

都會區綠地變遷趨勢及其驅動因素之探討¹ ——以臺北都會區為例

劉小蘭²、沈育生³、蔡杰廷⁴

論文投稿日期：102年12月24日
第一次修正日期：104年07月20日
論文接受日期：104年11月23日

摘要

都會區範圍內的綠地，因具有環境、生態、景觀、社會文化、健康、防災等機能，故其發展與規劃，是解決範圍內都市成長擴張所衍生各項環境衝擊，以及實踐永續發展目標的重要方式。然而為極大化綠地規劃的效果，在規劃前須瞭解綠地的變遷趨勢，並釐清影響該變遷之關鍵影響因素，因此，本文以此為探討主題，並以臺北都會區作為實證案例，透過空間分析技術與景觀生態指數的分析，瞭解臺北都會區與其各次分區中綠地空間結構與變遷狀態，更藉由二元羅吉斯迴歸模型的實證，釐清影響綠地變遷的關鍵影響因素。本文實證結果顯示，1995~2010年間，臺北都會區減少1.19%的綠地面積，但仍有93.19%的綠地維持原用，而都會中心外圍區因都市發展所需，其綠地多遭開發或轉用，而愈往都市邊緣地區的綠地則多維持原用，但因有自水體及裸露地增加綠地面積，故綠地尚能維持其原有功能。另外，在1995~2010年的景觀生態指數分析結果中，綠地景觀面積百分比雖有微減，但綠地在整體景觀格局中仍佔很大比重(約80%)，具主領地位。在各次分區中，僅都會中心外圍區與都會郊區微降，但其主導性仍未動搖；各區大面積綠地因自然增加或造林等措施，使其連接度、面積、空間聚集性皆提升，且形狀更趨複雜，而小面積綠地的連接度與面積則趨減少。在綠地變遷影響因素之實證結果中，顯示自然環境面向中的「與河川距離」、「高程」、「坡度」，社會經濟面向中的「與道路距離」、「與建物距離」、「地價指數」，以及計畫環境面向中的「與都市計畫區距離」皆為關鍵的影響因素。其中，除「與河川距離」、「高程」、「地價指數」與綠地變遷呈正向關係外，其餘皆呈反向關係。

關鍵詞：綠地變遷趨勢、土地利用移轉矩陣、景觀生態指數、影響因素、二元羅吉斯迴歸

DOI: 10.6128/CP.43.2.189

- 1 本文為科技部專題計畫(計畫編號：NSC101-2410-H004-202)之部分研究成果，對其經費補助特申謝悃。另感謝匿名審查委員，提供許多寶貴意見，使本文能更臻完善，惟文責仍由作者自負。
- 2 國立政治大學地政學系教授，通訊作者。E-mail：slliou@nccu.edu.tw。
- 3 國立政治大學地政學系博士。E-mail：98257501@nccu.edu.tw。
- 4 國立政治大學地政學系碩士。E-mail：98257010@nccu.edu.tw。

Green Space Change Trend and Its Driving Forces in Metropolitan Area-A Case Study of Taipei Metropolitan Area

Hsiao-Lan Liu, Yu-Sheng Shen and Chieh-Ting Tsai

*Department of Land Economics, National Chengchi University
Taipei City, Taiwan 11605*

ABSTRACT

The concept of sustainable development has been applied in cities. Urban green space is essential for enhancing the sustainability of the city among environment, ecology, landscape and society aspects. However, rapid urbanization has rapidly decreased green space in cities. Environmental impact resulting from land use change has increased from individual impacts to global impacts. However, no studies have investigated interactions between green space and other land-use change trend, nor difference of change on different areas. Thus, GIS and landscape metrics were used to investigate the green space change trend and interactions among different land use types in the Taipei metropolitan area from 1995 to 2010. Furthermore, the possible cases of green space change were also analyzed through logistic regression. According to the results of green space change trend from 1995 to 2010, the area of green space decreased 1.19%, and mostly decreased in the central of the metropolitan. Moreover, the green space was still the major landscape, occupying 80% of Taipei Metropolitan Area. Binary logistic regression analysis showed that the natural environment, socio-economic and government planning do influences green space change in Taipei metropolitan area.

Keywords: Green space change trend, Land use transition matrix, Landscape metrics, Driving factors, Binary logistic regression

一、前言

都會區在空間上包括了異營性系統的都市，以及自營性的環境生態系統，隨著快速的都市化與都市擴張，導致土地利用變遷而衍生各項環境衝擊，包括生物棲地減少、生物多樣性威脅、水文改變 (Whitford *et al.*, 2001 ; Pauleit *et al.*, 2005)、土壤劣化 (Meyer and Turner, 1992)、區域與全球氣候變遷 (Whitford *et al.*, 2001 ; Kalnay and Cai, 2003 ; Pauleit *et al.*, 2005 ; Findell *et al.*, 2007)、碳儲存減少 (Whitford *et al.*, 2001) 等等。

面對此危機與衝擊，永續發展是可行的解決方式。依據永續發展的思維，產生相關的都市規劃概念⁵，而為量測地區的永續發展狀態，研擬出各類永續性衡量指標⁶，由此些規劃概念與衡量指標中，可知綠地是達成永續發展目標中，不可或缺的重要元素之一。

綠地是半自然地區 (Jim and Chen, 2003)，在環境上，具有淨化水質 (Yang *et al.*, 2015)、涵養水源及土壤 (Pauleit and Duhme, 2000 ; Miller and Spoolman, 2008 ; Yang *et al.*, 2015)、減少地表逕流 (Armson *et al.*, 2013)、調整微氣候與減緩都市熱島⁷ (林憲德, 2005 ; Herb *et al.*, 2008 ; Leuzinger *et al.*, 2010 ; Maimaitiyiming *et al.*, 2014)、減少碳排放⁸ 與淨化空氣⁹ (Beatley, 2000 ; Jo, 2002 ; Yang *et al.*, 2005)、降低噪音¹⁰ (Fang and Ling, 2003 ; Pudjowati *et al.*, 2013) 等機能；在生態上，具有回復地力與保護生態敏感地 (王秀娟, 2002 ; 郭瓊瑩, 2003)，以及提供生物棲息、覓食與遷移的空間 (Song *et al.*, 2005 ; Mathieu *et al.*, 2007)、穩定生態環境系統 (Whitford *et al.*, 2001) 等機能；在景觀上，具有阻隔及緩衝相衝突土地使用 (洪得娟, 1997)、提升地區環境美質與意象 (王秀娟, 2002 ; 郭瓊瑩, 2003) 等機能；在社會文化上，具有凝塑環境文化共識與強化地方認同感 (王秀娟, 2002 ; 郭瓊瑩, 2003)、提供環境教育 (王秀娟, 2002 ; 郭瓊瑩, 2003 ; 林明瑞、葉茂森, 2005)，以及休憩活動與文化交流 (Coley *et al.*,

-
5. 係指永續都市 (Sustainable City)、生態都市 (Eco-City)、綠色都市 (Green City)、健康都市 (Healthy City) 等都市規劃概念。
 6. 係指 United Nation Center for Human Settlement (UNCHS) 都市環境指標、聯合國社會經濟局的永續發展指標框架、歐洲綠色城市指標體系、臺灣永續發展指標系統、臺北市永續發展指標系統等各類永續發展指標。
 7. 因綠地中植栽本身的蒸散、水涵養、樹冠的遮蔭等降溫作用，使綠地具冷蔭效果，並具有調整微氣候與減緩都市熱島之功能 (Whitford *et al.*, 2001)。
 8. 因綠地中的植栽可吸收空氣中的二氧化碳，將有機碳轉化為生物能用以成長，並以氧的形式排出，故綠地可藉由植物的碳隔離與儲存來減少大氣中之二氧化碳量 (Younger *et al.*, 2008)。
 9. 因綠地中植栽可將空氣中的汙染物過濾、稀釋，使綠地具有調節與淨化空氣之效 (洪得娟, 1997)。
 10. 因綠地中的植栽對聲音具有吸收、反射、折射及偏向之作用 (洪得娟, 1997)，故綠地具有降低與控制噪音之功能。

1997；Thompson, 2002；Chiesura, 2004；Kemperman and Timmermans, 2014）等機能；在健康上，具有促進健康，降低肥胖率、心血管疾病、熱相關疾病 (Wilker *et al.*, 2014；Jennings and Gaither, 2015)，以及降低心理壓力負荷、獲得滿意度與幸福感 (Grahn and Stigsdotter, 2003；De Vries *et al.*, 2003；Gobster and Westphal, 2004；Jennings and Gaither, 2015) 等機能；在防災上，具有降低自然災害 (如地震、火災、洪泛)¹¹ 之影響，並可供災民集中以及避難、救災、救援、復舊所需之空間或災後清理廢棄物時之收集轉運站等機能 (何明錦等人，2000；郭瓊瑩、王秀娟，2000；王秀娟，2002；郭瓊瑩，2003)。

正因綠地的價值與重要性，內政部先後於 1996 年與 2007 年召開全國公園綠地會議，探討當前的綠地課題、解決策略與未來發展方針，而綜觀綠地的發展現況與 2007 年全國公園綠地會議的結論，歸納出目前綠地之相關課題，包括：綠地空間不足及分佈不當、綠地過度破碎化、綠地資料庫與其變遷監控的不足……等等。

在綠地相關的研究上，目前雖已有相當豐碩之成果，但以往研究，在議題上，多聚焦於綠地價值與功能之探討 (李素馨、張淑貞，1997；許明禎、林晏州，2001；王小璘、曾詠宜，2003；林晏州、陳玉清，2004；陳章瑞、宋維真，2007；葛兆年等人，2008；江彥政等人，2011；江彥政等人，2012；Armson *et al.*, 2013；Maimaitiyiming *et al.*, 2014；Kemperman and Timmermans, 2014；Jennings and Gaither, 2015；Yang *et al.*, 2015；Kabisch *et al.*, 2015)、綠地環境設計規劃與管理 (王秀娟，1999；吳振發、詹士樑，2003；陳玉清、林晏州，2003；Xu *et al.*, 2011；Cengiz *et al.*, 2014；Balooni *et al.*, 2014)、綠地空間分布及變遷之影響 (林裕彬、鄧東波，2001；林寶秀、林晏州，2001；桂家悌、歐聖榮，2002；Kong and Nakagoshi, 2006；張效通、陳志豪，2009；Zhou and Wang, 2011；Zhang *et al.*, 2015) 等層面之探討；而在空間尺度上，則多限於都市或社區尺度。由上可知，過去雖有部分研究關注於綠地變遷，但卻未全面地量測，亦未針對綠地變遷之影響因素進行探討，且甚少以都會區空間尺度進行研究。

都會區範圍內的綠地，因具有環境、生態、景觀、社會文化、健康、防災等機能，故其發展與規劃，是解決範圍內都市成長擴張所衍生各項環境衝擊，以及實踐永續發展目標的重要方式。但因都會區範圍中，各都市的發展程度與速度不一，使得綠地被轉用或破壞的程度亦有所不同，進而造成綠地整體上之分布與變遷之不同，為有效發揮綠地規劃之效果，在規劃前須先瞭解綠地變遷趨勢，並釐清影響該變遷之關鍵影響因素。故綜合上述，本文以此作為探討主題，並以國內發展速度最快，且發展程度最高的臺北都會區，作為實證地區，透過空間分析技術與景觀生態指數的分析，瞭解臺北都會區與其各次分區中綠地空間結構與變遷狀態，另藉由二元羅吉斯迴歸模型的實證，找出影響綠地變遷的關鍵影響因素，並進行政策探討及建議，以作為未來綠地空間規劃或綠地計畫研擬之參考。

本文分為五部分，在本段敘述研究動機、目的、內容後，第二段進一步針對綠地、綠

11. 如發生火災，綠地或綠帶可形成阻斷延燒之防火帶，減緩火災之災情；或如豪雨時，綠地可降低地表之瞬間逕流量，減緩洪泛之災損。

地變遷及其影響因素，進行文獻的回顧與評析，第三段則詳述研究設計之內容，包括分析架構、分析方法及分析衡量指標等部份，第四段則以臺北都會區為實證地區，說明樣本資料、綠地變遷趨勢與其影響因素之分析結果，並進行政策探討，最後，提出本文之結論與建議。

二、綠地變遷概念與應用之回顧

本段回顧過去研究成果，並依下述主題進行彙整與論述。

(一) 綠地之意涵與類型

過去關於綠地之界定與分類，提出許多論述，以下分別針對綠地之意涵，以及綠地之類型，進行綜整與說明：

1. 綠地之意涵

綠地在界定上有廣義與狹義之分，在狹義上，多侷限於都市計畫意義上之公園綠地，被視為是都市公共設施的一種，較偏重於居民休閒遊憩需求與防災效益的滿足(王秀娟，2002；郭瓊瑩，2003)；廣義上，綠地是植栽覆蓋的開放空間(Ahern, 1991；Flores *et al.*, 1998)，除能穩定維持植物生長，亦能提供物種族群生活棲息之用(Linehan *et al.*, 1995)，並具有生態保育、景觀、遊憩、防災等功能(黃南淵，1996；Flores *et al.*, 1998)，如同1996年「全國公園綠地會議」中專家學者共識，亦即綠地係泛指穩定保持著植物生長的土地或水域，其廣義定義係指可供生態、景觀、防災、遊憩等功能之開放空間。因本文係探討綠地變遷及其影響因素，再加上空間範圍是以都會區為界，故本文採用廣義綠地界定之內涵，亦即將綠地視為回復自然生態系統服務功能的開放空間。

