	
010404	其他設施	102	255	102	

代碼	類別_2	R	G	B	色塊
02	森林使用土地	000	153	000	
0201	天然林	000	153	000	
020101	天然針葉樹林	051	204	153	
020102	天然闊葉樹林	051	204	051	
020103	天然竹林	102	204	000	
020104	天然竹筴間葉混生林	000	204	000	
0202	人工林	051	153	000	
020201	人工針葉樹林	051	153	000	
020202	人工闊葉樹林	051	204	000	
020203	人工竹筴混生林	153	204	102	
020204	人工竹筴混生林	000	153	102	
0203	其他森林使用土地	000	153	051	
020301	苗木苗圃	204	204	153	
020302	防天蟻	051	255	000	
020304	土埆	204	153	000	

代碼	類別_3	R	G	B	色塊
03	交通使用土地	255	153	153	
0301	機場	051	000	255	
030100	機場	051	000	255	
0302	鐵路	255	051	255	
030201	一般鐵路	255	051	255	
030202	高速鐵路	255	000	255	
030203	鐵路相關設施	255	102	255	
0303	道路	255	153	153	
030301	國道	255	051	051	
030302	省道、快速道路	255	102	102	
030303	一般道路	255	153	153	
030304	道路相關設施	204	204	204	
0304	港口	255	051	204	
030401	商港	255	000	204	
030402	漁港	255	000	153	
030403	專用港	255	051	153	
030404	其他港口相關設施	255	051	102	

代碼	類別_4	R	G	B	色塊
04	水利使用土地	051	051	255	
0401	河道	051	051	255	
040101	河川	051	051	255	
040102	減河	000	051	204	
040103	運河	000	102	255	
040104	堤防	255	255	102	
0402	溝渠	051	102	255	
040200	溝渠	051	102	255	
0403	蓄水池	102	153	204	
040301	水庫	000	000	102	
040302	塘田	000	000	255	
040303	其他蓄水池	000	000	153	
040304	人工湖	000	051	204	
0404	水運沙洲灘地	204	153	051	
0405	水利構造物	204	153	051	
040501	水閘門	051	051	102	
040502	抽水站	051	051	102	
040503	水庫壩	102	102	051	
040504	地下取水井	000	000	102	
040505	其他設施	000	051	255	
0406	防浪道路	153	153	102	
040600	防浪道路	153	153	102	
0407	海面	000	000	204	
040700	海面	000	000	204	

代碼	類別_5	R	G	B	色塊
05	建築使用土地	255	255	000	
0501	商業	255	000	000	
050101	零售批發	255	000	000	
050102	服務業	204	000	000	
0502	住宅	255	255	000	
050201	純住宅	255	255	000	
050202	非工業使用住宅	295	204	000	
050203	商業使用住宅	204	000	102	
050204	其他使用住宅	255	255	051	
0503	工業	204	102	000	
050301	製造業	204	102	000	
050302	倉庫	255	153	000	
0504	其他建築用地	153	102	000	
050401	宗教	051	000	204	
050402	醫療設施	255	255	255	
050403	葬墓中	255	204	102	
050404	其他	153	102	000	

代碼	類別_6	R	G	B	色塊
06	公共設施使用土地	204	000	204	
0601	政府機關	204	000	204	
060100	政府機關	204	000	204	
0602	學校	153	000	153	
060201	幼稚園	204	153	204	
060202	小學	153	000	153	
060203	中學	153	000	204	
060204	大學院校	204	000	255	
060205	特種學校	153	051	204	
0603	醫療保健	000	102	204	
060300	醫院保健	000	102	204	
0604	社會福利設施	255	153	255	
060400	社會福利設施	255	153	255	
0605	公用設備	000	204	204	
060501	氣象	000	255	255	
060502	電力	051	255	255	
060503	瓦斯	102	255	255	
060504	自來水	000	204	255	
060505	加油站	204	051	051	
0606	環保設施	153	255	255	
060600	環保設施	153	255	255	

代碼	類別_7	R	G	B	色塊
07	遊憩使用土地	000	051	000	
0701	文化設施	204	204	000	
070101	法定文化資產	204	204	000	
070102	一般文化設施	153	153	000	
070103	其他文化設施	204	204	102	
0702	休閒設施	000	204	051	
070201	公園綠地廣場	000	204	051	
070202	遊樂場所	255	102	253	
070203	體育場所	204	204	255	

代碼	類別_8	R	G	B	色塊
08	停車場使用土地	102	051	102	
0801	停車場	051	000	000	
080101	停車場	051	000	000	
080102	停車場相關設施	153	102	051	
0802	土石	102	051	102	
080201	土石採取場	102	051	102	
080202	土石相關設施	153	102	153	
0803	鹽業	153	153	204	
080301	鹽田	153	153	204	
080302	鹽業相關設施	153	153	255	

代碼	類別_9	R	G	B	色塊
09	其他使用土地	051	051	051	
0901	軍事用地	204	051	255	
090100	軍事用地	204	051	255	
0902	漁地	000	204	102	
090200	漁地	000	204	102	
0903	草生地	051	204	102	
090300	草生地	051	204	102	
0904	鐵路地	102	051	000	
090401	鐵路地	102	051	000	
090402	鐵路地	102	102	000	
090403	鐵路	204	102	051	
090404	鐵路空地	204	102	102	
0905	鹽業用地	153	153	051	
090500	鹽業用地	153	153	051	
0906	災害地	000	000	000	
090600	災害地	000	000	000	
0907	營造剩餘土石方	051	051	051	
090700	營造剩餘土石方	051	051	051	
0908	未使用地	255	255	204	
090801	未使用地	204	204	051	
090802	人工改變中土地	204	153	102	
090803	湖澤乾	153	000	051	

圖 3-3 2006-2015 年度國土利用調查分類 (內政部國土測繪中心)

表 3-1 土地利用分類表

編號	類型	細項
1	農業用地	早作、稻作、菜園、果園、農場、畜禽舍、牧場、溫室、廢耕地等
2	森林用地	天然及人工之竹林、闊葉林等
3	水體	河流、溝渠、蓄水池等
4	草生地	自然草生地、公園綠地等
5	裸露地	崩塌地、裸露空地、人工改變中土地等
6	建成地	住宅、商業、宗教、倉儲、工業用地、機關用地、學校用地、停車場用地、加油站、環保設施、水利構造物、其他公共設施等
7	道路用地	一般道路等

資料來源：本研究整理

第三節、馬可夫鍊模型設定

如本章第二節所述，以馬可夫鍊模型進行地景變遷模擬時，所需使用軟體有 ArcGIS 及 IDRISI 兩者。其中，ArcGIS 屬前置作業上的操作，首先須先將 2008 及 2014 兩年度之國土利用調查圖資匯入，重新歸納其土地利用分類，之後將檔案網格化並轉檔至 IDRISI 之中。至此，後續地景變遷模型建構皆以 IDRISI 進行操作，此時模型中的土地資料將會分別經過馬可夫鍊的分析，產出土地轉置矩陣、土地轉換面積表，得出矩陣後便能分析地景的轉變情形。本研究後續也會進行實際調查，釐清地景變遷原因，後續方能進行未來地景變遷預測（整體模型架構如下圖 3-4）。

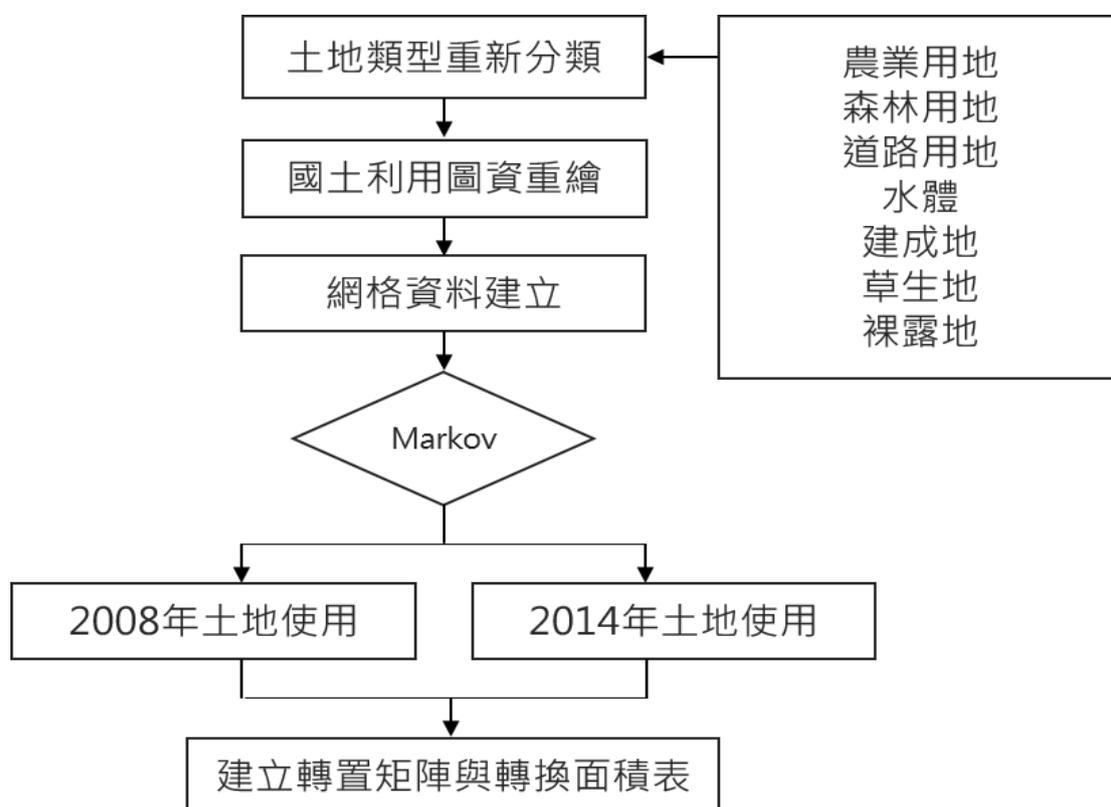


圖 3-4 模型架構圖

一、ArcGIS 圖檔資料前置作業

如前述所示，圖檔資料須匯入 ArcGIS 進行前置作業，方能以 IDRISI 運作，而其圖檔的建置主要有三大步驟，如下。首先，本研究分別於 ArcGIS 匯入 2008 與 2014 年之國土利用調查圖，且有鑑於過去國土利用圖檔建檔細緻度問題，本研究以正射影像圖套疊比對現況實際使用，重新繪製其細節；其次，繪製完圖資後，將先前章節歸納之七種土地利用類型，重新套用於兩年份國土利用圖之中，便完成圖資的整理與分類。最後，兩年份圖資全數處理完後將其以 ArcGIS 網格化並轉為 ASCII 檔，而後將圖檔匯入 IDRIS，到此步驟便完成前置作業。

網格化設定方面，其尺度大小會影響到研究的精準度。探討過去國內外文獻對於範圍面積與地景類型的差異有不同的網格尺度設定，張永葵(2006)便測驗不同網格尺度對於都市擴張預測之影響，發現網格尺度越小越符合其研究範圍發展趨勢。本研究根據過去文獻回顧，為考慮整體模擬之準確性，最後決定以 10 公尺 X10 公尺網格（蕭宇昂，2012；鄒克萬等，2014）作為馬可夫鏈模型之單一細胞單元。

二、馬可夫鏈模型運行概念

（一）地景類型判讀

如研究架構所示，馬可夫鏈模型主要重點在於地景類型的判讀與分類，一般而言地景類型的劃分依據研究主題而定，本研究是為探討都市擴張對於地景的影響，所以將地景劃分為農業用地、森林用地、道路用地、水體、建成區、草生地、裸露地七項目，以分析地景變遷。

（二）馬可夫鏈之土地利用轉置矩陣

如文獻回顧部份所述，馬可夫鏈之轉置矩陣可計算不同土地利用類型間的轉變機率，本研究重繪國土利用圖之後，將其輸入 IDRISI 來建立 2008 及 2014 兩年間土地利用之轉置機率以及轉置面積圖，並供後續研究之模擬步驟使用。其矩陣意義為計算不同土地利用別轉置為其他土地利用的機率，公式如下：

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & & P_{3n} \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & P_{nn} \end{bmatrix}$$

第四章 研究結果

本章節為研究設計的實證分析，如前一章節研究設計所說明，本研究利用 ArcGIS 10.0 以及 IDRISI 17 兩項地理資訊分析軟體進行農業用地、森林用地、道路用地、水體、建成地、草生地、裸露地七種地景類型之變遷模擬，而章節內容主要分為兩大部分，第一部分為研究範圍基本資料概述、相關研究圖資的展示以及圖資初步判定；第二部分則為馬可夫鏈模型對於研究範圍的實際測試結果，以及都市發展對於大坑地區地景變遷影響的分析論述。

第一節、研究範圍基本概述與研究相關圖資

一、大坑風景特定區概述

本研究之研究範圍以大坑風景特定區之計畫範圍為主，總面積約 3543.83 公頃，係屬都市計畫體系中的特定區計畫，並於 2014 年經內政部正式審議通過實施。研究範圍均位於山區，其中坡度屬三級坡以上者佔 56.2%，屬禁止開發地區，而區內產業以第一級產業為主，早期便受人類對地景之干擾，從早期大型遊樂設施的發展到現今之住宅開發建設為主，過程中面臨各種人為因素影響地景之變化，而本研究預計套用 2008 年與 2014 年的國體利用圖資，以馬可夫鏈模型分析之。

綜觀選擇馬可夫鏈模型於研究上的主要目的，是為計算土地的轉置機率與面積，探討大坑風景區近年來的地景變化趨勢，對於研究範圍進行地景變遷之分析，進而模擬未來的發展情形。

