

# 探討雨水花園於永續校園中之發展 — 可行性評估與校園空間型態之關係

吳雨衡\*、吳佩玲\*\*

自工業革命後，都市化現象對於水系生態系統和功能具有顯著的負面影響，包括減少透水表面積並增加洪水頻率、都市水汙染等。雨水花園，也稱做生物滯留區，已經被推薦為減少都市地區中汙染源的最佳處理方法，不僅可以達到減少地表逕流、降低淹水並對水質淨化具有舉足輕重的影響。因此，本研究以台中東海大學做為研究範圍，若能透過雨水花園改善現有校園環境並結合綠色校園對附近河川及自然環境上的影響程度上有其重要性。擬達成以下研究目的：1. 獲得於東海校園設置雨水花園時，不同空間屬性與設置可行性的關聯性；2. 獲得設置雨水花園於東海大學的各項可行性評估因子之間的差異性。本研究之結果可作為後續東海大學設置雨水花園時可優先於「宿舍區」做為設置雨水花園的優先場所，可有效降低生活汙水中的化學物質後再排入地下排水道，大幅度降低對附近河川的生態汙染。第二優先設置雨水花園的場所為「教學區」，扮演教育的功能，透過有別於下水道的開放露天的設計，讓學生對都市硬鋪面、雨水逕流、和生態環境的關係有更進一步的認識，之後推廣至學校各區域。

**關鍵詞：**雨水花園、永續校園、可行性評估

---

\* 東海大學景觀學系所碩士。

\*\* 東海大學景觀學系所助理教授。本文通訊作者，Email：peilingwu@thu.edu.tw。

農業經濟叢刊 (Taiwanese Agricultural Economic Review)，21:1-2(2015)，257-297。  
臺灣農村經濟學會出版

## I、前言

都市化是全球共通的現象，根據聯合國統計，人類歷史從 2002 年開始，將超過一半人口居住在都市地區，並且這比例會日漸上升 (Seto & Fragkias, 2005)。都市化過程和地區會帶給所在的地區和鄰近腹地，甚至更大空間區域的自然環境極大的衝擊 (Wackernagel & Rees, 1995; Muniz & Galindo, 2005)。都市化後對於下游水生生態系統的形式和功能具有顯著的負面影響 (Booth & Jackson, 1997)。都市化的過程中不透水鋪面的增加，減少透水表面積並增加洪水頻率。這些水文變化的結果，造成魚類棲息地的退化 (Booth & Jackson, 1997)。都市逕流除了沉積物之外主要還有其他的汙染物，包括：厭氧菌、氮磷化合物、重金屬、石油碳氫化合物等 (United States of Environmental Protection Agency, 2000, 以下簡稱 USEPA)。由此可知城市發展對土地資源的使用過度，破壞了原有的生態，造成都市環境衝擊，造成生活環境與生態上的損失。

隨著環境保護的意識抬頭，人類對「環境與發展」議題的關注與瞭解也漸漸被推廣，各國也重視對環境的保護。1987 年聯合國世界環境與發展委員會 (World Commission on Environment and Development, 以下簡稱 WCED) 發表《Our Common Future》的書中，討論全球關切的環境永續發展問題，提倡全球性的倫理道德觀，強調個人與群體在促進人類與環境協調關係中應負的責任與道德 (WCED, 1987)。人類對於環境的破壞已經成為全球性的議題，永續城市、生態城市等理念也漸漸地嶄露頭角並成為熱潮。根據 Register (1987) 的說法，生態城市 (eco-city) 是一個兼具健康與生態特質的城市 (例如：瑞典馬爾摩生態社區)；Register (1987) 提倡生態都市的觀念是源自於古代歐洲的市鎮以及美國西南部用石塊及泥土興建的印地安部落建築 (Indian pueblo)。相對於生態城市，在都市化的城市中，廣大的農

林地與動植物的自然棲息地被轉化為建築、工業及道路用地，大量的混凝土建築物，不透水路面取代原有的自然地表，成為城市的主要表面，這種現象嚴重影響水的自然滲透（曾忠忠、劉戀，2007）。可見在開發的都市區域中，透水性嚴重不足；水流在路面及雨水下水道內流速比未開發前之林地、草地還快，增加了都市下游河川的洪峰量，集流時間變短，增加了下游洪水氾濫的機會（郭振泰，1998）；顯見不透水表面率越高，其地表逕流量會越大，造成水災的情形也日益嚴重。由此可知雨水資源對於都市環境的影響確實值得深思。

針對都市環境的變遷，許多國家紛紛採用許多方法改善生活環境，像是西雅圖利用綠地因子（Green Factor）改善城市的生態系統、德國運用生境面積指數（Biotope Area Factor）衡量及確保都市中的生物棲地。反觀我國，為改善居民生活環境，並促進市、鎮、鄉街有計畫之均衡發展，特制定都市計畫法（全國法規資料庫，2010）。我國都市計畫法中僅有某些通則性條文，可作為審視都市環境（例如：綠化量、建蔽率、容積率、建築基地保水等），但並沒有進一步的提供方法操作並評估。

在結合都市與自然環境上，美國西雅圖市是一個成功的案例。西雅圖從2000年起開始規劃並執行「街道替代方案（Street Edge Alternatives，以下簡稱 SEA）」，由西雅圖的公共設施局（Seattle Public Utilities）、交通局（Seattle Transportation）和部分居民共同合作。將傳統的直線型街道轉化為流線型並設置雨水花園的空間。由於 SEA 是一個實驗性的計畫，2000 年完成後接下來的兩年，西雅圖公共設施局就一直監測評估其自然排水的成效，作為日後街道排水設計的參考。結果發現，以風雨發生機率每兩年一次為設計條件的 SEA，可以成功的在現地處理百分之九十八的逕流量，也就說是，利用地窪植栽地的自然排水設計，幾乎可以取代傳統下水道的功能。此外，研究也證實，SEA 所選用的植栽和土壤也成功的移除了逕流中所含的污染物質。由此可知，雨水花園不僅可以達到減少地表逕流並降低淹水的情況發生

同時對於當地的水質淨化亦佔有舉足輕重的影響。

雨水花園能有效控制都會區內大量的地表逕流，這個嶄新的觀念也為美國環境保護署 (Environmental Protection Agency, 以下簡稱 EPA) 所採用，並成為低衝擊開發中 (Low Impact Development, 以下簡稱 LID) 的一環，後來也成為馬里蘭州中 Prince George's County 裡住宅區開發計畫中雨水管理裡的一個新策略 (Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999)。雨水花園允許 30% 以上的水涵養在土壤中，可以過濾來自街道、停車場甚至是草地中不乾淨的水進入當地的溪流或湖泊，有效改善雨水逕流的處理，幫助社區防護淹水和排水問題；提高庭院和街道的美麗；提供寶貴的棲息地給予鳥、蝴蝶和許多昆蟲 (Bannerman、Considine & Wisconsin Department of Natural Resources, 2003)。雨水花園，也稱做生物滯留區，已經被推薦為減少都市地區中汙染源的最佳處理方法 (USEPA, 2000；Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999)。但是過去以往的雨水花園主要著重的面相還是在於處理地表逕流避免積水，對於水質淨化方面的論述尚且不足。直到 Davis *et al.* (2001) 進行兩個雨水花園間的研究證實雨水花園可以有效的降低水中銅、鉛、鋅的總量，對於氮、氨氮也有明顯的減少。

綜合上述，雨水花園能提供雨水淨化與減低逕流的能力，另一方面總結過去相關研究中，對於雨水花園的論述較少，若能探討將雨水花園設置的可行性更能幫助於未來進一步探討雨水花園方面相關的研究。

根據前述之研究動機，本研究以可行性評估的角度出發，探討設置雨水花園的可行性，並以台中市東海大學為實證基地，透過可行性評估的七項指標來了解東海師生對設置雨水花園的看法，欲藉此一研究達到兩個目的：

1. 獲得於東海校園設置雨水花園時，不同空間屬性與設置可行性的關聯性。
2. 獲得設置雨水花園於東海大學的各項可行性評估因子之間的差異性。

## II、文獻評析

### 2.1 永續發展

永續發展的定義，在不同領域的學者主張下各有所差異，如 Munasinghe (1993) 提出永續發展的目標在於經濟成長、社會公平及穩定生態環境。所謂「永續發展」是基於公平性、永續性及共同性外就永續環境、永續經濟、永續社會等三層面進行相關規劃。

由於人口大多數集中在都市地區，而都市在全球的經濟中扮演著領導角色，因此都市的永續發展在落實全球永續發展與解決全球環境變遷問題確實舉足輕重。Organization for Economic Cooperation and Development (2004) 指出都市在達成永續性的兩個原則：(1) 機能與自我調節的成長原則 (the principle of functional and self regulatory growth)、(2) 最少廢棄物原則 (the principle of minimum waste)。

發展至今，永續發展的理念下，現今的永續城市、生態城市或是綠色城市，都是衍生其理念發展而成。其彼此間的不同在於關心的議題與空間尺度上的差異。總結而言，不管是永續城市或生態城市，我們可以了解到不同的空間尺度與環境下，因應其都市的特性與功能，期望在未來都市發展下確保都市系統能長期的維持運作並不斷地演替。隨著永續發展觀念的提倡，各國也紛紛意識到環境教育的重要性，以及大學在未來的環境保護與環境教育在永續發展中所應該擔當的責任。

### 2.2 綠色校園

在邁向社會化的過程當中，校園 (Campus) 對人格發展影響的重要性既深且遠 (王俊秀, 1999)。校園的綠色化 (Greening) 即是面對越來越大的

環境問題的省思與行動。為了因應國際永續發展的潮流，善盡綠色公民的責任，國際上普遍出現綠色學校計畫，來推動全校性的環境教育（王順美，2004）。

所謂的綠色校園，就是校園設計或改造成具有永續性、前瞻性以及環保性的優質校園，最後成為一個環境教育基地（江哲銘，2002）。一所具有永續願景的綠色大學，其重要性更大於中、小學的綠色校園，對環境的改善與教育是極為重要的。對環境造成的衝擊而言，大學設施相當多樣、能源與資源消耗量極大、毒性物質使用可能性高，產生的污染量不可小覷，如果大學校園並未就以上各個面向進行妥善考量，並實施環境保護與管理策略，則可能對周遭環境帶來巨大的衝擊與傷害（陳永昌，2003）。