2. 綠地之類型

綠地在類型分類上，依綠地之功能、空間形式與潛在環境資源條件等因素，綠地可分為三個層級，分別是：(1) 自然綠地—跨區域、面積廣大、形成地景特色、或蘊含珍貴資源而經國家中央主管機關指定者，包括國家公園、自然保留區、生態保護區、水庫集水區保護帶、水源水質水量保護區及特定水土保持區、以及具備重要國土保安功能之森林地區；(2) 區域綠地—跨越都市可發展地區與非發展用地之各式公園綠地，依其主要功能劃分為機構專用、生產、緩衝、保育、交通、水岸及風景等類型之綠地；(3) 都市綠地—位於都市發展地區內，經都市計畫指定或依建築、道路建設取得之公園綠地或綠帶，包括了都會公園綠地、中心公園綠地、社區公園綠地、特殊公園綠地¹²、綠帶¹³等(郭瓊瑩，2003)。而亦有結合永續概念與綠

12. 特殊公園綠地係因特殊目的開發建設而可取得或形成之公園綠地，如古蹟、動植物園、美術館、機關用地、廣場、行人徒步區等。

13. 綠帶指綠道、林蔭道、園道、水岸綠帶(沿水岸形成之帶狀綠地)、自行車專用道、鐵道綠帶等。

地機能特性，將綠地分為生態綠地¹⁴、生產綠地¹⁵、生活綠地¹⁶三類(郭瓊瑩，2003)。另有透過景觀生態之觀點，將綠地解構為嵌塊體、基質、廊道、網絡等類別(王秀娟，2002)。

另外，依不同尺度與功能等概念，可將綠地分類為：(1) 棲地生態系統¹⁷—可提供動植物生育棲息的生態空間；(2) 社區生活場域¹⁸—指住宅區及工作場所周邊的建築外部空間、地景空間、以及具有景觀生態潛力的資源場域；(3) 水資源網絡¹⁹—伴隨公園綠地系統而串聯起來的水資源網絡，主要是一系列可進行水資源處理²⁰的生態空間或水利設施；(4) 人本綠色交通廊道²¹—指人性化的綠色交通節點、廊道或地景，可同時促進質能流動和生態基盤設施的功能；(5) 低碳綠能系統²²—指整體生態系統的修復及其服務功能的復原，並透過人為創新科技的運用、地景再生及相關設施方法在特定的場域中，進行再生能源的生產，或是提供生態系統修復及生產綠能的能力(內政部營建署，2010)。此外，亦有依土地權屬與空間形式，將綠地分為公共綠地(含公有、自然、公開綠地)與私有綠地(含共用、專用綠地)(郭瓊瑩，2003)；或依規模與使用形態，將綠地分為鄰里型、都市型、都會型、河濱型、自然型、特殊型等(洪得娟，1997；王秀娟，2002)。

(二) 綠地變遷之意涵與量測

土地使用²³與地表覆蓋²⁴的變遷可反應人類各項地表活動的類別強度及分佈的改變趨勢，其與全球環境變遷構成一系統動態過程(Turner *et al.*, 1995)。而土地使用與地表覆蓋變遷中，綠地變遷為重要探討項目之一，因其減少會造成生物棲地減少、生物多樣性威脅、水文改變(Pauleit *et al.*, 2005；Whitford *et al.*, 2001)、土壤劣化(Meyer and Turner, 1992)、區域與全球氣候變遷(Whitford *et al.*, 2001；Kalnay and Cai, 2003；Pauleit *et al.*, 2005；Findell *et al.*, 2007)、碳儲存減少(Whitford *et al.*, 2001)等環境衝擊。

綠地變遷係指綠地數量、組成內涵與空間結構之變化。因此，在量測綠地變遷狀態時，除比較面積的增減外，更須分析其空間結構與組成的變化情形，而透過景觀生態指數便可衡量綠地空間結構與組成的變化情形。過去景觀生態指數已被大量應用於分析綠資源空間結構

14. 如保育區及環境敏感區之綠地等。

15. 如農業區等。

16. 如公園、綠廊道等。

17. 如野生動物保護區、自然保留區、溼地沼澤、野生動物穿越路徑、生物棲地及廊道等。

18. 如都市公園、住宅地景、校園、街角綠地、廣場綠地、農漁山村聚落地景等。

19. 如溪流河川、水塘湖泊、人工溼地、雨水花園、農田水圳、養殖水田等。

20. 指水資源的儲留、淨化、涵養等功能。

21. 如綠園道、林蔭道路、徒步綠化街區等。

22. 如再生能源場、生質作物農場、畜牧堆肥場等。

23. 係指人類有目的地開發土地資源的一切活動。

24. 係指地表自然形成或人為引起的覆蓋狀態。

(Kong and Nakagoshi, 2006; Hepcan, 2013; Tian *et al.*, 2014; Maimaitiyiming *et al.*, 2014)、農地地表覆蓋 (Zomeni *et al.*, 2008; Brown and Schulte, 2011)、都市型態與土地利用變遷 (林裕彬等人, 2004; Seto and Fragkias, 2005; 吳振發、林裕彬, 2006; Huang *et al.*, 2009) 等。

景觀生態指數之衡量指標分為八類，包括 1. 面積指數 (Area metrics)²⁵—描述嵌塊體面積之特徵，若面積越大則物種數量越多；2. 嵌塊體密度、大小與變異性指數 (Patch density, patch size and variability metrics)²⁶—嵌塊體密度可了解異質性程度，而嵌塊體大小可看出地景破碎化程度；3. 邊緣指數 (Edge metrics)²⁷—計算嵌塊體邊緣長度，若邊緣長度越長，表示景觀物種多樣性越高；4. 形狀指數 (Shape metrics)²⁸—描述嵌塊體形狀之特性，若嵌塊體形狀越複雜，其值越大；5. 核心面積指數 (Core area metrics)²⁹—可同時反映景觀組成及形狀；6. 鄰近度指數 (Nearest neighbor metrics)³⁰—可判定嵌塊體隔離的距離；7. 多樣性指數 (Diversity metrics)³¹—可量測景觀組成及結構的多樣化程度，若環境多樣性越高，則生物多樣性亦會越高；8. 蔓延³²與散布³³指數 (Contagion and interspersions metrics)³⁴—可反映嵌塊體類型的連接狀況 (McGarigal and Marks, 1995; Leitão *et al.*, 2006)。

(三) 綠地變遷與影響因素間之關係

影響因素是造成地景變遷的力量，亦即為地景軌跡演變過程中具影響力的要素 (Briassoulis, 2000; Burgi *et al.*, 2004)。由於土地利用變遷是受到各種不同影響因素在不同系統下交互作用的空間呈現，故在探討土地利用變遷時，須了解影響變遷之影響因素，藉此分析與社會經濟過程、土地開發、各項活動與自然環境之間的關聯性 (Meyer and Turner, 1994; 吳振發、林裕彬, 2006)，並作為預測未來土地利用變化趨勢和制定土地永續發展決策之基礎。

-
25. 此指數之衡量指標包括：嵌塊體面積 (AREA)、類別面積 (CA)、景觀相似度指數 (LSIM) 等等。
 26. 此指數之衡量指標包括：嵌塊體數目 (NP)、嵌塊體密度 (PD)、嵌塊體大小變異數 (PSCV)、嵌塊體大小標準差 (PSSD)、平均嵌塊體大小 (MPS) 等。
 27. 此指數之衡量指標包括：嵌塊體周長 (PERIM)、邊緣對比指數 (EDCON)、總邊緣長度 (TE)、邊緣密度 (ED)、總邊緣對比度 (TECI)、平均邊緣對比度 (MECI) 等等。
 28. 此指數之衡量指標包括：嵌塊體形狀指數 (SHAPE)、景觀形狀指數 (LSI)、嵌塊體碎形維度 (FRACT)、平均形狀指數 (MSI)、面積加權平均形狀指數 (AWMSI) 等等。
 29. 此指數之衡量指標包括：嵌塊體核心面積 (CORE)、嵌塊體核心面積數 (NCORE)、嵌塊體核心面積指數 (比例) (CAI)、總核心面積 (TCA)、核心面積數 (NCA)、核心密度 (CAD) 等等。
 30. 此指數之衡量指標包括：最鄰近距離 (NEAR)、鄰近度指數 (PROXIM)、平均最鄰近距離 (MNN)、鄰近嵌塊體距離標準差 (NNSD)、鄰近嵌塊體距離變異數等 (NNCV)、平均鄰近度指數 (MPI) 等等。
 31. 此指數之衡量指標包括：Shannon 多樣性指數 (SHDI)、Simpson 多樣性指數 (SIDI)、嵌塊體豐富度 (PR)、嵌塊體豐富度密度 (PRD)、Shannon 平衡性指數 (SHEI)、Simpson 平衡性指數 (SIEI) 等等。
 32. 蔓延是指不同嵌塊體類型間在空間上聚集的傾向。
 33. 散布是指不同類型的嵌塊體彼此混合的程度。
 34. 此指數之衡量指標包括：散布與並列指數 (IJI)、聚集度指數 (CONTAG) 等等。

土地利用變遷影響因素之分類，因觀點不同而有所差異，一般多以生物物理和社會經濟因子居多 (Veldkamp and Fresco, 1996; Briassoulis, 2000)，而 Turner *et al.* (1995) 將影響因素分為社會經濟、生物物理和鄰近效應三類；Krönert *et al.* (1999) 則分為社會經濟、政治、科技、自然和文化等五類；黃國慶、詹士樑(2009)則納入空間近鄰效果之探討，而 Verburg *et al.* (2004) 則認為影響因素應包括生物物理限制及潛能、經濟因素、社會因素、空間互動及鄰里特徵、空間政策等五種。

綠地變遷為土地變遷中的一環，故瞭解影響綠地變遷之影響因素，不僅有助釐清各系統因素間的相互作用關係，更有益於預測未來綠地變化趨勢與制定相關綠地發展決策。造成綠地改變的影響因素，可歸納為自然環境、社會經濟與計畫環境三個層面，各層面所涵蓋的影響因素及其內涵分述如下：

1. 自然環境層面

自然環境層面中的影響因素包括與河川距離、高程、坡度。其中，「與河川距離」的影響因素中，早期因基於水源取得便利及水運交通的考量下，多鄰近於河川作發展，而近年雖有部分強調水岸景觀之建案，但在防災、生態保育與休憩的思維下，河川周邊土地多被視為環境敏感地，甚少進行開發，且多被規劃為綠帶或各類親水的開放空間 (Verburg *et al.*, 2004; 吳振發、林裕彬, 2006; Batisani and Yarnal, 2008)，因此，與河川距離愈近之綠地，愈會繼續維持綠地使用，反之則愈易被開發。而「高程」的影響因素中，基於開發成本與腹地未來發展的考量，都會中心或地區發展，多位於高度低的平原地區，反之，若非特殊狀況，高度高的地區則較少發展 (Verburg and Veldkamp, 2004; Verburg *et al.*, 2004; 吳振發、林裕彬, 2006; Batisani and Yarnal, 2008)，故高程愈高的綠地，愈不會被轉用或被開發，愈會繼續維持綠地使用，反之則愈易被開發。另外，「坡度」的影響因素中，基於法令限制³⁵、安全性與開發成本等考量下，坡度陡峭不利於建築開發，進而降低聚落形成與地區發展 (黃書禮、蔡靜如, 2000; 吳振發、林裕彬, 2006; Hietel *et al.*, 2005; Serra *et al.*, 2008; Martinez, *et al.*, 2011)，故坡度愈陡的綠地，愈易繼續維持綠地使用，反之則愈易被開發。

2. 社會經濟層面

社會經濟層面中的影響因素包括與道路距離、與建物距離、地價。其中，「與道路距離」的影響因素中，因道路密度反映當地社經發展狀態，若社經發展程度高之地區，則道路密度相對較高；另外，道路開發會提高可及性，增加交通便利性，進而促使人口及產業聚集，並影響周邊的土地利用型態 (吳振發、林裕彬, 2006; Batisani and Yarnal, 2008; Han, *et al.*, 2009; Su *et al.*, 2010; Martinez, *et al.*, 2011)，故與道路距離愈近的綠地，愈易被開發或轉用，反之，則愈易繼續維持綠地使用。另外，「與建物距離」的影響因素中，建築物密度

35. 如非都市土地使用管制規則、建築技術規則、實施都市計畫以外地區建築物管理辦法、開發行為環境影響評估作業準則等法令之限制。

反映人口及產業聚集程度，同時也反映當地社經發展狀態；而建物興建常會帶動地區發展，並影響周邊的土地利用型態（吳振發、林裕彬，2006），故與建物距離愈近的綠地，愈易被開發或轉用，反之，則愈易繼續維持綠地使用。此外，「地價」的影響因素中，地價反映房地產市場狀態與潛在建案推出量，當地價愈高，顯示房地產價格愈高，建商愈可能推出新的建案，進而影響原有的綠地被開發，故綠地座落地區之地價愈高，愈易被開發或轉用，反之，則愈易繼續維持綠地使用。

3. 計畫環境層面

計畫環境層面中的影響因素以「與都市計畫區距離」為主，因都市計畫區是政府政策規劃下的開發地區，不僅反映政府規劃引導之方向，其內之土地發展也受到法令的限制³⁶，而其亦會影響周邊土地利用型態（吳振發、林裕彬，2006；Batisani and Yarnal, 2008；Han, *et al.*, 2009；Martinez, *et al.*, 2011），故與都市計畫區距離愈遠的綠地，愈易繼續維持綠地使用，反之，則愈易被開發或轉用。