二、研究相關圖資

(一) 土地利用重新分類

進行地景變遷相關研究時，當屬圖資最為重要，其為模型分析判斷的依據，而此依據也因各研究的主題而不同，進而產製所需之圖層，以助於後續研究的進行。

如研究設計所述，本研究以 2008 年及 2014 年所測繪之國土利用調查圖為主要圖資，選取包含研究範圍在內之 11 張圖幅，將其 3 級國土分類重新分類為本研究欲探討之項目，分別為農地、林地、水體、建成地、道路用地、草生地及裸露地，共計七大項目（詳細圖資如下頁圖 4-1、圖 4-2）。

進行分析時，兩期圖資會由 ArcGIS 將向量圖檔轉為 ASCII 格式，以便匯入 IDRISI 轉存 .rst 格式，供後續馬可夫鏈模型進行土

地利用轉置分析，得出轉置機率圖以及轉置面積圖後即可進行後續分析，而探討變遷時也依分類後之土地利用圖變化為判別依據。

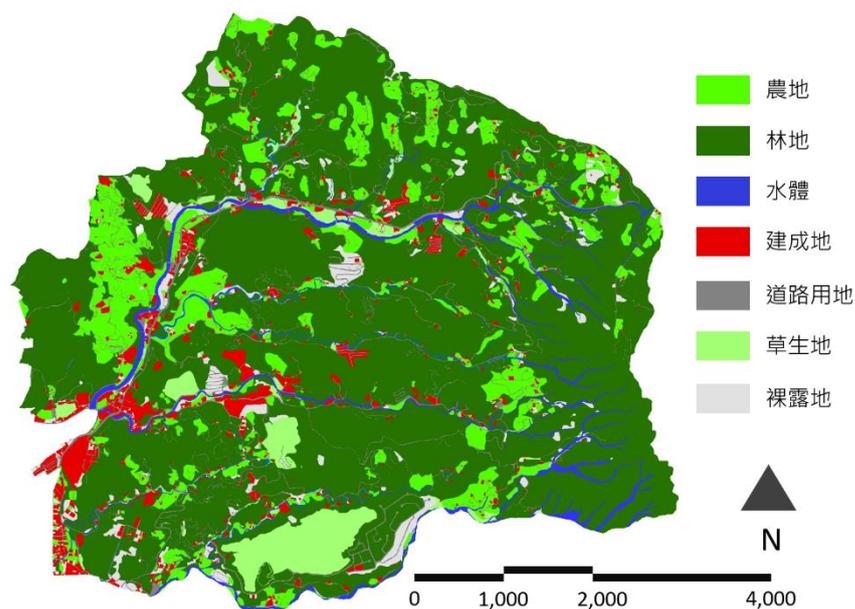


圖 4-1 2008 年大坑地區土地利用圖

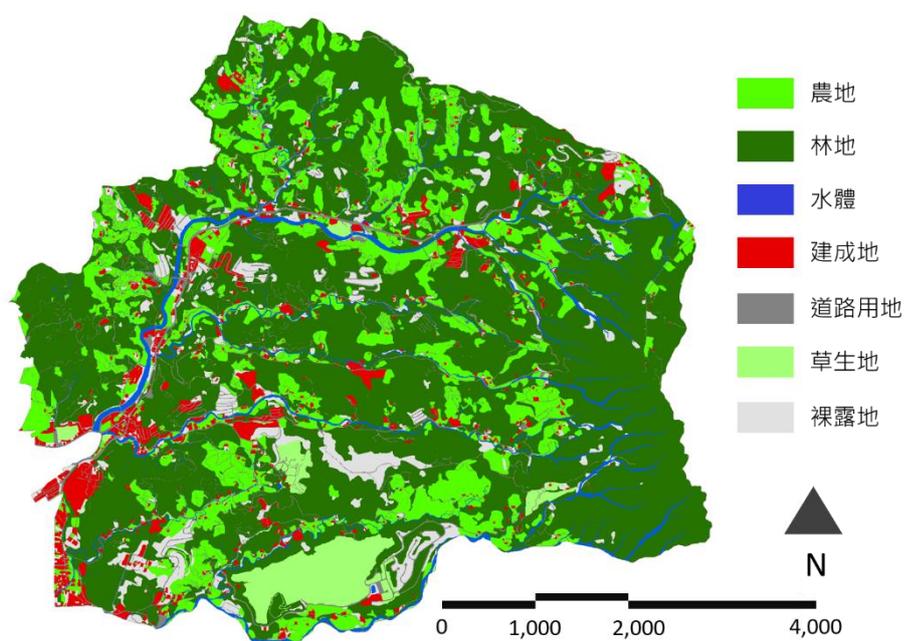


圖 4-2 2014 年大坑地區土地利用圖

(二) 兩年份地景變化初步分析

本研究整理完兩年份國土利用調查圖之後，本段首先先初步的解釋各圖層與判別圖層的變化量，並探討各圖層分析的目的性為何。(詳細圖資如 36 頁開始圖 4-3 至圖 4-16)。

其中農業用地的部分，雖趨於零散，但可看出六年間數量有明顯的增多情形，可見期間內有大量的土地開闢行為，後續馬可夫鏈也會得出農業用地的增加是由何種用地轉移為主。

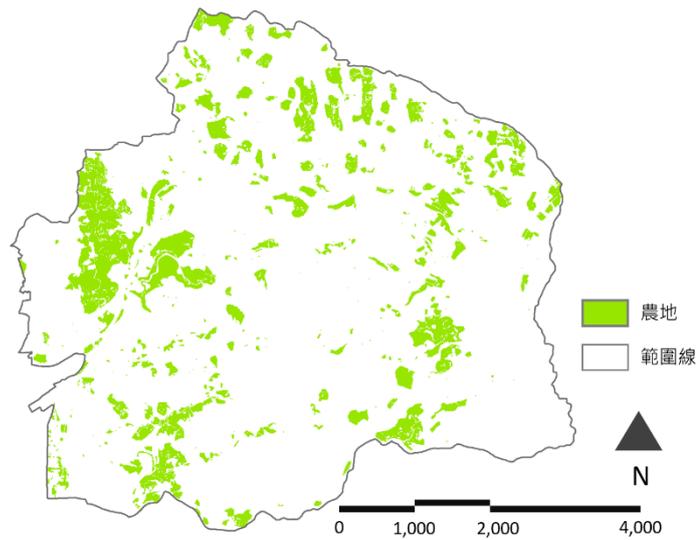


圖 4-3 2008 年農業用地

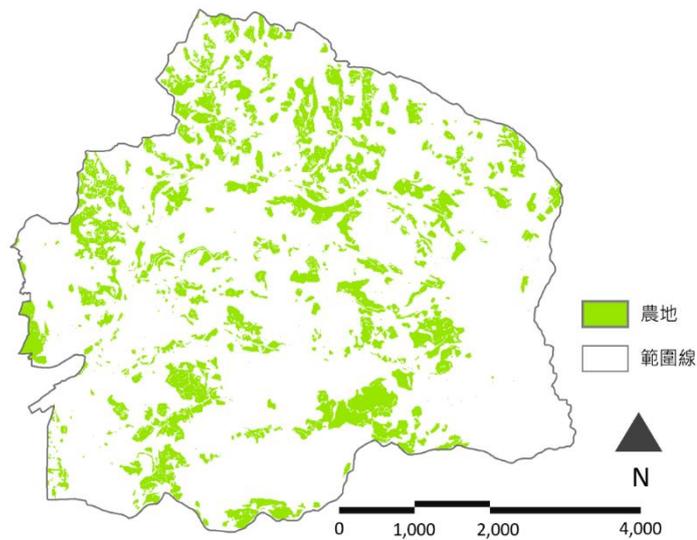


圖 4-4 2014 年農業用地

探討人為影響對於地景變遷的發展時，原有自然地景的轉變尤為重要，森林用地的部分也是本研究探討的核心點。當中可看出2014年時的森林用地相較於2008年破碎許多，而後續的分析也會進行地景轉移之探討，探討其變化趨勢為人為亦或其他因素所導致。

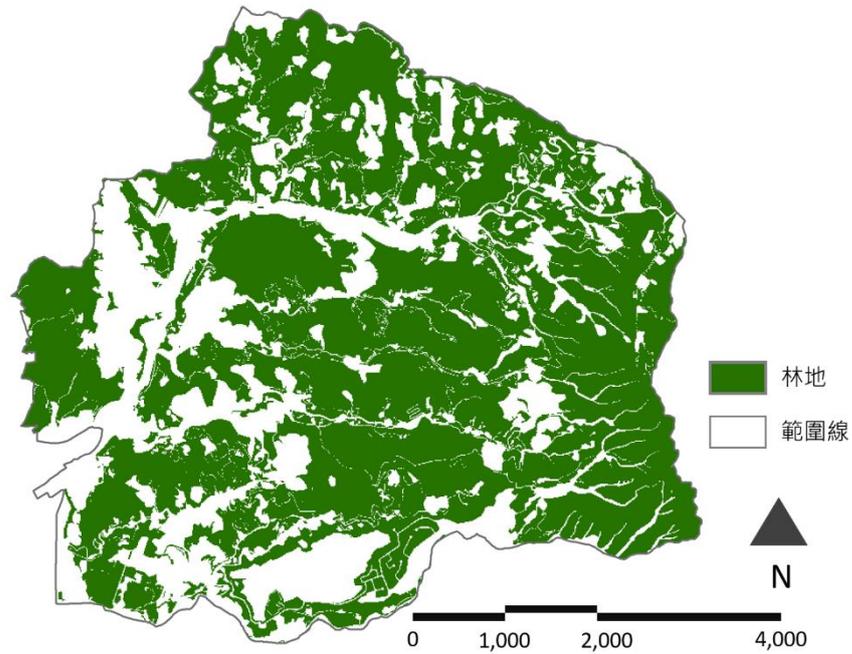


圖 4-5 2008 年森林用地圖層

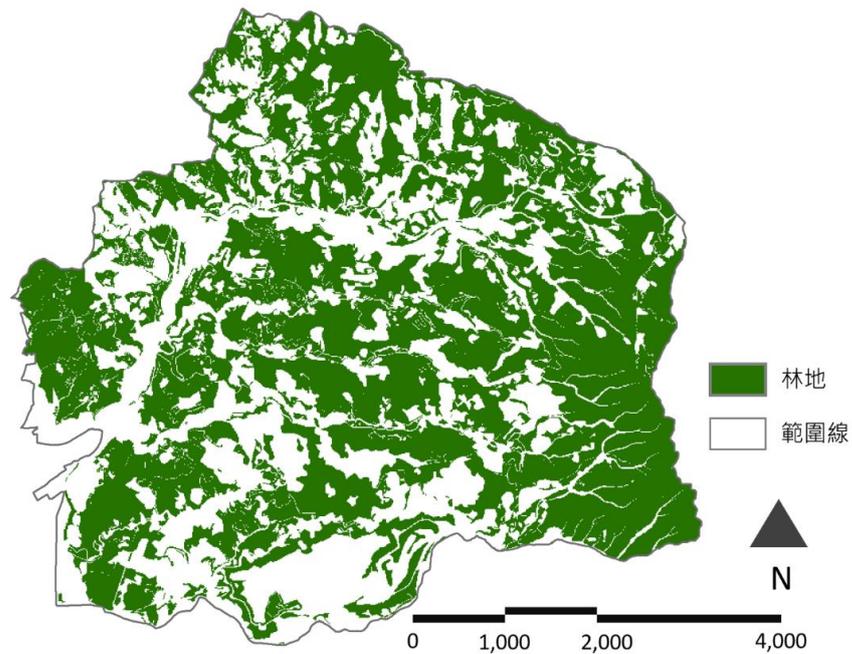


圖 4-6 2014 年森林用地圖層

道路用地的部分，一般道路的延伸即代表著可能的開發行為產生，可觀察到六年中有許多的次要道路從大坑地區的主要幹道旁延伸出去，而後續也將會結合馬可夫鏈模型綜合探討。

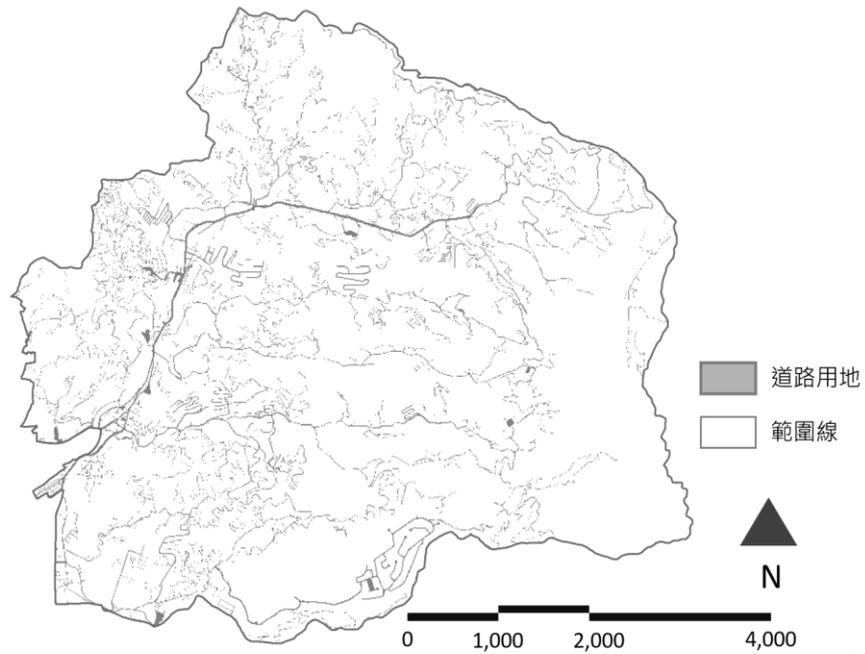


圖 4-7 2008 年道路用地圖層

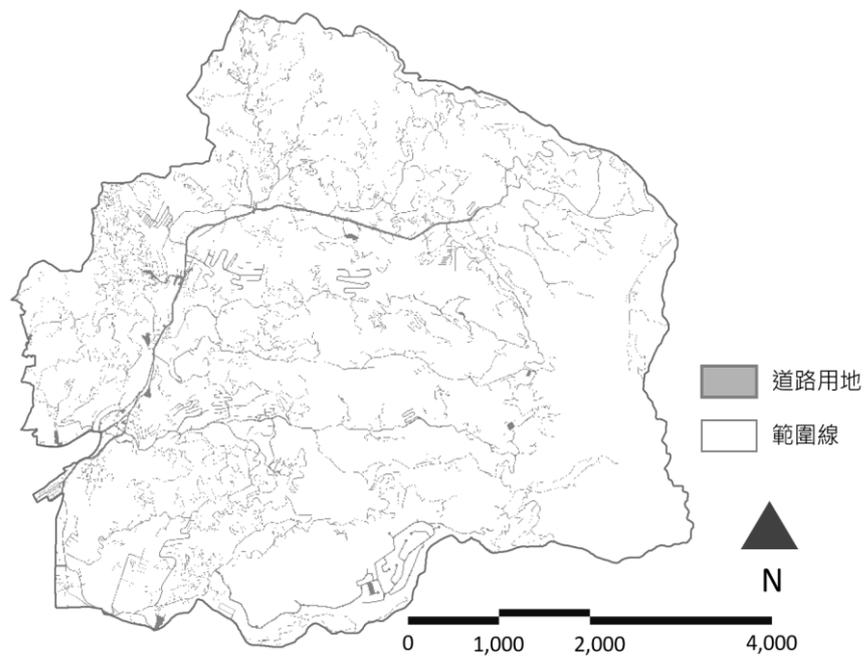


圖 4-8 2014 年道路用地圖層

水體的部分除了一些灌溉渠道及水池以外之人工水體，河川基本上就為禁止開發地區，也就是說探討都市發展時，此部分不在人為因素對地景變化影響的討論範圍內。另外，兩年份原國土利用調查圖資上繪製可能會有乾旱季之問題而造成面積上的差異。所以總結以上因素，水體在本研究中主要僅作為地景類型判讀之作用。