台灣綠色學校伙伴網絡計畫（簡稱綠色學校計畫）是委託台灣師大環境教育研究所進行的專案計畫，計畫中參考英國生態學校、加拿大種子學校、美國全球環境觀測教育計畫、美國密西根大學河川環境教育計畫等理念，形成此計畫架構。綠色學校強調從心靈環保為基礎，在四個面向落實，包括有環境政策訂定（政策面向）、校園減污及生態綠化（空間面向）、學校環境課程教材與計畫（教學面向）、學校的簡樸生活面（生活面向）等四個面向的內涵。但在實施過程的精神內涵上，則強調「生態思維、人性關懷、伙伴網路、學習成長」，並以伙伴精神相互的鼓勵、提攜，且資源相互交流。

綜合上述文獻可得知，都市化產生的環境破壞促使人們對環境以及生活的再思考，並推動永續發展的理念；永續發展在世界各國不同的都市尺度以及需求下衍生出永續都市、生態城市、綠色都市以及綠色校園等不同的型式及作法，但推究其本質都是在能滿足當代的需要，而同時不損及後代子孫滿足其本身需要的發展、有效率的資源利用，不斷的再使用、再循環、及盡可能地利用當地的資源；在最小的環境破壞下開發利用；並提供一個可安全公平地分配物質和經濟資源及利益；以平衡成長和復原力的需求，而謹慎地使用現有資源（Seattle Planning Department，1994）。

西雅圖為美國一個成功的生態城市，其中亦有多數成功的生態社區，雨水花園（Rain Garden）為美國低衝擊開發（LID）中一設計手法，是一個綜合可持續供水的基盤設施，處理著保水、排水及供水的分配計畫。

### 2.3 雨水花園（Rain Garden）

雨水花園（Rain Garden），最早是在 1990 年於美國馬里蘭州的 Dick Brinker 使用於住宅上，首次以生物滯留雨水的辦法替代傳統的地下管線排水。到了 1994 年美國波特蘭市更實現了在都會區中使用雨水花園的觀念，當時是為了解決波特蘭市每年持續九個月的大雨，所做的雨水滲透試驗（曾忠忠、劉戀，2007）。而雨水花園能有效控制都會區內大量的地表逕流，這個嶄新的觀念也為 USEPA 所採用，並成為低衝擊開發中（LID）的一環。根據美國環境保護署之綠色基盤行動策略中指出，綠色基盤的應用與策略可以是為都會區內與水與地表逕流進入下水道系統的減量、保存與整治，其中雨水花園是所採取的策略之一。此外美國民間機構 Center for Neighborhood Technology（以下簡稱 CNT），亦指出希望利用綠色基盤的策略提升自然環境與開放空間之品質，降低洪水風險。綠色基盤中包含雨水花園、樹木（Trees）、透水鋪面（Porous Pavement）等，而雨水花園更是強調的重點（CNT，2014）。

雨水花園也被稱做生物滯留池，是由植栽與透水性佳的覆土層組成。將水截留收集於雨水花園中，其中入滲的介質通常有礫石、砂子與土壤層；通常土壤層會添加落葉或堆肥增加滲透速率和有機質含量。北卡羅萊納州立大學的研究團隊建議混合 85-88% 的中砂，8-12% 的堆肥混合物（可以在表土的形式），以及 3-5% 的有機物質（可以是葉堆肥或其他有機物質）。雨水花園的主要目標是除去水中所含有的汙染物質並減少地表逕流（Dietz & Clausen，2005）。雨水花園通常種植具有淨化效益並耐旱的喬木、灌木與草本植物等，經過滲透過濾等媒介使植物可以攝取所需的微生物，並分解汙染

物達到生物轉化的效益 (Davis *et al.*, 2001)。如果基地的土壤是砂質土壤是可以當作生物截留的介質，否則需要混合砂與其他成份並適當地填充在至少三英尺深的雨水花園。Davis *et al.* (2001) 研究顯示雨水花園可以大幅度降低汗水中銅、鉛、鋅 90% 的濃度，TKN 則可以降低 68%，氨氮 (NH<sub>3</sub>-N) 可以降低 87%，而硝酸鹽 (NO<sub>3</sub>-N) 僅能降低 24% 的濃度。Yang *et al.* (2010) 的研究亦指出若能延長雨水花園淨化水質的時間，可以增加對硝酸鹽的淨化效益。由以上研究可看出雨水花園主要著重於淨化水質的影響效益。

雨水花園是一種以碗型 (bowl-shaped) 為概念的花園型式 (如圖 1)，藉由土壤的下挖與種植多年生的原生植物，能更有效地吸收不透水鋪面所帶來的雨水逕流。此外，種植含有淨化水質之植物，更能夠將逕流中夾帶的雜質一併截留，達到過濾水質的功能。碗型的雨水花園從人行道、停車場、街道、住家收集並處理。



資料來源：摩瑪設計工程有限公司 (2010)。

圖 1 雨水花園剖面示意圖

最初雨水花園的設置並不是用來作為滯洪池或減緩都市內地表逕流的因素，而是利用雨水花園中植物的根系與土壤中的微生物來過濾空氣中的廢氣與懸浮粒子，但這個作法不僅對環境品質有改善，對於地表逕流之控制也有意想不到的功能（曾忠忠、劉戀，2007）。但是，不可否認雨水花園對於控制並降低都市內地表逕流有著無可比擬的重要性。

設置雨水花園的優點為：（1）控制地表逕流，減少水患的規模與頻率：透過雨水花園之凹地，在雨季時可以作為地表水之暫時容納的場所，減緩大量雨水排進地下水道導致排水不及而引發之淹水情形。（2）增加土壤含水量：在都市中過多的不透水鋪面，導致水往往只短暫停留在都市中，很少滲透進都市中的土壤，造成都市水資源的缺乏。而雨水花園允許 30% 的水涵養在土壤中，並透過透水性好的鋪面提高水的滲透，增加過濾後進入土壤中的水量，並使水可以回充當地的地下涵水層。（3）增加景觀美質：雨水花園的設置通常會搭配複層植栽，提供和傳統草地、花台不一樣的景觀視覺感受，並使人更接近自然環境的空間。（4）水質和空氣淨化：雨水花園的設置通常會搭配複層植栽，以提高土壤的含水量。一般來說，當汙水進入雨水花園中，雨水花園利用土壤的滲透以及過濾效果將水中的有害物質暫留於土壤內，並與土壤中的物質產生化學作用，達到水質淨化之目的，提升環境品質。（5）生態多樣性：雨水花園雖然是一人造環境，但卻可修補都市內破碎的自然生態。藉由植栽以及土壤水分的涵養，營造一生物棲地的環境，提供予鳥、蝴蝶和許多昆蟲生存空間，可改善都市內自然生態環境，以景觀生態學角度來說可視為提供生態跳島給予生物存活動之場所。（6）改善微氣候：雨水花園中的植栽不僅涵養水進入地下涵水層，亦可透過蒸散與蒸發作用將水往天空排放，而蒸散與蒸發作用可吸收熱能並帶走熱量，對於都會區之熱島效應亦有所減緩。

因此在許多國家雨水花園的設置也隨之增加。像是在澳洲墨爾本的健康水路與雨水花園計畫、西雅圖的街道替代方案（SEA）、奧勒岡的波特蘭市

等。從文獻與國外案例可知，雨水花園的觀念主要是水質淨化與降低地表逕流減少水患衝擊影響，提供生物多樣性並提升都市內之景觀美質；反觀國內因為對於此方面研究與論述較少，因此許多觀念上還在啟蒙時期、缺乏專業訊息以及相關技術、都市居民的認知觀念等，都是我們目前所面臨的問題。

### III、研究方法

本研究以都市化破壞自然環境為起始，探究水資源遭到都市化後產生的影響，並以水資源與雨水花園等相關文獻整理，以文獻回顧與深度訪談做為研究方法。本研究係以台中市東海大學師生為研究對象，研究使用問卷調查法，問卷設計乃針對東海大學之師生進行調查，問卷的設計是依據研究架構、文獻探討後，分析整理成初稿後進行訪談，再進行問卷初擬進行前測，並綜合各項意見後修訂完成正式問卷，回收問卷經篩選後再做資料分析。

東海大學空間屬性：本研究將東海大學校園空間分為六個屬性，分別為：教學區、行政區、宿舍區、活動區、教堂區、牧場區。可行性評估：此處可行性評估因子主要參照徐肇章等（2001）「民間參與公共建設可行性評估及先期規劃作業手冊」，可細分為：市場可行性、技術可行性、法規可行性、經營管理評估、土地取得可行性、財務可行性、環境影響評估等七項。

#### 3.1 可行性評估量表建構

本問卷內容之目的在於瞭解使用者對東海大學設置雨水花園的可行性評估認知的程度。此部份之題項是依據文獻探討中所歸納出之七項可行性評估，各發展出三至四個問項，共 25 個題目。衡量之方法採用李克特（Likert）量表之五點等距尺度，分別為非常不同意、不同意、普通、同意、非常同意，分數由 1 分至五分。如表 1 所示。

表 1 可行性評估各問項

| 構面      | 因子   | 問卷內容                      |
|---------|------|---------------------------|
| 市場可行性   | 特殊性  | 雨水花園在現有市場上具有特殊性           |
|         | 市場競爭 | 雨水花園的設計手法優於一般的庭院設計        |
|         | 地區發展 | 雨水花園的設置對於地區發展具正面影響力       |
| 技術可行性   | 技術   | 雨水花園的技術是可以被實行             |
|         | 工程工期 | 雨水花園的施工工期不會太過冗長           |
|         | 功能   | 雨水花園的設置可以改善淹水             |
|         | 性能   | 雨水花園的設置可以改善水質             |
| 法規可行性   | 管理法  | 雨水花園需成立專責的管理委員會           |
|         | 法規   | 雨水花園需成立專門的法規訂定            |
|         | 空間   | 雨水花園需要提供設置的空間             |
| 土地取得可行性 | 建物拆遷 | 雨水花園的設置需將原有的設施移除          |
|         | 土地徵收 | 雨水花園的設置需將土地徵收             |
|         | 私有地  | 學校應耗資將校園內零碎的私有地購回         |
| 財務可行性   | 投資   | 學校願意投資設置雨水花園              |
|         | 成本   | 雨水花園的設置費用會對學校財務造成影響       |
|         | 成本收益 | 雨水花園的人事與維護費用會對學校財務造成影響    |
|         | 投資效益 | 雨水花園的設置可減少在暴雨時排除淹水的開支     |
| 環境影響評估  | 棲地   | 雨水花園的設置對當地物種提供更多樣的棲地生存    |
|         | 物種   | 雨水花園的設置能提升當地生物多樣性         |
|         | 環境效益 | 雨水花園的設置對校園水質淨化與淹水改善有效益    |
|         | 景觀美質 | 雨水花園的設置能增加景觀美感            |
| 經營管理評估  | 決策   | 雨水花園的設置是具有意義（效益）的         |
|         | 規劃   | 雨水花園的設置納入未來校園規劃是必要的       |
|         | 經營   | 學校設置專責的管理委員會經營雨水花園的設置是必要的 |
|         | 評估   | 雨水花園的設置對東海校園整體環境有幫助       |

