

高屏地區生態經濟系統演變與比較分析

—以能值分析為例*

鄭春發、吳連賞

國立高雄師範大學

摘要

本研究藉由生態經濟學的觀點，並透過Howard T. Odum建構能值分析方法，有別於過去以貨幣作為食物、勞力、貨物、礦物燃料等資源評量基準，嘗試探討高屏地區自日治時期起四個時期，面對全球化共同市場與永續發展浪潮，以在國家產業政策、國際經貿市場機制下，探究高屏地區土地利用變遷，以及土地利用轉變對生態經濟系統的演替影響。本研究認為都市與其腹地生態經濟系統是一體的，因此，縣市合併是一個城市區域的概念，事實上是一種強調生態足跡的觀念，更符合生態城鄉發展的去思考區域治理的議題。注重城市腹地維生與生態環境的「城市區域」(cityregion)，是未來都會區治理與城鄉發展可能的生態模式之一。

關鍵詞：生態經濟學、土地利用變遷、能值分析、環境容受力

鄭春發 國立高雄師範大學地理學系博士、鼎漢國際工程顧問股份有限公司執業都市計畫技師，E-mail: alpha@thikhh.com.tw

吳連賞 國立高雄師範大學地理系專任教授暨學術副校長，

E-mail: t1741@nknuc.nknu.edu.tw

(收件：2010年5月17日，修正：2011年6月24日，接受：2011年7月22日)

壹、前言

自日治時期起，高雄為台灣工業發展重鎮、經貿樞紐，為國內工業化的代表性都市，歷經工商業繁榮、市中心重工業解構，現朝著「山海共榮、生態永續」國際大都會，以「環境永續、多元創新」及「宜居城市」為政策主軸，並在2010年獲Mercer公司評鑑為台灣生態城市第一。然而，此時我們卻發現，市中心解構的工業區正不斷地侵入（invasion）、承繼演替（succession）市郊及原高雄縣鄰近鄉鎮的農業用地，而地處非都市計畫區的台糖土地，逐漸發展為新市鎮、科學園區與科技園區。由於世界環境與發展委員會認為二十一世紀將成為一個大型的城市世界，都市問題已成為全球環境生態問題的禍首，國際間環境資源利用策略著重永續都市的推行，期能改善人文活動和自然環境的關係，即「全球思考，地區行動」（Think globally, Act locally）觀念。然而，以都市為主體的永續發展策略，成就了都市地區的永續貢獻，似乎將問題丟向了鄉村、非都市化地區；在高雄市成為全台生態城市第一的同時，原屬高雄縣與一線之鄰的屏東縣是否因此付出了犧牲環境品質的代價？在強調世界經濟一體化與全球永續發展的今日，城鄉生態經濟系統演替又有何意涵呢？

全球永續發展、地球村、全球化經貿市場、全球在地化等新世紀的新穎代名詞如雨後春筍般出現，均隱喻著二大全球發展的趨勢：其一為氣候變遷、溫室效應帶來末世的警惕，永續發展成為了全球性的運動。傳統都市規劃理論導向全球永續、生態規劃設計，城鄉規劃進入一個快速擴展及跨領域整合的階段；其二，全球數位革命帶來的資訊化、便捷的網絡系統，地理空間扁平的現象，如楊振富、潘勛（譯），Thomas L. Friedman（原著）（2005）所說的「世界是平的……」、Christaller（1933）中地理論商品服務層級的消失、Jefferson（1939）都市階層金字塔扁平化等議題不斷得被重新檢視，城市與鄉村發展二者間「疆界」（社會過程中的行政界線與城鄉二者）變得愈來愈不明顯。

依「永續發展」的定義：「在自然維生體系的容受力範圍內，改善人類生活品質之發展」（IUCN, UNEP and WWF, 1991）。另一方面，今日的都市已非一封閉的人文聚落，經由貿易行為將增減一地之容受總量，無限制的貿易結果雖緩和某地容受力的限制，實際上卻降低了全球長期之容受力（Ress and Wackernagel, 1994）。而近年原物料、石化燃料價格因開發中國家需求日增而上漲，是否代表著過去資源的真實價值的低估？而貨幣能代表石化燃料、水資源的真正價值嗎？要評量一個地區是否永續使用資源，以及生態系統對人文聚落提供了什麼貢獻，需要一個有別於經濟學運用貨幣評量方法。在這樣的思惟脈絡下，正視目前人文生態學科的應用，其中包含著二大諷刺，經濟科學忽略環境生態的重要性，完全獨立於自然環境之外，環境系統被視為生產過程之外部性；反之，生態學家完全醉心於特有之理論，強調生物與環境相互關係，忽略了人在其中所扮演的角色，在這些背景引發本研究之研究旨趣。

本研究應用生態經濟學的觀點，透過Odum建構能值分析方法，探討1940年日治時期（基礎建設）、1975年經濟起飛期（十項建設推動）、1995年經濟穩定期（永續思潮引入），以及2008年（規劃向生態轉折的今日）四個時期，在不同發展的主軸下（詳表一）面對全球化共同市場與永續發展浪潮，在國家產業政策、國際經貿市場機制下，探究高屏地區土地利用變遷，以及土地利用轉變對生態經濟系統的演替（succession）影響。^① 依聯合國科教文組織（UNESCO）人與生物圈計畫（MAB）於1974年提出生物圈保護區的概念，國內自然保護區設置管理辦法第六條明定自然保護區依區內環境特性及生態狀況劃分為生態核心區、緩衝區（農業用地）、永續利用區（聚落）等分區管理經營。本研究以高屏河流域平原地區（天然環境作界線）作為研究依據，研究的

^① 一個地區在成長過程中，其生物組成由幼齡期至成熟期亦隨之改變；此成長過程稱為生態演替（黃書禮，2004a:40）。

空間範圍選取上，以區域城市之高雄市為中心，其周圍的平坦地勢的鄉鎮為研究範圍。^② 本研究將共分為六個部份，除前言之背景、目的外，在第二節將介紹生態經濟學與能值分析方法，高屏地區生態經系統特性（如土地利用）變遷與模型的建立在第三節說明，高屏地區生態經濟系統演變、原高高屏三縣市與農業系統、住商工部門之能值分析之比較，以及能值指標評量，將在第四及第五節中探討；最後為結論與建議。

表一 本研究時間年期之劃分依據

研究分期 (基準年) 時期	1895-1945 1940年 日治時期軍國主義	1945-1970 1975年 經建初期	1970-1990 1995年 開發與保育衝突	1990-迄今 2008年 全球永續思潮
全球化分期	全球化2.0 1800-2000			全球化3.0 2000-
規劃理念	烏托邦時期 (-1940s)	景觀建築師期 (1950s)	科學家-規劃師時期 (1960s-1970s)	永續發展時期 (1980s-)
都市計畫分期	市區改善 1900-1931	法令建制 1932-45	區域計畫萌芽 聯合國顧問參與	國土綜發體系 市民參與與都市改革
經濟發展	日治時期都市、築港計畫		實施經建計畫	10大建設 國家發展、國家建設計畫
呈現之圖資	1921-28地形測量圖 (1940-43發行、數值化檔)	1970年航照圖 (數值化檔)	1994年國土利用調查 (數值圖檔)	2007年國土利用調查 (數值圖檔)

資料來源：本研究整理自楊振富、潘勛〔譯〕，Thomas L. Friedman〔原著〕（2005）；黃書禮（2000）；黃世孟（1992）。

^② 原高雄市與高雄縣已於2010年12月合併為高雄市或稱高雄都，受限研究時間為1940-2008年，故本研究中對高高屏、高屏地區之定義，原則上以合併前的空間範圍定義之。

貳、生態經濟系統與能值分析

城市如同一個生態系，都市本身就是一個生態系統——「像一座森林似的生態系統」，因為都市和森林一樣，都需要外來能量以維持其功能，也都有誕生期、成熟期、也都會死亡。當人類建立起一座都市或是剷平一座農莊，興建購物商場和住宅時，就是一個生態系統讓位給另一個生態系統（賴慈芸〔譯〕，Trefil〔原著〕，1997）。

都市是否可視為生態系統呢？從系統角度的觀點來看，都市具有別的生態系統（如森林和草原生態系統）相似特點，只是城市系統的運轉較大；這些特性包括生產、消費、養分循環和能量聚集等都和生態系統相似，只是大量的商品、能量和物質、工業產品集中於都市；農村地區則多為生產食物和纖維性產品（Odum, 1988a）。因此，都市系統無疑的亦是一個生態系統，只是生態經濟學與傳統經濟學生產者與消費者界定不同，就生態系統中製造業、服務業為消費者，自然環境中的森林、水系、濕地與農業系統中的耕作、養殖、畜牧等活動，在生態經濟系統中被視為生產者。

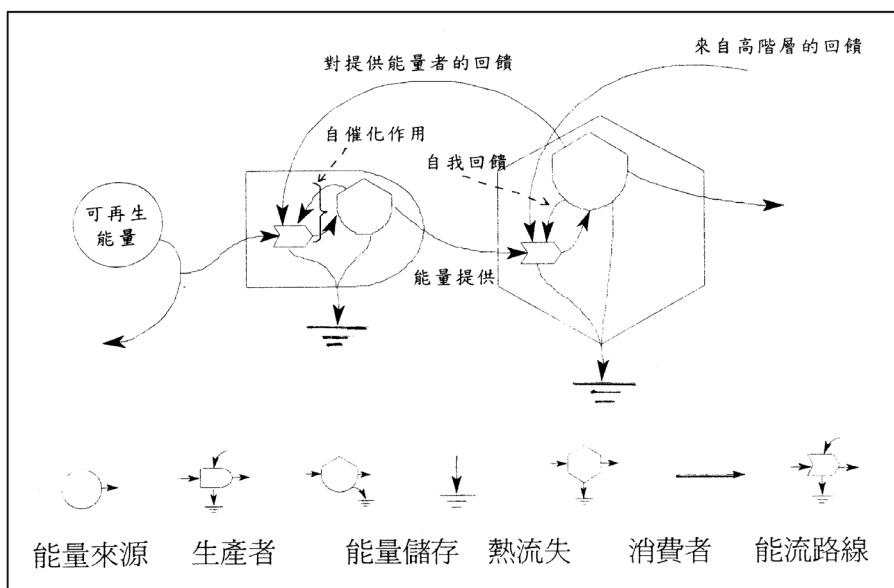
生態學（Ecology）與經濟學（Economic）二個名詞，同源於希臘字 Oikos，分別意指著有關於自然界與人類社會之問題與管理。雖然此二學科均涉及對複雜系統之探討，卻因其觀念與專業之分歧，而使得有關環境與經濟之政策產生互斥之現象，而非長期性之互利（黃書禮，1991）。由於生態學強調生物與環境相互關係，忽略了人在其中所扮演的角色；相反地，經濟學之產生根基於人類的慾望無限但資源是有限的，忽略了一些很重要的事物，例如我們賴維生的空氣、陽光（黃書禮、許伶蕙，1992）。雖然，經濟學家能運用貨幣估量自然資源之市場價值，但是貨幣能代表這些資源的真正價值嗎？自然科學家能夠解釋物種和生態系統之生物學意義，但如何應用於都市環境資源的保育

及公共政策層面呢（Odum, 1988b）？生態學家完全醉心於特有之理論，全然無視人類的存在。嚴格的限制了這二個學科解決全球生態危機時之貢獻（Ress and Wackernagel, 1994）。

生態經濟學有別於傳統經濟學與生態學，以一種寬廣、長遠的時空觀點，探討環境與經濟間的互動關係。有鑑於人類經濟系統所採用的貨幣，未能包括自然界的價值，因此提倡以能量作為衡量人類經濟系統與生態系統間關係之共同單位（劉小蘭、陳維斌，1999:43）。Lotka（1925）首先提出最大功率原則（maximum power principle），即一個能使系統內有用的能量（useful energy）流動極大化的系統將勝過其他的系統。生態學家Howard T. Odum則進一步以此原則解釋一個生態系統的結構與作用，其能量方法包括了自我設計原理，也即將系統的回饋機制（feedback）與自催化反應（autocatalytic）構建於他所設計的能量圖例（參圖一），可探討一生物系統在利用能量的角色，而一生態系統之發展即藉助系統的自我設計，使能量利用效率提高、增加資訊、並建立系統內不同組成間之共生（symbiosis）（黃書禮，2002:192-193）。

為了能同時比較一系統中不同組成分子所含不同能量型態對該系統之貢獻與影響，Howard T. Odum（1988a）提出能值的觀念，並將其定義為「一能量流動式儲存，所具含另一種能量類別之量」（黃書禮等，1991）。1960年代起，生態規劃設計進入一個快速擴展及跨領域整合的階段。Eugene P. Odum所著的《生態學基礎》（*Fundamentals of Ecology*）及其後續提出之以「能量分析」為主的生態系統論，奠定了近代生態系統理論的基礎（吳綱立，2006:2）。Eugene P. Odum所出版的《生態學基礎》算是奠定了生態系統論理論範型的標竿性著作。從系統論觀點來看自然過程，每一生態系統皆有其特定的能量流動模式，並對應於其系統的結構，所有的流動從太陽能做為發端，經由光合作用等過程逐次分派能量至系統各階層的有機體。Odum（1989）在更新的生態學教科書*Ecology and Our Endangered Life Support System*一書中，能量的分析在生態系統概念成為一個核心觀念，貫穿於整體分析架構之中。