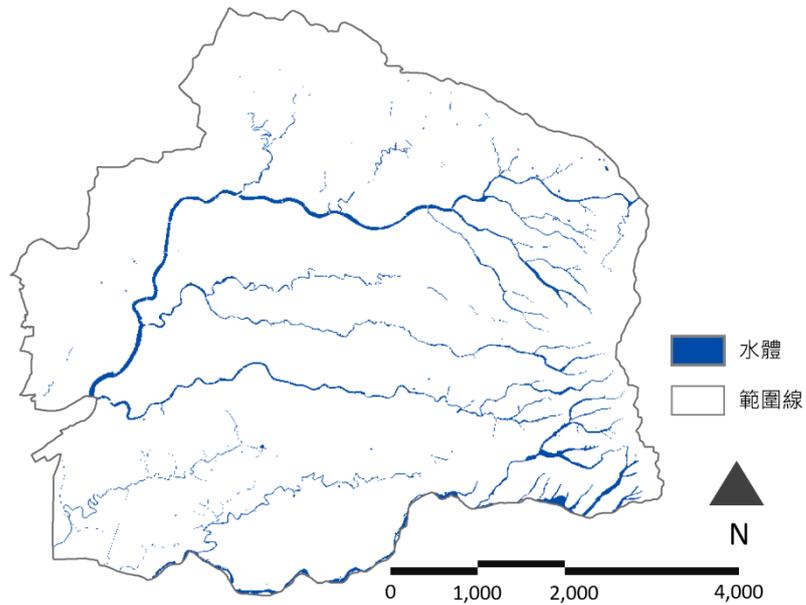


圖 4-9 2008 年水體圖層

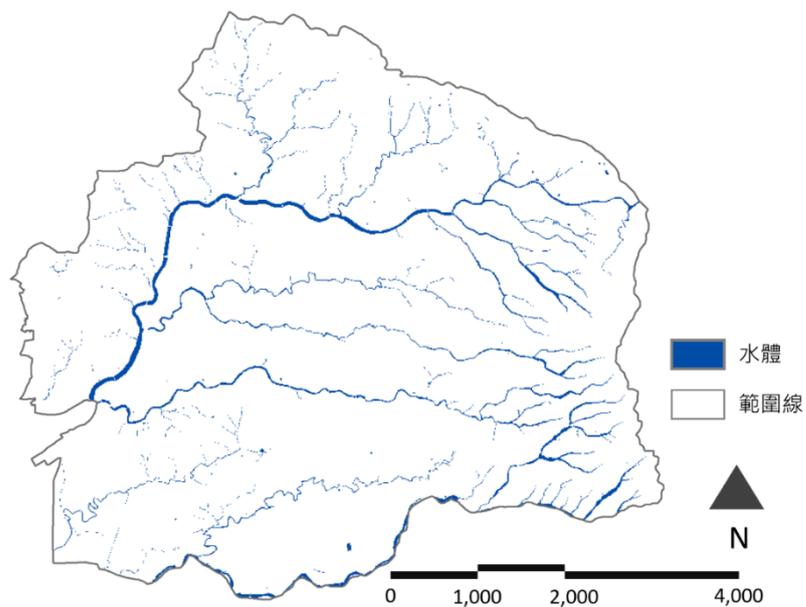


圖 4-10 2014 年水體圖層

建成地部分也是探討人為之都市發展的重要部分，建成地的增加代表著人類都市擴張的情形。如下圖，當中可大致看出大坑地區大致以東山路為發展軸的脈絡，其增長情形於後續之馬可夫鏈模型探討。

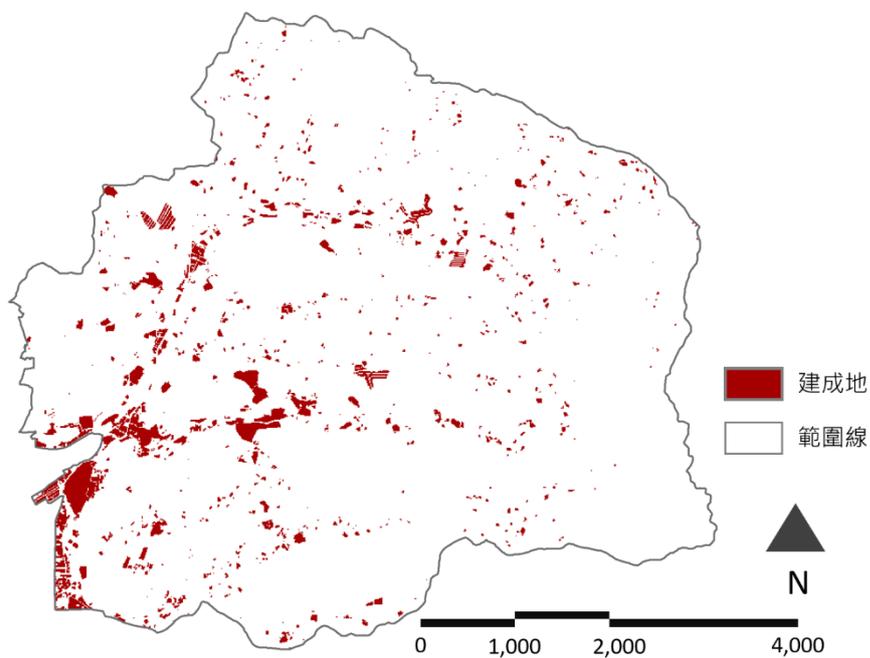


圖 4-11 2008 年建成地圖層

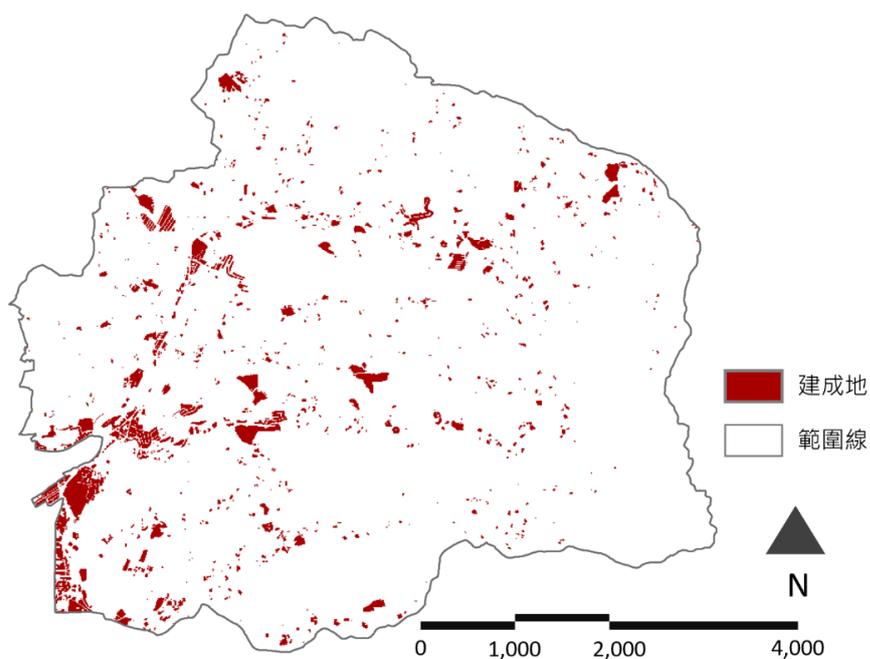


圖 4-12 2014 年建成地圖層

草生地部分本研究判定是以公園綠地及自然草地為主，其中自然草生地的部分如同過去相關文獻，比較需注意的點在於其是否因待開發之裸露地而暫時形成，此會連帶影響到對於人為開發的判定，而後於馬可夫鏈模型分析時探討。

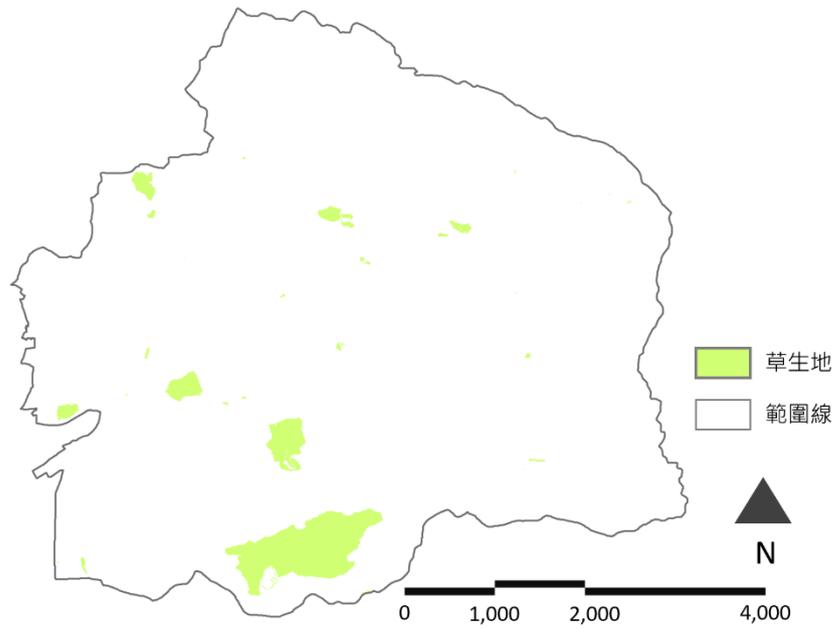


圖 4-13 2008 年草生地圖層

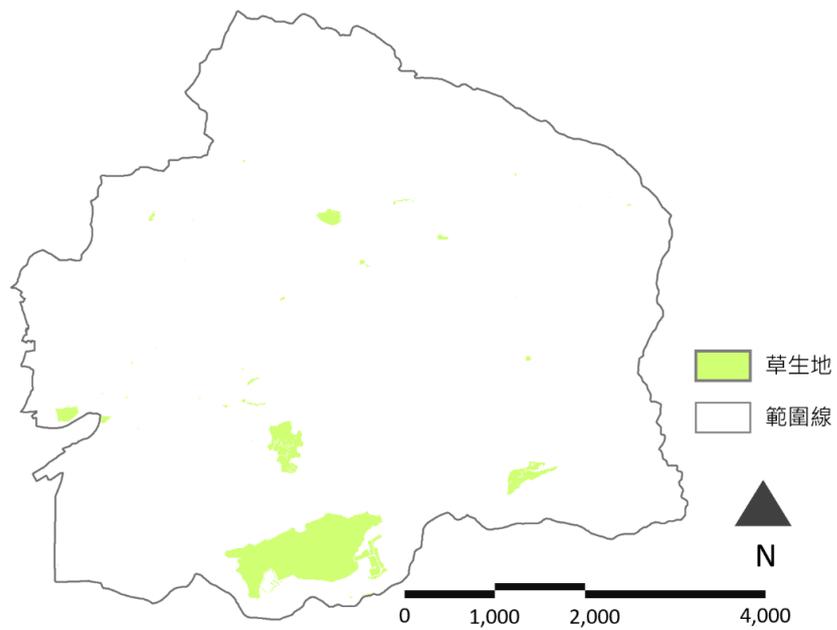


圖 4-14 2014 年草生地圖層

最後裸露地的部分來看，發現 2008 年至 2014 年期間有明顯且零散的的增加情形，而一般地景轉變為裸露地時可能會牽涉到兩種情況，一為天然災害所致、二為開發中土地，而此部分也會在後續結合馬可夫鏈模型進行討論。