資料來源：本研究設計。

### 3.2 空間優先性排序

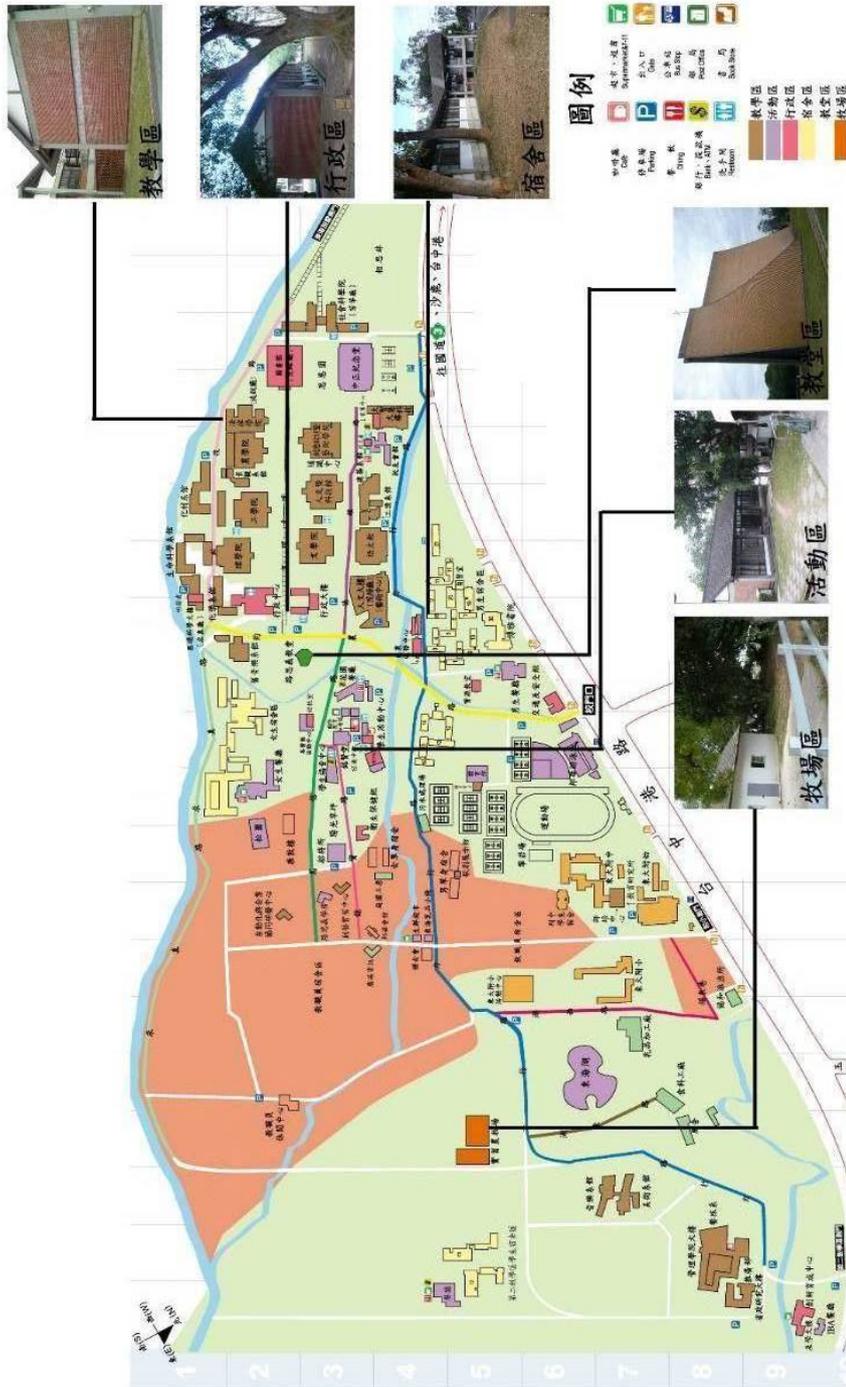
第二部份為各空間設置雨水花園優先性排序，目的在於了解使用者（東海師生）認為東海大學哪些空間最應該優先設置雨水花園以達到雨水花園的效益與景觀美感，以「教學區」、「宿舍區」、「行政區」、「教堂區」、「活動區」、「牧場區」六大空間做 1 至 6 名之排序，排名愈高分數愈高，分數依排名為 6 分至 1 分。

### 3.3 可行性評估準則重要性排序

第三部份為各可行性準則重要性排序，目的在於了解使用者（東海師生）認為東海大學若設置雨水花園應優先考量哪些準則為主，哪些為次，以「市場可行性」、「技術可行性」、「法規可行性」、「經營管理」、「土地取得可行性」、「財務可行性」、「環境影響評估」七項準則做 1-7 之排序，排名愈高分數愈高，分數依排名為 7 分至 1 分。

### 3.4 視覺評估法

本研究使用模擬照片，模擬研究問題的真實情境，並搭配現況照片使受測者可以假想與判斷，有助於受測者表達其心中對於研究問題的感受與回應。東海大學各空間照片之挑選依照東海大學空間需求和手冊來挑選地點再加以模擬設置雨水花園後之情況，使受測者能瞭解不同空間設置雨水花園的差異。如圖 2 與表 2 所示。



資料來源：本研究繪製。

圖 2 東海大學校園分區圖

表 2 各空間屬性雨水花園設置模擬對照表

| 區域  | 現況  | 模擬   |
|-----|---|--|
| 教學區 |    |    |
| 行政區 |   |   |
| 宿舍區 |  |  |
| 活動區 |  |  |

表 2 各空間屬性雨水花園設置模擬對照表（續）

| 區域  | 現況   | 模擬  |
|-----|--|---|
| 教堂區 |   |   |
| 牧場區 |  |  |

資料來源：本研究拍攝與繪製。

## IV、結果與分析

### 4.1 使用者基本屬性

本次受訪者共 130 人，由表 3 可知，以女性較多，共 76 人，佔了 58.5%；年齡以「21-30 歲」居多，有 128 人，佔了 98.5%；而學歷部分則是「大學」佔多數，共有 108 人，佔 83.1%；而收入以「5,001-10,000」為較多人次，為 62 人，佔了 47.7%；而「是否受過景觀、建築或美術相關專業訓練」項目，選擇之受訪者皆受過專業訓練，為 100%。如表 3 所示。

表 3 受測者基本屬性

| 填寫問卷專家           | 類別              | 數量  | 百分比%   |
|------------------|-----------------|-----|--------|
| 性別               | 男               | 54  | 41.5%  |
|                  | 女               | 76  | 58.5%  |
| 年齡               | 21-30 歲         | 128 | 98.5%  |
|                  | 50 歲以上          | 2   | 1.5%   |
| 學歷               | 大學              | 108 | 83.1%  |
|                  | 研究所以上           | 22  | 16.9%  |
| 收入               | 5,000 元以下       | 17  | 13.1%  |
|                  | 5,001~10,000 元  | 62  | 47.7%  |
|                  | 10,001~20,000 元 | 51  | 39.2%  |
| 受過景觀、建築或美術相關專業訓練 | 是               | 130 | 100.0% |

資料來源：本研究分析。

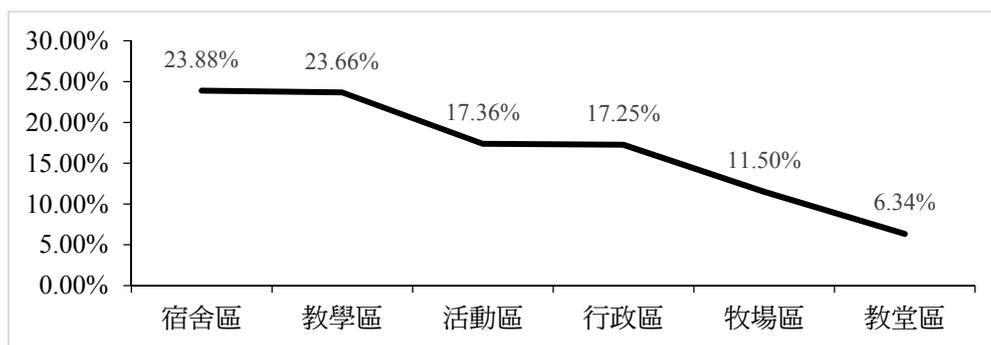
## 4.2 空間優先性排序

就使用者認為最適合或最應該設置雨水花園的空間，分數以第一名得六分、第二名得五分，依序至第六名得一分，計算總分依高低排序。以「宿舍區」佔 23.88% 為最多，其次為「教學區」佔 23.66%，「教堂區」則最低只佔 6.34%，顯示多數的專家認為若要在東海大學設置雨水花園，最適合且最應該優先設置的空間為宿舍區，雨水花園收集屋頂與生活用水，不僅可以自然排水的方式來保護河川，更進一步扮演教育的功能，此外更可以透過植栽和土壤來降低水中所含的汙染物質。如表 4 與圖 3 所示。

表 4 最適合或最應該設置雨水花園之空間屬性排序

| 空間屬性 | 排序 | 分數  | 百分比   |
|------|----|-----|-------|
| 宿舍區  | 1  | 652 | 23.88 |
| 教學區  | 2  | 646 | 23.66 |
| 活動區  | 3  | 474 | 17.36 |
| 行政區  | 4  | 471 | 17.25 |
| 牧場區  | 5  | 314 | 11.50 |
| 教堂區  | 6  | 173 | 6.34  |