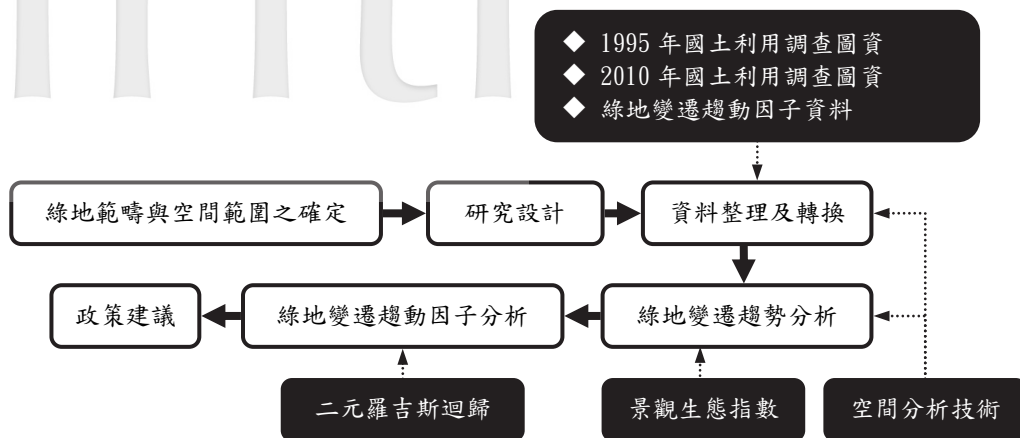
三、研究設計

本段說明研究進行的內容，包括分析架構、分析方法與分析衡量指標。

（一）分析架構

本文針對綠地變遷趨勢及其影響因素之分析，設計分析架構（見圖一），而架構中各步驟之內容包括：1. 綠地範疇與空間範圍之確定—界定綠地之內涵，並決定欲進行實證分析的地理空間範圍；2. 研究設計—根據研究主題與目的，進行假說研提、變數界定，以及分析方法/技術與衡量指標的選定；3. 資料整理及轉換—蒐集相關圖檔及二手資料，以及利用空間分析技術，從 1995 年與 2010 年國土利用調查圖資中，擷取與整理實證地區的資料，另依研究所需，將土地利用型態重新作分類，並將臺北都會區劃分成幾個次分區，以作為後續分析探討之用；4. 綠地變遷趨勢分析—先藉由空間分析技術中網格的計算，瞭解綠地的變遷狀態，以及不同土地利用間之移轉情形；再透過景觀生態指數分析，了解綠地空間結構特徵與組成的變遷狀態；5. 綠地變遷影響因素分析—透過二元羅吉斯迴歸模式，針對綠地變遷結果進行影響因素之分析，試圖找出影響綠地變遷的關鍵影響因素；6. 政策建議—根據綠地變遷趨勢及其影響因素分析之結果，研擬相對應的政策及改善建議。

36. 如都市計畫法、土地使用分區管制……等等。



圖一 研究分析架構圖

(二) 分析方法

本文實證分析所採用之方法，包括：空間分析技術、景觀生態指數及二元羅吉斯迴歸，其內容詳述如下：

1. 空間分析技術³⁷

空間分析係指透過幾何關係、拓撲關係與屬性特徵等分析，進行事件分佈與關係探討之技術，其可針對點、線、面的定位(位置)、分佈範圍、關係與變遷進行剖析，而分析之內容則涵蓋空間資料轉換與製作、地圖呈現、探索性資料分析、空間統計與模擬分析等部分(Fotheringham and Rogerson, 1994; Fischer and Getis, 2010)。

本文在空間分析上，是透過地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)進行空間資料整理與轉換、變遷分析與地圖呈現。其中，在空間資料整理與轉換方面，是根據研究目的與空間範圍，從1995年與2010年國土利用調查的圖資中，整理出臺北都會區的空间圖層資料，將土地類型重新作分類，並將資料形態由向量轉換為網格；此外，亦將臺北都會區依發展程度劃分為數個次分區。在變遷分析方面，計算臺北都會區整體與各次分區中，各種土地利用型態在1995年到2010年間之移轉網格數，以此製成土地利用移轉矩陣，藉此瞭解綠地變遷趨勢，以及與其他各類土地間之移轉狀態。在地圖呈現方面，則是將綠地變遷狀態以圖示作呈現。

37. 本文空間分析技術所使用的軟體以地理資訊系統為主。

2. 景觀生態指數

景觀生態指數 (Landscape metrics) 分析是景觀生態學³⁸ 中一項景觀分析的方法，可量測並描述嵌塊體、某類別的嵌塊體，或整個地景的空間結構 (Leitão *et al.*, 2006)，是能反映地景結構組成³⁹ 和空間配置⁴⁰ 特徵的定量指標。

本文利用景觀生態指數，分析 1995 與 2010 年臺北都會區及其各次分區內綠地的空間結構狀態，以及 1995~2010 年間綠地空間結構的變遷情形。

3. 二元羅吉斯迴歸

二元羅吉斯迴歸 (binary logistic regression) 是應變數為非常態分配之二元分類變數的計量經濟模型，而該模式的機率分配呈 logistic 分配。二元羅吉斯迴歸在應用上不受多元常態分配的假設限制，可在應變數為二元資料型態，且自變數同時為連續或離散資料型態時使用 (Hilbe, 2009; Menard, 2010)。

由於本文在進行綠地變遷影響因素分析時，將綠地變遷結果設定為二元分類變數，而各種影響因素皆為連續數值變數，因此，若透過多元迴歸分析，會使得實證結果造成偏誤，但採用最大概似法估計的二元羅吉斯迴歸模型則可解決此問題，故本文以二元羅吉斯迴歸模型分析綠地變遷的影響因素。本文所設定的二元羅吉斯迴歸模型如式 (1) 或式 (2) 所示，其中 p_i 是綠地發生改變的機率； $1-p_i$ 則是綠地不發生改變的機率； x_{ij} 是影響綠地變遷的影響因素。

$$p_i = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji}}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji}}} \quad (1)$$

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = f(x) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji} \quad (2)$$

另外，進行二元羅吉斯迴歸模型分析時，須針對該模型之合適性進行檢定，本文基於模式與變數之特性，採用 Hosmer-Lemeshow 檢定、分類表 (Classification Table)、概似比檢驗 (Likelihood Ratio Test)，其詳細檢定內容可參閱王濟川與郭志剛 (2005)、Hosmer *et al.* (2013) 等著作。其中，本文進行 Hosmer-Lemeshow 檢定時，是依據預測機率值，將資料分成大致相同規模的 10 個組別，將預測資料按照預測機率作升序排列，計算 Hosmer-Lemeshow 之卡方值，並進行檢定。

38. 景觀生態學強調空間格局、生態過程與尺度的相互作用，研究內含包括景觀的結構、功能、變化與管理 (Leitão *et al.*, 2006)。

39. 景觀組成表示景觀中各類型的嵌塊體變化度與豐富度 (McGarigal and Marks, 1995)。

40. 空間配置表示嵌塊體的物理分布與空間特徵 (McGarigal and Marks, 1995)。

(三) 分析衡量指標

依據本文實證分析之內容 (即綠地變遷趨勢與其影響因素)，於各實證中所採用之衡量指標及變項，分述如下：

1. 景觀生態指數之衡量指標

景觀生態指數在分析與描述地景空間結構時，共分三個層級，分別是嵌塊體層級 (patch level)、類別層級 (class level) 與景觀層級 (landscape level)。其中，嵌塊體為網格的總和，而嵌塊體層級的指數則計算單一塊體的特徵，如大小、形狀、最鄰近距離等等；類別是同一種類嵌塊體的總合，而類別層級的指數則計算所有類別的特徵，如總面積、平均嵌塊體大小、聚集程度等等；景觀是區域內所有的嵌塊體或是類別的總合，而景觀層級的指數則計算所有嵌塊體鑲嵌特徵，如嵌塊體類型多樣性、平均嵌塊體大小或聚集程度等等 (Leitão *et al.*, 2006)。本文目的主要是探討臺北都會區及各次分區中，綠地在 1995 至 2010 年間之變遷情形，故以類別層級 (class level) 的景觀生態指數進行分析。因 景觀生態指數之衡量指標數量繁雜，且部分指標在解釋上具重複性，基於研究目的之考量，選取 10 項指標，其公式、單位與衡量目的的如表一所示。

表一 景觀生態指數之衡量指標整理表 (類別層級)

衡量指標	公式	衡量單位	衡量目的
景觀面積百分比	$\left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \right) (100)$ a_{ij} : i 類嵌塊體中第 j 個之面積 A : 總景觀面積	%	分析綠地及各次分類土地使用在整體景觀格局的相對重要性。該值越大，表示其為景觀格局中的優勢類別，並使景觀格局較呈現該類別的專屬特性。
嵌塊體密度	$(n_i/A)(10000)(100)$ n_i : 景觀中第 i 類土地利用類別之嵌塊體數目 A : 總景觀面積	每 100 公頃之數量	分析綠地及各次分類土地使用之細分與碎裂程度。該值越高，代表該類土地使用破碎化越嚴重。
平均嵌塊體面積	$\left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \right) \left(\frac{1}{10000} \right)$ a_{ij} 、 n_i : 定義同上	公頃	分析綠地及各次分類土地使用的嵌塊體之大小分佈特徵。該值愈大，表示該類嵌塊體平均面積愈大。

衡量指標	公式	衡量單位	衡量目的
面積加權平均嵌塊體面積	$\sum_{j=1}^n \left[a_{ij} \left(a_{ij} / \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \right] \left(\frac{1}{10000} \right)$ <p>a_{ij}：定義同上</p>	公頃	分析綠地及各次分類土地在面積加權下之平均嵌塊體面積，其用以降低小面積嵌塊體變動所產生的影響，並可與「平均嵌塊體面積」指標作比較。該值愈大，表示該類嵌塊體在面積加權下之平均面積愈大。
平均形狀指數	$\sum_{j=1}^n (0.25 p_{ij} / \sqrt{a_{ij}}) / n_i$ <p>p_{ij}：第 i 類嵌塊體中第 j 個之周長 a_{ij}、n_i：定義同上</p>	-	分析綠地及各次分類土地使用嵌塊體形狀的複雜度。該值愈大，表示形狀愈趨複雜，邊界也愈趨不規則狀。
面積加權平均形狀指數	$\sum_{j=1}^n \left[(0.25 p_{ij} / \sqrt{a_{ij}}) \left(a_{ij} / \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \right]$ <p>p_{ij}、a_{ij}：定義同上</p>	-	分析綠地及各次分類土地使用嵌塊體在面積加權下之形狀的複雜度，其用以降低小面積嵌塊體變動所產生的影響，並可與「平均形狀指數」指標作比較。該值愈大，表示該類嵌塊體在面積加權下之形狀愈趨複雜。
平均最鄰近距離	$\sum_{j=1}^{n'_i} h_{ij} / n'_i$ <p>h_{ij}：i 類第 j 個嵌塊體邊緣與最鄰近同類嵌塊體邊緣之距離 n'_i = 景觀中 i 類土地利用類別有最鄰近距離之嵌塊體數目</p>	公尺	分析綠地及各次分類土地使用嵌塊體的聚集與分散程度。該值愈大，表示兩嵌塊體相鄰近程度愈低，分散程度愈高。
面積加權平均最鄰近距離	$\sum_{j=1}^n \left[h_{ij} \left(a_{ij} / \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \right]$ <p>h_{ij}、a_{ij}：定義同上</p>	公尺	分析綠地及各次分類土地使用嵌塊體在面積加權下之聚集與分散程度，其用以降低小面積嵌塊體變動所產生的影響，並可與「平均最鄰近距離」指標作比較。該值愈大，表示在面積加權下之兩嵌塊體相鄰近程度愈低，分散程度愈高。

衡量指標	公式	衡量單位	衡量目的
旋轉半徑指數	$\sum_{r=1}^{z'} (h_{ijr} / z)$ <p>h_{ijr}：表網格單元 i_{jr} (在嵌塊體 i_j 內) 到嵌塊體 i_j 中心點 (平均位置) 的距離 (m)，網格單元中心到網格單元中心的距離 z：嵌塊體 i_j 中的網格單元數量</p>	公尺	分析綠地及各次分類土地使用嵌塊體的連接度與延展性。該值愈大，表示嵌塊體的連接度愈高。
面積加權旋轉半徑指數	$\sum_{j=1}^n \left[\sum_{r=1}^{z'} (h_{ijr} / z) \left(a_{ij} / \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \right]$ <p>h_{ijr}、a_{ij}、z：定義同上</p>	公尺	分析綠地及各次分類土地使用嵌塊體在面積加權下之連接度與延展性，其用以加強大面積嵌塊體的影響效果，並可與「旋轉半徑指數」指標作比較。該值愈大，表示在面積加權下之嵌塊體的連接度愈高。

資料來源：整理自 McGarigal and Marks (1995)、Leitão *et al.* (2006)

2. 二元羅吉斯迴歸變數與假說研擬

在進行綠地變遷影響因素之分析上，是探討各類自然與人為因素對綠地利用轉變之影響，亦即建構以綠地變遷為應變數，各種影響因素為自變數的分析模式。其中，應變數設定為0-1變數，1表示1995年至2010年綠地轉變為非綠地，而0則表示仍維持原有的綠地使用(即未發生變更)；至於各自變數與關係假說，根據黃書禮、蔡靜如(2000)、Verburg *et al.* (2004)、Verburg and Veldkamp (2004)、Hietel *et al.* (2005)、吳振發、林裕彬(2006)、Batisani and Yarnal (2008)、Serra *et al.* (2008)、Han, *et al.* (2009)、Su *et al.* (2010)、Martinez, *et al.* (2011)之研究，整理如表二所示。