在這核心架構中，Odum從生態經濟學的觀念，視都市為一個生態系統，利用一般系統理論及熱力學定律為基礎，設計出一組能量圖例，透過能量分析，從能量複合系統和能值的概念估量都市經濟財富。這套能量語言主要用以探討生物與非生物間，甚至人類與自然環境相互間的互動，透過圖例建立起概念性生態系統，協助研究者對系統組成子及份子間運作過程，能有完整的瞭解，進而提出適當的政策擬定。此能值觀念，可將同一系統之內各種不同的能量類別轉換成同一單位進行比較。根據此能值觀念，能換率（transformity）可用來表示一階層體系統之中，不同能量類別之能量品質，其定義為：產生一單位能量所需另一種能量類別之量，其位居生態系統中，階層愈高之組成或作用，其能換率愈高。因為系統運作過程中，能量不僅是量而已，更重要的是包含能量品質的比較；亦即系統中每一階層所含的能量對系統功能不同，其品質亦不同（黃書禮，1993）。



圖一 生態系統之能量流動、回饋與自催化作用

資料來源：黃書禮（2002:194）。

立基於生態經濟學的能值分析方法主要應用於環境評價，做為人類開發活動與環境系統間之互動工具，由於過去到現階段環境的評價，仍以新古典經濟學家發展的環境經濟為主流，對環境系統的生物物理考量較少。國內應用能值分析方法進行學術研究，大約在1990年代初期，當時主要以探討都市永續發展與環境品質評估（吳修綺，1992；施慈魂，1991；楊賀雯，1993；廖文弘，1991；鄭春發，1996）。而近年透過電腦模擬可提供對生態系統各組成分間互動關係之動態變化的了解，另一方面利用地理資訊系統的協助，能值在地理空間之分佈更進一步展現與都市經濟系統之關聯。在都市發展與區域治理應用更為廣泛，如河川與都市發展變遷關係（黃書禮，2007）、農地資源空間規劃（黃書禮，2008）、全球環境變遷與都市周邊土地使用改變對都市生態經濟系統影響之研究（黃書禮，2009）。

應用能值分析探討一地區之生態經濟特性，共六個步驟，茲分述如下（Huang and Odum, 1991；鄭春發，1996:3-12）：

1. 基本資料的蒐集：

首先確立研究範圍，收集有於研究範圍內的相關環境資料，包含自然條件、地理資料、社經統計資料。

2. 生態系統圖的建構：

利用Odum所建構之能量圖例，繪製一詳細之能量系統圖，整理上一步驟所收集之資料，並架構系統內部門之互動關係。圖中以四方框為系統界線，各組成份子圖例置於內部，能量來源及熱耗失圖置於邊界外。

3. 能值分析表的建立：

能值分析表共分六大項探討（參見表二），其中研究地區之能量來源項目，共分本土性資源、輸入之不可再生能源、輸入之財貨及勞務及輸出等。資

源流動之計算，能量資料以焦耳表示；物質可以量（公克）表示；經濟流動以貨幣表示。最後將資源流動轉換為能值單位及總經濟價值，以進一步瞭解各能量流動對系統之相對貢獻。其中，太陽能值＝資源流動量×能換率。

表二 能值分析表

資源項目	資源流動量 (單位/年)	太陽能換率 (sej/unit)	太陽能值 (sej)	總體經濟價值 (2008US\$)
------	-----------------	---------------------	---------------	----------------------

資料來源：Odum et al. (1987:178); Huang and Odum (1991).

4. 整合性之概要系統圖：

將第二步驟詳細之系統圖簡化，將能值分析表中之結果整理成一概要表，並將相似之項目整合，以易於明瞭整個生態經濟系統之貢獻。

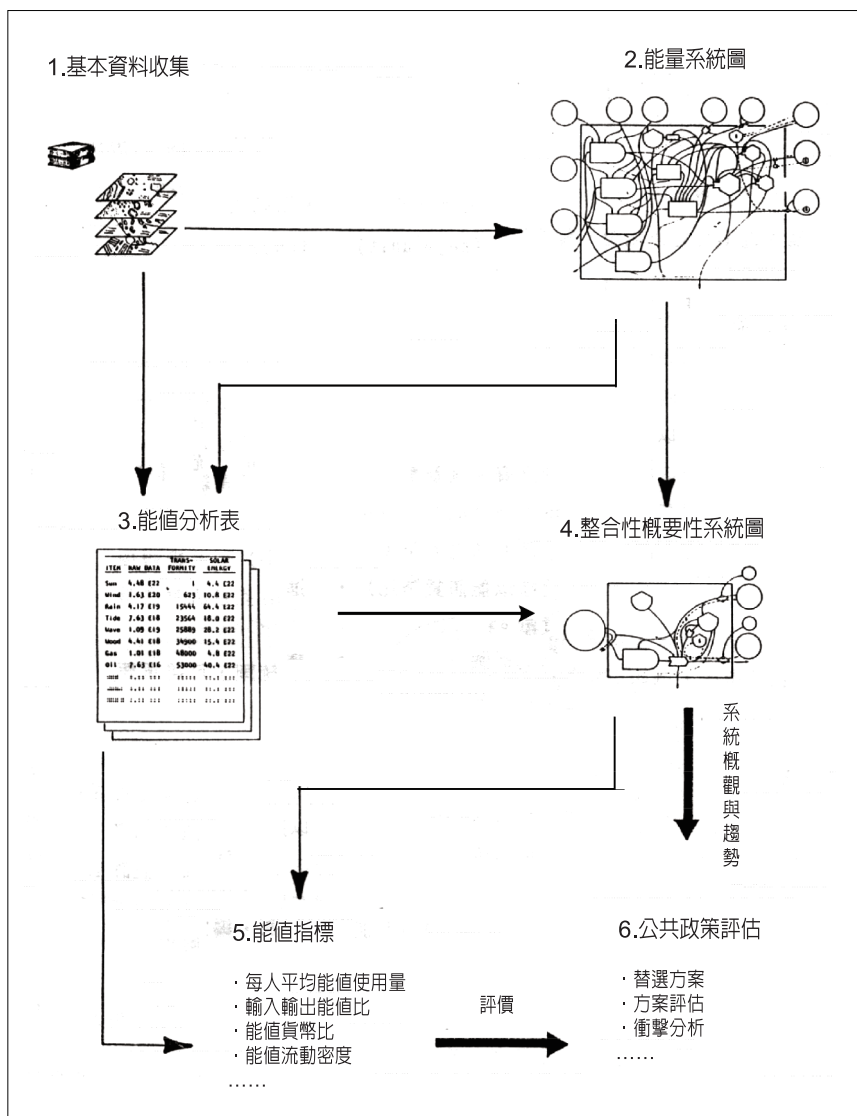
5. 能值指標的建立：

將第三、四步驟所計算之能值分析表及整合性之系統圖，進一步建立若干能值指標，例如能值貨幣比、廢棄物能值比等。以分析生態—經濟介面，以評價自然環境對經濟之貢獻。

參、高屏地區生態經濟系統模型

一、高屏地區生態經濟系統的特性

都市為一個異營性（heterotrophic）系統，在生產經濟財貨與勞務所需之物質與能量，均需取自生態系統。因此，都市的維生系統環境包括了農業地區與未開發之自然地區，例如森林、水源地、湖泊、河川等，也包含了外圍鄉村地區，甚至地球一端的某都市、國家，來提供都市生產與消費所需



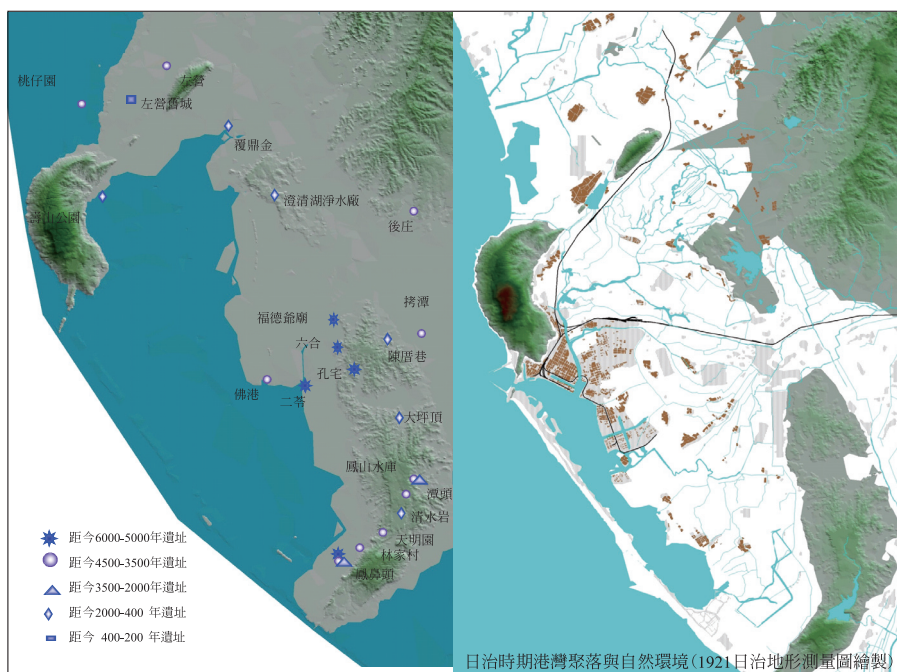
圖二 能值分析步驟圖

資料來源：本研究修改自Huang and Odum（1991:193）。

之原料與物質。換言之，每一都市均有其維生環境地區（area of lift-support environments），經濟系統與自然環境之互動特性，決定了一都市（鄉村）容受力（carrying capacity）之關鍵（黃書禮，2004b:99）。

（一）都市發展受自然環境限制

孟子梁惠王篇：「不違農時，穀不可勝食也；數罟不入洿池，魚鱉不可勝食也；斧斤以時入山林，林木不可勝用也。……」在中國春秋戰國時即有注重自然環境的維生系統觀念，強調人類活動上受環境容受力的限制、天然資源的保護等限制的概念，並重視生物多樣性的保護。高屏地區城鄉發展受自然環境地形上限制，由早年沿著古打狗灣的文明聚落的分佈區位（圖三）來看，可看



圖三 高雄聚落發展與地理環境關係

資料來源：參考黃暉榮（2002:196）模擬繪製；臧振華、劉益昌、陳仲玉（1994）。
說明：古打狗海灣模擬及遺址分布示意。

出聚落因爲日常維生基本需求，人口主要集中於港灣或水域旁。

日治時期都市計畫的發佈與地區中心都市，考慮地理環境特性，主要集中於高雄港第一港口與愛河口。1920年起配合高雄築港計畫、台鐵高雄車站計畫等公共建設，都市計畫範圍由第一港口的哈瑪星，向東擴大至高雄川以東之前金、苓雅寮等地區、再向東擴展延伸到三塊厝、大港埔以及前金、新興、苓雅與前鎮區（也包含沿第三次築港計畫水岸的重化工業區），幾已含蓋光復初期都市中心商業區。

（二）以都市計畫框限人口成長與遷徙

如由歷年居住人口的分佈，可看出早期人口主要分佈在港口，如海港：旗津、鹽埕、小港；如河港：鳳山、里港、九如、屏東；漁港：茄定、蚵仔寮等地區（圖四）。自1920年起高雄市發佈都市計畫後，岡山、旗山、屏東市、東港鎮也陸續發佈都市計畫，除旗山鎮鄰近丘陵外，多位處平原地區，且爲人口主要集聚地。

工業確實是高雄會區區域發展最主要的擴張機制（吳連賞，1995:142-44），1970年代中期以後，都市外圍地帶編定大型工業用地或工業區的開發，一方面近臨海港地區的都市心工業用地已臻飽和，外圍地區隨著交通網路的便捷度、易達性相應提高，工業發展向漸漸由市中心區臨打狗的鹽埕、前金、鼓山區向北（左營、楠梓）、向東北三民區及大社、仁武，向東往鳳山、鳥松、大寮、屏東和向東南，仍即由臨海港的前鎮、小港往林園、新園等衛星地帶擴散（鄭春發、鄭國泰，2008）。

人口變化經常與經濟變遷息息相關，隨著農業勞動力規模縮小，鄉村地區由農業主宰的觀念，在許多地方更適用於農業地景的優勢，而非農業經濟。反都市化經常伴隨了新製造業成長中，從都市朝向的轉移。雖然這種轉變的經濟衝擊有時候很短命，但是新的服務部門就業時常增添了這些非都會區的經濟潛力（王志弘等〔譯〕，Cloke, Crang, and Goodwin〔編著〕，2006:347）。這一點