資料來源：本研究計算。



資料來源：本研究。

圖 3 最適合或最應該設置雨水花園之空間屬性排序

### 4.3 評估準則重要性排序

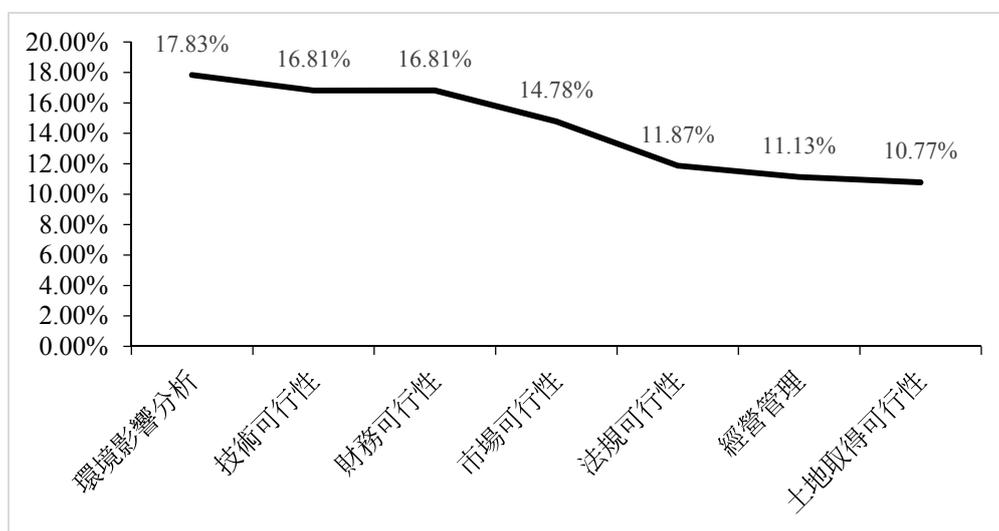
就使用者認為若在東海大學設置雨水花園時，分數以第一名得七分、第二名得六分，依序至第七名得一分，計算總分依高低排序，「環境影響」佔 17.83% 為最多，其次為「技術可行性」與「財務可行性」佔 16.81%，「土地取得可行性」佔 10.77% 為最低，顯示多數專家認為若要在東海大學設置雨水花園時應該優先考量對環境影響，再來是設置雨水花園的技術能不能施作

與財務的考量；因示範基地為校園，故在土地取得上取得校方同意即可，並無太大困難，故土地取得可行性為最後再考量之準則。如表 5 與圖 4 所示。

表 5 可行性評估評估準則重要性排序

| 評估準則    | 排序 | 分數  | 百分比   |
|---------|----|-----|-------|
| 環境影響評估  | 1  | 649 | 17.83 |
| 技術可行性   | 2  | 612 | 16.81 |
| 財務可行性   | 2  | 612 | 16.81 |
| 市場可行性   | 4  | 538 | 14.78 |
| 法規可行性   | 5  | 432 | 11.87 |
| 經營管理    | 6  | 405 | 11.13 |
| 土地取得可行性 | 7  | 392 | 10.77 |

資料來源：本研究計算。



資料來源：本研究。

圖 4 可行性評估評估準則重要性排序

#### 4.4 設置雨水花園之可行性評估

使用者對東海大學-教學區整體對於設置雨水花園之可行性評估因子的平均值為 3.84，其中平均值最高的問項為「我認為在教學區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」，平均值為 4.47；其次為「我認為在教學區設置雨水花園是有意義和有效益的」，平均值為 4.28，顯示受訪者認為在教學區設置雨水花園可以增加景觀美感，並且對於校園是具有意義與效益。分數最低的是「我認為在教學區設置雨水花園後維護與人事費用會對學校財務造成影響」，平均值為 3.18，顯示受訪者認為在教學區設置雨水花園後維護與人事費用並不會對學校財務造成影響。如表 6 所示。

使用者對東海大學-行政區整體對於設置雨水花園之可行性評估因子的平均值為 3.63，其中平均值最高的問項為「我認為在行政區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」與「我在行政區看過類似的雨水花園設計手法」（註 1），平均值為 4.16；其次為「我認為在行政區設置雨水花園可對當地物種提供更多樣的棲地生存」，平均值為 4.08，顯示受訪者認為在行政區設置雨水花園可以增加景觀美感，並且在行政區並沒有看過類似的雨水花園設計手法。分數最低的問題為「我認為在行政區設置雨水花園後維護與人事費用會對學校財務造成影響」，平均值為 3.05，顯示受訪者認為在行政區設置雨水花園後維護與人事費用並不會對學校財務造成影響。如表 6 所示。

使用者對東海大學-宿舍區整體對於設置雨水花園之可行性評估因子的平均值為 4.08，其中平均值最高的問項為「我認為在宿舍區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」，平均值為 4.68；其次為「我認為在宿舍區設置雨水花園能夠提高當地生物多樣性」，平均值為 4.56，顯示受訪者認為在宿舍區設置雨水花園可以增加景觀美感，並且在宿舍區設置雨水花園能夠提高當地生物多樣性。分數最低的問題為「我認為在宿舍區設置雨水花園後維護與人事費用會對學校財務造成影響」，平均值為 3.05，顯示受訪者認為在宿舍

區設置雨水花園後維護與人事費用並不會對學校財務造成影響。如表 6 所示。

使用者對東海大學-活動區整體對於設置雨水花園之可行性評估因子的平均值為 3.75，其中平均值最高的問項為「我認為在活動區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」，平均值為 4.33；其次為「我認為雨水花園設置在活動區對校園整體環境有所幫助」，平均值為 4.19，顯示受訪者認為在宿舍區設置雨水花園可以增加景觀美感，並且在活動區設置雨水花園可以對校園整體環境有所幫助。最低的問題為「我認為在活動區設置雨水花園的費用會對學校財務造成影響」，平均值為 3.17，顯示受訪者認為在活動區設置雨水花園的費用並不會對學校財務造成影響。如表 6 所示。

使用者對東海大學-教堂區整體對於設置雨水花園之可行性評估因子的平均值為 2.54，其中平均值最高的問項為「我在教堂區看過類似的雨水花園設計手法」(註 1)，平均值為 4.32；其次為「我認為在教堂區設置雨水花園可對當地物種提供更多樣的棲地生存」，平均值為 3.47，顯示受訪者在教堂區並沒有看過類似的雨水花園設計手法，並且認為在教堂區設置雨水花園可對當地物種提供更多樣的棲地生存。分數最低的問題為「我認為在教堂區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」與「我認為應該為雨水花園訂定相關校規」，平均值為 1.85，顯示受訪者認為在教堂區設置雨水花園並不會增加景觀美感，並且認為教堂區不應該為雨水花園訂定相關校規。如表 6 所示。

使用者對東海大學-牧場區整體對於設置雨水花園之可行性評估因子的平均值為 2.69，其中平均值最高的問項為「我在牧場區看過類似的雨水花園設計手法」(註 1)，平均值為 3.89；其次為「我認為在牧場區設置雨水花園能夠提高當地生物多樣性」，平均值為 3.29，顯示受訪者在牧場區並沒有看過類似的雨水花園設計手法，並且認為在牧場區設置雨水花園能夠提高當地生物多樣性。分數最低的問題為「我認為在牧場區應該為雨水花園訂定相關的校規」，平均值為 2.17，顯示受訪者認為在牧場區不應該為雨水花園訂定相關的校規。如表 6 所示。

表 6 雨水花園空間屬性與可行性評估因子統計分析表

|                              | 空間屬性 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                              | 教學區  |      |      | 行政區  |      |      | 宿舍區  |      |      | 活動區  |      |      | 教堂區  |      |      | 牧場區  |      |      |      |
|                              | 平均值  | 標準差  | 標準差  |      |
| 我認為設置雨水花園具有增加景觀美感的作用         | 4.47 | 0.66 | 0.65 | 4.16 | 0.65 | 0.64 | 4.68 | 0.64 | 0.64 | 4.33 | 0.72 | 0.72 | 1.85 | 1.24 | 1.24 | 2.51 | 2.51 | 1.09 | 1.09 |
| 我認為設置雨水花園是有意義(效益)            | 4.28 | 0.65 | 0.66 | 3.82 | 0.66 | 0.66 | 4.28 | 0.66 | 0.66 | 4.07 | 0.57 | 0.57 | 2.09 | 1.21 | 1.21 | 2.36 | 2.36 | 0.89 | 0.89 |
| 我認為學校未來在校園規劃中將雨水花園設置納入考量是需要的 | 4.28 | 0.60 | 0.66 | 3.81 | 0.66 | 0.64 | 4.05 | 0.64 | 0.64 | 3.79 | 0.72 | 0.72 | 1.98 | 1.19 | 1.19 | 2.52 | 2.52 | 0.92 | 0.92 |
| 我認為設置雨水花園對水質淨化與淹水改善具有效益      | 4.26 | 0.59 | 0.72 | 3.76 | 0.72 | 0.68 | 4.42 | 0.68 | 0.68 | 3.95 | 0.66 | 0.66 | 2.94 | 0.89 | 0.89 | 2.96 | 2.96 | 0.75 | 0.75 |
| 我看過類似的雨水花園設計手法               | 4.19 | 0.68 | 0.60 | 4.16 | 0.60 | 0.62 | 4.39 | 0.62 | 0.62 | 4.05 | 0.82 | 0.82 | 4.32 | 0.51 | 0.51 | 3.89 | 3.89 | 0.64 | 0.64 |
| 我認為提供土地設置雨水花園的方式是可行的         | 4.15 | 0.69 | 0.74 | 3.79 | 0.74 | 0.66 | 4.17 | 0.66 | 0.66 | 3.89 | 0.75 | 0.75 | 2.20 | 1.17 | 1.17 | 2.46 | 2.46 | 0.85 | 0.85 |
| 我認為雨水花園設置對校園整體環境有所幫助         | 4.14 | 0.46 | 0.59 | 3.94 | 0.59 | 0.60 | 4.43 | 0.60 | 0.60 | 4.19 | 0.61 | 0.61 | 2.42 | 1.16 | 1.16 | 2.57 | 2.57 | 1.03 | 1.03 |
| 我認為設置雨水花園優於一般庭院設計            | 4.10 | 0.66 | 0.56 | 3.68 | 0.56 | 0.66 | 4.42 | 0.66 | 0.66 | 3.83 | 0.60 | 0.60 | 1.98 | 1.10 | 1.10 | 2.63 | 2.63 | 0.98 | 0.98 |
| 我認為設置雨水花園能夠提高當地生物多样性         | 4.08 | 0.81 | 0.63 | 3.92 | 0.63 | 0.67 | 4.56 | 0.67 | 0.67 | 4.07 | 0.66 | 0.66 | 3.35 | 0.86 | 0.86 | 3.29 | 3.29 | 0.83 | 0.83 |
| 我認為設置雨水花園可對當地物種提供更多樣棲地生存     | 4.07 | 0.71 | 0.55 | 4.08 | 0.55 | 0.65 | 4.55 | 0.65 | 0.65 | 4.08 | 0.68 | 0.68 | 3.47 | 0.86 | 0.86 | 3.28 | 3.28 | 0.88 | 0.88 |
| 我認為設置雨水花園的技術可執行              | 3.98 | 0.57 | 0.78 | 3.64 | 0.78 | 0.79 | 4.22 | 0.79 | 0.79 | 3.64 | 0.60 | 0.60 | 2.74 | 0.97 | 0.97 | 2.56 | 2.56 | 0.95 | 0.95 |
| 我認為設置雨水花園可以達到改善水質的性能         | 3.93 | 0.72 | 0.68 | 3.87 | 0.68 | 0.76 | 4.25 | 0.76 | 0.76 | 3.85 | 0.66 | 0.66 | 2.66 | 1.01 | 1.01 | 2.62 | 2.62 | 0.97 | 0.97 |
| 我認為將原有的土地使用型態改成雨水花園會很容易      | 3.87 | 0.72 | 0.61 | 3.54 | 0.61 | 0.84 | 3.87 | 0.84 | 0.84 | 3.67 | 0.71 | 0.71 | 2.33 | 0.93 | 0.93 | 2.62 | 2.62 | 0.77 | 0.77 |