表二 影響綠地變遷之影響因素整理表

面向	影響因素	單位	與綠地變遷之預期關係假設
自然環境	1. 與河川距離	公尺	+
	2. 高程	公尺	-
	3. 坡度	%	-
社會經濟	1. 與道路距離	公尺	-
	2. 與建物距離	公尺	-
	3. 地價指數	-	+
計畫環境	1. 與都市計畫區距離	公尺	-

四、樣本資料說明

本段說明實證地區與空間範圍，以及上述各衡量指標/變項之樣本來源與其資料型態。

(一) 實證地區與空間範圍

本文探討在都會區快速發展下的綠地變遷情形，以及影響的影響因素，而綜觀國內各都會區之發展，以臺北都會區發展速度最快，且發展程度最高，集聚大量人口及產業，故以之作爲本文的實證地區。

本文爲瞭解臺北都會區綠地整體狀態與變化趨勢，以及爲比較臺北都會區內不同發展程度與空間位置之各個次分區中綠地分布狀態及變化趨勢，故進行實證分析的空間範圍有二，一是整個臺北都會區，包括臺北市、新北市與基隆市；二是臺北都會區內的 5 個次分區⁴¹，分別是都會中心（臺北市的松山區、大安區、大同區、中山區、中正區、萬華區、信義區）、都會中心外圍區（臺北市的北投區、士林區、內湖區、南港區、文山區）、衛星市鎮（新北市的板橋區、三重區、永和區、中和區、新店區、新莊區、土城區、汐止區、蘆洲區）、都會郊區（新北市的樹林區、鶯歌區、三峽區、淡水區、五股區、泰山區、林口區、深坑區、石碇區、三芝區、石門區、八里區、金山區、萬里區、烏來區，以及基隆市的七堵區、暖暖區）與次中心（基隆市的仁愛區、中正區、信義區、中山區、安樂區）（見圖四）。另外，本文進行實證分析的空間尺度是 50×50 平方公尺的空間網格。

(二) 資料說明

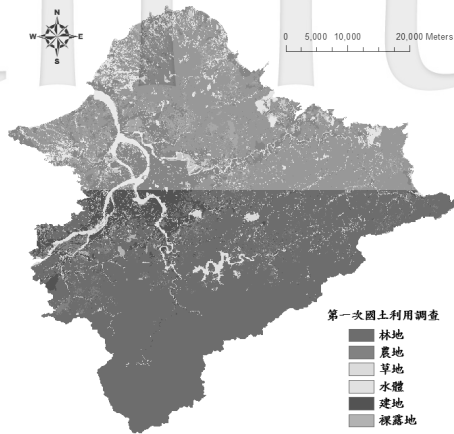
本文研究的內容包括綠地變遷趨勢及其影響因素分析，以下分別就這二部份的資料型態與取得來源進行說明：

1. 綠地變遷趨勢分析

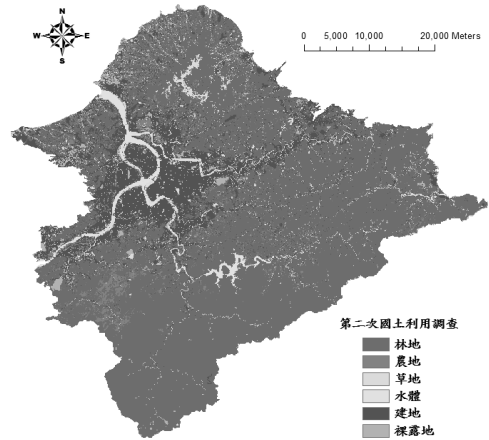
本文彙整內政部國土測繪中心 1995 年及 2010 年的國土利用現況調查資料（見圖二、圖三），透過土地利用類別的重分類⁴²與 GIS 的處理，產生實證地區各網格的土地利用別（屬性）資料，該資料型態爲名目尺度，爲進行綠地變遷分析中土地利用移轉矩陣與景觀生態指數計算時的輸入資料。

41. 配合本文目的與需要，參酌張郁旋 (2001)、林余真 (2006) 等研究後，依據人口數及二、三級產業就業者數，所進行的次分區空間範圍劃分。

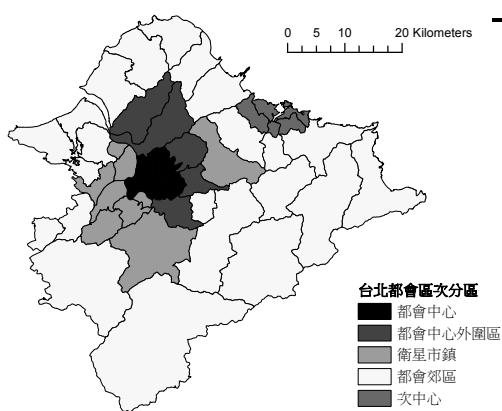
42. 由於兩次國土利用調查資料之分類方式不同，爲求後續實證分析之準確、有效與一致性，故基於研究目的與綠地定義重新進行分類，而詳細分類方式，可參考附錄附表一、二之內容。



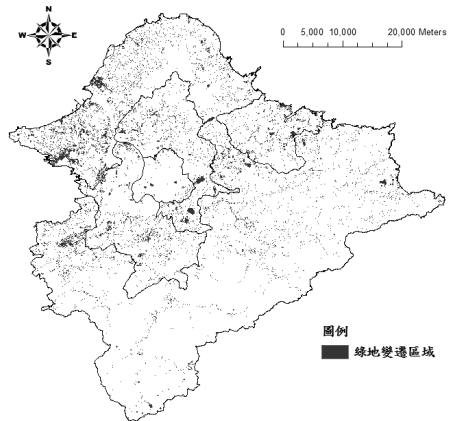
圖二 1995年國土利用調查



圖三 2010年國土利用調查



圖四 臺北都會區各次分區之空間範圍圖



圖五 臺北都會區1995年~2010年綠地變遷狀態

2. 綠地變遷影響因素分析

在二元羅吉斯迴歸模型中，應變數（即綠地變遷）（見圖五）係整理自內政部國土測繪中心1995年及2010年的國土利用現況調查資料，並藉由土地利用類別的重分類與GIS處理所產生，屬二元分類變數，資料型態為名目尺度。各自變數（即各影響因素）皆為數值型態，其單位可詳見表二。另外，各面向中影響因素的資料來源分別是：(1) 在自然環境面向中，影響因素「與河川距離」係整理自內政部營建署區域計畫土地使用管理系統的臺灣河川圖層，藉由GIS中straight line的處理，計算每一網格至河川的最近鄰距離；影響因素「高程」係取自農林航測所40m×40m網格大小之數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM)，並透過GIS內Resample工具轉換為實證所需的50m×50m網格大小；影響因素「坡度」係取自農林航測所之數值地形模型(DTM)，透過GIS中slope的技術，進行坡度的計算。(2) 在社會經濟面向

中，影響因素「與道路距離」係整理自內政部營建署區域計畫土地使用管理系統之內政部路網，藉由 GIS 中 straight line 的處理，計算每一網格至道路的最近鄰距離；影響因素「與建物距離」係彙整自內政部營建署區域計畫土地使用管理系統之建物分佈圖，透過 GIS 中 straight line 的處理，計算每一網格至建物的最近鄰距離；影響因素「地價指數」係整理自內政部地政司之都市地價指數之資料。(3) 在計畫環境面向中，影響因素「與都市計畫區距離」係彙整自內政部營建署區域計畫土地使用管理系統之都市計畫圖，藉由 GIS 中 straight line 的處理，計算每一網格至都市計畫區的最鄰近距離。

五、實證分析及應用

本段敘述綠地變遷趨勢及其影響因素之實證分析結果，並根據分析結果提出綠地之策略構想。

(一) 臺北都會區整體綠地變遷趨勢之分析

臺北都會區整體綠地變遷趨勢，可透過綠地轉移矩陣與景觀生態指數進行分析，其分析結果如下所述：

1. 綠地轉移狀態

藉由 GIS 內網格計算功能，計算出 1995 年至 2010 年臺北都會區整體綠地轉移矩陣表 (見表三)，就整體綠地而言，綠地減少 2339.5 公頃 (即減少 1.19%)，仍有 93.19% 的綠地維持原用；就移轉狀態而言，綠地移轉他用者以建地為最多，約有 4.87%，另因造林、河川截彎取直等措施，綠地亦分別自水體及裸露地增加 32.38% 及 38.15% 的土地。

進一步分析綠地中各次分類土地使用 (即林地、農地、草地) 的移轉狀態，首先，就面積增減上，林地增加 3377.5 公頃 (即增加 2.03%)，而農地與草地皆減少，尤以草地減少最多，約 3393.5 公頃 (即減少 31.92%)；接著，就移轉狀態而言，林地有 90.37% 維持原用，農地與草地卻分別僅剩 34.18%、11.51% 維持原用，其移轉他用者以林地為最多。

綜言之，臺北都會區的綠地呈微幅減少，部分綠地因都市發展轉移為建地，但也因環境政策，自水體及裸露地增加綠地面積；而綠地內各次分類土地間有大幅的土地轉移現象。而以綠地所擔負的功能面向而言，其尚能維持其原有功能，未因都市發展而遭受嚴重破壞。

2. 景觀生態指數分析結果

藉由景觀生態指數的量測，1995~2010 年臺北都會區整體綠地空間結構的變遷狀態如表四所示。就整體綠地而言，其景觀面積百分比雖有微減，但綠地在整體景觀格局中仍佔很大比重 (約 80%)，具重要且主領的地位；而嵌塊體密度增加，平均嵌塊體面積減少，但面積加

表三 1995年至2010年臺北都會區整體綠地轉移矩陣表

1995年土地利用		2010年土地利用							
		綠地				水體	建地	裸露地	合計
		林地	農地	草地	總計				
綠地	林地(面積)	150204.5	6524.5	2333.5	159062.5	953.75	4989.25	1198	166203.5
	(百分比)	90.37%	3.93%	1.40%	95.70%	0.57%	3.00%	0.72%	100.00%
	農地(面積)	7917	6591.25	874	15382.25	279	2975.25	648.5	19285
	(百分比)	41.05%	34.18%	4.53%	79.76%	1.45%	15.43%	3.36%	100.00%
	草地(面積)	5056.5	2036.25	1224	8316.75	186.5	1592.25	537	10632.5
	(百分比)	47.56%	19.15%	11.51%	78.22%	1.75%	14.98%	5.05%	100.00%
	總計(面積)	163178	15152	4431.5	182761.5	1419.25	9556.75	2383.5	196121
	(百分比)	83.20%	7.73%	2.26%	93.19%	0.72%	4.87%	1.22%	100.00%
	水體(面積)	1235.75	532.75	1326.5	3095	4877.5	1297.5	287.25	9557.25
	(百分比)	12.93%	5.57%	13.88%	32.38%	51.03%	13.58%	3.01%	100.00%
	建地(面積)	3847	916.5	778.25	5541.75	283.75	25376	1701.75	32903.25
	(百分比)	11.69%	2.79%	2.37%	16.84%	0.86%	77.12%	5.17%	100.00%
	裸露地(面積)	1320.25	360.25	702.75	2383.25	188	2953.5	721.5	6246.25
	(百分比)	21.14%	5.77%	11.25%	38.15%	3.01%	47.28%	11.55%	100.00%
	合計(面積)	169581	16961.5	7239	193781.5	6768.5	39183.75	5094	244827.8
	(百分比)	69.27%	6.93%	2.96%	79.15%	2.76%	16.00%	2.08%	100.00%
	增減(面積)	3377.5	-2323.5	-3393.5	-2339.5	-2788.75	6280.5	-1152.25	-
	(百分比)	2.03%	-12.05%	-31.92%	-1.19%	-29.18%	19.09%	-18.45%	-

註：各類土地移轉面積的單位為公頃。

權平均嵌塊體面積增加，顯示大面積嵌塊體的面積上升，而小面積嵌塊體的面積減少；在形狀方面，平均形狀指數略減，但面積加權平均形狀指數增加，顯示雖然綠地整體形狀趨向規律，但大面積綠地形狀卻趨向複雜，可知綠地有自然增加的現象；在近鄰方面，平均最鄰近距離縮短，面積加權平均最鄰近距離未有顯著改變，表示綠地整體趨於聚集，但大面積嵌塊體間之分布則維持不變；另在延展性上，因旋轉半徑指數減少，面積加權旋轉半徑指數增加，表示大面積的嵌塊體連接度增加，而小面積之嵌塊體連接度降低，此也與大嵌塊體面積上升，而小嵌塊體面積減少有關。

就綠地中各次分類土地使用而言，在林地方面，與綠地整體相比，除林地面積增加，以及近鄰性無顯著改變外，在嵌塊體的數量、面積、形狀、延展性的結果上則極為相似。在農地方面，其景觀面積百分比減少，且在整體景觀格局中仍佔很小比重，並非居於主領地位，而嵌塊體密度增加，平均嵌塊體面積與面積加權平均嵌塊體面積皆減少，顯示農地在 1995 至 2010 年間面積微減，被細碎分割而逐漸破碎化，尤以大面積嵌塊體更顯嚴重；在形狀方面，