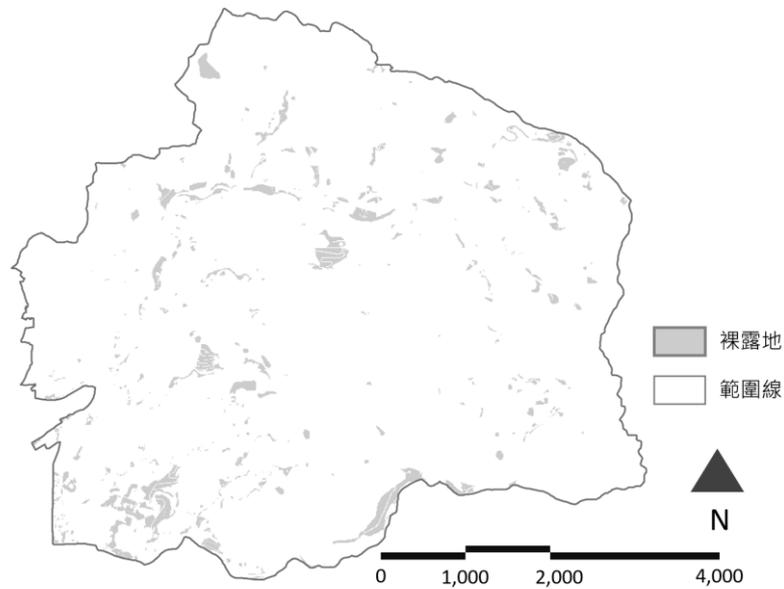


圖 4-15 2008 年裸露地圖層

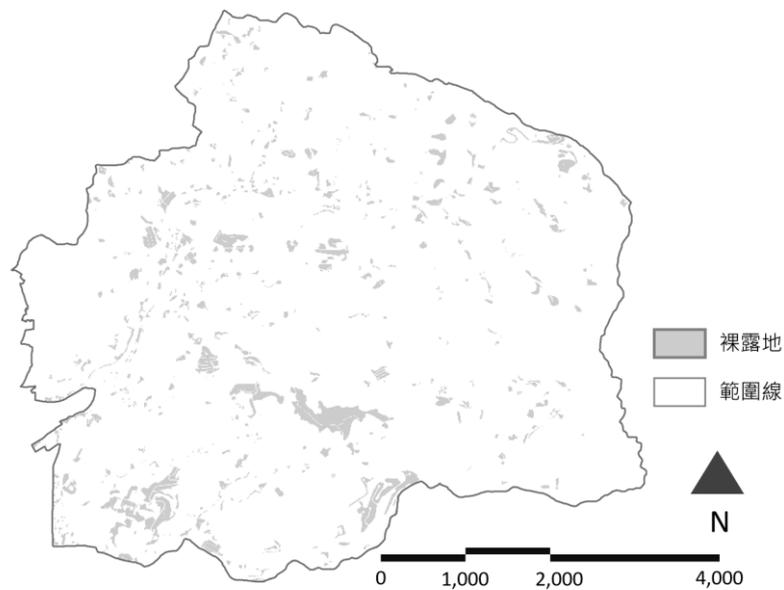


圖 4-16 2014 年裸露地圖層

第二節、地景變遷分析

如本研究之研究設計，以馬可夫鏈模型進行地景變遷分析時需分成兩大步驟，首先為馬可夫鏈之土地轉置矩陣與轉移面積之分析，而後進行變遷趨勢探討，之後方可分析都市擴張對於地景變遷的影響。以下分別進行研究結果討論。

一、馬可夫鏈之土地轉置矩陣

探討都市擴張對於地景變遷的影響之前須先以馬可夫鏈運算轉至矩陣，以得到各地景類型的轉變機率。因此，本研究以 2008 年與 2014 年之國土利用資料，將其轉為 10X10 之網格檔案，重新分類土地利用，共計農業用地、森林用地、水體、草生地、裸露地、建成地、道路用地七大類別。利用 IDRISI 將兩期土地利用圖資匯入，便可求得大坑地區六年間的地景轉換機率（詳如下表 4-3、下頁表 4-4）。

表 4-3 馬可夫鏈轉置機率表

地景類型	農業用地	森林用地	道路用地	水體	建成地	草生地	裸露地
農業用地	0.7222	0.2042	0.0182	0.0084	0.0146	0.0049	0.0275
森林用地	0.1186	0.8208	0.0113	0.0064	0.0045	0.0046	0.0338
道路用地	0.0468	0.0590	0.8387	0.0052	0.0244	0.0049	0.0211
水體	0.0303	0.0884	0.0060	0.8580	0.0014	0.0018	0.0141
建成地	0.0469	0.450	0.472	0.0023	0.8058	0.0099	0.0428
草生地	0.0066	0.0815	0.0290	0.0015	0.0579	0.8063	0.0172
裸露地	0.1082	0.1806	0.0215	0.0137	0.0409	0.0072	0.6280

資料來源：本研究繪製

由表 4-3 與表 4-4 可得知，基本上各類地景類型理論上維持原本型態之機率最高，而轉變不同類型的機率部份，各類型分開來看如下，農業用地以轉變為森林用地的機率最大，而裸露地次之，第三為道路用地；森林用地以轉變為農業用地的機率最大，裸露地次之，第三為道路用地；道路用地以轉變為森林用地的機率最大，農業用地次之，第三為建成地；水體以轉變為森林用地的機率最大，農業用地次之，第三為裸露地；建成地的部分，以轉變為道路用地的機率最高，農業用地次之，第三為森林用地；草地以轉變為森林用地機率最大，建成地次之，第三為道路用地；裸露地以轉變為森林用地最大，農業用地次之，第三為建成地。

表 4-4 馬可夫鏈轉置機率表（面積矩陣）

馬可夫鏈轉置機率表（面積矩陣） 單位：100 平方公尺

地景類型	農業用地	森林用地	道路用地	水體	建成地	草地	裸露地
農業用地	47457	13420	1199	549	961	322	1806
森林用地	24680	170841	2361	1327	940	959	7031
道路用地	881	1112	15811	99	459	92	397
水體	379	1105	75	10725	18	22	176
建成地	796	764	802	39	13678	168	727
草地	77	954	339	17	678	9431	202
裸露地	2215	3698	439	280	837	148	12861

資料來源：本研究繪製

從前述分析中可看出各類地景六年間的轉移機率情形，本研究以下加以探討兩年期地景的數量變化，其先由 IDRISI 軟體的網格量分析中計算兩年份圖資之網格數量（詳如下表 4-5）。

下表可看出地景類型增加量以農業用地增加幅度最為劇烈，六年內增加了 5%，其中多屬森林用地轉變而來；而森林用地則因多轉為農業用地、道路用地與裸露地而流失最為嚴重，於 2008 年時森林原佔總研究範圍面積的 66%，於 2014 年時減少了 7% 的面積，顯示著人為開闢的情形。而建成地的部分如馬可夫鏈顯示，主要的轉變以變更道路用地為主，此變化則與「台中市東山路縣道 129 拓寬工程」有關。另外裸露地也有顯著的增加情形，前一節地景初探時有提及，一般地景類型轉變為裸露地主要有兩種情況一是災害所致、二是開發中土地，此為單純以圖資計算時無法判別者，也就是說如為開發中的土地時代表其數年內會轉換為建成地，而此階段之裸露地則屬過渡時期，此會形成一些土地利用/地表變化分析模型預測上的限制，但如可證實為開發中所導致之裸露地便能判斷出都市發展對於一地之地景影響。雷祖強等（2003）進行都市土地利用變遷分析時，也特別針對此點進行說明。

表 4-5 兩年份網格類型數量表

年分	農業用地	森林用地	道路用地	水體	建成地	草生地	裸露地
2008	47518	233701	16427	11954	16688	12413	15660
2014	65715	208138	18851	12500	16974	11697	20478
小計	+18197	-25563	+2424	+546	+286	-716	+4818

資料來源：本研究繪製

二、地景變遷趨勢分析

前段落馬可夫鏈模型分析結束，本研究為探討都市發展擴張產生的影響時便要了解其地景變遷趨勢。如文獻回顧所述，一地之地景為地表一切覆蓋物所組成，包含著河川、大海、動植物，以及各式人造物所構成。近年來隨著人類文明的發展，人類對地景能產生的改變也越來越大，其因各地不盡相同的環境條件而產生不同的交織。在此定義之下，Marcucci (2000) 所歸納的地景變遷影響因素便能套用於大坑風景區，來探討區內地景受到的影響趨勢為何。

Marcucci (2000) 於研究中定義地景變遷的影響因素有五大類，分別為地貌過程、氣候變化、拓殖模式、干擾、人文影響，以下將分別說明。五大分類中的前兩項目，地貌過程、氣候變化都屬數十年到數萬年的地景變遷模式，本研究僅為探討六年中的的景變化因此不適用於本研究。拓殖模式中的人為媒介產生的影響便能顯示於近年來大坑地區的土地開發上，而人口變化方面，雖然大坑地區近十幾年來呈現正成長，但並不能很直接的反應出六年中人口變化與地景變遷的關聯性。

基於上述分析，本研究欲探討之分類是以最下層之兩大類別為主，分別為干擾與人文影響，此些分類大致可歸納分為兩個部分，分別為天災之自然干擾與人類活動對於地景的影響，兩者的共通點在於其影響地景變化的時間都屬較短。首先，天災的部分，六年來大坑地區並無特別重大之天災影響，因此在段落不予討論。而干擾的其餘項目經探討後是以農業活動、郊區化與道路開闢為主，以下分別敘述：

(一) 農業用地的增長：

如馬可夫鏈模型分析結果，六年來屬農業用地增加最多，主要是以種植作物之地理條件適宜為主。本研究以電話訪談台中地區農會大坑辦事處古理事，其說明了近年來大坑地區以自耕農的增加為主，其數量增長便直接顯現於土地利用的變化上。

經由臺中市北屯區統計顯示，近年來大坑地區主要的經濟作物有三種，分別為文心蘭、麻竹筍、柑橘，其中文心蘭的外銷總量更是全國各產銷班之最；柑橘也是大坑的大宗之一，自民國六十年來之柑農研究班更是帶動了柑桔產業的發展。

大坑風景區之一級產業在地景的呈現上也因地形而有所不同，平地部分是以稻作、花卉及蔬果為主；而坡地則是以竹筍與果樹為眾。

（二）道路開闢帶來之影響：

道路開闢的部分，大坑地區主要道路為連接臺中市區與新社區的東山路，近年來的 129 線拓寬計畫也是重大的人為影響。在都市發展中，建成物主要也是伴隨著道路的兩旁進行發展，即可看出也顯現著道路對於發展建設的重要性。

歸納過去的文獻可得知，郊區化的分布與影響情形往往伴隨著道路的開闢而產生，當通往市中心的路網日漸發達時，大坑地區的住宅社區群近年來也油然而生。

（三）政治/土地管理與開發模式：

Marcucci 文獻中人文影響的部分皆是以人類的活動行為為主，其中政治/土地管理與市鎮開發模式便是影響人類對於土地開發最決定性的影響，從文獻回顧的大坑風景區發展歷程以及都市發展議題中都有提及，都市計畫在土地開發中扮演著先導的角色，關於大坑風景特定區的擬定也是本研究於下一段落要探討的主要內容。

（四）文化價值：

文化價值本研究認為是在於地區的政策定位與認知層面，大坑風景區從早期以觀光休閒為導向的開發模式，就影響著地區內的開闢行為，當時是以大型遊樂產業為主。十餘年後遊樂園的沒落便面臨到原有休閒產業的轉型，而遊樂園原址之地景也可能因年久荒廢而產生改變。

現今以休閒農園為主與自耕農的增加，到風景特定區的設立都顯現著地區文化認知上的一種轉變，從發展定位到地區本身的特性都是影響地方文化價值的因素，近年來的建設以住宅開發為主更是尤為明顯，可見文化價值對於一地發展的影響力。

（五）交通運輸發展：

交通運輸發展也牽涉到前述之道路開闢層面，但最明顯的還是近年來私人交通工具與大眾運輸的發達，其配合周圍 74 號快速道路等日漸完熟的道路設施，也影響著大坑地區與周邊重劃區的開發情形。

（六）經濟活動：

經濟活動也跟地方上的發展定位有所關聯，現今大坑風景區經濟活動最為活絡的地段則為大坑地震公園與 9-10 號步道周圍之東山路段，政府於 1980 年代以來的登山步道開闢，至今仍影響的周遭

的產業活動。大坑風景區目前屬遊憩活動所引入的周邊相關產業進駐為主，當中面臨的問題是當有更多的活動引入時，也相對會因觀光產業所衍生的人口數來增加基礎設施的需求，進而引發更多的土地開發行為。

三、2008 年至 2014 年間都市擴張對於大坑地區地景之影響

雖然本研究為獨立探討大坑風景區近年來的發展，但整體臺中市的都市擴張與大坑風景區的開發脫離不了關係，如本研究於第二章大坑風景特定區發展歷程與臺中市發展中所描述，1970 年代的臺中市擴大都市計畫，帶動了臺中市外圍北屯、西屯、南屯區的開發計畫，大坑風景區也於此時實施都市計畫，並開啟了一連串以觀光休閒為導向的開發路程。

回顧 1990 年以前的發展，早期大坑地區的政策主要是以觀光遊憩為開發主軸，也造就了幾處有如亞哥花園、卡多里樂園、東山樂園、臺中國際高爾夫球場等大型遊樂設施的興起。之後為了因應外來人潮陸續開始有了基礎建設的開發行為，而當基礎建設逐漸完善時，也連帶地吸引一些住戶與周邊產業進駐，當中以東山路圓環周圍的發展最為明顯。而後大坑地區又開始發展許多的住宅別墅群，更多的土地開闢也導致了森林地景的破碎化，此時大坑地區大致沿東山路周遭發展的脈絡已然定型。

近年來大坑地區的主要發展政策始於大坑風景特定區的擬定開始看起，也就是 2003 年至今之地方政府積極投入階段，其首先於 1989 年之臺中市擴大都市計畫（大坑風景地區）主要計畫（第一次通盤檢討）案完成後，依照都市計畫法第十二條：「為發展工業或為保持優美風景或因其他目的而劃設之特定地區，應擬定特定區計畫」而確立往後風景特定區之導向。