表 6 雨水花園空間屬性與可行性評估因子統計分析表 (續)

| 可行性評估因子問題                   | 空間屬性 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                             | 教學區  |      | 行政區  |      | 宿舍區  |      | 活動區  |      | 教堂區  |      | 牧場區  |      |
|                             | 平均值  | 標準差  |
| 我認為拆除原有基地上的配置來設置雨水花園會很容易    | 3.86 | 0.86 | 3.43 | 0.78 | 3.85 | 0.90 | 3.50 | 0.80 | 2.22 | 0.76 | 2.55 | 0.54 |
| 我認為若學校設置專責管理委員會經營雨水花園的設置是正向 | 3.86 | 0.54 | 3.69 | 0.60 | 3.98 | 0.66 | 3.63 | 0.65 | 2.04 | 1.07 | 2.42 | 0.84 |
| 我認為設置雨水花園可以減少在暴雨時排除淹水的開支    | 3.80 | 0.59 | 3.69 | 0.78 | 4.03 | 0.74 | 3.55 | 0.71 | 3.43 | 0.97 | 3.05 | 0.85 |
| 我認為學校願意投資設置雨水花園             | 3.77 | 0.63 | 3.33 | 0.49 | 3.90 | 0.90 | 3.80 | 0.65 | 1.88 | 0.93 | 2.22 | 0.88 |
| 我認為應該耗資將校園內零碎的私有地購回         | 3.70 | 0.99 | 3.35 | 0.92 | 3.60 | 0.99 | 3.38 | 0.79 | 2.20 | 0.97 | 2.60 | 0.82 |
| 我認為設置雨水花園的施工工期可很快完成         | 3.68 | 0.80 | 3.29 | 0.66 | 4.15 | 0.99 | 3.52 | 0.70 | 2.78 | 0.97 | 2.73 | 0.83 |
| 我認為設置雨水花園應成立專責的管理委員會        | 3.67 | 0.90 | 3.43 | 0.80 | 3.88 | 0.70 | 3.64 | 0.67 | 1.87 | 1.08 | 2.31 | 0.91 |
| 我認為設置雨水花園可促進校園發展            | 3.65 | 0.65 | 3.33 | 0.62 | 4.12 | 0.85 | 3.71 | 0.60 | 1.95 | 0.91 | 2.38 | 0.82 |
| 我認為設置雨水花園可以達到改善淹水的功能        | 3.54 | 0.64 | 3.61 | 0.69 | 4.21 | 0.79 | 3.71 | 0.63 | 2.54 | 0.99 | 2.58 | 0.84 |
| 我認為應該為雨水花園訂定相關校規            | 3.48 | 0.91 | 3.24 | 0.84 | 3.68 | 0.78 | 3.44 | 0.67 | 1.85 | 1.02 | 2.17 | 0.79 |
| 我認為設置雨水花園的費用會對學校財務造成影響      | 3.25 | 0.83 | 3.11 | 0.76 | 3.18 | 0.83 | 3.17 | 0.76 | 3.18 | 0.95 | 3.10 | 0.75 |
| 我認為設置雨水花園後維護與人事費用會對學校財務造成影響 | 3.18 | 0.84 | 3.05 | 0.68 | 3.05 | 0.88 | 3.25 | 0.72 | 3.12 | 0.92 | 2.93 | 0.65 |
| 整體                          | 3.89 | 0.71 | 3.63 | 0.68 | 4.08 | 0.75 | 3.75 | 0.68 | 2.54 | 0.99 | 2.69 | 0.84 |

資料來源：本研究分析。

## 4.5 設置雨水花園之因素分析

### 4.5.1 教學區

教學區設置雨水花園認知程度進行因素分析，由表 7 可看出，KMO 值為 0.736，一共萃取出三個因素成份，因素一為「市場可行性」，包含三個問項，可解釋 31.549% 的變異，因素二為「環境影響評估」，包含四個問項，可解釋 19.441% 的變異，因素三為「技術可行性」，包含四個問項，可解釋 15.065% 的變異，三個因素的累積解釋變異量為 66.055%。轉軸後三個因素構面的負荷量矩陣如表 7 所示，由表中可看出市場、環境與技術可行性的因素負荷量並沒有任何問題低於 0.5，表示這些問題具有收斂校度；同時也沒有任何變數在市場可行性、環境影響評估與技術可行性的因素負荷量同時大於 0.5，表示這些問題具有區別效度。由於這些問題均具有收斂效度與區別效度，因此表示本研究量表具有建構效度。

在「教學區」方面，設置雨水花園可優於一般庭院設計、促進校園整體地區發展、增加景觀美質、提供更多樣的棲地並提高生物多樣性、淨化水質與改善淹水等方面之影響，由此可看出市場、環境影響評估與技術等三項是影響教學區可行性之重要因素。

### 4.5.2 行政區

行政區設置雨水花園認知程度進行因素分析，由表 8 可看出，KMO 值為 0.628，一共萃取出三個因素成份，因素一為「經營管理」，包含四個問項，可解釋 27.343% 的變異，因素二為「技術可行性」，包含四個問項，可解釋 24.053% 的變異，因素三為「土地取得可行性」，包含三個問項，可解釋 15.484% 的變異，三個因素的累積解釋變異量為 66.879%。轉軸後三個因素構面的負荷量矩陣如表 8 所示，由表中可看出經營、技術與土地取得可行性的因素負荷量並沒有任何問題低於 0.5，表示這些問題具有收斂校度；同

時也沒有任何變數在經營管理、技術可行性與土地取得可行性的因素負荷量同時大於 0.5，表示這些問題具有區別效度。由於這些問題均具有收斂效度與區別效度，因此表示本研究量表具有建構效度。

表 7 教學區可行性評估因子之因素分析表\*

| 可行性評估因子重要性問項                | 因素構面    |         |         | 共同性   |
|-----------------------------|---------|---------|---------|-------|
|                             | 市場      | 環境      | 技術      |       |
| 我認為雨水花園優於一般庭院設計             | 0.830   | -0.047  | 0.113   | 0.654 |
| 我認為學校設置雨水花園可以促進校園整體地區發展     | 0.799   | -0.069  | 0.054   | 0.549 |
| 我看過類似的雨水花園設計手法              | 0.736   | -0.084  | -0.271  | 0.769 |
| 我認為學校應設置雨水花園增加景觀美感          | 0.162   | 0.752   | -0.128  | 0.609 |
| 我認為學校設置雨水花園可對當地物種提供更多樣的棲地生存 | 0.335   | 0.657   | 0.436   | 0.734 |
| 我認為學校設置雨水花園對校園水質淨化與淹水改善具有效益 | 0.306   | 0.649   | -0.082  | 0.522 |
| 我認為學校設置雨水花園能夠提高當地生物多樣性      | 0.154   | 0.595   | 0.484   | 0.718 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善淹水的功能      | -0.136  | 0.075   | 0.883   | 0.804 |
| 我認為學校設置雨水花園的施工工期可以很快完成      | 0.274   | 0.067   | 0.841   | 0.787 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善水質的性能      | 0.375   | 0.313   | 0.624   | 0.628 |
| 我認為設置雨水花園的技術可執行             | 0.076   | 0.453   | 0.530   | 0.491 |
| 特徵值                         | 4.274   | 1.676   | 1.316   |       |
| 解釋變異量                       | 31.549% | 19.441% | 15.065% |       |
| 累積解釋變異量                     | 31.549% | 50.990% | 66.055% |       |
| 個別構面之 Cronbach's alpha      | 0.702   | 0.742   | 0.730   |       |

資料來源：本研究分析。

註\*：有效樣本數=130 份，全量表之信度係數=0.841，KMO 統計量=0.763，Bartlett 球形檢定結果=601.436， $P<0.000$ 。

在「行政區」方面，設置雨水花園對校園整體環境有所幫助且具有意義、未來在校園規劃中將雨水花園的設置納入考量是需要的、可淨化水質與改善淹水、將原有的配置改成雨水花園是很容易等方面之影響，由此可看出經營管理、技術可行性、土地取得等三項是影響行政區可行性之重要因素。