平均形狀指數與面積加權平均形狀指數皆減少，顯示農地趨於破碎零散的同時，邊緣形狀趨向規律，可能是人為分割所致；在近鄰方面，平均最鄰近距離與面積加權平均最鄰近距離未有顯著改變，表示其分布未有重大變化；在延展性上，因旋轉半徑指數與面積加權旋轉半徑指數皆減少，表示地塊體連接度下降，延展性降低。在草地方面，其在整體景觀格局中佔微小比重，非居於主領地位，另在嵌塊體數量、面積、形狀、延展性的分析結果上，與農地量測的結果極相似，但因平均最鄰近距離與面積加權平均最鄰近距離皆增加，故草地更趨分散，且破碎化更較農地嚴重。

表四 臺北都會區整體綠地變遷景觀生態指數之量測結果表

景觀生態指數	綠地		林地		農地		草地	
	1995年	2010年	1995年	2010年	1995年	2010年	1995年	2010年
景觀面積百分比	80.106	79.150	67.886	69.265	7.877	6.928	4.343	2.957
嵌塊體密度	0.585	1.001	0.625	1.003	2.579	3.890	1.600	2.302
平均嵌塊體面積	136.860	79.095	108.559	69.048	3.055	1.781	2.714	1.284
面積加權平均嵌塊體面積	104529.1	164396.1	99271.3	148504.8	149.667	112.618	111.056	79.435
平均形狀指數	1.307	1.259	1.359	1.248	1.300	1.231	1.243	1.152
面積加權平均形狀指數	19.592	36.593	30.113	51.331	4.240	4.067	3.302	2.731
平均最鄰近距離	154.953	137.047	137.524	138.413	152.796	152.004	203.758	210.736
面積加權平均最鄰近距離	100.649	100.346	100.626	100.415	119.191	120.476	148.804	162.107
旋轉半徑指數	81.609	62.369	85.146	55.796	56.085	45.676	52.696	40.998
面積加權旋轉半徑指數	14120.05	18448.3	14408.84	18302.39	472.197	414.564	435.529	429.233

(二) 臺北都會區內各次分區綠地變遷趨勢之分析

在瞭解臺北都會區整體綠地變遷趨勢後，以下亦透過綠地轉移矩陣與景觀生態指數，針對不同發展程度之各次分區，深入分析其綠地變遷趨勢。

1. 綠地轉移狀態

1995年至2010年臺北都會區內各次分區綠地轉移狀態詳如表五~表九所示。就綠地整體而言，都會郊區的綠地面積最多，且維持原用比例最大(94.27%)，而都會中心外圍區的綠地面積與維持原用比例(71.66%)皆為最少，多因都市發展所需，轉為建地(25.50%)。以綠地所擔負的功能面向而言，臺北都會區內各次分區的綠地皆尚能維持其原有功能，未因都市發展而遭受嚴重破壞。

進一步就綠地中各次分類土地使用而言，因地區發展程度及社經狀態的差異，使得在發展程度不高的都會郊區，林地、農地、草地的面積最多，而在發展程度高的都會中心則面積較少。另外，在維持原用比例上，都會郊區的林地維持原用比例最高(91.64%)；都會中心外圍區因休閒農場的設置或為提供都市內糧食所需，致使農地維持原用比例最高(36.06%)；

而都會中心因親水公園設置或未建築的閒置素地等影響，使得草地維持原用比例最高(67.92%)。在土地移轉方面，林地、農地、草地面積的增加大多來自水體及裸露地。此外，農地多移轉為林地；而城區的林地多移轉為建地，郊外的林地則移轉為農地；至於草地，受都市擴張的影響，使得都市及周邊地區的草地多轉為建地，而遠離都市中心者則受造林等影響，多移轉為林地。

表五 1995年至2010年臺北都會區之都會中心綠地轉移矩陣表 單位:%

1995年土地利用		2010年土地利用							
		綠地				水體	建地	裸露地	合計
		林地	農地	草地	總計				
綠地	林地	75.83	5.72	4.63	86.18	0.25	11.09	2.48	100.00
	農地	51.53	17.55	5.39	74.48	0.61	20.00	4.91	100.00
	草地	1.50	0.00	67.92	69.42	0.00	29.40	1.18	100.00
	總計	53.55	11.15	19.11	79.81	0.19	17.78	2.22	100.00
水體		2.03	0.10	34.50	36.63	47.60	14.24	1.53	100.00
建地		1.86	0.11	2.43	4.39	0.10	91.77	3.74	100.00
裸露地		0.67	0.55	32.34	33.56	5.21	56.15	5.09	100.00

表六 1995年至2010年臺北都會區都會之中心外圍區綠地轉移矩陣表 單位:%

1995年土地利用		2010年土地利用							
		綠地				水體	建地	裸露地	合計
		林地	農地	草地	總計				
綠地	林地	71.99	2.00	5.59	79.58	0.43	19.02	0.98	100.00
	農地	40.87	36.06	2.85	79.78	0.87	15.78	3.58	100.00
	草地	30.18	18.04	21.47	69.69	2.68	25.54	2.09	100.00
	總計	51.77	12.86	7.03	71.66	0.64	25.50	2.20	100.00
水體		10.49	4.43	13.59	28.51	47.53	20.59	3.36	100.00
建地		10.99	2.68	3.10	16.77	1.38	77.73	4.12	100.00
裸露地		10.92	3.53	8.64	23.09	2.42	60.43	14.07	100.00

表七 1995年至2010年臺北都會區都會之衛星市鎮綠地轉移矩陣表 單位:%

1995年土地利用		2010年土地利用							
		綠地				水體	建地	裸露地	合計
		林地	農地	草地	總計				
綠地	林地	86.79	5.74	1.52	94.05	0.41	4.68	0.87	100.00
	農地	38.45	27.36	3.46	69.26	1.65	24.21	4.88	100.00
	草地	28.67	16.70	12.52	57.89	5.51	29.22	7.38	100.00
	總計	76.35	9.61	2.40	88.35	0.87	8.96	1.82	100.00
水體		6.14	6.23	23.93	36.30	44.00	16.29	3.41	100.00
建地		4.22	2.01	1.67	7.89	0.47	88.83	2.81	100.00
裸露地		11.47	4.83	12.64	28.94	2.39	60.88	7.79	100.00

表八 1995年至2010年臺北都會區都會之都會郊區綠地轉移矩陣表 單位:%

1995年土地利用		2010年土地利用							
		綠地				水體	建地	裸露地	合計
		林地	農地	草地	總計				
綠地	林地	91.64	3.69	1.06	96.38	0.60	2.43	0.58	100.00
	農地	40.92	35.27	5.07	81.26	1.54	14.10	3.10	100.00
	草地	48.37	22.61	9.83	80.81	1.59	12.00	5.60	100.00
	總計	85.00	7.41	1.86	94.27	0.73	3.94	1.06	100.00
水體		15.51	6.21	7.80	29.52	56.75	10.68	3.06	100.00
建地		17.76	4.63	2.63	25.02	1.11	65.92	7.95	100.00
裸露地		24.68	8.38	10.04	43.10	4.05	37.64	15.21	100.00

表九 1995年至2010年臺北都會區都會之次中心綠地轉移矩陣表 單位:%

1995年土地利用		2010年土地利用							
		綠地				水體	建地	裸露地	合計
		林地	農地	草地	總計				
綠地	林地	86.24	3.30	1.74	91.28	0.55	6.66	1.51	100.00
	農地	59.96	16.29	3.36	79.61	1.68	15.48	3.23	100.00
	草地	78.99	2.19	6.90	88.08	0.17	10.41	1.35	100.00
	總計	84.48	3.72	2.30	90.50	0.55	7.38	1.56	100.00
水體		39.35	3.87	8.72	51.93	33.09	14.24	0.74	100.00
建地		25.48	1.14	1.44	28.06	1.01	67.54	3.39	100.00
裸露地		45.57	5.18	5.94	56.69	0.79	34.73	7.79	100.00

2. 景觀生態指數分析結果

透過景觀生態指數的量測，1995~2010年臺北都會區各次分區綠地空間結構的變遷狀態如表十所示。在各次分區中，由景觀面積百分比，可知除都會中心因高度開發，使綠地比重較低外，其餘各區綠地皆具重要且主領的地位，尤以都會郊區為甚；而檢視其變動趨勢，除都會中心外圍區與都會郊區微降外，其他地區皆呈上升趨勢。在嵌塊體數量與面積方面，透過嵌塊體密度、平均嵌塊體面積與面積加權平均嵌塊體面積等指標，可知嵌塊體破碎度隨發展與開發程度逐漸降低，以都會中心的綠地最為破碎，都會郊區最趨完整；檢視三指標之變動趨勢，顯示大面積嵌塊體的面積上升，而小面積嵌塊體的面積減少。在形狀方面，由平均形狀指數，可知各次分區綠地的平均嵌塊體形狀趨向規律簡單，而由面積加權平均形狀指數，則知都會中心的大面積綠地，因受到規劃設計或人工修整的影響，使得較趨於簡單，反而位於都會郊區的大面積綠地，受其自然發展的影響，形狀顯得較複雜；檢視此二指標之變動趨勢，可知除都會中心外，綠地平均嵌塊體形狀趨向規律化，但大面積綠地形狀卻皆趨於複雜，顯示綠地有自然增加之現象。在近鄰方面，藉由平均最鄰近距離與面積加權平均最鄰近距離，可知都會中心的綠地間最分散，都會郊區與次中心則最集聚；檢視二類指標之變動趨勢，顯示各次分區中的綠地有集聚之趨勢。在延展性方面，利用旋轉半徑指數減少與面積權重旋轉半徑指數，可知都會郊區綠地嵌塊體的連接性最佳，都會中心則最差；檢視二類指標之變動趨勢，顯示大面積的嵌塊體連接度增加，而小面積之嵌塊體連接度降低，此也與大嵌塊體面積上升，而小嵌塊體面積減少有關。

(三) 綠地變遷影響因素之分析

上述透過綠地轉移矩陣與景觀生態指數之分析，瞭解臺北都會區整體及各次分區綠地變遷狀態，本段為有效釐清影響綠地變遷的影響因素，透過二元羅吉斯迴歸模型進行實證，其結果如表十一所示。在模式合適性的各類檢定中，根據 Hosmer-Lemeshow 檢定與概似比檢驗之結果，皆顯示模型合適性佳，而模型分類辨識正確率為 69.88%，且 ROC 預測準確率為 73.2%。另外，以變數顯著性而言，各變數皆為影響綠地變遷的重要影響因素。

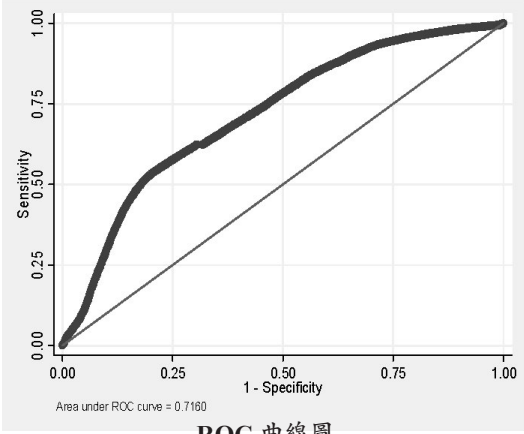
在自然環境面向中，在「與河川距離」的影響因素中，因現今河川周邊土地多被視為環境敏感地，甚少進行開發，多被規劃為綠帶或各類親水的開放空間，與河川距離愈近的綠地，愈不易被轉用或開發，而本文實證結果亦支持此假設。而在「高程」的影響因素中，假設高程愈高的綠地，愈不會被轉用或被開發，但實證結果顯示高程較高的綠地，愈易被開發或轉用，除可能因相關法令少有規範、產權私有、住宅屬性偏好(如山莊)等因素外，更可能與目前可供開發或轉用之平地綠地較少有關。另外，在「坡度」影響因素中，基於法令限制、安全性與開發成本等考量，都市發展密集地區多為坡度平緩處，而坡度愈陡的綠地，愈不易被開發或移轉，本文實證結果亦支持此假設。

在社會經濟面向中，在「與道路距離」影響因素中，因道路密度高反映當地社經發展程度高，以及道路開發會提高可及性與便利性，促進人口及產業聚集，並影響周邊的土地利用

表十 臺北都會區各次分區綠地變遷景觀生態指數之量測結果表

年度	1995年						2010年								
	都會中心	都會中心 外圍區	衛星市鎮	都會郊區	次中心	都會中心	都會中心 外圍區	衛星市鎮	都會郊區	次中心	都會中心	都會中心 外圍區	衛星市鎮	都會郊區	次中心
景觀面積百分比	12.06	63.75	52.44	88.81	71.17	17.39	62.90	54.09	86.89	75.42					
嵌塊體密度	2.91	1.54	1.73	0.25	1.05	4.51	2.42	2.69	0.52	1.37					
平均嵌塊體面積	4.14	41.39	30.24	358.36	67.97	3.86	25.97	20.12	168.70	55.04					
面積加權平均嵌塊體面積	174.85	6118.35	5178.79	92991.52	2940.72	187.81	6454.99	9744.65	95391.53	5476.61					
平均形狀指數	1.14	1.31	1.33	1.46	1.34	1.15	1.31	1.26	1.35	1.32					
面積加權平均形狀指數	2.74	11.13	8.37	15.92	5.95	4.59	13.95	14.53	21.70	12.24					
平均最鄰近距離	236.58	144.94	159.64	133.31	134.63	182.14	127.96	152.77	123.95	114.69					
面積加權平均最鄰近距離	143.51	100.93	103.70	100.19	101.36	116.80	100.70	102.10	100.11	100.33					
旋轉半徑指數	52.07	82.62	78.75	140.30	109.11	51.83	69.20	63.19	86.97	78.51					
面積加權旋轉半徑指數	545.28	3368.06	3162.40	14691.63	2218.62	702.90	3656.13	4515.46	15095.17	3448.72					