由圖四中1995年人口開始向原都市中心向外遷移，建築用地的也不斷擴展到都市的近郊地區（圖五）。

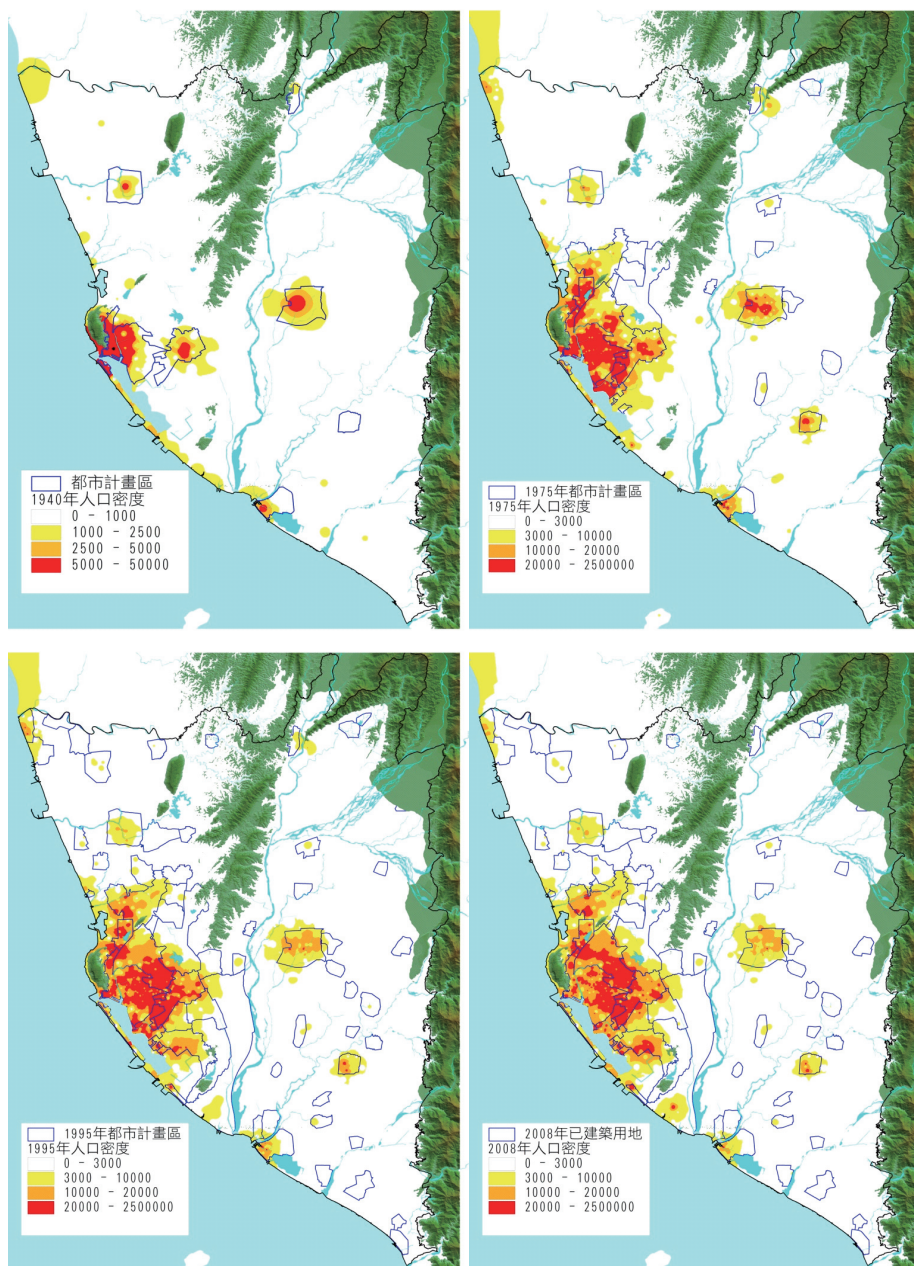
後工業都市土地使用型態正逐漸演變出製造業的衰退、郊區化、新經濟活動和區位等發展趨勢（Kivell,1993）。這樣的趨勢使得都市生活不舒適和不安全，人們離開大都市，去尋找合適的都市生活，都市走向去中心化。2008年高雄市舊市區人口的驟減、都市地區的再往外擴張、人口向外蔓延（圖四），在這一趨勢下，都市與非都市人口呈明顯此消彼長的現象。而都市計畫地區與非都市土地之住、商、工用地皆快速增加，尤以非都市土地的工業用地，高雄縣都市計畫區住、商、工用地增加較高。

（三）都市的蔓延牽動土地快速變遷

謝宏昌（2003:25）認為：「如果說，城鄉的定義是由一個社會文化對於現在的補捉以及未來發展遠景的勾勒企圖所構成，那麼我們至少應該先瞭解現在的生計方式，而這個部分必然與整個社會的土地使用分工有關。」經由圖四、圖五與表三等四個年期比較分析，可發現高屏地區土地利用變遷有幾個特性：

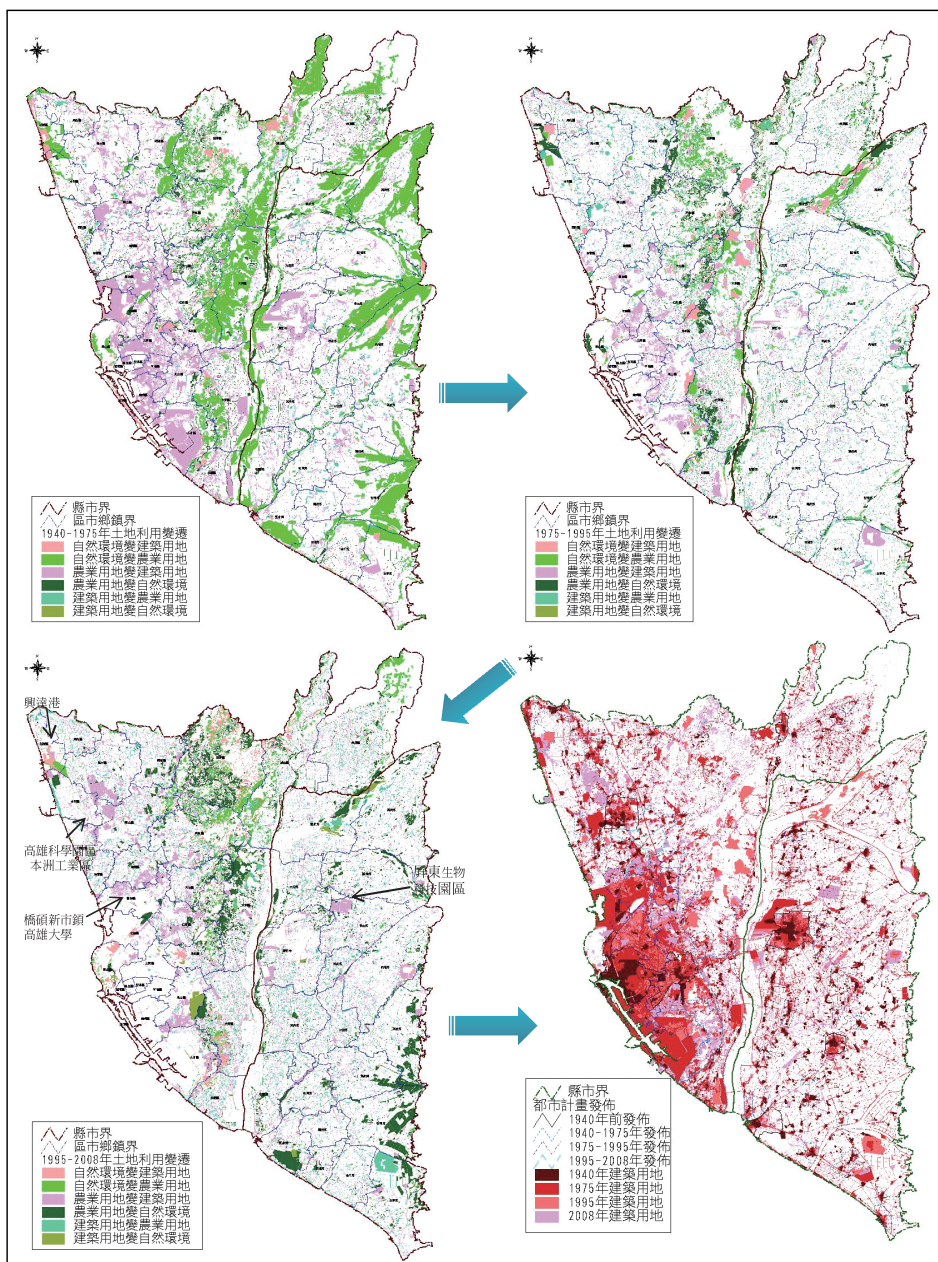
1. 由都市內部用地的擴展、再向市郊蔓延

高屏地區土地利用變遷由都市內部用地的擴展、再向市郊蔓延，首先來自於都市本身人口、經濟成長用地需求，使得建築用地向市區周圍的農地擴大（如圖五中1940-1975年土地變遷），其後在土地價值的競爭與生活品質的要求下，都市舊市區的衰退、工業區的解構使得可建築用地不斷地向市郊土地擴張。如1975年以後，高雄市土地由愛河以南與臨港線包覆的市區向左營、小港與前鎮擴張（如圖五中1975-1995年土地變遷），1995年後向原高雄縣仁武、鳥松、鳳山市發展，至2008年時人口主要集中在高速公路二側、服務業發展已蔓延到市郊地區，工業也有從市中心轉移到高速公路與郊區的明顯趨勢。其演變趨勢由高雄市內部、再來由高雄市向高雄縣鄰接鄉鎮、屏東縣則是近年變化較大。



圖四 1940-2008年高屏地區都市地區與人口分佈圖

資料來源：本研究整理繪製。



圖五 高屏地區1940、1975、1995、2008年土地利用變遷與建築用地擴展圖

資料來源：本研究整理繪製。

2. 建築用地替代農業用地、農業用地承繼自然環境

大量市中心人口增長，以及公共支出的負擔，降低了生活品質，造成住宅郊區的增長，後來更有產業外移到郊區形成「邊緣都市」(edge cities)的現象；這種擴張發展不僅導致更多的基礎建設經費支出，喪失了更多郊區土地（農業用地或自然綠地），也造成更多汽車通勤時間浪費、能源消耗與空氣污染（謝宏昌，2007:280）。如由圖五與表三可以看出在1940-1975年間，在都市地區土地主要由農業用地轉變為建築用地；在非都市土地大量的自然環境的林地、沙洲等被馴化為農業用地。1975-1995年間原高雄縣市界的邊際土地，大量由農業用地轉變為建築用地、都市化地區。1995-2008年期間原台糖種植甘蔗的農場轉變為高雄科園區（路竹）、屏東二代加工出口區（六塊厝）與屏東農業科技園區（如圖五）。

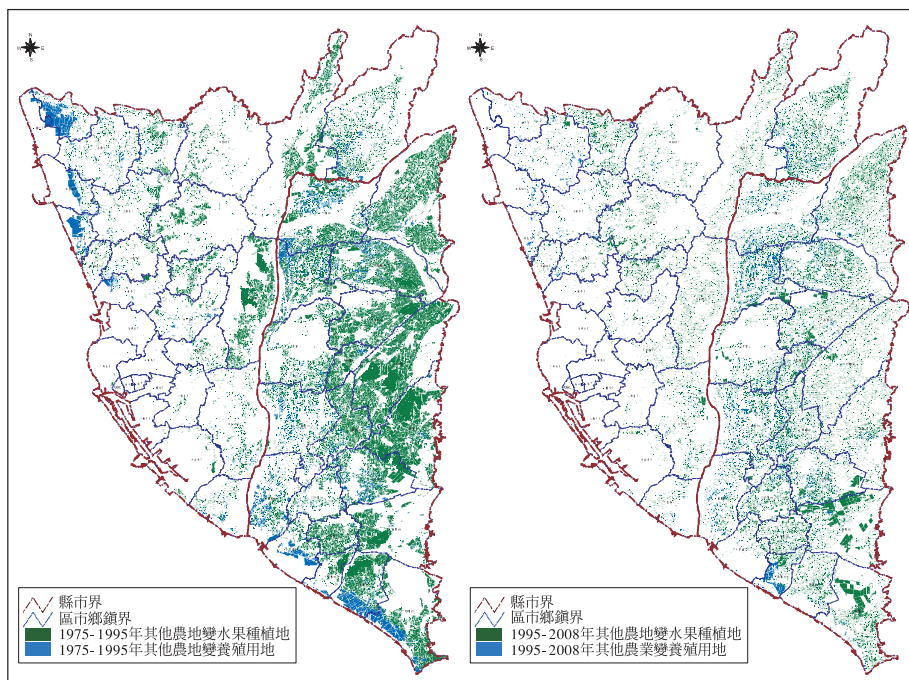
表三 1940-2008年四個時期間土地利用變遷情形一覽表

1940-1975年	自然環境變建地	自然環境變農地	農地變建地	農業變自然環境	其他
高雄市	3.08%	3.90%	45.57%	2.99%	44.46%
高雄縣	3.42%	16.56%	10.40%	4.07%	65.55%
屏東縣	1.75%	17.58%	7.78%	2.59%	70.30%
合計	2.61%	16.05%	11.91%	3.29%	66.13%
1975-1995年	自然環境變建地	自然環境變農地	農地變建地	農業變自然環境	其他
高雄市	2.47%	1.66%	14.51%	1.57%	79.80%
高雄縣	3.05%	4.97%	6.81%	6.03%	79.14%
屏東縣	1.18%	2.79%	5.16%	2.71%	88.16%
合計	2.13%	3.68%	6.66%	4.12%	83.41%
1995-2008年	自然環境變建地	自然環境變農地	農地變建地	農業變自然環境	其他
高雄市	3.33%	0.39%	8.02%	1.82%	86.45%
高雄縣	4.06%	4.19%	10.47%	6.86%	74.42%
屏東縣	0.95%	0.92%	7.40%	7.20%	83.54%
合計	2.55%	2.35%	8.83%	6.61%	79.66%