表 8 行政區可行性評估因子之因素分析表\*

| 可行性評估因子重要性問項                  | 因素構面    |         |         | 共同性   |
|-------------------------------|---------|---------|---------|-------|
|                               | 經營      | 技術      | 土地      |       |
| 我認為雨水花園的設置對校園整體環境有所幫助         | 0.743   | 0.410   | -0.114  | 0.733 |
| 我認為學校設置雨水花園是有意義和有效益的          | 0.723   | 0.225   | 0.175   | 0.603 |
| 我認為學校未來在校園規劃中將雨水花園的設置納入考量是需要的 | 0.700   | 0.496   | -0.133  | 0.753 |
| 我認為若學校設置專責的管理委員會經營雨水花園的設置是正向的 | 0.678   | 0.091   | 0.285   | 0.549 |
| 我認為設置雨水花園的技術可執行               | 0.109   | 0.772   | 0.149   | 0.630 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善水質的性能        | 0.173   | 0.710   | -0.044  | 0.536 |
| 我認為學校設置雨水花園的施工工期可以很快完成        | 0.405   | 0.663   | 0.251   | 0.666 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善淹水的功能        | 0.390   | 0.663   | -0.057  | 0.594 |
| 我認為學校拆除原有基地上的配置來設置雨水花園會很容易    | 0.167   | -0.110  | 0.872   | 0.800 |
| 我認為學校將原有的土地使用型態改成雨水花園會很容易     | 0.091   | 0.499   | 0.675   | 0.824 |
| 我認為學校應該耗資將校園內零碎的私有地購回         | 0.081   | 0.494   | 0.638   | 0.668 |
| 特徵值                           | 4.794   | 1.488   | 1.075   |       |
| 解釋變異量                         | 27.343% | 24.053% | 15.484% |       |
| 累積解釋變異量                       | 27.343% | 51.396% | 66.879% |       |
| 個別構面之 Cronbach's alpha        | 0.818   | 0.747   | 0.682   |       |

資料來源：本研究分析。

註\*：有效樣本數=130 份，全量表之信度係數=0.897，KMO 統計量=0.628，Bartlett 球形檢定結果=808.807， $P<0.000$ 。

#### 4.5.3 宿舍區

宿舍區設置雨水花園認知程度進行因素分析，由表 9 可看出，KMO 值為 0.806，一共萃取出兩個因素成份，因素一為「環境影響評估」，包含四個問項，可解釋 33.194% 的變異；因素二為「經營管理」，包含四個問項，可解釋 32.789% 的變異，兩個因素的累積解釋變異量為 65.983%。轉軸後兩個因素構面的負荷量矩陣如表 9 所示，由表中可看出環境與經營管理可行性的

因素負荷量並沒有任何問題低於 0.5，表示這些問題具有收斂校度；同時也沒有任何變數在環境影響評估與經營管理的因素負荷量同時大於 0.5，表示這些問題具有區別校度。由於這些問題均具有收斂校度與區別校度，因此表示本研究量表具有建構校度。

在「宿舍區」方面，設置雨水花園可促進校園整體地區發展、增加景觀美質、提供更多樣的棲地並提高生物多樣性、可淨化水質與改善淹水等方面之影響，由此可看出環境影響評估與經營管理等二項是影響宿舍區可行性之重要因素。

表 9 宿舍區可行性評估因子之因素分析表\*

| 可行性評估因子重要性問項                  | 因素構面    |         | 共同性   |
|-------------------------------|---------|---------|-------|
|                               | 環境      | 經營      |       |
| 我認為學校設置雨水花園可對當地物種提供更多樣的棲地生存   | 0.851   | -0.117  | 0.738 |
| 我認為學校設置雨水花園能夠提高當地生物多樣性        | 0.836   | 0.049   | 0.702 |
| 我認為學校應該設置雨水花園增加景觀美感           | 0.778   | 0.053   | 0.608 |
| 我認為學校設置雨水花園對校園水質淨化與淹水改善具有效益   | 0.667   | 0.020   | 0.445 |
| 我認為雨水花園的設置對校園整體環境有所幫助         | 0.308   | 0.736   | 0.732 |
| 我認為學校設置雨水花園是有意義和有效益的          | 0.451   | 0.727   | 0.622 |
| 我認為學校未來在校園規劃中將雨水花園的設置納入考量是需要的 | 0.332   | 0.715   | 0.636 |
| 我認為若學校設置專責的管理委員會經營雨水花園的設置是正向的 | 0.427   | 0.601   | 0.543 |
| 特徵值                           | 6.702   | 1.216   |       |
| 解釋變異量                         | 33.194% | 32.789% |       |
| 累積解釋變異量                       | 33.194% | 65.983% |       |
| 個別構面之 Cronbach's alpha        | 0.876   | 0.838   |       |

資料來源：本研究分析。

註\*：有效樣本數=130 份，全量表之信度係數=0.939，KMO 統計量=0.806，Bartlett 球形檢定結果=1180.570， $P<0.000$ 。

#### 4.5.4 活動區

活動區設置雨水花園認知程度進行因素分析，由表 10 可看出，KMO 值為 0.635，一共萃取出三個因素成份，因素一為「財務可行性」，包含四個問項，可解釋 27.577% 變異，因素二為「技術可行性」，包含四個問項，可解釋 20.219% 的變異；因素三為「法規可行性」，包含三個問項，可解釋 18.611% 的變異，三個因素的累積解釋變異量為 66.407%。轉軸後三個因素構面的負荷量矩陣如表 10 所示，由表中可看出財務、技術與法規可行性的因素負荷量並沒有任何問題低於 0.5，表示這些問題具有收斂校度；同時也沒有任何變數在財務可行性、技術可行性與法規可行性的因素負荷量同時大於 0.5，表示這些問題具有區別效度。由於這些問題均具有收斂效度與區別效度，因此表示本研究量表具有建構效度。

在「活動區」方面，設置雨水花園以及人事與維護費用會對學校產生影響、但對校園淨化水質與改善淹水具有效益、應該成立專責的管理委員會並訂定相關校規等，由此可看出財務、技術與法規等三項是影響活動區可行性之重要因素。

#### 4.5.5 教堂區

就教堂區設置雨水花園認知程度進行因素分析，由表 11 可看出，KMO 值為 0.774，一共萃取出兩個因素成份，因素一為「技術可行性」，包含四個問項，可解釋 41.035% 的變異，因素二為「法規可行性」，包含三個問項，可解釋 35.549% 的變異，兩個因素的累積解釋變異量為 76.584%。轉軸後兩個因素構面的負荷量矩陣如表 11 所示，由表中可看出技術與法規可行性的因素負荷量並沒有任何問題低於 0.5，表示這些問題具有收斂校度；同時也沒有任何變數在技術可行性與法規可行性的因素負荷量同時大於 0.5，表示這些問題具有區別效度。由於這些問題均具有收斂效度與區別效度，因此表

示本研究量表具有建構效度。在「教堂區」方面，設置雨水花園可改善水質與淹水、在校規與管理委員會方面需多加考量，由此可看出技術與法規等二項是影響教堂區可行性之重要因素。

表 10 活動區可行性評估因子之因素分析表\*

| 可行性評估因子重要性問項               | 因素構面    |         |         | 共同性   |
|----------------------------|---------|---------|---------|-------|
|                            | 財務      | 技術      | 法規      |       |
| 我認為雨水花園的人事與維護費用會對學校財務造成影響  | 0.873   | 0.043   | -0.111  | 0.776 |
| 我認為設置雨水花園的費用會對學校財務造成影響     | 0.821   | 0.192   | 0.124   | 0.727 |
| 我認為學校願意投資設置雨水花園            | 0.774   | -0.036  | 0.284   | 0.681 |
| 我認為學校設置雨水花園可以減少在暴雨時排除淹水的開支 | 0.713   | -0.160  | 0.176   | 0.566 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善淹水的功能     | 0.203   | 0.846   | -0.132  | 0.775 |
| 我認為設置雨水花園的技術可執行            | -0.043  | 0.801   | -0.001  | 0.643 |
| 我認為學校設置雨水花園的施工工期可以很快完成     | 0.232   | 0.662   | 0.373   | 0.632 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善水質的性能     | 0.273   | 0.622   | 0.264   | 0.530 |
| 我認為學校應該成立專責的管理委員會          | -0.095  | 0.122   | 0.838   | 0.726 |
| 我認為學校應該為雨水花園訂定相關的校規        | 0.011   | 0.418   | 0.598   | 0.532 |
| 我認為學校提供土地設置雨水花園的方式是可行的     | 0.435   | 0.322   | 0.572   | 0.717 |
| 特徵值                        | 3.998   | 1.980   | 1.327   |       |
| 解釋變異量                      | 27.577% | 20.219% | 18.611% |       |
| 累積解釋變異量                    | 27.577% | 47.796% | 66.407% |       |
| 個別構面之 Cronbach's alpha     | 0.590   | 0.691   | 0.643   |       |

資料來源：本研究分析。

註\*：有效樣本數=130 份，全量表之信度係數=0.888，KMO 統計量=0.635，Bartlett 球形檢定結果=678.228， $P<0.000$

表 11 教堂區可行性評估因子之因素分析表\*

| 可行性評估因子重要性問項           | 因素構面    |         | 共同性   |
|------------------------|---------|---------|-------|
|                        | 技術      | 法規      |       |
| 我認為學校設置雨水花園的施工工期可以很快完成 | 0.857   | -0.046  | 0.737 |
| 我認為設置雨水花園的技術可執行        | 0.840   | 0.143   | 0.726 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善水質的性能 | 0.797   | 0.284   | 0.716 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善淹水的功能 | 0.759   | 0.370   | 0.713 |
| 我認為學校應該成立專責的管理委員會      | 0.095   | 0.921   | 0.857 |
| 我認為學校應該為雨水花園訂定相關的校規    | 0.090   | 0.916   | 0.848 |
| 我認為學校提供土地設置雨水花園的方式是可行  | 0.451   | 0.749   | 0.764 |
| 特徵值                    | 3.791   | 1.569   |       |
| 解釋變異量                  | 41.035% | 35.549% |       |
| 累積解釋變異量                | 41.035% | 76.584% |       |
| 個別構面之 Cronbach's alpha | 0.858   | 0.871   |       |

資料來源：本研究分析。

註\*：有效樣本數=130 份，全量表之信度係數=0.805，KMO 統計量=0.774，Bartlett 球形檢定結果=541.028， $P<0.000$ 。

#### 4.5.6 牧場區

牧場區設置雨水花園認知程度進行因素分析，由表 12 可看出，KMO 值為 0.877，一共萃取出兩個因素成份，因素一為「經營管理」，包含四個問項，可解釋 47.731% 的變異，因素二為「技術可行性」，包含四個問項，可解釋 32.348% 的變異，兩個因素的累積解釋變異量為 80.079%。轉軸後兩個因素構面的負荷量矩陣如表 12 所示，由表中可看出經營管理與技術可行性的因素負荷量並沒有任何問題低於 0.5，表示這些問題具有收斂校度；同時也沒有任何變數在經營管理與技術可行性的因素負荷量同時大於 0.5，表示這些問題具有區別校度。由於這些問題均具有收斂校度與區別校度，因此表示本研究量表具有建構校度。