表十一 二元羅吉斯迴歸模型之實證結果

面向	影響因素	係數	Z值
自然環境	1. 與河川距離	0.000398***	31.15
	2. 高程	0.000275***	12.37
	3. 坡度	-0.003812***	-23.32
社會經濟	1. 與道路距離	-0.000581***	-30.25
	2. 與建物距離	-0.000378***	-37.85
	3. 地價指數	0.000263***	11.85
計畫環境	1. 與都市計畫區距離	-0.001031***	-39.79
常數項		0.113013***	17.73
 <p>ROC 曲線圖</p>		<p>樣本數 = 107095 LR $\chi^2(7) = 10365.32$ Prob > $\chi^2 = 0.00$</p> <p>Hosmer-Lemeshow $\chi^2 = 2017.35$ Prob > $\chi^2 = 0.5722$</p> <p>ROC 曲線下面積 = 0.732 分類辨識正確率 = 69.88%</p>	

型態，因此，與道路距離愈近的綠地，愈易被開發或轉用，而本文實證結果亦支持此假設。在「與建物距離」影響因素中，建築物密度高，同時反映當地社經發展程度高，以及人口與產業聚集程度高，另外，建物興建會帶動地區發展，並影響周邊的土地利用型態，故與建物距離愈近的綠地，愈易被開發或轉用，而本文實證結果亦支持此假設。在「與建物距離」影響因素中，建築物密度高，同時反映當地社經發展程度高，以及人口與產業聚集程度高，另外，建物興建會帶動地區發展，並影響周邊的土地利用型態，故與建物距離愈近的綠地，愈易被開發或轉用，而本文實證結果亦支持此假設。在「地價指數」影響因素中，地價指數高，顯示房地產價格愈高，建商愈可能推出新的建案，進而影響原有的綠地被開發，故綠地座落地區之地價指數愈高，愈易被開發或轉用，而本文實證結果亦支持此假設。

在計畫環境面向中，在「與都市計畫區距離」影響因素中，因都市計畫區是政府政策規劃下的開發地區，不僅反映政府規劃引導之方向，其內之土地發展也受到法令的限制，而其亦會影響周邊土地利用型態，故與都市計畫區距離愈近的綠地，愈易被開發或轉用，而本文實證結果亦支持此假設。

(四) 政策探討及建議

根據上述實證結果，可顯示部分變項存在法令規範之管制效用，如在「與河川距離」變項上，可窺見河川管理辦法、建築技術規則建築設計施工編等法令，對綠地變更存在管制作用；在「坡度」變項上，可顯現建築技術規則建築設計施工編、開發行為環境影響評估作業準則、非都市土地使用管制規則、特定水土保持區劃定與廢止準則、觀光地區及風景特定區建築物及廣告物攤位設置規劃限制辦法、水土保持法、國家公園或風景特定區內森林區域管理經營配合辦法等法令，對綠地轉用存在管制效果。

但是實證結果亦顯示部分變項，對綠地續存產生威脅，需制定相關法令規範及政策，如「與道路距離」、「與建物距離」、「與都市計畫區距離」等變項，其顯示開發建設之影響，故應劃設都市成長線及(永久)綠帶，限制都市蔓延式的開發，並應制定綠地保存管理及轉用之規範，有效地管理綠地，嚴格地避免綠地被無效的開發與轉用；而「高程」之變項，由於目前並無其相關法令規範，應補充開發之高度限制、高地/山地綠地之保存規範，藉以限制高地/山地綠地被開發或轉用，維持綠地的存續；至於「地價指數」之變項，其顯示新建案被推出之可能性，亦顯示綠地被轉用之誘因，故應透過稅制、法令政策及不動產市場健全化之推動，有效消弭投機性炒作，藉此避免綠地被無效的開發與轉用。

六、結論與建議

綠地因具有環境、生態、景觀、社會文化、健康、防災等功能，故在都會區的永續發展上，扮演關鍵的角色，但卻常在都市化的高度發展下被開發或破壞，而綠地減少所衍生的各項環境衝擊，近年來正逐漸顯著化，另再加上以往多著重於綠地面積之增減，因此，本文透過動態的觀點，以臺北都會區內的綠地對象，利用空間分析技術與景觀生態指數，瞭解其空間結構及變遷狀態，並藉由二元羅吉斯迴歸模型，檢測影響綠地變遷的關鍵影響因素，而根據實證結果，發現：

- (一) 透過 1995~2010 年綠地轉移矩陣的分析，可知臺北都會區減少 1.19% 的綠地面積，但仍有 93.19% 的綠地維持原用，而都會中心外圍區因都市發展所需，其綠地多遭開發或轉用，而愈往都市邊緣地區的綠地則多維持原用，但因有自水體及裸露地增加綠地面積，故綠地尚能維持其原有功能。
- (二) 藉由綠地景觀生態指數的量測，發現除都會中心因高度開發，使綠地比重較低外，其餘各區綠地皆具主領的地位，檢視 1995~2010 年的變動趨勢，僅都會中心外圍區與都會郊區微降，但在整體景觀格局中的主導性仍未動搖。另外，各區大面積綠地因自然增加或造林等措施，使其連接度、面積、空間聚集性皆提升，且形狀更趨複雜，而小面積綠地的連接度與面積則趨減少。

(三) 綠地變遷影響因素之實證結果，顯示自然環境面向中的「與河川距離」、「高程」、「坡度」，社會經濟面向中的「與道路距離」、「與建物距離」、「地價指數」，以及計畫環境面向中的「與都市計畫區距離」皆為關鍵的影響因素。其中，除「與河川距離」、「高程」、「地價指數」與綠地改變呈正向關係外，其餘皆呈反向關係

最後，本文根據實證結果，提出幾項建議：

- (一) 目前綠地轉移以都會中心外圍區為主，但為避免都市蔓延損及綠地原有功能，應劃設都市成長線有效管理之。
- (二) 林地、農地與草地三種綠地形態在土地利用變遷趨勢與區位上存在差異性，故在綠地保護政策上應針對不同綠地形態有所調整，如在都會郊區的林地應有效保育，並避免在都會中心者更為減少；都會中心外圍區的農地應遏止隨意釋出，維持農地坵塊完整性，並避免農地轉建的情形；應關注草地在都會郊區與次中心的變化，加強保育，並防止再為減少。
- (三) 由影響因素分析可知政府的規劃與政策，會影響都會區的綠地變遷，故在擬訂相關計畫或重大建設時，應將綠地空間納入決策考量；此外，應加速綠地相關法令的推動，如公園綠地計畫法草案等，此將有助於政府於綠地政策的執行與管理，以維護都會區生態環境的自然運作，因應全球氣候變遷和防制自然災害。
- (四) 在後續研究上，本文在現有資料限制與理論發展進程基礎上所設計的影響變項，在不同空間與時間分析時，尚具有深入檢討與修改的空間，例如：增加綠地變更利得及懲處之相關變數、距離衡量方式之修正等等。此外，在分析資料的使用上，若未來經費許可，亦可採用衛星影像資料進行多年期多地區之分析與比較。

附錄

附表一 1995年國土利用調查分類及重分類表

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
0	農業	001	農作	0011	稻作	農地
0	農業	001	農作	0012	旱作	農地
0	農業	001	農作	0013	廢耕地	草地
0	農業	002	林業	0020	林業	林地
0	農業	003	養殖	0030	養殖	水體
0	農業	004	畜牧	0041	畜禽舍	建地

附表一 1995年國土利用調查分類及重分類表（續）

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
0	農業	004	畜牧	0042	牧場	農地
0	農業	005	農業附帶設施	0050	農業附帶設施	建地
1	交通用地	100	交通用地	1000	交通用地	建地
1	交通用地	100	交通用地	1001	交通用地	建地
1	交通用地	101	機場	1010	民用機場	建地
1	交通用地	102	鐵路	1021	一般鐵路線	建地
1	交通用地	102	鐵路	1022	專用鐵路線	建地
1	交通用地	102	鐵路	1023	捷運鐵路線	建地
1	交通用地	102	鐵路	1024	鐵路車站	建地
1	交通用地	102	鐵路	1025	鐵路相關設施	建地
1	交通用地	103	公路	1031	國道	建地
1	交通用地	103	公路	1032	省道	建地
1	交通用地	103	公路	1033	縣道	建地
1	交通用地	103	公路	1034	鄉道	建地
1	交通用地	103	公路	1035	市區道路	建地
1	交通用地	103	公路	1036	其他道路	建地
1	交通用地	103	公路	1037	公路車站	建地
1	交通用地	103	公路	1038	停車場	建地
1	交通用地	103	公路	1039	公路相關設施	建地
1	交通用地	104	港口	1041	商港	建地
1	交通用地	104	港口	1042	漁港	建地
1	交通用地	104	港口	1043	專用港	建地
2	水利用地	200	海面	2000	海面	水體
2	水利用地	201	河道	2011	河川	水體
2	水利用地	201	河道	2012	減河	水體
2	水利用地	201	河道	2013	運河	水體
2	水利用地	201	河道	2014	堤防	建地
2	水利用地	202	溝渠	2020	溝渠	水體
2	水利用地	203	蓄水池	2031	水庫	水體
2	水利用地	203	蓄水池	2032	湖泊	水體
2	水利用地	203	蓄水池	2033	其他蓄水池	水體
2	水利用地	204	禦潮地	2040	禦潮地	水體
3	建築用地	301	商業	3011	零售批發	建地

附表一 1995年國土利用調查分類及重分類表(續)

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
3	建築用地	301	商業	3012	服務業	建地
3	建築用地	302	住宅	3021	一層住宅	建地
3	建築用地	302	住宅	3022	低層住宅	建地
3	建築用地	302	住宅	3023	中層住宅	建地
3	建築用地	302	住宅	3024	高層住宅	建地
3	建築用地	303	機關團體	3031	機關	建地
3	建築用地	303	機關團體	3032	團體	建地
3	建築用地	304	學校	3041	托兒所、幼稚園	建地
3	建築用地	304	學校	3042	小學	建地
3	建築用地	304	學校	3043	中學	建地
3	建築用地	304	學校	3044	大專院校	建地
3	建築用地	304	學校	3045	特種學校	建地
3	建築用地	305	文教藝術	3050	文教藝術館	建地
3	建築用地	306	衛生醫療	3060	醫療院所	建地
3	建築用地	307	慈善福利	3070	慈善福利院	建地
3	建築用地	308	宗教	3081	寺廟	建地
3	建築用地	308	宗教	3082	教堂	建地
3	建築用地	308	宗教	3083	宗祠	建地
3	建築用地	308	宗教	3084	其他宗教建築	建地
3	建築用地	309	公用事業	3091	郵政電信	建地
3	建築用地	309	公用事業	3092	氣象	建地
3	建築用地	309	公用事業	3093	電力	建地
3	建築用地	309	公用事業	3094	瓦斯	建地
3	建築用地	309	公用事業	3095	自來水	建地
3	建築用地	309	公用事業	3096	加油站	建地
3	建築用地	309	公用事業	3097	雨水抽水站	建地
3	建築用地	309	公用事業	3099	其他公用事業	建地
3	建築用地	310	環保設施	3100	環保設施	建地
3	建築用地	311	喪葬設施	3111	墳墓	建地
3	建築用地	311	喪葬設施	3112	殯儀館、火葬場	建地
3	建築用地	312	消防安全設施	3120	消防安全設施	建地
3	建築用地	313	興建中	3130	興建中	建地
3	建築用地	314	古蹟	3140	古蹟	建地
4	工業用地	401	工業	4010	製造	建地

附表一 1995年國土利用調查分類及重分類表（續）

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
4	工業用地	402	工業相關設施	4020	工業相關設施	建地
4	工業用地	403	倉儲	4030	倉儲	建地
5	遊憩用地	501	陸上遊憩設施	5011	公園綠地廣場	草地
5	遊憩用地	501	陸上遊憩設施	5012	體育場所	建地
5	遊憩用地	501	陸上遊憩設施	5013	動、植物園	草地
5	遊憩用地	501	陸上遊憩設施	5014	戶外遊樂場	建地
5	遊憩用地	502	水岸遊憩設施	5020	水域活動場所	水體
5	遊憩用地	503	遊憩服務設施	5030	遊憩服務設施	建地
6	鹽業用地	601	鹽田	6010	鹽田	裸露地
6	鹽業用地	602	鹽業設施	6020	鹽業設施	建地
7	礦業及土石用地	701	礦業	7011	礦場	裸露地
7	礦業及土石用地	701	礦業	7012	礦業設施	建地
7	礦業及土石用地	702	土石	7021	土石採取場	裸露地
7	礦業及土石用地	702	土石	7022	土石設施	建地
8	軍事用地	800	軍事用地	8000	軍事用地	建地
9	其他用地	901	濕地	9010	溼地	草地
9	其他用地	902	草地	9020	草地	草地
9	其他用地	903	裸露地	9030	裸露地	裸露地
9	其他用地	904	灌木荒地	9040	灌木荒地	林地
9	其他用地	905	災害地	9050	災害地	裸露地
9	其他用地	906	棄土區	9060	棄土地	裸露地
9	其他用地	907	空地	9071	未使用地	裸露地
9	其他用地	907	空地	9072	人工改變中土地	裸露地
9	其他用地	907	空地	9073	測量標	建地