往後的幾年之間，大坑風景區先歷經了九二一大地震後的政策停擺，直到 2000 年大坑的未來才重新受到了重視。雖然台中市政府直至 2006 年才委外辦理計畫，2009 年進行內政部都市計畫委員會第 712 次會議，而後因 10 月 15 日因計畫大幅變動，乃至於決議辦理第二次公開展覽，最後 2014 年 1 月 28 日才由內政部都市計畫委員會第 820 次會議審議通過擬定臺中市大坑風景特定區計畫案，前後隔了有七年之久。但無疑的大坑風景特定區的劃設深深影響了大坑地區未來的地景走向。都市計畫一直是作為開發上的先行角色，因此本研究也從此方面著手去探討都市發展對於地景變遷之影響，後續也會詳細分析大坑風景區近年地景變遷的主因為何（2007 年至今大坑地區重大事件詳如下頁表 4-6）。

表 4-6 大坑風景特定區計畫實質規劃階段事件表一覽

大坑風景 特定區實 質規畫階 段事件表	2006 年- 至今	2006 年大坑風景特定區計畫進入實質規劃階段 2007 年 4 月 4 日辦理大坑風景特定區第一次公開展覽 2007 年 12 月 20 日計畫案經由臺中市都市計畫委員會審議通過 2008 年臺中市擴大都市計畫(大坑風景地區)主要計畫(第二次通盤檢討)案 2009 年 8 月 11 日進行內政部都市計畫委員會第 712 次會議審議 2009 年 10 月 15 日大坑風景特定區辦理第二次公開展覽 2014 年 1 月 28 日內政部都市計畫委員會第 820 次會議審議，大坑風景特定區計畫正式通過
------------------------------	---------------	---

資料來源：本研究整理（廖俊松、許珈錚，2008；陳嘉欣，2012）

如同文獻回顧當中都市發展議題所論述，都市乃是以人為主體，人數的多寡決定了地方上住宅區及相關基礎設施的發展，而當大坑風景特定區之都市計畫以人口推算調高大坑地區人口上限，以至於區內住宅區面積需求的增加時，大坑地區的原有地景就會因開發而改變。從大坑地區過去逐年的人口資料可看出近年來大坑人口皆為正成長，截至 2008 年時為 10287 人，大坑風景特定區計畫案當中以 15000 人設定為計畫人口，並以此為用地劃設依據訂定住宅區、學校用地、公園綠地、停車場用地等面積，其中以建成區土地來看，計畫中建成地屬住宅區的增減最為可觀，原有住宅區土地於風景特定區計畫中變更為特一種住宅區，總數不變；而依開發許可審查要點取得開發許可並已申請開發之一般住宅、住宅別墅等項目則劃設為特二種住宅區，面積高達 374.70 公頃。以此，大坑地區獨立自成都市計畫後的地景變遷，便會繼續反映於後續幾年間的開發行為上。也因此，為了配合計畫人口增長的不足用地需求，未來大坑風景地區將會有更多的地景面臨著人類發展而導致變遷的問題。

如前述所示，在馬可夫鏈模型的分析下，六年來大坑地區之建成地部分雖然沒有很明顯的增長情形，但在大坑風景特定區正式擬定後，便可結合道路與裸露地的大幅增加問題，去探討地景變遷影響因素的議題及其與計畫的關聯性。因此，於探討都市擴張對於地景變遷影響的議題當中，本研究加以釐清裸露地大幅增加的原因，即是否為人為之開發中土地，此為一般國土利用調查圖圖面上之限制，且大多數土地利用/地表變化分析模型是以分析兩

個年期以上地景變化而預測推估後續發展情形，裸露地如屬開發中之過渡性質便會影響模型後續的預測結果。

本研究對照圖資中幾處裸露地與大坑風景特定區計畫中變更住宅區的位置，於2017年3月、2017年12月與2018年1月分別前往實地探查三處地區（分別為47頁的圖4-17 大坑風景區開發中土地之一（橫坑巷與北坑巷周遭地區）、48頁的圖4-18 大坑風景區開發中土地之二（高爾夫球場西側之北坑巷周遭地區）、49頁的4-19 大坑風景區開發中土地之三（高爾夫球場東側芳庭路周遭地區））。發現2014年圖資當中的裸露地主要屬住宅區開發行為而產生，且由兩年份土地利用圖資比對其地景的變遷主要是以森林用地轉變而來。其中圖4-17開發中土地之一目前乃屬開發中之裸露地階段，且裸露地面積相對於2014年更大。圖4-18 大坑風景區開發中土地之二雖於2017年12月拍攝時已接近完工而轉變為建成地，但也顯示著2014年的裸露地階段屬開發的過渡階段所導致。圖4-19 大坑風景區開發中土地之三為2018年1月前往探勘，其於風景特定區計畫中同被劃定為住宅區，目前僅開闢道路尚未動工，而2014年原裸露地目前雖屬草地之狀態，但也可見其屬人為介入地景的動態過程。

以上研究顯示，近年來大坑地區受風景特定區計畫的影響，當中原有森林地景已階段性的逐漸轉變為道路用地與開發中之裸露地，而數年後的地景變化，這些原森林地景便會逐漸以建成地的型態呈現於大坑地區。

四、小結

本研究以馬可夫鏈模型分析2008年至2014年地景變遷後發現，其中以森林用地減少幅度最為劇烈，其轉變情形以農業用地為多數、其次為裸露地、道路用地為第三多。而以地景變遷影響因素的角度來看時，大坑地區面臨的地景變遷原因乃屬風景特定區的劃設，以人為開發與政策導向下的都市發展所致之地景變遷情形。其中需注意者為裸露地之部分，因於圖資分析時無法辨別其轉變裸露地之原因，本研究以實地調查與相關計畫查詢為主要的研究判斷方式，並要避免以任何模型進行地景變遷分析時，可能因此導致之判圖誤差情形。

整體而言，從馬可夫鏈模型的分析與後續調查皆可得知大坑目前的地景轉變屬原有自然土地逐漸減少，轉為人工開發土地。而大坑地區目前多數的發展建設尚屬開發中階段，地景變遷則是一種不間斷的變化行為，因此後續幾年隨著開發建設的持續進行，地景也會有不同的變化。後續如有不同的發展政策，往後的研究上也能繼續探討其對於地景變遷的影響。