在「牧場區」方面，設置雨水花園的技術是可執行、可改善水質與淹水，而在經營管理方面是若設置雨水花園是有效益與意義，同時設置專責的管理委員會負責經營管理層面也具有正向的因素，由表 12 可看出技術與經營管理等二項是影響行政牧場區可行性之重要因素。

表 12 牧場區可行性評估因子之因素分析表\*

| 可行性評估因子重要性問項                  | 因素構面    |         | 共同性   |
|-------------------------------|---------|---------|-------|
|                               | 經營      | 技術      |       |
| 我認為學校設置雨水花園是有意義和有效益的          | 0.927   | 0.162   | 0.885 |
| 我認為若學校設置專責的管理委員會經營雨水花園的設置是正向的 | 0.890   | 0.174   | 0.822 |
| 我認為學校未來在校園規劃中將雨水花園的設置納入考量是需要的 | 0.883   | 0.309   | 0.875 |
| 我認為雨水花園的設置對校園整體環境有所幫助         | 0.817   | 0.361   | 0.797 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善水質的性能        | 0.200   | 0.858   | 0.776 |
| 我認為學校設置雨水花園的施工工期可以很快完成        | 0.148   | 0.825   | 0.703 |
| 我認為學校設置雨水花園可以達到改善淹水的功能        | 0.447   | 0.770   | 0.793 |
| 我認為設置雨水花園的技術可執行               | 0.443   | 0.678   | 0.755 |
| 特徵值                           | 5.180   | 1.226   |       |
| 解釋變異量                         | 47.731% | 32.348% |       |
| 累積解釋變異量                       | 47.731% | 80.079% |       |
| 個別構面之 Cronbach's alpha        | 0.935   | 0.856   |       |

資料來源：本研究分析。

註\*：有效樣本數=130 份，全量表之信度係數=0.859，KMO 統計量=0.877，Bartlett 球形檢定結果=862.856， $P<0.000$ 。

#### 4.6 設置雨水花園之相關分析

以皮爾森 (Person) 積差相關之統計分法進行分析，探討各變項間之相關性，藉由所取得之因子加以分析七項評估準則因子的構面與東海大學六大

空間設置雨水花園之相關性，以驗證本研究假設一之於東海校園設置雨水花園時，不同空間屬性與設置的可行性具有關聯性。各變項間之相關分析結果如下：

教學區與市場可行性呈現中度相關，與技術可行性呈現中度相關，與法規可行性呈現中度相關，與土地取得可行性呈現中度相關，與財務可行性呈現低度相關，與環境影響評估呈現中度相關，與經營管理呈現中度相關，且 P 值達到顯著水準，亦即在教學區設置雨水花園須考量以上之相關可行性評估因子，並量身訂做其規劃（詳表 13）。

行政區與市場可行性呈現低度相關，與技術可行性呈現中度相關，與法規可行性呈現中度相關，與土地取得可行性呈現中度相關，與財務可行性呈現低度相關，與環境影響評估呈現中度相關，與經營管理呈現中度相關，且 P 值達到顯著水準，亦即在行政區設置雨水花園須考量以上之相關可行性評估因子，並量身訂做其規劃（詳表 13）。

宿舍區與市場可行性呈現中度相關，與技術可行性呈現低度相關，與法規可行性呈現中度相關，與土地取得可行性呈現中度相關，與財務可行性呈現低度相關，與環境影響評估呈現中度相關，與經營管理呈現中度相關，且 P 值達到顯著水準，亦即在宿舍區設置雨水花園須考量以上之相關可行性評估因子，並量身訂做其規劃（詳表 13）。

活動區與市場可行性呈現低度相關，與技術可行性呈現中度相關，與法規可行性呈現低度相關，與土地取得可行性呈現低度相關，與環境影響評估呈現中度相關，與經營管理呈現中度相關，且 P 值達到顯著水準，亦即在宿舍區設置雨水花園須考量以上之相關可行性評估因子，並量身訂做其規劃，而財務可行性不顯著亦不相關，表示其不構成影響之條件因素（詳表 13）。

教堂區與市場可行性呈現低度相關，與土地取得可行性呈現低度相關，與財務可行性呈現低度相關，且 P 值達到顯著水準，亦即在宿舍區設置雨水花園須考量以上之相關可行性評估因子，並量身訂做其規劃，而技術可行

表 13 可行性評估因子與東海空間屬性 Pearson 相關顯著性分析檢定表<sup>1</sup>

| 空間屬性與<br>可行性評估因子 | 空間屬性    |         |         |         |         |         | 可行性評估     |           |           |             |           |            |       |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|-------|
|                  | 教學區     | 行政區     | 宿舍區     | 活動區     | 教堂區     | 牧場區     | 市場<br>可行性 | 技術<br>可行性 | 法規<br>可行性 | 土地取得<br>可行性 | 財務<br>可行性 | 環境影<br>響評估 | 經營管理  |
| 教學區              | 1       |         |         |         |         |         |           |           |           |             |           |            |       |
| 行政區              | 0.584** | 1       |         |         |         |         |           |           |           |             |           |            |       |
| 宿舍區              | 0.000   | 0.747** | 1       |         |         |         |           |           |           |             |           |            |       |
| 活動區              | 0.000   | 0.001   | 0.340** | 1       |         |         |           |           |           |             |           |            |       |
| 教堂區              | 0.000   | 0.001   | 0.000   | -0.090  | 1       |         |           |           |           |             |           |            |       |
| 牧場區              | 0.000   | 0.657   | 0.000   | 0.309   | 0.690** | 1       |           |           |           |             |           |            |       |
| 市場可行性            | 0.195*  | 0.023   | 0.000   | 0.721   | 0.000   | 0.159   | 1         |           |           |             |           |            |       |
| 技術可行性            | 0.402** | 0.241** | 0.451** | 0.269** | 0.236** | 0.071   | 0.315**   | 1         |           |             |           |            |       |
| 法規可行性            | 0.000   | 0.006   | 0.000   | 0.002   | 0.007   | 0.319** | 0.000     | 0.420**   | 1         |             |           |            |       |
| 土地取得可行性          | 0.581** | 0.594** | 0.268** | 0.524** | 0.027   | 0.760   | 0.157     | 0.000     | 0.503**   | 1           |           |            |       |
| 財務可行性            | 0.000   | 0.000   | 0.002   | 0.000   | 0.046   | 0.236** | 0.074     | 0.000     | 0.000     | -0.071      | 1         |            |       |
| 環境影響             | 0.570** | 0.589** | 0.446** | 0.278** | 0.604   | 0.007   | 0.091     | 0.381**   | 0.420     | 0.821       | 0.207*    | 1          |       |
| 經營管理             | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.001   | 0.048** | 0.004   | 0.302     | 0.000     | 0.348**   | 0.379**     | 0.018     | 0.522**    | 1     |
|                  | 0.394** | 0.200*  | 0.329** | -0.084  | 0.305** | 0.409** | 0.022     | 0.182*    | -0.071    | -0.020      | 0.036     | 0.681      | 0.000 |
|                  | 0.000   | 0.022   | 0.000   | 0.339   | 0.000   | 0.000   | 0.804     | 0.038     | 0.420     | 0.821       | 0.000     | 0.000      | 0.000 |
|                  | 0.637** | 0.445** | 0.556** | 0.601** | 0.158   | 0.113   | 0.237**   | 0.499**   | 0.348**   | 0.379**     | 0.018     | 0.522**    | 0.000 |
|                  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.072   | 0.202   | 0.007     | 0.000     | 0.000     | 0.000       | 0.036     | 0.681      | 0.000 |
|                  | 0.564** | 0.530** | 0.405** | 0.556** | 0.048   | -0.138  | -0.081    | 0.594**   | 0.469**   | 0.399**     | 0.036     | 0.681      | 0.000 |
|                  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.585   | 0.118   | 0.362     | 0.000     | 0.000     | 0.000       | 0.681     | 0.000      | 0.000 |

資料來源：本研究分析。

註 1：\*代表  $p < 0.05$ ，\*\*代表  $p < 0.01$ 。

性、法規可行性、環境影響評估與經營管理不顯著亦不相關，表示其不構成影響之條件因素（詳表 13）。

牧場區與技術可行性呈現低度相關，與法規可行性呈現低度相關，與財務可行性呈現中度相關，且 P 值達到顯著水準，亦即在牧場區設置雨水花園須考量以上之相關可行性評估因子，並量身訂做其規劃，而市場可行性、土地取得可行性、環境影響評估與經營管理不顯著亦不相關，表示其不構成影響之條件因素（詳表 13）。

## V、結論與建議

本研究主要目的為瞭解於東海校園設置雨水花園時，不同空間屬性與設置的可行性評估因子間之關係，就所回收之問卷利用統計軟體進行分析並驗證本研究之假設，分別分析各變項間之差異性、各變項的相關性，提出研究結論，最後再給予具體建議與未來可設置發展雨水花園之方向，以提供相關單位之參考；針對東海大學校園空間設置雨水花園之可行性評估，可在永續發展的思維與永續校園的發展策略下規劃未來校園新面貌，追求改善等提出建議。

### 5.1 可行性評估因子

本研究發現受訪者在「宿舍區」之整體平均值最高為 4.08，顯示宿舍區若要設置雨水花園是最可行的，其中平均值最高的問項為「能提供更多樣的棲地生存」、「能夠提高當地生物多樣性」、「具有增加景觀美感的作用」，顯示在此區域中植栽選種、設計美學與生物多樣性等方面具有重要的影響因子，因此在東海大學-宿舍區設置雨水花園可對當地環境影響具有正面的提升。

其次為「教學區」之整體平均值為 3.84，顯示教學區若要設置雨水花園是可行的，其中教學區平均值最高的問項為「我認為在教學區設置雨水花園對教學區水質淨化與淹水改善具有效益」、「我認為在教學區設置雨水花園是有意義和有效益的」、「我認為學校未來在校園規劃中在教學區將雨水花園設置納入考量是需要的」、「我認為在教學區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」，顯示在此區域中植栽選種、設計美學與施工技術等方面具有重要的影響因子，因此在東海大學-教學區設置雨水花園可對當地環境影響具有正面的提升，在經營管理上則可將雨水花園納入未來校園規劃考量。