附表二 2010年國土利用調查分類及重分類表

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
01	農業使用土地	0101	農作	010101	稻作	農地
01	農業使用土地	0101	農作	010102	旱作	農地
01	農業使用土地	0101	農作	010103	果樹	農地
01	農業使用土地	0101	農作	010104	廢耕地	草地
01	農業使用土地	0102	水產養殖	010200	水產養殖	水體

附表二 2010年國土利用調查分類及重分類表(續)

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
01	農業使用土地	0103	畜牧	010301	畜禽舍	建地
01	農業使用土地	0103	畜牧	010302	牧場	農地
01	農業使用土地	0104	農業附帶設施	010401	溫室	建地
01	農業使用土地	0104	農業附帶設施	010402	倉儲設施	建地
01	農業使用土地	0104	農業附帶設施	010403	農產品展售場	建地
01	農業使用土地	0104	農業附帶設施	010404	其他設施	建地
02	森林使用土地	0201	天然林	020101	天然針葉樹純林	林地
02	森林使用土地	0201	天然林	020102	天然闊葉樹純林	林地
02	森林使用土地	0201	天然林	020103	天然竹林	林地
02	森林使用土地	0201	天然林	020104	天然竹針闊葉混淆林	林地
02	森林使用土地	0202	人工林	020201	人工針葉樹純林	林地
02	森林使用土地	0202	人工林	020202	人工闊葉樹純林	林地
02	森林使用土地	0202	人工林	020203	人工竹林	林地
02	森林使用土地	0202	人工林	020204	人工竹針闊葉混淆	林地
02	森林使用土地	0203	其他森林使用土地	020301	伐木跡地	林地
02	森林使用土地	0203	其他森林使用土地	020302	苗圃	林地
02	森林使用土地	0203	其他森林使用土地	020303	防火線	裸露地
02	森林使用土地	0203	其他森林使用土地	020304	土場	裸露地
03	交通使用土地	0301	機場	030100	機場	建地
03	交通使用土地	0302	鐵路	030201	一般鐵路	建地
03	交通使用土地	0302	鐵路	030202	高速鐵路	建地
03	交通使用土地	0302	鐵路	030203	鐵路相關設施	建地
03	交通使用土地	0303	道路	030301	國道	建地
03	交通使用土地	0303	道路	030302	省道、快速道路	建地
03	交通使用土地	0303	道路	030303	一般道路	建地
03	交通使用土地	0303	道路	030304	道路相關設施	建地
03	交通使用土地	0304	港口	030401	商港	建地
03	交通使用土地	0304	港口	030402	漁港	建地
03	交通使用土地	0304	港口	030403	專用港	建地
03	交通使用土地	0304	港口	30404	其他港口相關設施	建地
04	水利使用土地	0401	河道	040101	河川	水體
04	水利使用土地	0401	河道	040102	減河	水體
04	水利使用土地	0401	河道	040103	運河	水體
04	水利使用土地	0401	河道	040104	堤防	建地
04	水利使用土地	0402	溝渠	040200	溝渠	水體

附表二 2010年國土利用調查分類及重分類表（續）

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
04	水利使用土地	0403	蓄水池	040301	水庫	水體
04	水利使用土地	0403	蓄水池	040302	湖泊	水體
04	水利使用土地	0403	蓄水池	040303	其他蓄水池	水體
04	水利使用土地	0403	蓄水池	040304	人工湖	水體
04	水利使用土地	0404	水道沙洲灘地	040400	水道沙洲灘地	水體
04	水利使用土地	0405	水利構造物	040501	水閘門	建地
04	水利使用土地	0405	水利構造物	040502	抽水站	建地
04	水利使用土地	0405	水利構造物	040503	水庫堰壩	水體
04	水利使用土地	0405	水利構造物	040504	地下取水井	水體
04	水利使用土地	0405	水利構造物	040505	其他設施	建地
04	水利使用土地	0406	防汛道路	040600	防汛道路	建地
04	水利使用土地	0407	海面	040700	海面	水體
05	建築使用土地	0501	商業	050101	零售批發	建地
05	建築使用土地	0501	商業	050102	服務業	建地
05	建築使用土地	0502	住宅	050201	純住宅	建地
05	建築使用土地	0502	住宅	050202	兼工業使用住宅	建地
05	建築使用土地	0502	住宅	050203	兼商業使用住宅	建地
05	建築使用土地	0502	住宅	050204	兼其他使用住宅	建地
05	建築使用土地	0503	工業	050301	製造業	建地
05	建築使用土地	0503	工業	050302	倉儲	建地
05	建築使用土地	0504	其他建築用地	050401	宗教	建地
05	建築使用土地	0504	其他建築用地	050402	殯葬設施	建地
05	建築使用土地	0504	其他建築用地	050403	興建中	建地
05	建築使用土地	0504	其他建築用地	050404	其他	建地
06	公共使用土地	0601	政府機關	060100	政府機關	建地
06	公共使用土地	0602	學校	060201	幼稚園	建地
06	公共使用土地	0602	學校	060202	小學	建地
06	公共使用土地	0602	學校	060203	中學	建地
06	公共使用土地	0602	學校	060204	大專院校	建地
06	公共使用土地	0602	學校	060205	特種學校	建地
06	公共使用土地	0603	醫療保健	060300	醫療保健	建地
06	公共使用土地	0604	社會福利設施	060400	社會福利設施	建地
06	公共使用土地	0605	公用設備	060501	氣象	建地
06	公共使用土地	0605	公用設備	060502	電力	建地

附表二 2010年國土利用調查分類及重分類表 (續)

第一級		第二級		第三級		重分類
代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	代碼	分類名稱	分類名稱
06	公共使用土地	0605	公用設備	060503	瓦斯	建地
06	公共使用土地	0605	公用設備	060504	自來水	建地
06	公共使用土地	0605	公用設備	060505	加油站	建地
06	公共使用土地	0606	環保設施	060600	環保設施	建地
07	遊憩使用土地	0701	文化設施	070101	法定文化資產	建地
07	遊憩使用土地	0701	文化設施	070102	一般文化設施	建地
07	遊憩使用土地	0701	文化設施	070103	其他文化設施	建地
07	遊憩使用土地	0702	休閒設施	070201	公園綠地廣場	草地
07	遊憩使用土地	0702	休閒設施	070202	遊樂場所	建地
07	遊憩使用土地	0702	休閒設施	070203	體育場所	建地
08	礦鹽使用土地	0801	礦業	080101	礦場	裸露地
08	礦鹽使用土地	0801	礦業	080102	礦業相關設施	建地
08	礦鹽使用土地	0802	土石	080201	土石採取場	裸露地
08	礦鹽使用土地	0802	土石	080202	土石相關設施	建地
08	礦鹽使用土地	0803	鹽業	080301	鹽田	裸露地
08	礦鹽使用土地	0803	鹽業	080302	鹽業相關設施	建地
09	其他使用土地	0901	軍事用地	090100	軍事用地	建地
09	其他使用土地	0902	溼地	090200	溼地	草地
09	其他使用土地	0903	草生地	090300	草生地	草地
09	其他使用土地	0904	裸生地	090401	灘地	裸露地
09	其他使用土地	0904	裸生地	090402	崩場地	裸露地
09	其他使用土地	0904	裸生地	090403	礁岩	裸露地
09	其他使用土地	0904	裸生地	090404	裸露空地	裸露地
09	其他使用土地	0905	灌木荒地	090500	灌木荒地	林地
09	其他使用土地	0906	災害地	090600	災害地	裸露地
09	其他使用土地	0907	營建剩餘土石方	090700	營建剩餘土石方	裸露地
09	其他使用土地	0908	空置地	090801	未使用地	裸露地
09	其他使用土地	0908	空置地	090802	人工改變中土地	裸露地
09	其他使用土地	0908	空置地	090803	測量標	建地

參考文獻

1. 內政部營建署 (2010)，「公園綠地系統規劃設計參考手冊」，臺北：內政部營建署。
2. 王小璘、曾詠宜 (2003)，都市公園綠地區位景觀生態評估之研究，「設計學報」，第 8 卷，第 3 期，第 53-74 頁。
3. 王秀娟 (1999)，公園綠地發展計畫規劃與實施之研究，「戶外遊憩研究」，第 12 卷，第 3 期，第 63-77 頁。DOI: 10.6130/JORS.1999.12(3)4。
4. 王秀娟 (2002)，「綠地計畫之理論與實證」，臺北：田園城市文化。
5. 王濟川、郭志剛 (2005)，「Logistic迴歸模型：方法及應用」，臺北：五南圖書。
6. 江彥政、翁珮怡、張俊彥 (2012)，綠地結構與居住環境品質對生活滿意度之影響，「造園景觀學報」，第 18 卷，第 3 期，第 21-41 頁。
7. 江彥政、陳怡伶、黃光亮、翁珮怡 (2011)，綠地空間對鄰近民眾健康之影響，「造園景觀學報」，第 17 卷，第 3 期，第 23-40 頁。
8. 何明錦、李威儀、錢學陶 (2000)，「都市計畫防災規劃作業手冊彙編」，臺北：內政部建築研究所。
9. 吳振發、林裕彬 (2006)，汐止市土地利用時空間變遷模式，「都市與計劃」，第 33 卷，第 3 期，第 231-259 頁。
10. 吳振發、詹士樑 (2003)，常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制之探討，「臺灣土地研究」，第 6 卷，第 2 期，第 17-42 頁。
11. 李素馨、張淑貞 (1997)，都市公園綠地環境特質對使用者犯罪恐懼之影響，「戶外遊憩研究」，第 10 卷，第 3 期，第 37-58 頁。DOI: 10.6130/JORS.1997.10(3)3。
12. 林余真 (2006)，「都會區住宅空間分佈變遷及區位選擇因素之研究——以臺北都會區為例」，臺北：國立政治大學地政學系碩士論文。
13. 林明瑞、葉茂森 (2005)，台灣中部地區國小永續校園內涵之研究：以自然環境的觀點進行探討，「環境教育研究」，第 2 卷，第 2 期，第 1-24 頁。
14. 林晏州、陳玉清 (2004)，都市公園綠地建設對粒狀空氣污染物質之改善效果研究，「中國園藝」，第 50 卷，第 2 期，第 219-231 頁。
15. 林裕彬、吳振發、鄧東波 (2004)，景觀生態面指數分析汐止地區 1990~2001 年土地利用時空間鑲嵌特徵，「都市與計劃」，第 31 卷，第 3 期，第 239-268 頁。
16. 林裕彬、鄧東波 (2001)，以衛星影像及碎形理論探討都市綠空間之發展結構——以台北市信義計畫區為例，「都市與計劃」，第 28 卷，第 2 期，第 127-154 頁。
17. 林憲德 (2005)，「城鄉生態」，臺北：詹氏書局。

18. 林寶秀、林晏州 (2001), 都市公園分佈型態與居民遊憩品質關係之研究, 「戶外遊憩研究」, 第 14 卷, 第 2 期, 第 41-61 頁。DOI: 10.6130/JORS.2001.14(2)3。
19. 洪得娟 (1997), 「都市公園綠覆地影響因素之研究: 使用者滿意度之探討」, 台北: 國立臺灣大學園藝學研究所博士論文。
20. 桂家悌、歐聖榮 (2002), 公園綠地系統區位分佈模式之研究, 「興大園藝」, 第 27 卷, 第 1 期, 第 67-81 頁。
21. 張郁旋 (2001), 「都會區產業空間分佈變遷及區位選擇因素之研究—以台北都會區為例」, 臺北: 國立政治大學地政學系碩士論文。
22. 張效通、陳志豪 (2009), 應用遙測與 GIS 評估都市地區綠覆程度之研究—以臺北市為例, 「社會與區域發展學報」, 第 2 卷, 第 1 期, 第 23-45 頁。
23. 許明禎、林晏州 (2001), 民眾對公園綠地防災機能認知與避難行為傾向之探討, 「都市與計劃」, 第 28 卷, 第 2 期, 第 237-251 頁。
24. 郭瓊瑩 (2003), 「水與綠網路規劃: 理論與實務」, 臺北: 詹氏書局。
25. 郭瓊瑩、王秀娟 (2000), 「都市開放空間防災避難系統建立之研究」, 臺北: 內政部營建署。
26. 陳玉清、林晏州 (2003), 公園綠地維護成本與植栽組合之關係, 「中國園藝」, 第 49 卷, 第 4 期, 第 383-394 頁。
27. 陳章瑞、宋維真 (2007), GIS 調查方法於特徵價格法衡量都市綠地美質之影響與效益, 「調查研究」, 第 22 卷, 第 39-87 頁。
28. 黃南淵 (1996), 制定綠地政策的方向, 「營建季刊」, 第 6 卷, 第 4 期, 第 32-43 頁。
29. 黃書禮、蔡靜如 (2000), 台北盆地土地利用變遷趨勢之研究, 「都市與計劃」, 第 27 卷, 第 1 期, 第 1-23 頁。
30. 黃國慶、詹士樑 (2009), 台北都會區土地使用 / 覆蓋變遷驅動力之空間近鄰效果探討, 「都市與計劃」, 第 36 卷, 第 4 期, 第 415-443 頁。
31. 葛兆年、李培芬、邱祈榮 (2008), 破碎棲地之面積、孤離度與棲地異質性對都市地景之鳥類群聚組成之影響—以臺北市公園綠地為例, 「都市與計劃」, 第 35 卷, 第 2 期, 第 141-154 頁。
32. Ahern, J. (1991). Planning for an extensive open space system: Linking landscape structure and function, *Landscape and Urban Planning*, 21(1-2): 131-145. DOI: 10.1016/0169-2046(91)90037-M.
33. Armson, D., Stringer, P., and Ennos, A. R. (2013). The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff in Manchester, UK, *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(3): 282-286. DOI: 10.1016/j.ufug.2013.04.001.
34. Balooni, K., Gangopadhyay, K., and Kumar, B. M. (2014). Governance for private green spaces in a growing Indian city, *Landscape and Urban Planning*, 123: 21-29. DOI: 10.1016/