資料來源：本研究整理。

3. 農業用地由稻作、雜糧種植轉向高經濟價值的水果與養殖業

國際貿易已由原先以互通有無的「比較利益」原則變成關稅與貿易協定的方式進行，農業生產更是必須由小農家庭經營的方式轉型為農企業；這時，對於全球化經濟生產來說，特定的農業區之劃設已非一個國家主權領域所能全面決定的（謝宏昌，2003:21）。過去受自然環境之條件及強調維持地區維生機能，農業系統主要以種植稻穀、雜糧、蔬菜為主，然而，在強調全球共同市場分工的此時，本土農業與粗放式企業經營低成本的穀類、糖等農作物經濟效益競爭下，自1975年起高屏地區農業用地由種植稻米、蔬菜與雜糧轉變為種植高經濟價值的水果與養殖高經濟價值的漁獲（如表三），其中尤以屏東縣最為明顯（如圖六），另一方面，在成本與利潤考量下，近年休耕、廢耕比例亦有增



圖六 高屏地區1975、1995、2008年農業土地利用變遷圖

資料來源：本研究整理繪製。

加之趨勢（表四），2008年廢耕比例以高雄縣14.03%最高，如對照表三，1995年至2008年間，農業用地回復為自然環境用佔研究區6.61%，其中，高雄縣為6.86%；屏東縣為7.20%。

表四 1995、2008年高屏地區廢耕地面積與廢耕比一覽表

項目 年期	廢耕土地（公頃）		種植稻作雜糧蔬菜（公頃）		廢耕比率（%）	
	1995年	2008年	1995年	2008年	1995年	2008年
高雄市	2.00	11.10	1,336.29	235.77	0.15%	4.71%
高雄縣	1,241.86	2,048.24	27,918.56	14,603.04	4.45%	14.03%
屏東縣	350.07	259.34	32,184.55	15,190.61	1.09%	1.71%
高高屏	1,593.93	2,318.69	61,439.40	30,029.42	2.59%	7.72%

資料來源：本研究整理。

二、生態經濟系統的模型的建立

依照前述高屏地區土地利用與產業發展的狀況及功能，高屏地區生態經濟系統模型大致可分為能量輸入、自然環境、農業用地、建築用地等四個部份（見圖七），該模型大致可分為下列幾個次系統：

（一）系統之能量輸入

此生態經濟系統能量之輸入（投入）包含：在人類過去與未來持續維持穩定的供應，不餘匱乏的可再生資源；以及儲存資源量有限，如石化燃料、原物料會隨著開採、使用而逐漸減少之資源，謂之不可再生資源。

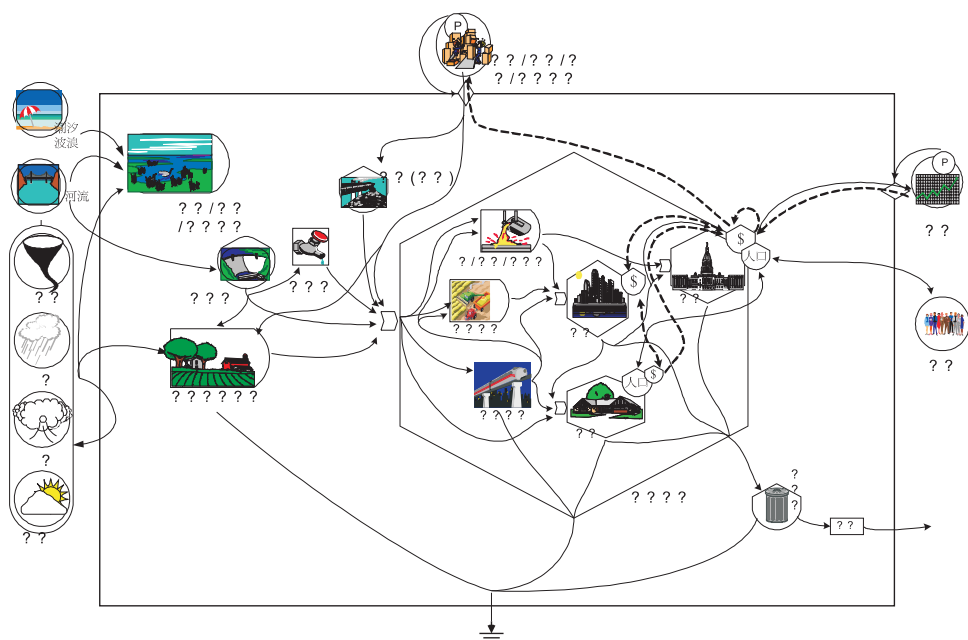
1. 自然環境能量輸入：

可再生資源如太陽、雨水、河川流入等自然界與生運作之能源，其延綿不絕的再生，可不斷的循環再用，過去在環境評估或永續評量時，常被忽略其貢

獻或被視為經濟系統之外部性。以及地區自產之不可再生資源，如水泥、土石採取等，自然環境並提供地下水補助、淨化空氣水源、提供生物棲息等生態功能，與農業系統同為都市地區的維生系統，對整個生態經濟系統的永續具重要的角色。

2. 經貿市場能量輸入：

經由經貿市場機制輸入的資源，包括不可再生資源包括煤、原油、天然氣等礦業原料，以及如肥料、日常用品、生活或產業用設備等大部份的貨品。台灣不可再生資源通常仰賴進口，因此政府的能源政策多著墨於此，而忽略了同樣重要的可再生資源（劉小蘭、陳維斌，1999:46）。



圖七 高屏地區生態經濟系統圖

資料來源：本研究繪製。

（二）農業耕作生產系統：

農業系統主要有林業、稻作、蔬菜雜糧、水果、養殖及畜牧（家禽、家畜）等生產方式，主要供應都市使用之糧食與能源，對都市系統之維生（生存）、環境品質具有重要的貢獻，同時也是其他地區透過經貿市場購入之資源與能量。

（三）都市化地區（建築用地）消費系統：

在生態經濟系統中都市扮演著消費者的角色，使用來自周圍自然環境系統（空氣、水、陽光）、農業系統（糧食、果品、肉類）及系統外購入（資訊、石化燃料、貨品）之能量，並在能源消費後回饋於自然環境與整個生態經濟系統。主要包括：住宅部門、運輸部門、服務業部門、製造業部門，以進行資訊的生產與傳播。一個永續的生態系統應該強調輸出能量與輸入能量的均衡，必需維持較少的能量輸出與輸入，強調系統內能量的回饋，並維持系統的穩定，例如多使用系統內之能源如農業系統產品、善用可再生資源如水資源不斷的循環利用。

肆、高屏地區生態經濟系統的演變

本節將進行高屏地區生態經濟系統特性之能值分析，透過生態經濟系統主要能量流動與能值結構變遷，分析1940、1975年、1995年及2008年高屏地區生態系統之時空演變，其次，透過能值指標之估算評量高雄市、合併前高雄縣及屏東縣三縣市之歷年都市生態與經濟系統介面之變化。

一、高屏地區各時期生態經濟系統特性

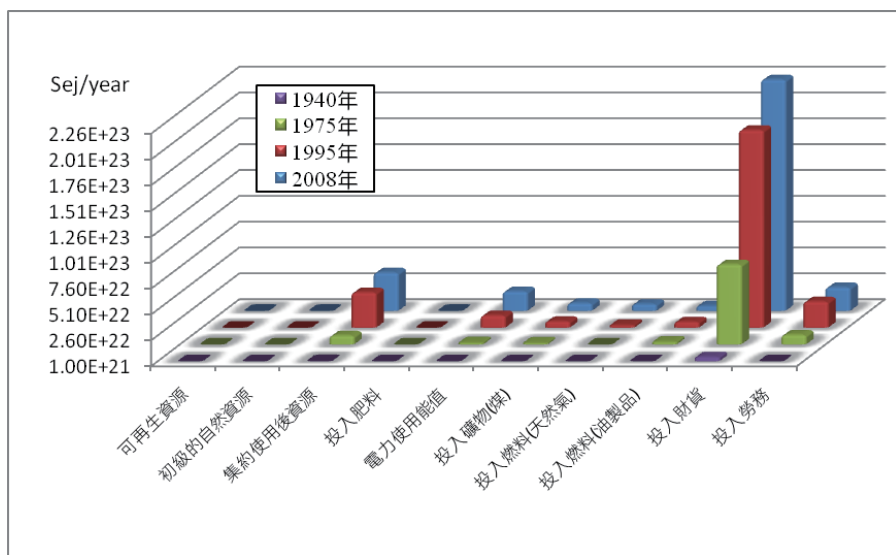
（一）總能值量

高屏地區的能值使用可集結可再生資源的使用（R）、粗放使用的自然資

源 (N0)、集約使用之資源 (N1)、輸入之燃料與礦物 (F)，以及輸入財貨與勞務 (G、P2I3) 等項目，如表五與圖八所示。高屏地區總能值使用量自日治時期 (1940年) 的 $0.0383 \times 10^{23} \text{sej}$ 年流量成長到2008年為 $3.10 \times 10^{23} \text{sej}$ 年流量，成長速度非常驚人；1940年至1975年為地區基礎建設發展初期，能量流動成長快速，約27.5倍；1975年為經濟建設初期，依賴大量輸入財貨勞務超過80% (71.91%、9.39%)，已為現都市發展雛形，總能值量為 $1.06 \times 10^{23} \text{sej}$ ；時至1995年經濟穩定期約為 $2.71 \times 10^{23} \text{sej}$ ，20年間僅成長為2.5倍，2008年高屏地區生態經濟系統能值流動總量已趨平穩 (僅增加14.39%)。

(二) 系統資源投入

如由能值結構變遷分析主要能量流動，在系統資源投入部份，早期生態經濟系統主要仰賴自然環境之可再生性資源 (8.92%)，1940年日治時期屬低能量



圖八 高屏地區能值結構變遷圖

資料來源：本研究整理繪製。

社會；可再生資源佔總能值流動量愈來愈低（1995年為0.23%）。隨都市化工業發展，高屏地區對高能換率之高階能量依賴逐漸增加，如表五中電力、石化燃料、財貨與勞務等能量投入，往往反映著當地對外貿易的活絡與依賴性，石化燃料、電力的能值使用量，則反映著經濟發展水準與對能源的需求。由於石化燃、原物料與國外貨物之進口，受台幣匯率的影響，匯率升值大致來說也代表著經濟的發展，1995年正處經濟發展的穩定期，故石化燃料等輸入量為總能量的6.12%；系統投入財貨勞務合計為76.678%。1995年至2008年系統投入之貨物所佔能值約維持在近65%至70%左右，相較於2008年經濟發展穩定後，系統投入財貨勞務仍維持75.43%，石化燃料則為6.62%。時至2008年時，高屏地區生

表五 高屏地區生態經濟系統主要能量流動概要及變動

項 目	高屏地區 (%)				高雄市 (%)	高雄縣 (%)	屏東縣 (%)
	1940年	1975年	1995年	2008年	2008年		
可再生資源 (R)	8.92%	0.75%	0.23%	0.28%	0.08%	0.26%	1.23%
初級的自然資源 (N0)	7.20%	0.51%	0.18%	0.13%	0.00%	0.12%	0.71%
集約使用後資源 (N1)	12.62%	8.72%	12.31%	11.53%	5.18%	16.99%	18.05%
直接輸出能源 (N2)	85.05%	90.35%	71.52%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
電力使用能值 (ELec)	1.36%	2.61%	4.49%	6.01%	6.28%	5.49%	6.79%
投入礦物 (煤)	1.68%	2.37%	2.49%	2.57%	1.45%	4.53%	0.00%
投入燃料 (天然氣)	0.01%	0.35%	1.30%	2.31%	2.11%	3.07%	0.36%
投入燃料 (油製品)	0.00%	3.39%	2.33%	1.74%	2.07%	1.44%	1.43%
投入肥料	0.0015%	0.0017%	0.0004%	0.0002%	0.0000%	0.0001%	0.0012%
投入財貨	58.80%	71.91%	67.47%	68.22%	74.96%	62.10%	62.45%
投入勞務	9.41%	9.39%	9.21%	7.21%	7.86%	6.00%	8.98%
總能值使用 (1023Sej)	0.0383	1.06	2.71	3.10	1.53	1.21	0.36
美金兌換台幣匯率	3.54	38.00	26.48	31.52	31.52	31.52	31.52