「活動區」之整體平均值為 3.75，顯示活動區若要設置雨水花園是中度可行的，其中活動區平均值最高的問項為「我認為在活動區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」、「我認為雨水花園設置在活動區對校園整體環境有所幫助」，顯示在此區域中設計美學與植栽選種等方面具有重要的影響因子，因此在東海大學-活動區設置雨水花園可對當地環境影響、校園整體環境具有正面的提升。

「行政區」之整體平均值為 3.63，顯示活動區若要設置雨水花園是中度可行的，其中行政區平均值最高的問項為「我在行政區看過類似的雨水花園設計手法」(註 1)、「我認為在行政區設置雨水花園可對當地物種提供更多樣的棲地生存」、「我認為在行政區設置雨水花園具有增加景觀美感的作用」，顯示在此區域中設計美學、生物多樣性與設計手法等方面具有重要的影響因子，因此在東海大學-行政區設置雨水花園可對當地環境影響具有正面的提升。

「牧場區」之整體平均值為 2.69，顯示牧場區若要設置雨水花園是低度可行的，其中牧場區平均值最高的問項為「我在牧場區看過類似的雨水花園設計手法」(註 1)，顯示在東海大學-牧場區設置雨水花園不具有意義。

「教堂區」之整體平均值為 2.54，顯示教堂區若要設置雨水花園是最不可行的，其中教堂區平均值最高的問項為「我在教堂區看過類似的雨水花園

設計手法」(註 1)，顯示在東海大學-教堂區設置雨水花園不具有意義。

## 5.2 空間設置雨水花園優先性

就受訪者認為最適合或應該最優先設置雨水花園的空間，以「宿舍區」佔 23.88% 為最多，其次為「教學區」佔 23.66%，顯示多數的受訪者認為在宿舍區與教學區設置雨水花園最能達到雨水花園的效益與核心價值更兼具教育的意涵，在空間感受上可提升景觀美質，環境面除了可達到降低逕流減少淹水的情況，更可以提供更多樣的生物棲地環境提升當地生物多樣性；Davis *et al.* (2001) 的研究更證實透過選用的植栽和土壤可成功移除水中的汙染物質，其中更包含了多項生活用水的化學汙染物質。雨水花園的設置明顯提升視覺和環境品質，潛在影響更可以提升當地地區發展。

## 5.3 可行性評估準則重要性

就受訪者認為最重要的可行性評估因子，以「環境影響評估」佔 17.83% 為最多，其次為「技術可行性」與「財務可行性」佔 16.81%，顯示多數的受訪者認為設置雨水花園可對環境影響產生正面的提升，而設置雨水花園的技術不成問題，國外已有許多案例與操作手冊、操作準則可供參考，財務方面需思考或規劃經費的來源與使用。

東海大學可優先於「宿舍區」做為設置雨水花園的優先場所，依據本研究結果顯示宿舍區可行性明顯偏高，並且依據雨水花園之特性，可有效降低生活汙水中的化學物質後再排入地下排水道，可大幅度降低對附近河川的生態汙染，截流雨水讓水滲透並回饋地下含水層，藉由自然排水來保護河川生態，免除不必要的工程，同時雨水花園更可以給予住宿者一個更生態多樣又兼具美觀的住宿環境。

第二優先設置雨水花園的場所為「教學區」，依據本研究結果顯示教學

區可行性明顯偏高，並且依據雨水花園之特性，藉由自然排水來保護河川生態，免除不必要的工程，同時也致力於塑造一個更舒適、美觀的教學環境，更進一步扮演教育的功能，透過有別於下水道的開放露天的設計，讓學生對都市硬鋪面、雨水徑流、和生態環境的關係有更進一步的認識。以上面兩區域作為優先示範點，檢視其施行過程、結果與效益並隨機詢問路過之師生感受，確立其施作之優點與可行性，之後推廣至學校各區域。

隨著環境意識的覺醒，愈來愈多的城市開始注重環境議題，永續發展逐漸成為嶄新的議題，衍生出許多生態城市、永續大學、生態社區等，儘管做法有些許出入，但探究其本質都是在保護環境，妥善利用每一分資源，讓人與自然更共生共存。東海大學位於台中大肚山上，依山傍水具有先天的優勢，若在未來的校園規劃與開發中，將永續大學、綠色校園的理念透過雨水花園的設計手法來貫徹在校園之中。使東海大學成為兼具永續與生態的綠色校園並成為台灣設置雨水花園成功的典範，成為其他大專院校參考的模範，未來希冀可推廣至城市社區與城市公共工程之中，成為一個設計思考的方向。

投稿日期：2015 年 1 月 8 日

接受日期：2015 年 9 月 14 日

## 附註

1. 此題為反向題，分數愈高代表愈沒有見過。

## 參考文獻

- 王俊秀, 1999。《全球變遷與變遷全球—環境社會學的視野》。台北：巨流。
- 王順美, 2004。「社會變遷下的環境教育—綠色學校計畫」,《師大學報：教育類》。49卷, 1期, 159-170。
- 江哲銘, 2002。「推動台灣校園的綠色奇跡」,《節水季刊》。27期, 6-13。
- 全國法規資料庫, 2010。《都市計畫法(民國99年5月19日)》。取自 <http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawContent.aspx?PCODE=D0070001>。
- 徐肇章、莊志慧、廖宗誠、陳妍妍、何棟國、鄭春發、黃于芳, 2001。「民間參與公共建設可行性評估及先期規劃作業手冊」。行政院公共工程委員會。PCC90-技-02。鼎漢國際工程顧問股份有限公司。
- 郭振泰, 1998。「台灣的洪水災害」,《地球科學園地》。7期, 11-20。
- 陳永昌, 2003。「綠色大學評量指標系統之建構研究」。碩士論文, 國立高雄師範大學環境教育研究所。
- 曾忠忠、劉戀, 2007。「解析波特蘭雨水花園」,《華中建築》。25卷, 4期, 34-35。
- 摩瑪設計工程有限公司, 2010。《庭院風景—生態環保設計(小圖)》。取自 <http://www.kmoma.com/html/news/momaview/888.html>。
- Bannerman, R., E. Considine, and Wisconsin Department of Natural Resources, 2003. *Rain Gardens: A How-to Manual for Homeowners*. Wisconsin: Department of Natural Resources. 取自 <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/GWQ037.pdf>.
- Booth, D. B. and C. R. Jackson, 1997. "Urbanization of Aquatic Systems-Degradation Thresholds, Stormwater Detention, and the Limits of Mitigation," *Water Resources Bulletin*. 33(5): 1077-1090.
- Center for Neighborhood Technology (CNT), 2014. *We Are CNT*. Chicago: Center for Neighborhood Technology. 取自 <http://www.cnt.org/sites/default/files/media/Prospectus%20CNT.pdf>.
- Davis, A. P., M. Shokouhian, H. Sharma, and C. Minami, 2001. "Laboratory Study of Biological Retention for Urban Stormwater Management," *Water Environment*

- Research*. 73(1): 5-14.
- Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999. *Low-Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach*. Prince George's County, Maryland: Department of Environmental Resources Programs and Planning Division.
- Dietz, M. E. and J. C. Clausen, 2005. "A Field Evaluation of Rain Garden Flow and Pollutant Treatment," *Water, Air and Soil Pollution*. 167(1): 123-138.
- Munasinghe, M., 1993. *Environmental Economics and Sustainable Development*. Washington, D.C.: World Bank.
- Muniz, I. and A. Galindo, 2005. "Urban Form and the Ecological Footprint of Commuting: The Case of Barcelona," *Ecological Economics*. 55(4): 499-514.
- Organization for Economic Cooperation and Development, 2004. *Key Environmental Indicators*. Paris: OECD Environment Directorate.
- Register, R., 1987. *Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future*. Berkeley, California: North Atlantic Books.
- Seattle Planning Department, 1994. *Toward a Sustainable Seattle: A Plan for Managing Growth*. Seattle: Seattle Planning Department.
- Seto, K. C. and M. Fragkias, 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.
- United States of Environmental Protection Agency, 2000. *Low Impact Development (LID). A Literature Review*. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.
- Wackernagel M. and W. E Rees, 1995. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Philadelphia: New Society Publishers.
- World Commission on Environment and Development (WCED), 1987. *Our Common Future*. New York: Oxford University Press.
- Yang, H., L. E. McCoy, S. P. Grewal, and A. W. Dick, 2010. "Dissolved Nutrients and Atrazine Removal by Column: Scale Monophasic and Biphasic Rain Garden Model Systems," *Chemosphere*. 80(8): 929-934.

# Exploring the Development of Rain Gardens in A Sustainable Campus: The Correlation between Feasibility Assessments and Spatial Types of Campus

Yu-Heng Wu\* and Pei-Lin Wu\*\*

*Since the industrial revolution, urbanization has been bringing critical negative impacts on water ecology and its functions, resulting in decreasing porous surfaces as well as increasing flood frequencies and urban water pollution. Rain gardens, also known as bioretention areas, are recommended as the best method to reducing urban pollution, not only it improve water quality but also bring decisive results in decreasing surface runoff and floods. Thus, this study aimed at Taichung Tunghai University as its research area. Creating a better campus environment through rain gardens and connecting the green campus to surrounding river and nature systems can bring significant impacts. Therefore, the purposes of this research are to (1) gain correlation between different space attributes and the feasibility of installing rain gardens on the campus of Tunghai University's; (2) gain differentiation of various feasibility factors of installing rain gardens on the campus of Tunghai University. The results of this study conclude that the dormitory area should be the priority area to install rain gardens on the campus of Tunghai University, it not only can reduce chemical substances in domestic wastewater before being discharged into the underground drainage systems but also can highly reduce the impact of ecological pollution of nearby rivers. The second priority is the teaching area, where an open air design instead of an underground system, can bring educational means, allowing for students to better understand the connections between ecological environments, urban hardscapes, and rainwater runoffs. The two areas referred above can be prioritized as*

---

\* Graduate Student, Department of Landscape Architecture, Tunghai University.

\*\* Assistant Professor, Department of Landscape Architecture, Tunghai University (Corresponding Author). Email: peilingwu@thu.edu.tw.

*demonstrative areas, through observing its construction processes, results and benefits, establishing its advantages and feasibility, the system can then be further extended to other areas of the campus.*

**Keywords:** Rain Garden, Sustainable Campus, Feasibility Assessment