- j.landurbplan.2013.12.004.
35. Batisani, N. and Yarnal, B. (2008). Uncertainty awareness in urban sprawl simulations: Lessons from a small US metropolitan region, *Land Use Policy*, 26(2): 178-185. DOI: 10.1016/j.landusepol.2008.01.013.
 36. Beatley, T. (2000). *Green Urbanism: Learning from European Cities*, Washington, D. C.: Island Press.
 37. Briassoulis, H. (2000). *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches* Regional Research Institute, Morgantown: West Virginia University.
 38. Brown, P. W. and Schulte, L. A. (2011). Agricultural landscape change (1937-2002) in three townships in Iowa, USA, *Landscape and Urban Planning*, 100(3): 202-212. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.12.007.
 39. Burgi, M., Hersperger, A. M., and Schneeberger, N. (2004). Driving forces of landscape change-current and new directions, *Landscape Ecology*, 19(8): 857-868. DOI: 10.1007/s10980-004-0245-8.
 40. Cengiz, C., Bekci, B., and Cengiz, B. (2014). A comparative study of public green spaces in the changing urban texture in terms of preferences for ornamental plants and visual quality: The case of bartin (Turkey), *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(9A): 2326-2342.
 41. Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city, *Landscape and Urban Planning*, 68(1): 129-138. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2003.08.003.
 42. Coley, R. L., Kuo, F. E., and Sullivan, W. C. (1997). Where does community grow? The social context created by nature in urban public housing, *Environment and Behavior*, 29(4): 468-494. DOI: 10.1177/001391659702900402.
 43. De Vries, S., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., and Spreeuwenberg, P. (2003). Natural environments-healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health, *Environment and Planning A*, 35(10):1717-1731. DOI: 10.1068/a35111.
 44. Fang, C. F. and Ling, D. L. (2003). Investigation of the noise reduction provided by tree belts, *Landscape and Urban Planning*, 63(4): 187-195. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00190-1.
 45. Findell, K. L., Shevliakova, E., Milly, P. C. D., and Stouffer, R. J. (2007). Modeled impact of anthropogenic land cover change on climate, *Journal of Climate*, 20: 3621-3634. DOI: 10.1175/JCLI4185.1.
 46. Fischer, M. M. and Getis, A.(2010). *Handbook of Applied Sapatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications*, Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
 47. Flores, A., Pickett, S. T. A., Zipperer, W. C., Pouyat, R. V., and Pirani, R. (1998). Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: The case of a greenspace system for the New York City region, *Landscape and Urban Planning*, 39(4):295-308. DOI: 10.1016/S0169-

2046(97)00084-4.

48. Fotheringham, S. and Rogerson, P.(1994). *Spatial Analysis and GIS*, London: Taylor & Francis.
49. Gobster, P. H. and Westphal L. M. (2004). The human dimensions of urban greenways: Planning for recreation and related experiences, *Landscape and Urban Planning*, 68(2-3): 147-165. DOI: 10.1016/S0169-2046(03)00162-2.
50. Grahn, P. and Stigsdotter, U. A. (2003). Landscape planning and stress, *Urban Forestry and Urban Greening*, 2(1):1-18.
51. Han, J., Hayashi, Y., Cao, X., and Imura, H. (2009). Evaluating land-use change in rapidly urbanizing China: Case study of Shanghai, *Journal of Urban Planning and Development*, 135(4): 166-171. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9488(2009)135:4(166).
52. Hepcan, S. (2013). Analyzing the pattern and connectivity of urban green spaces: A case study of Izmir, Turkey, *Urban Ecosystems*, 16(2): 279-293. DOI: 10.1007/s11252-012-0271-2.
53. Herb, W. R., Janke, B., Mohseni, O., and Stefan, H.G. (2008). Ground surface temperature simulation for different land covers, *Journal of Hydrology*, 356(3-4), 327-343. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2008.04.020.
54. Hietel, E., Waldhardt, R., and Otte, A. (2005). Linking socio-economic factors, environment and land cover in the German Highlands, 1945-1999, *Journal of Environmental Management*, 75(2): 133-143. DOI: 10.1016/j.jenvman.2004.11.022.
55. Hilbe, J. M. (2009). *Logistic Regression Models*, Boca Raton: CRC Press.
56. Hosmer, D. W., Lemeshow, S., and Sturdivant, R. X. (2013). *Applied Logistic Regression*, New Jersey: Wiley.
57. Huang, S. L., Wang, S. H., and Budd, W.W. (2009). Sprawl in Taipei's peri-urban zone: Responses to spatial planning and implications for adapting global environmental change, *Landscape and Urban Planning*, 90(1-2):20-32. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2008.10.010.
58. Jennings, V. and Gaither, C. J. (2015). Approaching environmental health disparities and green spaces: an ecosystem services perspective, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(2) : 1952-1968. DOI: 10.3390/ijerph120201952.
59. Jim, C. Y. and Chen, S. S. (2003). Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China, *Landscape and Urban Planning*, 65(3): 95-116. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00244-X.
60. Jo, H. K. (2002). Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea, *Journal of Environmental Management*, 64(2): 115-126. DOI: 10.1006/jema.2001.0491.
61. Kabisch, N., Qureshi, S., and Haase, D. (2015). Human-environment interactions in urban green spaces: A systematic review of contemporary issues and prospects for future research, *Environmental Impact Assessment Review*, 50: 25-34. DOI: 10.1016/j.eiar.2014.08.007.

62. Kalnay, E. and Cai, M. (2003). Impact of urbanization and land-use change on climate, *Nature*, 423(6939): 528-531. DOI: 10.1038/nature01675.
63. Kemperman, A. and Timmermans, H. (2014). Green spaces in the direct living environment and social contacts of the aging population, *Landscape and Urban Planning*, 129: 44-54. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.05.003.
64. Kong, F. and Nakagoshi, N. (2006). Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China, *Landscape and Urban Planning*, 78(3): 147-164. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.07.006.
65. Krönert, R., Baudry, J., Bowler, I. R., and Reenberg, A. (1999). *Land-use Changes and Their Environmental Impact in Rural Areas in Europe*, New York: Parthenon Public Group.
66. Leitão, A. B., Miller, J., Ahern, J., and McGarigal, K. (2006). *Measuring Landscapes: A Planner's Handbook*, Washington, D. C.: Island Press.
67. Leuzinger, S., Vogt, R., and Körner, C. (2010). Tree surface temperature in an urban environment, *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(1): 56-62. DOI: 10.1016/j.agrformet.2009.08.006.
68. Linehan, J., Gross, M., and Finn, J. (1995). Greenway planning: Developing a landscape ecological network approach, *Landscape and Urban Planning*, 33(1-3): 179-193. DOI: 10.1016/0169-2046(94)02017-A.
69. Maimaitiyiming, M., Ghulam, A., Tiyp, T., Pla, F., Latorre-Carmona, P., Halik, U., Sawut, M., and Caetano, M. (2014). Effects of green space spatial pattern on land surface temperature: Implications for sustainable urban planning and climate change adaptation, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 89: 59-66. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2013.12.010.
70. Martinez, J. M. A., Suárez-Seoane, S., and Calabuig, E. D. (2011). Modelling the risk of land cover change from environmental and socio-economic drivers in heterogeneous and changing landscapes: The role of uncertainty, *Landscape and Urban Planning*, 101(2): 108-119. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.01.009.
71. Mathieu, R., Freeman, C., and Aryal, J. (2007). Mapping private gardens in urban areas using object-oriented techniques and very high-resolution satellite imagery, *Landscape and Urban Planning*, 81(3):179-192. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2006.11.009.
72. McGarigal, K. and Marks, B. J. (1995). *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*, Washington, D.C.: USDA Forest Technique Report.
73. Menard, S. (2010). *Logistic Regression : From Introductory to Advanced Concepts and Applications*, Los Angeles: SAGE.
74. Meyer, W. B. and Turner, B. L. II. (1992). Human-population growth and global land-use cover change, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23: 39-61.

75. Meyer, W. B. and Turner, B. L. II. (1994). *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*, Cambridge: Cambridge University Press.
76. Miller, G. T. and Spoolman, S. (2008). *Environmental Science: Problems, Concepts, and Solutions*, Australia: Brooks.
77. Pauleit, S. and Duhme, F. (2000). Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning, *Landscape and Urban Planning*, 52(1): 1-20. DOI: 10.1016/S0169-2046(00)00109-2.
78. Pauleit, S., Ennos, R., and Golding, Y. (2005). Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change—a study in Merseyside, UK, *Landscape and Urban Planning*, 71(2-4): 295-310. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.03.009.
79. Pudjowati, U. R., Yanuwiyadi, B., Sulistiono, R., and Suyadi. (2013). Estimation of noise reduction by different vegetation type as a noise barrier: A survey in highway along Waru - Sidoarjo in East Java, Indonesia, *Research Inventy*, 2(11): 20-25.
80. Serra, P., Pons X., and Sauri, D. (2008). Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors, *Applied Geography*, 28(3): 189-209. DOI: 10.1016/j.apgeog.2008.02.001.
81. Seto, K. C. and Fragkias, M. (2005) Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics, *Landscape Ecology*, 20(7): 871-888. DOI: 10.1007/s10980-005-5238-8.
82. Song, I. J., Hong, S. K., Kim, H. O., Byun, B., and Gin, Y. (2005). The pattern of landscape patches and invasion of naturalized plants in developed areas of urban Seoul, *Landscape and Urban Planning*, 70(3-4): 205-219. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2003.10.018.
83. Su, S., Jiang, Z., Zhang, Q., and Zhang, Y. (2011). Transformation of agricultural landscapes under rapid urbanization: A threat to sustainability in Hang-Jia-Hu region, China, *Applied Geography*, 31(2):439-449. DOI: 10.1016/j.apgeog.2010.10.008.
84. Thompson, C. W. (2002). Urban open space in the 21st century, *Landscape and Urban Planning*, 60(2):59-72. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00059-2.
85. Tian, Y. H., Jim, C. Y., and Wang, H. Q. (2014). Assessing the landscape and ecological quality of urban green spaces in a compact city, *Landscape and Urban Planning*, 121: 97-108. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.10.001.
86. Turner, B. L. II., Skole, D., Sanderson, D., Fishcher, G., Fresco, G., and Leemans, R. (1995). *Land Use and Global Land-Cover change: A Proposal for an IGBP-HDP Core Project. IGBP Report No.35 and the HDP Report No.7*, Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences.
87. Veldkamp, A., and Fresco, L. O. (1996). CLUE: A conceptual model to study the conversion of land use and its effects, *Ecological Modeling*, 85(2-3): 253-270. DOI: 10.1016/0304-

3800(94)00151-0.

88. Verburg, P. H., van Eck, J. R. R., de Nijs, T. C. M., and Dijst, M. J. (2004). Determinants of land-use change patterns in the Netherlands, *Environment and Planning B*, 31(1): 125-150. DOI: 10.1068/b307.
89. Verburg, P. H. and Veldkamp, A. (2004). Projecting land use transitions at forest fringes in the Philippines at two spatial scales, *Landscape Ecology*, 19(1): 77-98. DOI: 10.1023/B:LAND.0000018370.57457.58.
90. Whitford, V., Ennos, A. R., and Handley, J. F. (2001). "City form and natural process"—indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK, *Landscape and Urban Planning*, 57(2): 91-103. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00192-X.
91. Wilker, E. H., Wu, C. D., McNeely, E., Mostofsky, E., Spengler, J., Wellenius, G. A., and Mittleman, M.A. (2014). Green space and mortality following ischemic stroke, *Environmental Research*, 133: 42-48. DOI: 10.1016/j.envres.2014.05.005.
92. Xu, X. G., Duan, X. F., Sun, H. Q., and Sun, Q. A. (2011). Green space changes and planning in the capital region of China, *Environmental Management*, 47(3): 456-467. DOI: 10.1007/s00267-011-9626-3.
93. Yang, J., McBride, J., Zhou, J., and Sun, Z. (2005). The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction, *Urban Forestry and Urban Greening*, 3(2): 65-78.
94. Yang, L. Y., Zhang, L. B., Li, Y., and Wu, S. T. (2015). Water-related ecosystem services provided by urban green space: A case study in Yixing City (China), *Landscape and Urban Planning*, 136: 40-51. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.11.016.
95. Younger, M., Morrow-Almeida, H. R., Vindigni, S. M., and Dannenberg, A. L. (2008). The built environment, climate change, and health opportunities for co-benefits, *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5): 517-526. DOI: 10.1016/j.amepre.2008.08.017.
96. Zhang, B., Xie, G. D., and Wang, S. (2015). Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China, *Landscape and Urban Planning*, 140: 8-16. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.03.014.
97. Zhou, X. L., and Wang, Y. C. (2011). Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies, *Landscape and Urban Planning*, 100(3): 268-277. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.12.013.
98. Zomeni, M., Tzanopoulos, J., and Pantis, J. D. (2008). Historical analysis of landscape change using remote sensing techniques: An explanatory tool for agricultural transformation in Greek rural areas, *Landscape and Urban Planning*, 86(1): 38-46. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.12.006.