資料來源：本研究整理。

態經濟系統已非勞力密集發展，其中，不可再生資源（N）直接輸出的水泥礦（N2），至1995年已至開採尾聲，就生態經濟學角度，高雄縣市由工礦業轉型為以工商業為主。

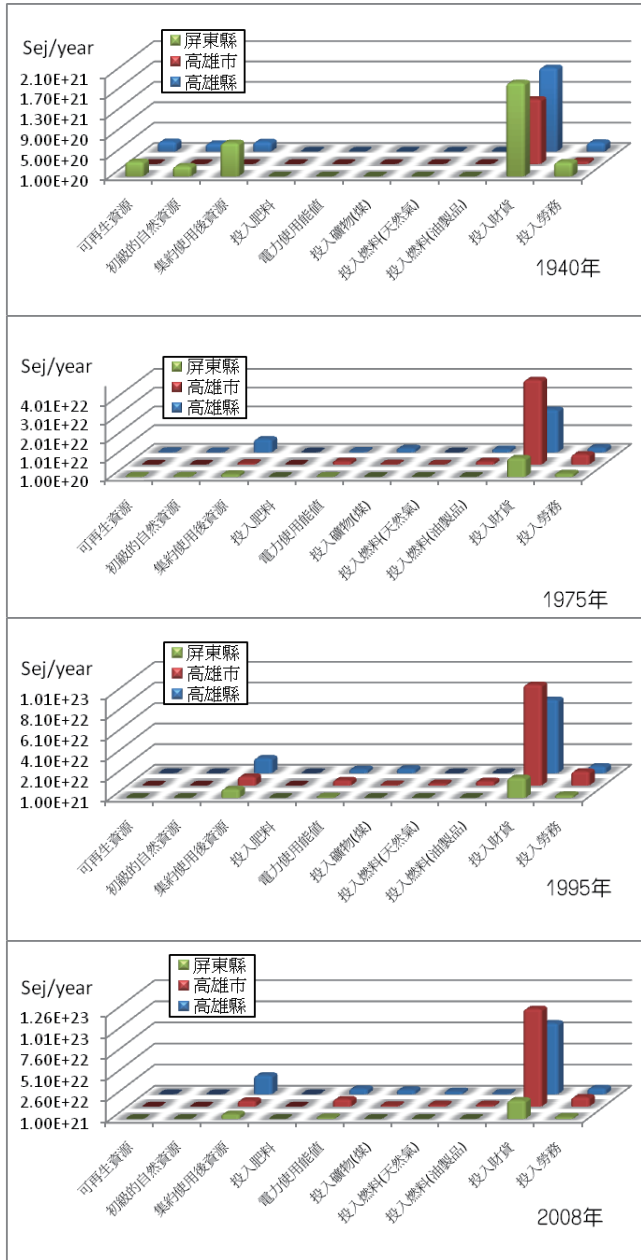
由1995年與2008年之比較，可看出石化燃料的使用成長平穩，但電力使用能值佔年總能值使用，仍呈較高度成長之勢，此與家庭設備電氣化，日常生活用品由使用石化能源改以電力能源、依賴大量電子用品有不小的關聯。加上，國內電力價格採固定價格，不受國外能源價格的影響，高屏地區都更依賴電力能量。在歷經殖民統治、經濟國家主義、國際經貿與永續生態規劃等不同發展的主軸下，由1940年日治時期早年以農業產業，仰賴自給性資源，維持中心都市與依存的鄉村地帶，隨著經濟發展的快速成長，逐漸以系統外輸入之財貨勞務為主（如圖八），1995年前以工礦業為主要產業，其後在全球低成本原物料、石化燃料進口，復以，對都市生活品質要求停採的聲浪中，2008年的高屏地區生態經濟系統，已由農業生產減低，轉向高度工業製造與商業服務的城鄉系統。受美金與台幣匯率影響原物料之價格，在全球化共同市場的今日，進口價格影響能源、資源與進口貨物總量，改變高屏地區（台灣）對自身環境資源（可再生、不可再生與當地財貨）的利用行為與依賴度，更衝擊著全球整體的生態經濟系統的永續（鄭春發，1996:4-21）。

二、原高高屏三縣市各時期生態經濟系統演變

本研究利用圖九、表六評估自1940年至2008年間之系統變遷，原高高屏三縣市發展之生態經濟介面的變遷狀況，如高屏地區能值結構變遷之趨勢。

（一）日治時期：

原高高屏三縣市生態經濟發展都是由依賴低階能量的可再生資源、自然環境資源，轉變為高度依賴經貿交易石化燃料、礦物與財貨勞務。如對照表三，日治時期以農業用地為主，至1975年，建築用地大增，唯農業用地面積廣仍是



圖九 1940、1975、1995、2008年原高高屏三縣市能值結構變遷圖

資料來源：本研究整理繪製。

主要地方產業。由於高雄市行政轄區腹地較小，1940年能值使用普遍較低，所輸入貨物量也較其他二縣市為低；而擁有較多自然生態腹地較大的屏東縣，日治時期總能值量最大，可再生資源等維生能量依賴度較高。

(二) 1975年經建初期：

然而，1975年高雄市能值總量已超過高屏二縣，時為台灣經濟建設初期，大量財貨、勞務投入城鄉系統中。高雄市為一高度依賴其生態系統外資源，投入財貨勞務已達90%；高雄縣開始集約開採砂石、水泥礦；屏東縣雖然仍依賴自然環境維生功能，對財貨勞務也大量增加，此外，地下水資源的利用普遍，一方面，農業用地較多；一方面，屏東縣日常用水以地下水源為主，自來水不普遍（表六）。

(三) 1995年經濟穩定期（開發與保育衝突）：

1995年為高度經濟發展時期，並仰賴輸入資源，其中高雄市仍是主要高度

表六 高屏地區生態經濟系統主要能量流動概要及變動

行政區		高雄市 (%)				高雄縣 (%)				屏東縣 (%)			
		1940	1975	1995	2008	1940	1975	1995	2008	1940	1975	1995	2008
年期		1940	1975	1995	2008	1940	1975	1995	2008	1940	1975	1995	2008
可再生資源		4.63	0.14	0.08	0.08	10.07	0.93	0.23	0.26	10.09	2.58	0.81	1.23
初級的自然資源		3.45	0.03	0.01	0.00	8.76	0.61	0.19	0.12	7.80	2.06	0.80	0.71
集約使用後資源		2.11	1.47	6.96	5.18	9.90	18.60	14.45	16.99	19.71	10.72	26.32	18.05
電力使用能值		2.90	3.38	4.42	6.28	0.96	1.90	4.51	5.49	0.93	1.53	4.69	6.79
投入燃料、煤合計		3.55	4.13	7.16	5.63	1.23	10.81	6.26	9.04	1.15	1.53	1.72	1.79
投入財貨勞務合計		83.36	90.85	81.37	82.82	69.08	67.15	74.36	68.10	60.32	81.57	65.64	71.43
其他	投入肥料	0.0009	0.0001	0.0000	0.0000	0.0017	0.0016	0.0004	0.0001	0.0017	0.0083	0.0020	0.0012
	自來水資源	0.0753	0.0411	0.0455	0.0463	0.0114	0.0111	0.0369	0.0371	0.0150	0.0010	0.0158	0.0241
	地下水資源	2.0383	0.0848	0.0125	0.0033	3.7868	0.5197	0.1527	0.0483	3.5030	2.1294	0.5512	0.3254

資料來源：本研究整理。

使用資源的地區，屏東縣相較之下，為一個高度生產資源（集約使用）的地區，長久以來作為高雄市維生腹地，除了仰賴區域系統外的資源，而維生腹地仍持續了對中心都市的維生服務。以1995年時，因為台幣升值，貨物及原物料進口成本較國內生產便宜，此時，高雄縣市仍是依賴輸入性能源，但屏東縣卻較以往減少，而呈提供更多的地區資源於系統。

（四）2008年永續發展思潮期：

1995與2008年間高屏地區生態經濟系統已趨平緩發展，其中高雄縣對集約使用後資源與石化能源的比重增加，對照歷年土地利用變遷（表三），應該和建築用地由高雄市向高雄縣擴展有關，特別是產業用地解構與重組，導致系統內能量利用結構的改變。如高屏地區主要能量流動比較，可再生資源、初級的自然資源利用逐年減少，而屏東縣仍是相對較依賴自然生態的地區；如以表五集約使用後之資源（如自來水、地下水、土石採取、水力火力發電等）分析，集中於高雄縣（自來水、砂石採取與火力發電）與屏東縣（地下水、砂石採取）。

三、農業部門與都市系統各時期生態經濟系統演變

（一）用地的變化

表七為高屏地區農業、住宅、商業與工業部門1940-2008年間面積變動，與圖五土地利用變遷圖對照，可發現農業用地正逐年漸少，特別是種植稻作、雜糧與蔬菜用地。受市場價格機制影響，農地轉作高經濟價值的農作物，種植水果用地卻呈逐年增加，漁產養殖、畜牧家禽業則呈緩慢減少。相較於農業用地不斷的減少，住商工用地自日治時期呈逐年成長，如由三縣市用地歷年演變比較，可發現屏東縣農業用地變遷較小，減少部份主要為受全球市場糖價影響，台糖農場休耕作為產業用地，如屏東生物科技園區，與圖五對照可發現前述的現象在屏東縣非常明顯；而高雄市農地減少最多，僅剩1940年的6%；高

表七 原三縣市農業、住商與工業部門1940-2008年面積變動

項目 單位：公頃	高雄市			高雄縣			屏東縣		
	農業部門	住商部門	工業部門	農業部門	住商部門	工業部門	農業部門	住商部門	工業部門
1940年	11,178	515	336	48,730	1,570	127	66,914	2,538	160
1975年	4,124	1,499	2,517	50,418	2,550	1,520	74,611	2,849	669
1995年	1,894	2,599	2,663	44,930	4,797	2,898	71,469	5,511	776
2008年	673	3,117	2,592	35,131	5,839	4,541	60,873	5,596	1,421

資料來源：本研究整理。

高雄縣農地1975-1995年間減少了12.21%、1995-2008年間減少27.9%（主要為橋頭新市鎮與高雄科學園區）。

建築用地部份，三縣市近70年住商工用地呈逐漸增加趨勢，住商用地部份高雄市成長了6.05倍（3,117/515公頃）、高雄縣成長了3.72倍、屏東縣為2.20倍，1940-1995年間成長較為快速。其中僅高雄市市中心工業解構縮減並變更為商業或經貿用地外，高雄縣工業用地於1975-1995年成長90.66%、1995-2008年成長56.7%；屏東縣則成長了83.3%，綜合工業用地發展之趨勢，係有1940、1975年由高雄市擴張往高雄縣，1995年後由高雄縣向屏東縣推展現象。

（二）主要能量的流動

如以農業系統各農作方式、都市的住宅、商業與工業部門來評量各部門之資源使用特性（如表八），高屏地區各部門總能值使用量與面積變化呈正相關，尤以農業部門因農作方式轉變而改變，自1975年後，高屏地區農業總量呈緩慢減少趨勢，單位面積能值總量也略為下降，高經濟價值是否是高維生資源是值得討論的議題。而住、商、工部門總使用量亦隨面積增而逐年增加。如以單位面積之平均總使用能值，農業部門中畜牧家禽業的能值使用量增加（其技術改善或做高集約飼養）。在此生態經濟系統中，各部門單位面積產出能值總量以工業部門最高、其次為住商部門；而農業部門中以畜牧、家禽養殖之平均

產值最高，養殖漁獲業平均產值次之（表九）。

此外，另一個值得討論的是產業用地對水資源的利用改變，由表十可以看出隨著稻作、雜糧、蔬菜耕作面積的減少，水資源使用總量隨之減少，前述這

表八 高屏地區農業、住商工部門1940-2008年間能值使用量演變

項目		能值總使用能值量 (10 ²⁰ sej)				單位面積能值總使用能量 (10 ¹² sej)			
年期別		1940年	1975年	1995年	2008年	1940年	1975年	1995年	2008年
農業部門	種植稻穀	14.20	18.35	3.09	1.45	3.39	3.71	2.40	1.85
	種植蔬菜	7.55	19.38	12.38	4.87	1.01	4.36	2.55	2.20
	種植水果	0.57	3.29	13.17	14.08	0.79	1.56	3.33	2.73
	養殖漁產	0.93	2.66	5.73	3.51	3.86	2.99	4.26	3.04
	養殖畜禽	6.62	13.89	18.81	18.45	80.99	26.47	48.21	51.66
農業部門合計		29.87	57.56	53.17	42.36	2.36	4.46	4.50	4.38
住商部門		25.94	390.31	1,080.31	1,295.90	56.10	565.81	836.94	890.53
工業部門		14.72	480.93	1,103.62	1,217.07	58.19	250.05	305.64	374.47