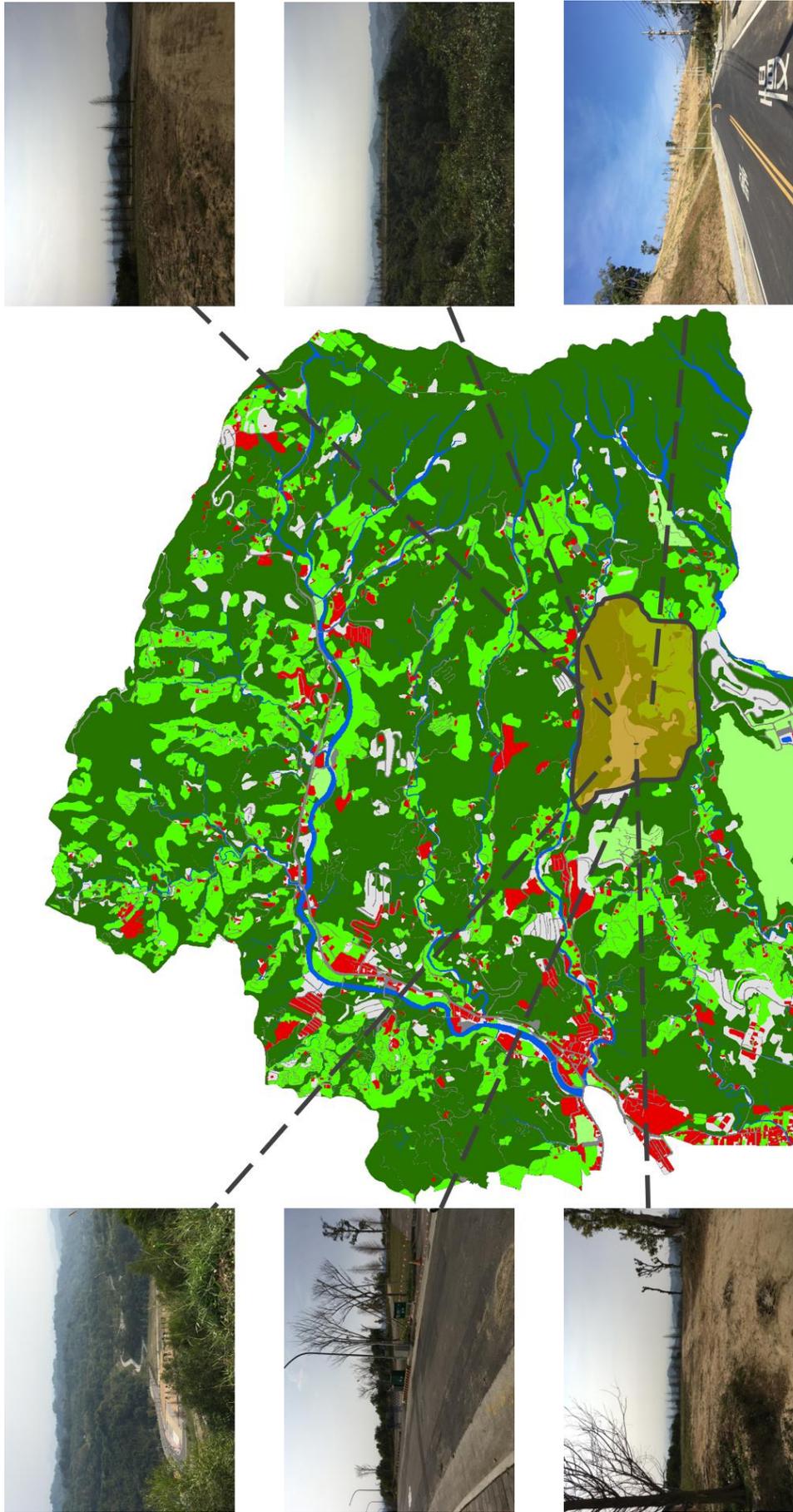


圖 4-17 大坑風景區開發中土地之一

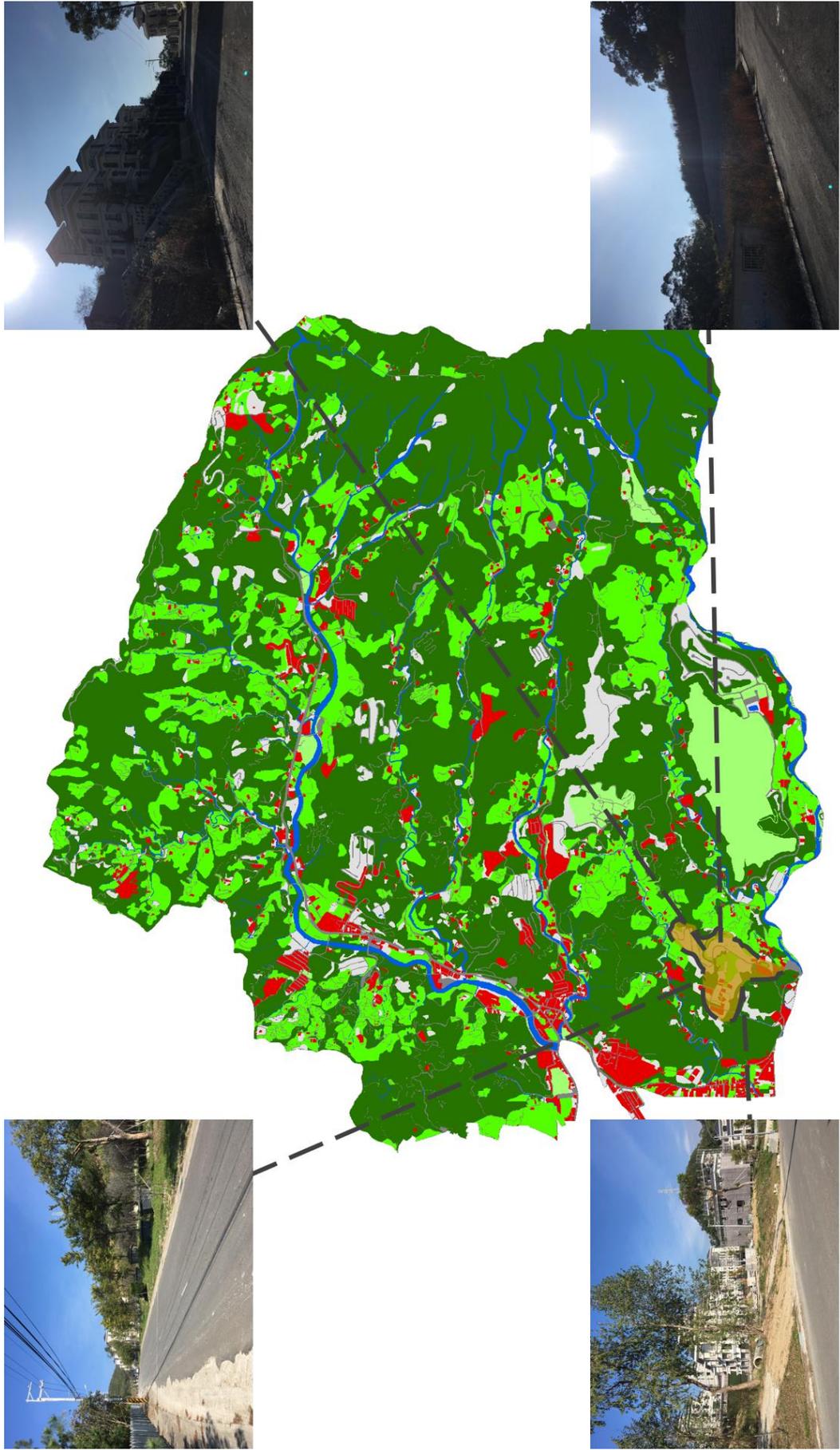


圖 4-18 大坑風景區開發中土地之二

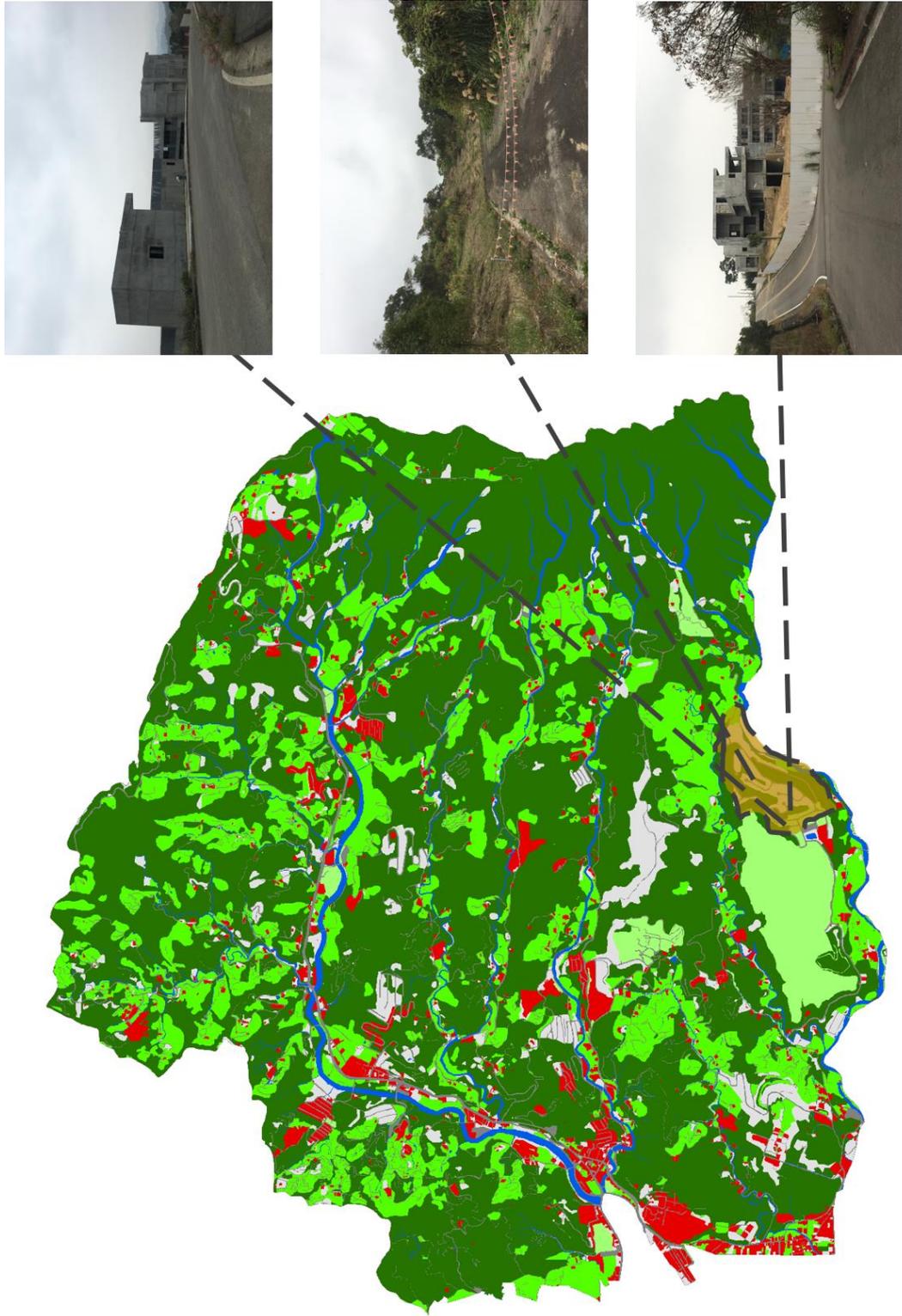


圖 4-19 大坑風景區開發中土地之三

第五章 結論與建議

大坑地區從 1971 年開始的發展定位框架下，便是遵循著計畫指導而發展，階段性隨著政策的轉變，至今 46 年來原有地景也不斷的變遷，而近年來更是跟著大坑風景特定區計畫的步調繼續前行。本研究以馬可夫鏈模型分析 2008 年至 2014 年的地景數量變化，並探討當中與都市發展擴張的關係為何，以下將進行總結。

第一節、結論

本研究探討大坑地區年份為 2008 年至 2014 年之地景變遷情形與都市發展擴張的影響為何，其中可從馬可夫鏈模型中得知受到人類開發因素的影響，森林地景面積已逐漸減少，轉為有如農業用地、道路用地、裸露地等地景之情形。因此探討模型分析其間的政策發展，大坑風景特定區計畫由 2006 年正式委外辦理，到 2014 年審議通過，此時的地景轉變原因便可從大坑風景特定區計畫的規劃下去探究。

然而，在馬可夫鏈模型地分析當中，森林用地轉置為建成地的機率並不大，而是以農業用地、道路用地、裸露地三者為主，建成地於六年內的增加情形也不多。研究上便從道路用地與裸露地的大幅度增加之情形著手，去探討其森林地景轉變原因。本研究調查大坑風景特定區計畫中之用地變更與實際探勘後發現，區內裸露地的增加係屬開發中之過渡時期所產生，而此些裸露地也多半伴隨著新闢道路的周圍發展，也就是說目前大坑地區屬開發中階段，未來幾年內大坑地區的建成地數量會逐漸增加而另就其新興地景型態。

從大坑地區過去的發展脈絡來看，政策因素在對於大坑地區的地景變化上佔有很大的影響力。早期的觀光遊憩定位伴隨著的不僅是遊憩區的開闢，相關基礎建設上的發展往往才是造成地景影響最大的因素，此點也可從過去的文獻中看出，都市的發展蔓延往往延續著道路的所到之處而進行，當一地具有吸引力，周遭便會開始聚集人群，逐漸形成聚落。而都市計畫相關的基礎設施用地推估也都是從人口下去著手，也因此 2014 年的地景上才會有更多道路用地的產生。

總結來說，政策因素影響地景並非絕對為壞事，當規劃者能有意識到發展的永續而更有策略性、限制性的開發，也無非是對於地景的一種影響。現今大坑地區已通過風景特定區計畫，而身為一都市計畫地區，大坑地區未來的開發能否更有完善的指導原則是可以去期待的。

第二節、研究貢獻

本研究探討大坑風景區 2008 年至 2014 年之地景變遷，研究中主要的貢獻統整為以下兩點：

一、整理大坑風景區發展歷程

本研究延續先前研究整理之大坑相關發展政策年期，將其錯誤修正並增加後續之時間序列。以此，後續學者再進行大坑風景區相關研究探討時，可結合各年度之政策來成為研究依據。

二、以都市計畫結合探討地景變遷

本研究以馬可夫鏈模型分析地景變遷的同時，進而去探討相關都市計畫的實施內容，了解計畫對於地景變遷的影響模式。此作法除了能更清楚的解釋影響地景的人為因素外，也顯示著人類的土地政策與計畫導向是能夠大範圍的保護或改變地景的。

第三節、未來研究建議

一、地景變遷研究方式之運用

綜觀分析地景變遷的研究工具，如文獻回顧中 Park 等（2003）所述，模型形式上有八種類型，而現今常用的分析方式又包含有如馬可夫鏈模型、細胞自動機模型、馬可夫細胞自動機模型、類神經網路、羅吉特模型、系統動力學、地景指數等等。當然依研究主題適合的理論模型會不盡相同，但模型之間也各有其優缺點存在。本研究為探討都市發展擴張對於地景的影響而使用馬可夫鏈模型，但馬可夫鏈分析上偏向探討「量」的變化機率，其對於空間分布的解釋模擬不佳，且預測上也有其限制所在。例如細胞自動機等模型，在分析上是從影響因子的角度去模擬地景的變化情形，後續研究也能從這方面去著手。

過去大坑地區已有地景指數對於地景變化的分析研究，未來於同一地區可以結合不同的模型來進行分析，能得到更全面的結果。然而，須注意一般模型在模擬的判斷上是以分析不同年份的變化趨勢去預測未來發展，因此須注意到兩點，第一點為預測年份不宜延伸太長，基本上現在的趨勢不一定等同於未來的發展趨勢；第二點，也需注意到研究區域目前是否有大型開發行為，而開發中的過渡時期也會影響到模型預測的判斷。有如市地重劃、新訂都市計畫、大型都更案等政策上的因素，此類案例可去探討地景的變化程度，而不適合用於地景的預測上。總而言之，同一地區之地景研究，往後如能增

加不同模型的運用與分析往後年份的變化情形，其地景研究能更有意義且具整體的變遷脈絡。

二、相關研究建議

現今為一跨領域的時代，探討一處研究範圍時需要結合各領域從不同議題角度多方切入才能有完整之討論。大坑地區於九二一地震過後大坑地區地質尤為敏感，有車籠埔斷層的經過、潛在的崩塌地與土石流危險區等等，而此些地質條件是否適合大坑風景特定區計畫後續的開發行為，則有待討論。

在過去大坑風景區的研究之中，已有如環境敏感地管理(馮怡仁，2000)、棲地模擬分析(王小璘，2002)、生態旅遊發展策略(林鈴娟，2004)、地滑相關研究(張雲翔，2004；洪詮斌，2008)、綠覆變遷(莊子嫻，2009)、地景指數(陳嘉欣，2012)等議題探討。有別於過去的發展走向，2014年風景特定區案於內政部審議通過後的現今可視為大坑地區的新興時期，而後續研究是否能以此為出發點來探討也屬一種快步調時代下的因應。最後對於大坑風景區後續的發展，希望能以聯合國於1983年世界環境與發展協會所訂定的永續發展定義：「在保護自然環境的前提下，既能滿足我們現今的需求，又不損害後代子孫利益而滿足他們需求的發展模式」，為發展原則。

參考文獻

1. 丁志堅(1997)。運用馬可夫鏈模式度量土地利用變遷之研究。國立臺灣大學地理學系，碩士論文。
2. 王國權(2005)。台北都會區都市發展對都市能源消耗影響之研究。國立臺北大學都市計畫研究所，碩士論文。
3. 方梅萍(2002)。台中市景觀格局的變遷及其影響因素之研究。東海大學景觀學系，碩士論文。
4. 何立德(2009)。地景多樣性與地景保育。科學發展，(439)，22-29
5. 肖篤寧(2003)。景觀生態學。北京：科學出版社。
6. 李吳嘉、薛怡珍、賴明州(2005)。台灣地區景觀變遷研究發展現況與進展。景觀論壇--永續景觀論文集，47-76。
7. 李孟龍(2009)。地景動態變遷與衛星監測。科學發展，(439)，30-37。
8. 李振泉(1984)。人地關係論。中國大百科全書-地理學。北京：中國大百科全書出版社。
9. 周天穎(2016)。輕輕鬆鬆學 ArcGIS 10。臺北：儒林圖書公司。
10. 林憲德(2007)。城鄉生態。台北：詹氏書局。
11. 胡瑋婷(2003)。都市擴張與綠地保護關係之研究—以台中市為例。逢甲大學土地管理學系，碩士論文。
12. 高佩菁(2002)。都市蔓延之研究。台北大學都市計畫研究所，碩士論文。
13. 陳嘉欣(2012)。風景區地景變遷之研究—以台中市大坑風景區為例。東海大學景觀學系，碩士論文。
14. 陳龍泉、鄭海金(2004)。基於 Markov-CA 的土地利用/土地覆蓋變化動態模型研究。測繪信息與工程，29(1)，36-38。
15. 張政亮、張瑞津(2006)。運用馬可夫鏈模型與細胞自動機理論模擬植生復育之研究：以九九峰地區為例。地理研究，(45)，123-142。
16. 張永葵(2006)。應用 GIS 與細胞自動機(CA)模擬都市空間之擴張—以宜蘭平原為例。中國文化大學地學研究所，碩士論文。
17. 馮怡仁(2000)。都市邊緣敏感地區之環境規劃與管理—以台中市大坑風景區為例。逢甲大學建築及都市計畫研究所，碩士論文。
18. 賀韶伶(2005)。城市化：一個不可逆轉的過程。北京：中國文史出版社。
19. 黃育珍(2012)。大坑地區坡地合理保育利用相關問題之探討。國立中興大學水土保持學系所，博士論文。
20. 黃莉婷(2007)。台中市地景變遷之研究。東海大學景觀學系，碩士論文。

21. 鄒建國(2001)。景觀生態學-格局、過程、尺度與等級。北京：高等教育出版社。
22. 雷祖強、周天穎、簡甫任(2003)。都市地區土地利用變遷量化分析之研究。台灣土地研究，6(1)，105-130。
23. 鄒克萬、張曜麟(2004)。都市土地使用變遷空間動態模型之研究。地理學報，(35)，35-51。
24. 鄒克萬、顧嘉安、郭幸福(2014)。以馬可夫鍊細胞自動機模型模擬極端洪水對都市土地利用型態之影響：以台北市為例。都市與計劃，41(1)，43-66。
25. 臺中市政府，都市發展局(2014/4)。擬定臺中市大坑風景特定區計畫書。網址：
www.ud.taichung.gov.tw/ct.asp?xItem=965940&ctNode=21592&mp=127010
26. 廖俊松、廖珈錚(2008)。政策倡導之研究：台中市大坑風景區之案例探討。府際關係與地方治理學術研討會，4(2)，17-19。
27. 蔡靜如(1998)。台北盆地土地利用變遷趨勢之研究。國立中興大學都市計畫研究所，碩士論文。
28. 劉小蘭、賴玟綺(2011)。都市化與氣候暖化關係之研究—以台北都會區為例。台灣土地研究，14(2)，39-66。
29. 鄭祈全、吳治達、王素芬(2005)。應用 Markov 和 Logit 模式監測地景變遷之研究。臺灣林業科學，20(1)，29-39。
30. 蕭宇昂(2012)。結合景觀指數與 CA-Markov 模型評估城鎮生態品質—以南投縣埔里鎮為例。東海大學景觀學系，碩士論文。
31. 賴玟綺(2007)。都市蔓延與氣候暖化關係之研究—以台北都會區為例。國立政治大學地政研究所，碩士論文。
32. 賴明洲、邱祈榮、薛怡珍、王堃爐(2005)。大肚溪口地景變遷之研究。東海學報 46，149-164。
33. 羅文珊(2000)。台中市大坑山坡地管理分區劃設之研究。逢甲大學土地管理學系，碩士論文。
34. Acevedo, M. F., Urban, D. L., Shudart, H. H. (1996). Models of forest dynamics based on roles of tree species. *Ecological Modelling*, 87(1-3), 267-284.
35. Antrop, M. (1998). Landscape change: Plan or chaos? *Landscape and Urban Planning*, 41(3-4), 155-161.
36. Antrop, M. (2000). Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 67 (1-4), 9-26.
37. Baker, W. L. (1989). A review of models of landscape change. *Landscape Ecology*,