資料來源：本研究整理。

表九 高屏地區農業、住商工部門1940-2008年間產出總能值變化

項目		產出總能值使用能量 (10 ²⁰ sej)				單位面積產出能值總量 (10 ¹² sej)			
年期別		1940年	1975年	1995年	2008年	1940年	1975年	1995年	2008年
農業部門	種植稻穀	1.67	9.33	2.00	1.38	0.40	1.88	1.56	1.75
	種植蔬菜	0.21	21.25	10.12	2.37	0.03	4.78	2.08	1.07
	種植水果	0.03	5.29	10.96	12.04	0.04	2.51	2.77	2.34
	養殖漁產	0.23	1.67	6.59	5.85	0.94	1.88	4.90	5.07
	養殖畜禽	0.64	0.98	17.51	16.12	7.83	1.87	44.88	45.15
農業部門合計		2.78	38.51	47.18	37.75	0.22	2.98	3.99	3.91
住商部門		0.00	3.98	153.38	808.25	0.01	5.76	118.82	555.43
工業部門		0.02	9.76	317.24	2,119.74	0.40	20.74	500.61	2,478.22

資料來源：本研究整理。

表十 高屏地區農業、住商工部門1940-2008年間水資源能量演變

項目		水資源總使用能量 (10 ¹⁸ sej)				單位面積水資源使用能量 (10 ¹⁰ sej)			
年期別		1940年	1975年	1995年	2008年	1940年	1975年	1995年	2008年
農業部門	種植稻穀	223	383	102	40	53	77	79	51
	種植蔬菜	24	62	58	42	3	14	12	19
	種植水果	0	2	15	22	0	1	4	4
	養殖漁產	19	54	152	9	77	61	113	7
	養殖畜禽	1	4	21	47	14	7	53	130
農業部門合計		267	504	348	159	148	161	261	212
住商部門		9	38	76	91	20	55	59	63
工業部門		8	47	70	72	125	100	111	85

資料來源：本研究整理。

些農作皆屬高耗水作物；反之，種植水果與畜牧家禽養殖業面積增加，水資源用量呈減少之勢，其中養殖漁業受地下水管制及水資源的再利用，水資源利用總量與單位面積使用量都明顯改變，種植水果不若稻作、雜糧需耗費較多的水資源。如按表十比較，自來水資源佔總能值使用量比例漸增，地下水使用比例漸減。

伍、高屏地區能值指標分析

為進一步評量不同都市發展時期，高屏地區都市發展之生態經濟介面的變遷狀況，本研究引用能值指標評估1940年到2008年間之系統變遷。能值指標為Odum與其同僚透過地球作用之觀點研究，建立出一系列之能值指標，作為衡量自然環境與人類經濟系統間之互動關係，並藉由能值指標所顯示的結果，明瞭系統內的生活水準及自然環境的真正價值，以做為公共政策研擬的依據。能值指標計分為五大類，其指標意義與計算方式如表十一所示：

表十一 能值指標估算方式與指標意義

能值指標	計算方式	指標意義	趨勢 自然→都市化
能源來源		顯示地區之自給自足能力	
1. 可再生能值使用量比	可再生資源/總能值使用量	瞭解地區可再生資源的貢獻程度	減少
2. 不可再生能值使用量比	不可再生資源/總能值使用量	系統內部資源蘊藏及利用情形	-
3. 自給性能值使用量比	自給性能值/總能值使用量	判斷地區自給資源的貢獻程度	減少
4. 輸入（購入）能值使用量比	購入能值量/總能值使用量	判斷外界資源之依存度	增加
能值使用強度		顯示能值使用密度及方式	
1. 能值使用密度	總能值使用量/總面積	反映開發強度	增加
2. 能值使用集約度比	集約使用能值/粗放使用能值	判斷該地區能值使用集約情形	增加
能值福祉		顯示能源使用福祉與水準	
1. 每人平均能值使用量	總能值使用量/總人口數	反映該地區生活水準之高低	增加
2. 每人平均使用燃料能值量	燃料能值使用量/總人口數	瞭解每人燃料能值使用量的多寡	增加
3. 每人平均使用電力能值量	電力能值使用量/總人口數	瞭解每人電力能值使用量的多寡	增加
4. 輸出輸入能值比	輸出能值/輸入能值	系統與外界能值使用之交互情形	-
環境負荷		顯示生態經濟系統容受（承受）能力	
1. 環境負荷比（ELR）	輸入能值量/可再生資源	測定環境承受的負荷能力	增加
2. 現生活水準下自給資源維生能力	自給性能值/人均能值使用量	測定地區維生環境容受力之關係	-
3. 生態足跡	總使用能值/自給性能值	測定維持該生活水準城市區域	增加
4. 水足跡	總使用水資源/總面積	反應日常與生產過程耗費水資源	-
開發程度與效率性		顯示地區開發程度資源使用效率	
1. 電力佔總能值使用比	電力能值使用量/總能值使用	反映相對的開發程度	增加
2. 能值投資比	投入能值/維生資源	測定自然環境對經濟活動容受力及投資之過程是否經濟	-
3. 淨能值產量比（EYR）	產出能值/投入能值	判斷該資源之使用是否具經濟性	-
4. 能值貨幣比	總能值使用量/國民生產毛額	由能值觀點評量一地區永續性	增加
5. 能值永續性指標	能值產出比/環境負荷量比		減少

資料來源：本研究彙整自黃書禮（2004a）。

一、能源來源結構

就高屏地區實際發展狀況來看，高屏地區的可再生能源量佔總能值使用量比，自1940年0.0912至2008年僅0.003，高屏地區之都市生態系統隨著都市發展的擴張，自給自足能力已日漸減低，特別是免費的可再生資料，早年的水泥礦、與砂石採取等不可生資源也相對驟減。相反地，輸入高屏地區的能值比重日漸增加，1975年後都維持在85%以上（如表十二輸入能值佔總能值使用比）。

二、能值使用集約強度評量

高屏地區每單位面積能量使用量逐年增高，代表著經濟活動愈頻繁，為高度開發狀態，如表十二所示。其中，1995年至2008年單位面積能值使用密度呈略為增加（ $1.35E+20 \sim 1.54E+20 \text{ sej/area}$ ），而能值使用集約比則呈減少之勢，此與高屏地區水泥礦、砂石的停採/限制開採有關，如表十二中1995年與2008年不可再生資源佔總能值使用量比值改變。

三、能值福祉

高屏地區於日治時期輸入輸出比值為0.3823，顯示當時對外輸出其自身具有較高能值的自然資源，以換取日常用品或工業原料。2008年，其指標為0.8729，呈現為一個高度依賴生態系統外，各項資源的投入才能維持系統的穩定。每人能值使用量指標，主要係藉由平均每人所擁有平均每人所擁有不同型態的能值，來判斷高屏地區居民的生活水準的高低。由表十二顯示高屏地區每人享有之能值愈來愈高，生活水準愈來愈高，特別是每人使用電力能值使用量，其使用成本不受國際能源價格的影響。

四、環境負荷

以表十二各項指標呈現出近70年來高屏地區生態經濟系統環境負荷與日

遽增。依當年生活水準下的自給能源能力，在1995年最高，可維持為506,960人，值得探討的是，當年為台灣經濟快速成長期，如依Ress and Wackernagel（1994）的研究，經由貿易行為將增減一地之容受總量，緩和某地容受力的限制，然而我們卻可看到另一股相反的結果—維生容受力增加了。另一點值得深究的就是，經由貿易緩和某地容受力，勢必給予自然生態系統回復、土地休養的機會。

如以生態足跡評量，2008年的足跡面積，照理說，應該比高度1995年來得小，因為透過經貿活動對挪用容受力（appropriated carrying capacity）依賴，即因經貿或科技等影響而改善地區的維生能力，將擴大其生態足跡，1995年生態足跡卻僅為1.0670，除了前述經濟快速成長，都市維生腹地的資源集約利用，促使中心都市更高的發展。然而，2008年的生態足跡卻為自身7.06倍面積的土地，才能維持目前水準下的人口與生態經濟系統。其因素包括水泥礦停採、台糖製糖業停產致種植糖蔗的農場休耕有關，亦即，無限制的貿易結果雖緩和某地容受力的限制，實際上卻降低了全球長期之容受力。

五、開發程度與效能

電力的使用指標除了可做為國民生活水準評估外，亦可反映該地區的開發程度，高屏地區生活水準呈正成長，開發程度愈來愈都市化。能值投資比是自經濟系統投入的能值與自然環境可更新能值的比率。一個經濟系統要能具有競爭性，必須要有免費之可再生資源與需付費高能量品質之能量搭配，因此，如果一個地區的能值大都來自使用進口資源的都市生態系統，則能值投資比將愈高，高雄地區1995年受水泥礦禁採政策影響，1995年後實已為一個主要依賴進口資源的生態經濟系統，如表十二輸入輸出能值比值至2008年已為0.8729；能值投資比，1995年為0.9829、2008年時已為6.8683。

能值貨幣比則可看出該地區之工業化程度，倘如能值貨幣比值愈高，顯示生產過程中使手自然資源之比例較大；反之能值貨幣比值愈低，則顯示該

表十二 歷年高屏地區生態經濟系統能值指標一覽表

項目	指標名稱	1940	1975	1995	2008	單位
一	能源來源結構					
1	可再生資源占總能值使用量比	0.0912	0.0077	0.0024	0.0030	
2	不可再生資源占總能值使用量比	1.0721	1.0225	0.8824	0.1241	
3	自給能值占總能值使用比	0.2938	0.1024	0.1337	0.1271	
4	輸入能值占總能值使用比	0.7147	0.8976	0.8663	0.8729	
二	能源使用強度					
1	能值使用密度	4.20E+18	5.30E+19	1.35E+20	1.54E+20	sej/sq.km
2	能值使用集約度比	5.12	76.52	232.20	224.69	
三	能值福祉					
1	每人能值使用量 (EEU)	1.17E+16	3.87E+16	8.07E+16	8.89E+16	sej/person
2	每人燃料能值使用量	2.01E+14	2.43E+15	5.17E+15	6.26E+15	sej/person
3	每人電力能值使用量	1.62E+14	1.04E+15	3.79E+15	5.68E+15	sej/person
4	輸入輸出能值比值	0.3823	0.4656	0.4957	0.8729	
四	環境負荷					
1	環境負荷比 (ELR)	7.84	116.70	360.92	289.07	
2	現生活水準下自給資源維生能力	240,248	379,823	506,960	485,139	People
3	生態足跡 (城市區域)	0.8311	0.9377	1.0670	7.0622	
4	水足跡 (藍色水足跡)	0.6955	1.4345	1.2052	0.7867	m ³ /m ²
五	開發程度與效率性					
1	電力使用占總能值使用量比	0.0139	0.0268	0.0470	0.0640	
2	能值產出比 (EYR)	1.4052	1.1106	1.1498	1.1460	
3	能值投資比	0.6143	0.8713	0.9829	6.8683	
4	能值貨幣比	1.08E+10	1.88E+11	6.36E+11	3.61E+12	
5	能值永續性指標	0.1793	0.0096	0.0032	0.0040	

資料來源：本研究整理。

地區自然資源對經濟成長之貢獻頗少，表示該地區開發程度較高。由此觀察高屏地區，1940年早期的經濟活動所需能量，大多來自免費的自然資源，能值貨幣比為 $1.08E+10$ ，而後隨都市規模擴張與工業化程度增強，2008年時已為 $3.61E+12$ ，代表自然環境資源對系統貢獻更少，高屏地區的時空變遷反映了這樣的現象。

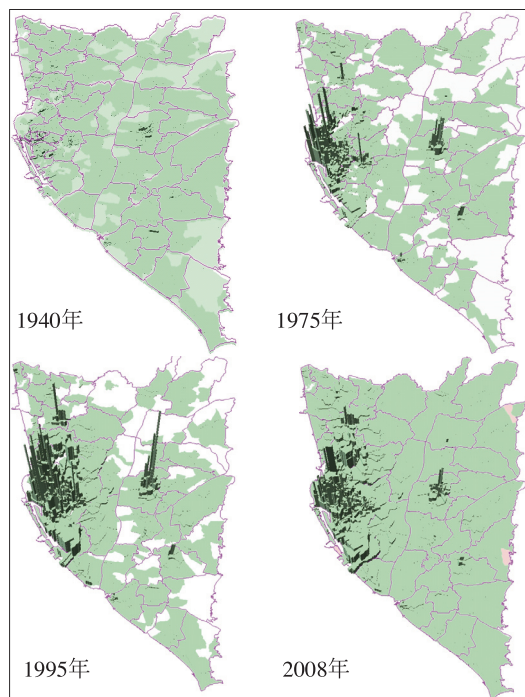
因此，以能值永續性指標評量，高屏地區發展趨勢呈現朝向不永續的發展，然而，1995-2008年間卻又反向，朝向更具有永續性，如以三縣市或其他微觀尺度，高雄市其實是朝向不永續發展的，高雄縣與屏東縣卻朝著永續生態邁進。雖然2008年總能值使用量比1995年增加不多，然而，受台幣與美金的匯兌影響，1995年購入的石化燃料價格低（部份貨物亦同），故當年每人平均能值使用量與燃料能值使用量皆高，但電力能值低於並接近2008年平均值，此與前述國內為電費採固定費率不受匯兌影響。故以每人平均電力使用量做衡量一地之生活水準，較每人平均燃料或能量為妥適。

六、原高高屏三縣市的比較分析

表十四是2008年高屏地區、原三縣市與合併後高雄都範圍之生態經濟系統指標，高雄市是整個生態經濟系統工業化、生活水準最高的地區，輸入能值與對環境負荷壓力也最大；相對地，屏東縣屬較依賴自然環境、維生能力較佳的地區，相對也較具永續性。如以原高雄市、原高雄縣與合併後行政範圍相較，行政界線的擴大，不但疏緩了地區的環境負荷壓力，也提昇了都市的維生機能。如就整個合併後的能值指標數字比較，縣市合併只是疏緩了原高雄市的環境負荷，原高雄市其實是朝不永續發展的，如以圖十高屏地區各村里生態足跡評量，更可看出高雄市仍是一個高度依賴系統外投入資源的生態系統，且其足跡已擴展到高雄縣周圍地區。

如由表十四能值指標比較1995年與2008年原高雄縣市之生態經濟系統，高雄市輸入能值佔總能值比成上升趨勢，但高高屏與高雄縣對輸入能值的依賴

都有減少情形。相較於高雄縣，其環境負荷比（EYR）、水足跡等都呈略為減低，然而，自給性能源可供容納人口不增反減，而高雄縣卻可提供更多的維生能力，由永續指標更可看出，原高雄市的生態系統係朝向不永續的發展。有趣的是，都市地區與非都市土地（鄉村）在能值的利用上，十多年來已差異無大，特別是電器用品時代的今日（加上電力不受匯兌的影響），所謂的城市與鄉村，在生活品質、設施等水準上，已無太大差異。因此，鄉村已不再是過去的鄉村，而是城市生態經濟系統的一體，因此，城鄉是一個城市區域的概念，縣市合併事實上是一種強調生態足跡的觀念，重新的檢示其城市區域（city region）的貢獻與城市腹地的維生機能，更符合生態城鄉發展的去思考區域治理的議題。



圖十 高屏地區各村里生態足跡歷年變化示意圖

資料來源：本研究繪製。

表十三 2008年高屏地區與合併後高雄都範圍之生態經濟系統指標一覽表

項目	指標名稱	高高屏	屏東縣	高雄市	高雄縣	高雄都	單位
一	能源來源結構						
1	可再生資源占總能值使用量比	0.0030	0.0132	0.0009	0.0027	0.0018	
2	不可再生資源占總能值使用量比	0.1241	0.2012	0.0553	0.1811	0.1144	
3	自給能值占總能值使用比	0.1271	0.2144	0.0562	0.1838	0.1162	
4	輸入能值占總能值使用比	0.8729	0.7856	0.9438	0.8162	0.8838	
二	能源使用強度						
1	能值使用密度	1.54E+20	3.66E+19	8.80E+20	1.43E+20	2.58E+20	sej/sq.km
2	能值使用集約度比	224.69	47.14	1088.61	246.24	417.81	
三	能值福祉						
1	每人能值使用量（EEU）	8.89E+16	4.45E+16	9.54E+16	1.09E+17	1.02E+17	sej/person
2	每人燃料能值使用量	6.26E+15	8.57E+14	5.73E+15	1.05E+16	7.80E+15	sej/person
3	每人電力能值使用量	5.68E+15	3.24E+15	6.40E+15	6.36E+15	6.38E+15	sej/person
4	輸入輸出能值比值	0.8729	0.7856	0.9438	0.8162	0.8838	
四	環境負荷						
1	環境負荷比（ELR）	289.07	59.70	1060.66	299.67	504.48	
2	現生活水準下自給資源維生能力	485,139	223,208	85,888	228,373	326,825	People
3	生態足跡（城市區域）	7.0622	3.3519	17.7895	5.0979	8.1965	
4	水足跡（藍色水足跡）	0.7867	0.6709	2.2758	0.6337	0.8885	m ³ /m ²
五	開發程度與效率性						
1	電力使用占總能值使用量比	0.0640	0.0728	0.0670	0.0581	0.0628	
2	能值產出比（EYR）	1.1460	1.3163	0.8778	1.4519	1.1270	
3	能值投資比	6.8683	3.6640	16.7959	4.4411	7.6077	
4	能值貨幣比	3.61E+12	3.50E+12	4.36E+12	3.05E+12	3.63E+12	
5	能值永續性指標	0.0040	0.0220	0.0008	0.0048	0.0022	
備註	1. 當年人口數：	3,483,003	772,720	1,527,914	1,182,369	2,710,283	People
	2. 面積：	2,009	940	166	903	1,068.49	sq.km

資料來源：本研究整理。

表十四 1995與2008年原高雄縣市之生態經濟系統指標比較表

項目	指標名稱	高雄市		高雄縣		單位
		1995	2008	1995	2008	
一	能源來源結構					
1	可再生資源占總能值使用量比	0.0008	0.0009	0.0024	0.0027	
2	不可再生資源占總能值使用量比	0.9372	0.0553	1.0072	0.1811	
3	自給能值占總能值使用比	0.0737	0.0562	0.1529	0.1838	
4	輸入能值占總能值使用比	0.9263	0.9438	0.8471	0.8162	
二	能源使用強度					
5	能值使用密度	8.23E+20	8.80E+20	1.14E+20	1.43E+20	sej/sq.km
6	能值使用集約度比	1122.55	1088.61	226.31	246.24	
7	都市化地區住商用地能值使用密度	2.59E+21	2.60E+21	8.58E+20	7.34E+20	sej/sq.km
8	非都市化地區住商用地能值使用密度	1.08E+21	1.29E+21	1.56E+20	2.58E+20	sej/sq.km
三	能值福祉					
9	都市化地區每人生活能值使用量	4.76E+16	5.42E+16	2.73E+16	2.88E+16	sej/person
10	非都市化地區每人生活能值使用量	1.06E+16	5.89E+15	1.23E+16	2.37E+16	sej/person
11	都市化土地區每人燃料能值使用量	6.93E+14	5.89E+14	5.21E+14	4.13E+14	sej/person
12	非都市化地區每人燃料能值使用量	3.03E+14	1.11E+14	4.28E+14	3.74E+14	sej/person
13	都市化土地區每人電力能值使用量	1.12E+15	1.53E+15	9.53E+14	1.49E+15	sej/person
14	非都市化地區每人電力能值使用量	4.03E+14	2.75E+14	5.35E+14	1.30E+15	sej/person
15	輸入輸出能值比值	0.4968	0.9438	0.4554	0.8162	
四	環境負荷					
22	環境負荷比 (ELR)	1132.43	1060.66	354.88	299.67	
23	現生活水準下自給資源維生能力	106,232	85,888	199,997	228,373	People
24	生態足跡 (城市區域)	1.0658	17.7895	0.9331	5.0979	
25	水足跡 (藍色水足跡)	2.4398	2.2758	1.1101		m ³ /m ²
五	開發程度與效率性					
26	電力使用占總能值使用量比	0.0462	0.0670	0.0474	0.0581	
27	能值產出比 (EYR)	1.1382	0.8778	1.2966	1.4519	
28	能值投資比	0.9874	16.7959	0.8363	4.4411	
29	能值貨幣比	6.04E+11	4.36E+12	5.79E+11	3.05E+12	
30	能值永續性指標	0.0010	0.0008	0.0037	0.0048	

資料來源：本研究整理。

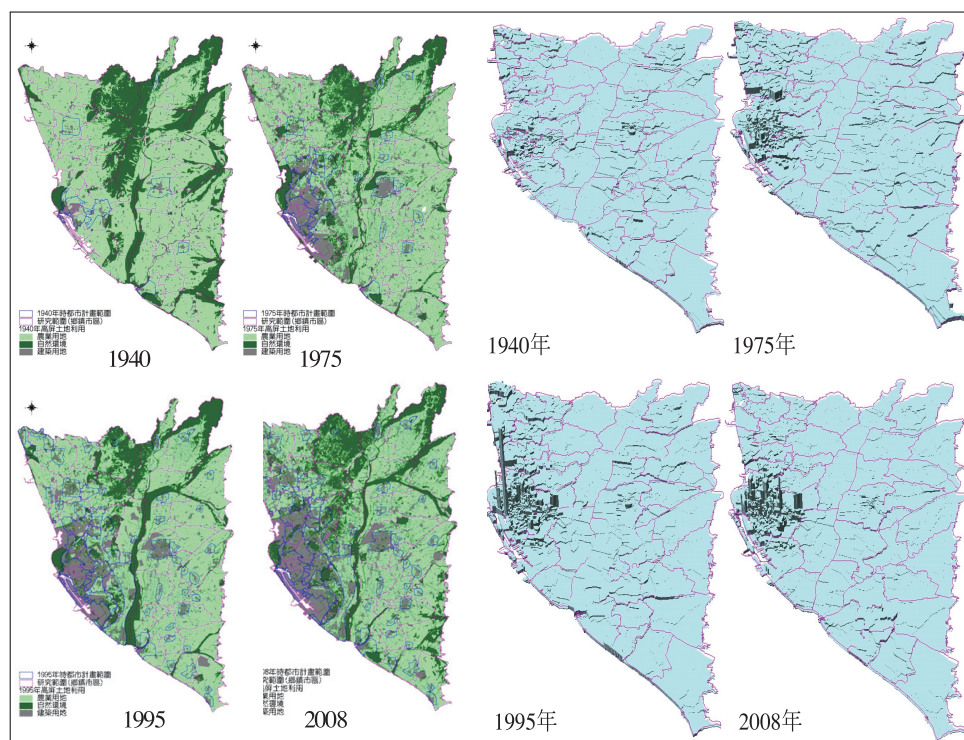
七、高屏生態經濟系統時空演變的意涵與課題

（一）以都市作為永續發展實踐場所，已無法因應全球化的城鄉發展

全球化下高科技發展的今日，城鄉的發展仍受自然環境限制，面對快速經濟發展牽動著人口高成長，國家政策企圖以都市計畫企圖框限人口成長與遷徙，考量政府財政投資最大經濟效益，著重都市地區的公共建設投資，似乎是非常明智之舉，是忽略了鄉村人口與地方需求。同樣地，「世界環境與發展委員會」認為都市問題會成為全球環境生態問題的禍首，國際間環境資源利用策略著重永續都市的推行，以都市作為永續發展的地方實踐，這樣以都市為主體的永續策略，看似非常正確的方向，而實際上，是成就了都市地區的發展，將都市潛在的環境品質問題、工業發展等問題，轉嫁或間接轉移到非都市土地與鄉村地區，特別是，近年居民追求自然景緻和田園風光、低價格的住屋成本等，導致舊市區人口大量遷徙至郊區，更將城鄉發展的問題浮上抬面。

都市的蔓延帶動土地快速變遷，都市外圍建築用地替代農業用地、農業用地承繼自然環境，農業用地由稻作、雜糧種植，轉向高經濟價值的水果與養殖業。都市的擴張代表著對周圍土地利用的改變，全球化共同市場的今日，土地利用轉變說明了農業系統因應全球經濟市場的一種調整，發展出強調高經濟價值，較有利於地區競爭的土地利用，但是較單純高經濟價值的農作物（如蓮霧、鱸魚），使得農業系統對資源的利用有了重大的改變，如投入肥料、水、石化燃料的使用量，而無形中減低了地區的維生機能。例如以永續發展的思惟探究水資源之利用，不論自來水與地下水皆屬不可再生資源，然而，因為高屏地區產業的轉型與農業用地的轉作，農業用地銳減使水資源的用量也大量降低，高耗水資源的稻作蔬菜轉作水果、養殖漁業。圖十為高屏地區水足跡的變化，在1975年農業面積最多，產值最大時，其水足跡明顯較其他份明顯，而1995年水資源已集中於都市地區，2008年後有隨水口遷移與都市地區擴張而呈平緩向外蔓延之勢。

水足跡的減少並不代表是永續的，因為如果只在乎單一藍色水足跡變化，不用思考灰色水足跡對環境的衝擊。^③ 我們將忽略自然環境中的水資源是免費或低價的不可再生資源，農業用水不但有利農作物生長更可補助地下水，值得思考的是，做為工業使用或都市日常生活使用的用水（特別是，近年農業用水轉作為工業用水的爭議），卻面臨廢水處理成本增加的問題，由此，農業水足跡減少，由高耗水量的稻作雜糧變成低耗水量的水果作物，加上農業用地轉變



圖十一 高屏地區各村里水足跡歷年變化示意圖

資料來源：本研究整理繪製。

^③ 藍色水足跡（blue water footprint）用於生產產品或服務的地表或地下淡水資源量。灰色水足跡（gray/grey water footprint）將生產排放之污染稀釋至水質標準以上所需水量；稀釋或淨化受污染水源並使之可符合水質標準所需付出水資源代價。