- 2 (2), 111-133.
38. Benton-Short, L., Short, J. (2008). *Cities and Nature*. Oxfordshire: Taylor & Francis.
 39. Burnham, B. O. (1973). Markov Intertemporal Land Use Simulation Model. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 5 (1), 253-258.
 40. Crang, M. (1998). *Cultural Geography*. London: Routledge.
 41. Eastman, J. R. (1999). Multi-criteria evaluation and GIS. In: Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (editors). *Geographical information systems*. Hoboken, NJ: Wiley.
 42. Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable? *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 107-126.
 43. Forman, R. T. T., Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. Hoboken, NJ: Wiley.
 44. Friedberg, S. H., Insel, A. J., Spence, L. E. (1992). *Linear Algebra*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
 45. Frumkin, H., Frank, L. and Jackson, R. (2004). *Urban Sprawl and Public Health: Designing, Planning, and Building for Healthy Communities*. Washington, DC: Island Press.
 46. Goodall, B. (1987). *The Penguin Dictionary of Human Geography*. London: Penguin.
 47. Kahn, M. E. (2000). The Environmental Impact of Suburbanization. *Journal of Policy Analysis and Management*, 19(4), 569-586.
 48. Kelly, J. R., Godbey, G. (1992). *The sociology of leisure*. State College, PA: Venture Publishing Inc.
 49. Li, H. and Reynolds, J. F. (1997). Modeling effects of spatial pattern, drought, and grazing on rates of rangeland degradation: A combined Markov and cellular automaton approach. In: Quattrochi, D. A., Goodchild, M. F. (Editors). *Scaling of Remote Sensing Data for Geographical Information Systems*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
 50. Lopez, E., Bocco, G., Mendoza, M., Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 55(4), 271-285.
 51. Marcucci, D. (2000). Landscape history as a planning tool. *Landscape and Urban Planning*, 49(1-2), 67-81.
 52. Marron Institute (2017). *Urban Expansion*. From: <http://marroninstitute.nyu.edu/programs/urban-expansion>

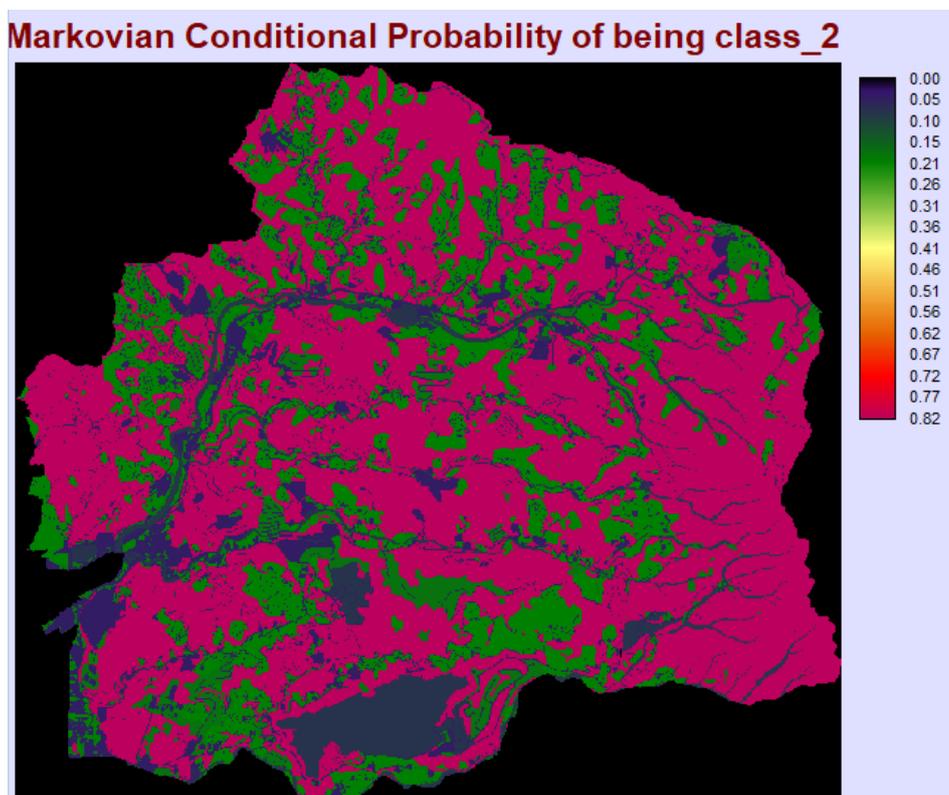
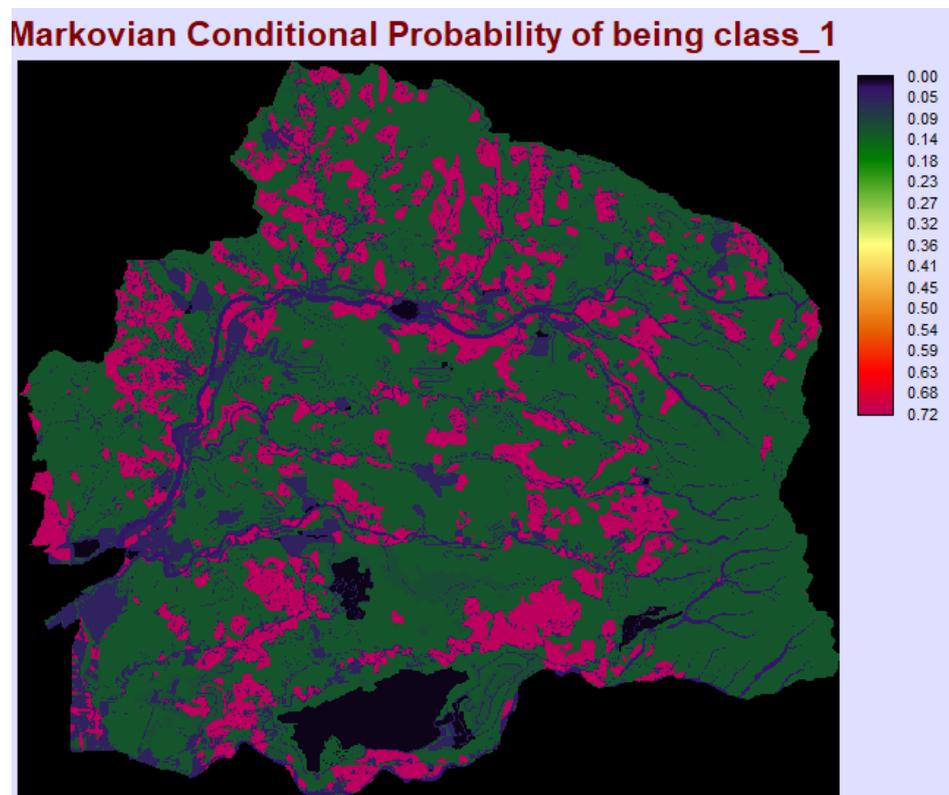
53. Muller, R. M., Middleton, J. (1994). A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada. *Landscape Ecology*, 9(2), 151-157.
54. Mumford, L. (1983). *The Culture of Cities*. New York, NY: Harcourt, Brace and company.
55. Naveh, Z. and Lieberman, A.S. (1984). *Landscape Ecology: Theory and Application*. New York, NY: Springer-Verlag.
56. Nebel, B. J., Wright, R. T. (1998). *Environmental Science: The Way the World Works*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
57. Olwig, K. R. (2005). Representation and alienation in the political land-scape. *Cultural Geographies*, 12(1), 19-40.
58. Parker, D. C., Manson, S. M., Janssen, M. A., Hoffman, M. & Deadman, P. (2003). Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(2), 314-337.
59. Parker, S. (2004). *Urban Theory and the Urban Experience: Encountering the City*. London: Routledge.
60. Pontius Jr., R. G. (2000). Quantification Error Versus Location Error in Comparison of Categorical Maps. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 66(8), 1011-1016.
61. Steiner, F. (2002). *The Living Landscape: An Ecological Approach to Landscape Planning*. New York, NY: McGraw Hill Professional.
62. Strigul, N., Florescu, I., Welden, A. R., Michalczewski, F. (2012). Modelling of forest stand dynamics using Markov chains. *Environmental Modelling & Software*, 31, 64-75.
63. Subedi, P., Subedi, K., Thapa, B. (2013). Application of a Hybrid Cellular Automaton – Markov (CA-Markov) Model in Land-Use Change Prediction: A Case Study of Saddle Creek Drainage Basin, Florida. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 1(6), 126-132.
64. Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., Jagadish, K. S. (2004). Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.
65. The James Hutton Institute | Science connecting land and people. (2016/6/18). Changing Landscapes. From: http://www.macaulay.ac.uk/issues/CL_intro.php
66. Torrens, P. M., Alberti, M. (2000). *Measuring Sprawl* (Paper 27). University College London, Centre for Advanced Spatial Analysis.
67. United Nations (2014). *2014 Revision of World Urbanization Prospects*. From:

<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>

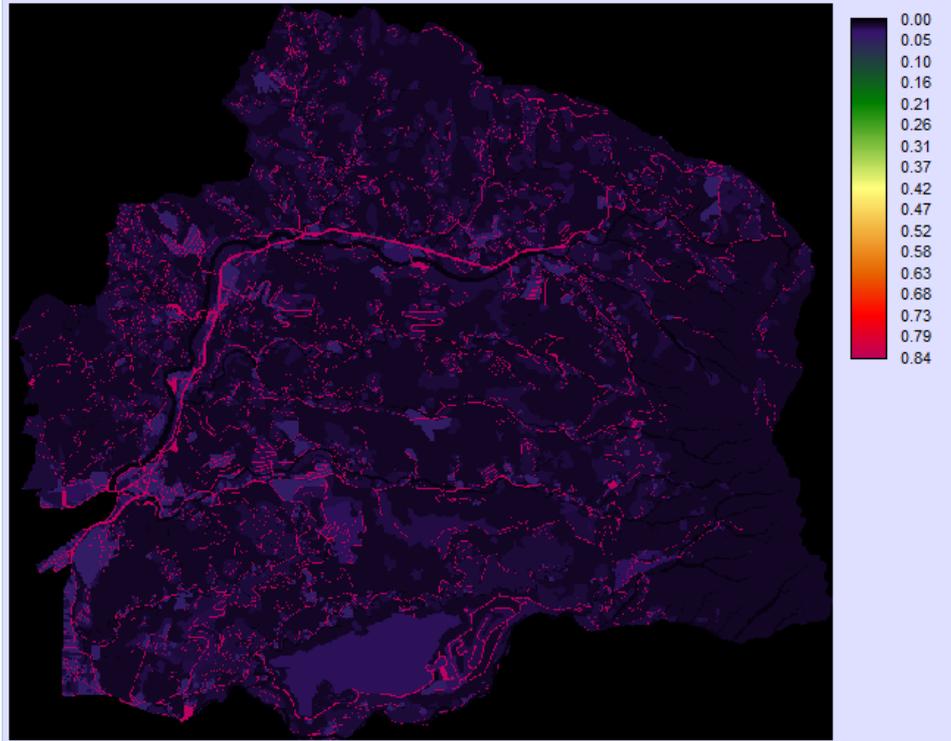
68. Weng, Q. (2002). Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling. *Journal of Environmental Management*, 64(3), 273-284.
69. Wu, J. (2010). Urban sustainability: an inevitable goal of landscape research. *Landscape Ecology*, 25 (1), 1-4.
70. Wu, Q., Paulussen, J., Wang, M. et al. (2006). Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. *Landscape and Urban Planning*, 78(4), 322-333.

附錄

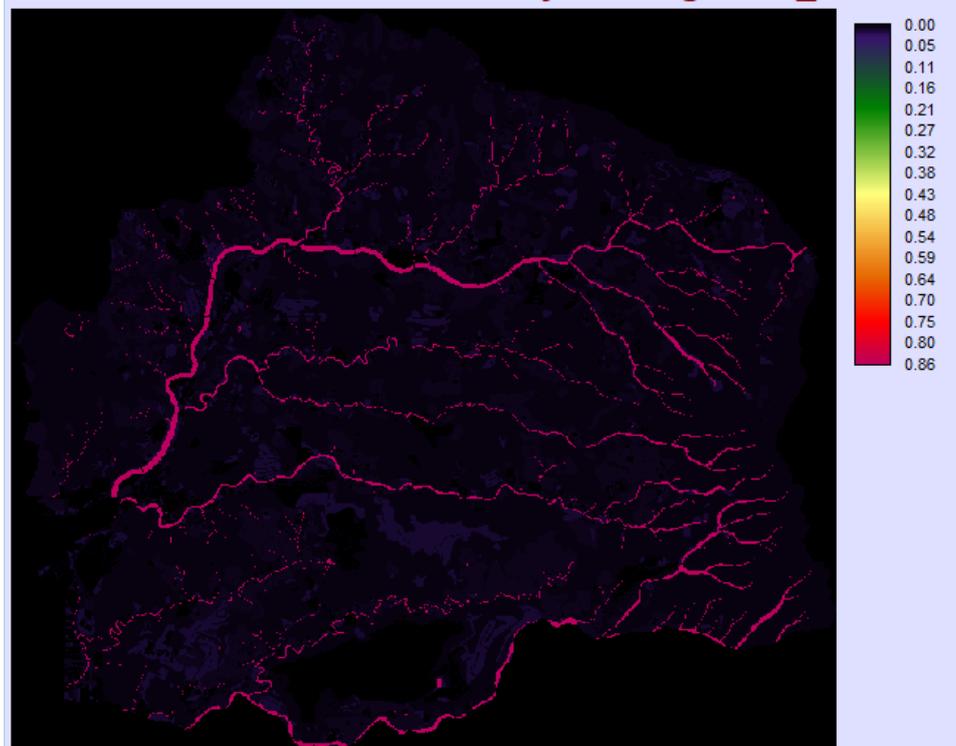
一、2008-2014 年大坑地區馬可夫鏈分析圖



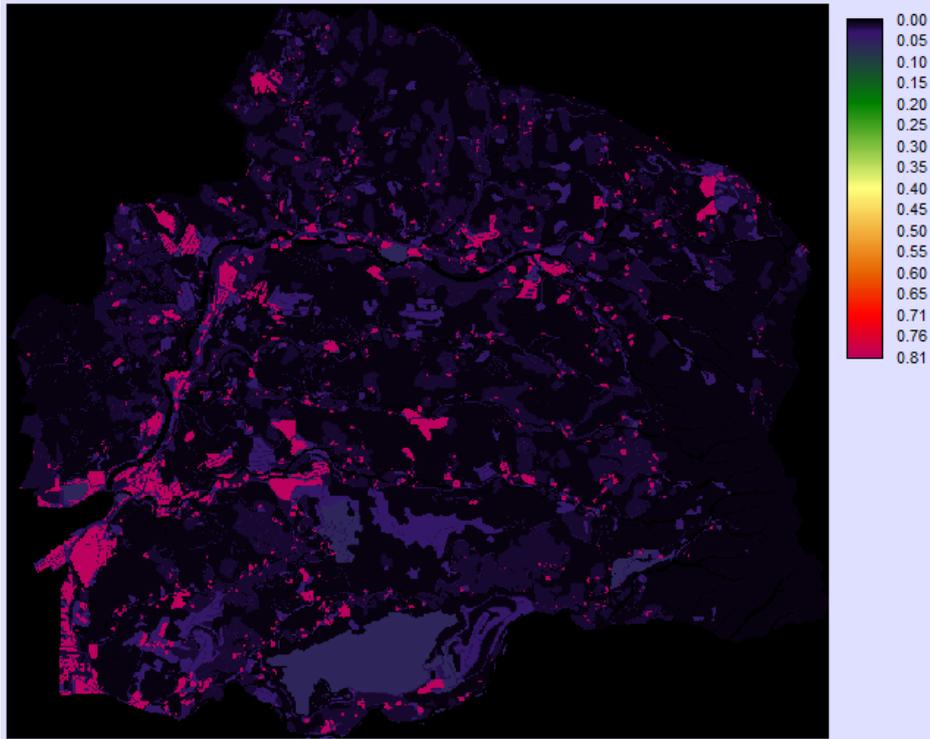
Markovian Conditional Probability of being class_3



Markovian Conditional Probability of being class_4



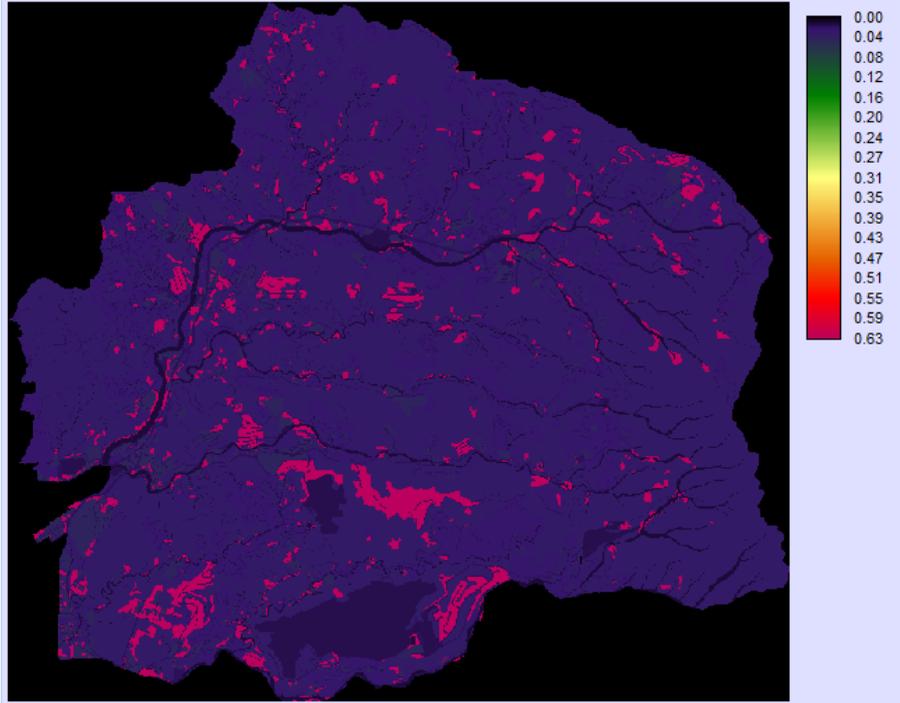
Markovian Conditional Probability of being class_5



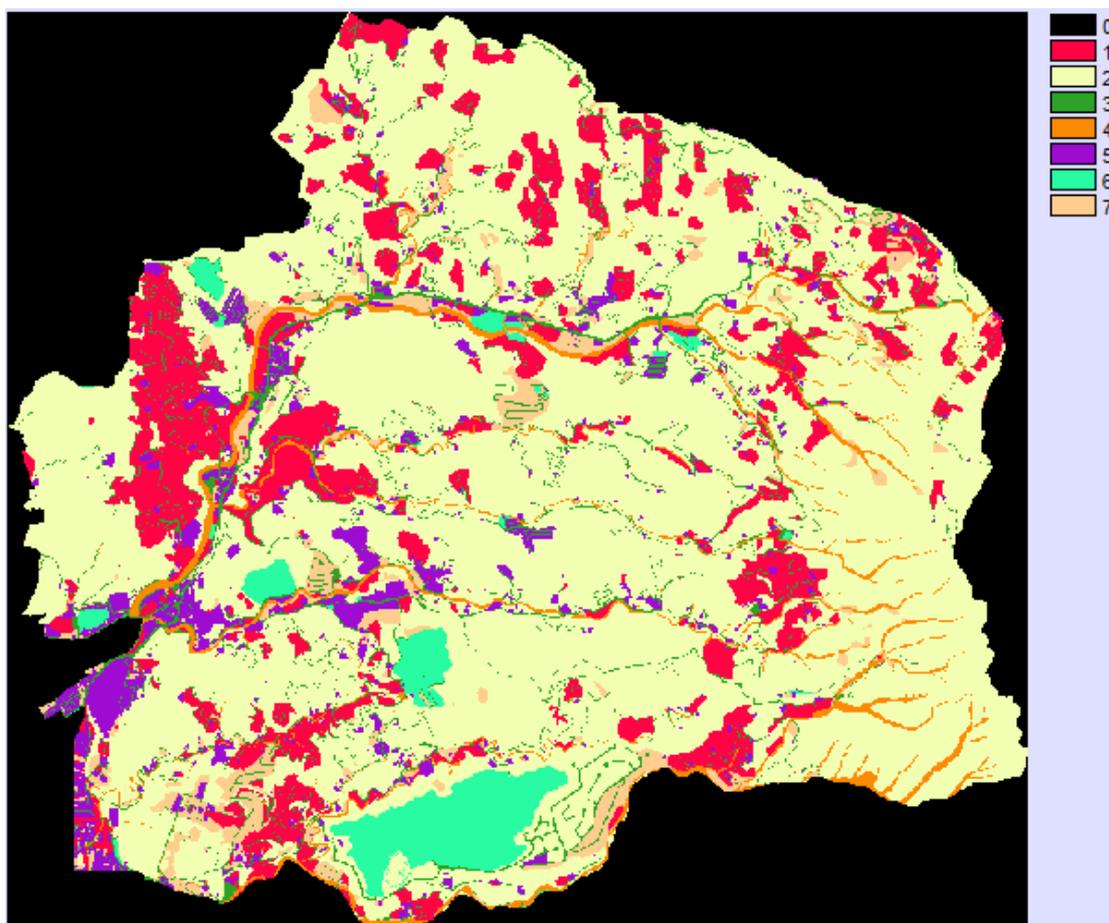
Markovian Conditional Probability of being class_6



Markovian Conditional Probability of being class_7



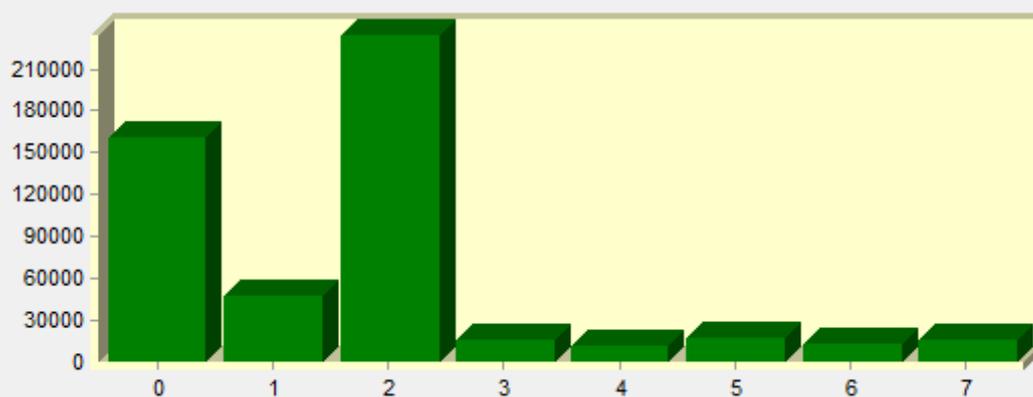
一、2008-2014 兩年份分析圖資

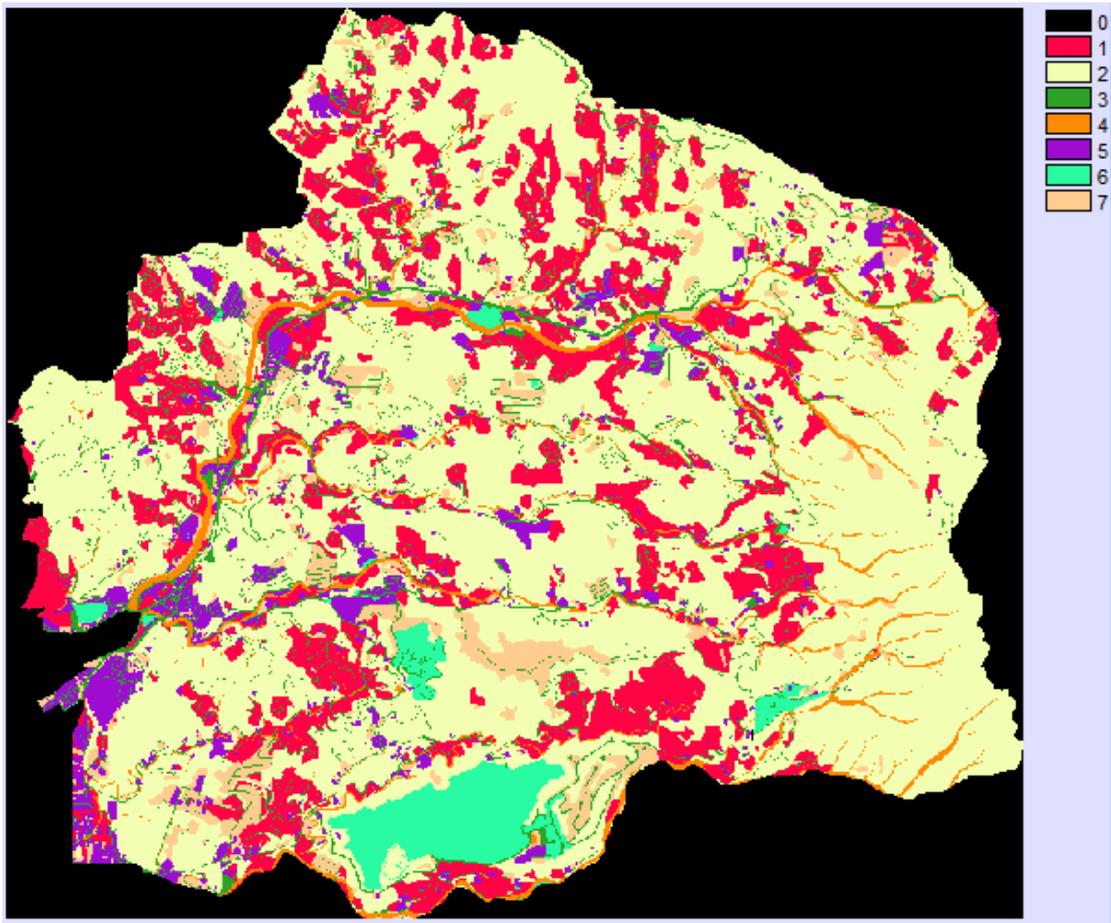


Histogram of 97luf

Summary Statistics

Class width	Mean	Actual min	Actual max	N	Std deviation
1	1.706	0	7	515592	1.678





Histogram of 103luf

Summary Statistics

Class width	Mean	Actual min	Actual max	N	Std deviation
1	1.72	0	7	515592	1.757