為都市發展用地，，非農業用水足跡的增加，代表著高屏地區水資源的利用是更不永續。

另一方面，如果農業用地改作為種植水果與養殖高經濟價值的漁獲，可能增加地區農業部門總體經濟效益，事實上卻是減少了地區農業總產出的能力（能值）。特別是，就可利用的資源簡單化，與永續發展生物多樣性、資源多元性的精神相違背。因為全球經濟市場機制，使得地區農業、經濟分工的結果，土地利用變遷走向單一使用，事實上，是促使整個生態經濟系統走向不永續，也不能反應地區對資源真實的多元需求。

（二）在規劃理論向生態學轉折今日，高屏生態經濟系統必需朝向較永續的「成熟的系統」邁進

能值分析目的在提出另一種對物質、資源利用的思考方式，以能值為衡量單位，評價自然作用對經濟系統的貢獻，提供了另一價值體系，並非作為取代目前市場貨幣方法（黃書禮，1991）。高雄地區生態經濟系統發展就像一個生態系，自日治時期起由一個長年處於幼齡的生態系統，大量仰賴當地自身的再生資源，強調自然環境的維生能力，在歷經1970年代至1990年代的快速成長期，近年全球化永續發展與經貿市場影響下，經由貿易行為，高屏地區由工礦業走向工商業，高度依賴輸入能值，維生容受力逐漸減低。生態經濟系統的一大特性是在演替過程中受外界干擾，而破壞、影響原有的機能與組成時，生態系會透過自我組織的功能，在最大功率原則下，重新調整而更能適應環境變遷的生態系。面對全球化共同市場與永續發展浪潮，透過土地用地的變遷與農作方式調整，藉由物質與能量流動與回饋，不斷地調適生態經濟系統。在生態城鄉的思潮下，高屏地區生態系統是一個開放系統，系統的變遷終將走向一種動態的平衡而歸於穩定，亦即朝向較永續的「成熟的階段」。此一階段中資源之特性已非單純維持都市系統發展之必要性投入，而更強調都市系統與環境生態系統應視為一體，包含了低度的淨產值、高度的多樣性與穩定性、低能趨疲以

及極佳的養分儲存循環，並以系統之共生為主要方向。

（三）經貿全球化與永續思潮拉扯，其實是把開發與保育的議題全球化

自自治時期高雄由工礦業走向工商業，經由貿易行為將增減某地之容受總量，全球低價農產品、原物料流竄，高屏地區已高度依賴輸入能值。過去能源的真實價格被貨幣為主的市場機制低估，生活水準的不同產生成本的落差，使得都市不斷廉價從鄉村取得資源；過去低價之原物料、石化燃料，近年價格卻不斷的攀升，反映著過去已開發國家以低成本掠奪未開發或開發中國家的發展權益，特別是不可再生資源。而全球共同市場，使得全球人才四處流竄、世界工廠與全球農場林立，低價產品透過經貿協定開始影響全球化的「地方」。

Ress and Wackernagel (1994) 認為經由貿易行為將增減一地之容受總量，緩和某地容受力的限制，然而，我們卻可看到另一股相反的結果，全球化經貿市場機制猶如一把雙面刃：「一方面是都市外圍的『地方』自給性資源利用較大化，如高集約度農業利用，卻導致當地維生容受力的減低與多樣化資源的簡單化；另一方面是農業用地恢復為自然環境利用，如河川地、或農地休耕、廢耕給予地區生態系統調節生態回復力的機會。」因此，2008年高屏地區的生態足跡已達土地的7.06倍，一個高度依賴經貿活動的經濟系統，整個生態系統卻有趣的略朝向永續趨勢。

陸、結論與建議

全球永續發展、地球村、全球化經貿市場、全球在地化等新世紀的新穎代名詞如雨後春筍般出現，隱喻著二大全球發展的趨勢：強調地球的全球永續發展與世界接軌的經貿市場。不約而同地，美國的「都會治理」、英國的「區域治理」、歐盟的「城市區域」，以及台灣的「縣市合併」，均展現出對城市國際競爭力、以及區域為基礎的政策訴求、跨部門夥伴建立的倡導及新型態合作方

式的需求的迫切性與高度重視（Otgaar et al., 2008；李長晏，2009:3-26）。所謂「治理」（governance）不是一套規章制度，而是一個綜合的社會過程，「過程」是重要的；治理不以支配、控制從上而下為基礎，而以調合為基礎。治理不意味著固定的制度，但確實有賴社會各組成者間之持續相互作用、相互交流、相互協調（陳小紅，2007:9）。因此，當納入時間、空間後，「區域治理」是一個系統的概念，強調系統組成間的作用，追求區域的最大效益，這就是生態學中所稱的「自我組織」（self-organization）。

過去高屏地區的研究多由新古典經濟學的角度，以貨幣、經濟市場價格做為環境評估的標準，以人類對環境價值之主觀判斷為基礎，缺乏一個環境系統的生物物理考量。環境資源（風、雨等自然維生功能）是無法以現今經濟學來評量價值，而近年不可再生資源（礦物、石化燃料）價格的狂飆，反映了過去其真實價值被貨幣市場機制所低估。以永續發展做為區域、城市治理的目標，應如何去評量這個區域（生態）？故本研究嘗試以生態經濟學能值分析方法，以高屏流域平原之區域做為研究對象，探討自日治以來四個發展主軸下，生態經濟系統的時空演變。以生態經濟系統之觀點來觀察「環境生態系統」與「都市經濟系統」具有兩個意義，一個是「生態永續」，另一個是「經濟發展」，此亦是永續發展的兩個重要且相輔相成的組合（黃書禮，2008）。而能值分析方法基本思想是應用能值一新的科學概念和度量標準及其轉換單位（能值轉換率），對生態系統內流動和儲存的各種不同類別的能量和物質轉換為同一標準的「能值」，進行定量分析研究。綜合反映某地區的社會經濟生態系統的結構、功能和效率。

本研究發現在強調地球的「全球永續發展」與世界接軌的「經貿市場」，這樣的發展趨勢卻呈現出二股力量拉扯：是將開發與保育問題的全球化。以都市為主體的永續發展策略，成就了都市地區的永續貢獻，將問題丟向了鄉村、非都市化地區，原屬高雄縣與一線之鄰的屏東縣，因此付出了犧牲環境品質的代價與過度開發的現象。在歷經殖民統治、經濟國家主義、國際經貿與永續生

態規劃等不同發展的主軸下，市中心解構的工業正不斷侵入（invasion）、承繼演替（succession）市郊及原高雄縣鄰近鄉鎮的農業用地。面對全球化共同市場與永續發展浪潮，透過土地用地的變遷與調整（特別是種植農作物的改變），藉由物質與能量流動與回饋，不斷地調適生態經濟系統。高屏地區生態系統在自我組織功能調整最大功率原則下，重新調適並發展更能適應環境變遷的生態系。

透過能值分析，我們也發現：高雄地區生態經濟系統發展就像一個生態系，自日治時期起由一個高度依賴自身維生資源的幼齡生態系統，逐漸發展，在歷經1970年代至1990年代的快速成長期，近年由於全球化永續發展與經貿市場影響下，都市已然非一封閉的人文聚落，經由貿易行為增減了某地之容受總量，高屏地區由工礦業走向工商業，高度依賴輸入能值，維生容受力逐漸減低。由於過去能源的真實價格被以貨幣價值低估，而全球共同市場，使得全球人才四處流竄、世界工廠與全球農場林立，由於生活水準的不同產生成本的落差，低價產品透過經貿協定開始影響全球化的「地方」。城市不斷廉價從鄉村取得資源；也反映著全球已開發國家掠奪未開發或開發中國家的發展權益，特別是不可再生資源。自日治時期高雄由工礦業走向工商業，全球低價農產品、原物料流竄，高屏地區已高度依賴輸入能值（台幣升值，進口量增加），維生容受力逐漸減低，土地走向單一高集約利用，但高經濟收益並不代表系統更永續。

Ress and Wackernagel（1994）認為今日的都市已非早期一封閉的人文聚落，經由貿易行為將增減一地之容受總量。本研究卻發現在經過經濟建設發展期，1995年生態經濟系統高度依賴進口資源，同時我們發現做為高雄市維生腹地的高雄縣、屏東縣，不因進口資源便宜易取，而做低度的利用。全球化經貿市場機制有如一把雙面刃：「因應全球經濟市場，土地利用轉變也是一種系統自我調整，卻導致當地維生容受力的減低與多樣化資源的簡單化，藉由調整農地利用與耕作的方式，卻也使生態系統有了得以喘息機會。」

日治時期，受地理環境與氣候影響，製糖業使得種糖蔗成爲主要的經濟作物，有好長的一段時間，「米、糖之爭」成爲農業種植的主要抉擇，其後，隨經濟快速成長，多元的農業作物、養殖漁獲成爲地方主要利用方式。土地利用轉變說明了農業系統因應全球經濟市場的一種自我調整，發展出強調高經濟價值，較有利於地區競爭的土地利用，無形中減低了地區的維生機能，也因此透過調整土地利用的方式（用地回歸自然），提供生態系喘息與生態回復力。另一方面，日治時期發展出來的糖業與種植農場，在國外低價糖的進口，促使原來的台糖農場變成科學園區、二代加工出口區、生物農業科技園區，長期而言，不可逆的降低了地區的維生能力，卻也降低了全球的容受力。農業用地一方面變更為產業用地、一方面轉作爲具高經濟單一用途的水果（不再分期耕作、轉作），更高集約的土地利用方式，其實不是善用了生態經濟系統的維生能力，而是危及「全球」與「地方」的容受能力。就高屏地區而言，現正處於相互作用影響的調適過程，這樣的過程也發生在水資源利用上，農作方式的轉變不只改變了農地的景觀（農業用地轉變爲都市發展用地），也改變了水資源的利用方式，由高耗水量的稻作雜糧變成低耗水量的水果，農業用水不但有利農作物生長更可補助地下水，如做爲工業使用或都市日常生活使用，卻面臨廢水處理的問題，由此，農業水足跡減少，非農業用水足跡的增加，似乎是高屏地區土地利用與水資源利用的一大迷思。

經濟全球化所提供最重要的啓示：在全球經濟競爭基本的單位，將會是「區域」而不是單一城市或是縣；而且，每一個區域對應與經濟全球化的效應，都將面臨重大挑戰（林欽榮，2010:66）。「城市」不僅意味著可識別行政區域的城市或大都市，而且它的腹地（鄉村與農業馴化地區、自然環境）往往會比其本身都市化土地大得多，全球資訊化下的「區域城市」（regional city），其重要性與生活機能已不似已往重要。本研究認爲：「強調生活圈公共設施（機能主義）的「區域的城市」功能不再，我們應從生態經濟系統的治理觀念，重新思考在一個區域（特別是流域）的治理，應強調城市的生態足跡，

並注重城市腹地維生與生態環境的「城市區域」(city-region)，是未來縣市合併、區域治理與城鄉發展可能的生態模式之一。」

本研究受限於文章篇幅，無法運用歷史資料適度的展望未來，建立預警機制或情境分析，故提供幾點淺見以供後續從事此方面研究之參考。本研究缺乏對系統內部的「資源利用效率」討論，日後若能建立內部次系統能值轉換分析模式，以更明確了解系統內部能值貢獻與變化，則可帶給都市治理者更多管理思維。對生態經濟系統中其變化之原因受到那些治理因素或政策變數之影響？最適之管理目標與指標為何？建議後續研究應透過政策評估及展望分析(scenario analysis)，作為高屏地區城鄉發展與區域治理的參考。

附錄 2008年（永續發展思潮今日）高高屏研究地區能值分析及估算過程

附錄表一 2008年高高屏研究地區生態經濟系統主要能量分析與評估

編號	資源類別項目	資源流動量 (單位 / 年)	太陽能換率 (sej / unit)	太陽能值 (sej / Y)	總體經濟 價值 (2008 US\$)	總體經濟 價值 (2008NT\$)
本身維生資源：						31.5167
可再生資源						
1	陽光；J	7.45E+18	1	7.45E+18	2.06E+06	6.50E+07
2	風能；J	1.03E+17	1496	1.54E+20	4.26E+07	1.34E+09
3	雨水(位能)；J	1.09E+12	10488	1.15E+16	3.17E+03	9.99E+04
4	雨水(化學能)；J	2.90E+16	18200	5.27E+20	1.46E+08	4.60E+09
5	潮汐；J	4.28E+12	16842	7.20E+16	1.99E+04	6.28E+05
6	波浪；J	5.92E+15	30550	1.81E+20	5.00E+07	1.58E+09
7	地殼上升；J	1.88E+09	34377	6.48E+13	1.79E+01	5.65E+02
8	上游流入及河流；J	1.30E+15	48459	6.31E+19	1.75E+07	5.50E+08
9	河流有機物質；J	1.54E+11	11330	1.75E+15	4.84E+02	1.53E+04
10	地表逕流；J	1.54E+16	48459	7.44E+20	2.06E+08	6.49E+09
11	水力發電；J	7.22E+12	123000	8.88E+17	2.46E+05	7.74E+06
農林漁牧產量						
12	農業_稻米產量；kg	6.06E+07	2.27E+12	1.38E+20	3.81E+07	1.20E+09
13	農業_蔬菜產量；kg	2.64E+08	8.97E+11	2.37E+20	6.55E+07	2.06E+09
14	農業_果品產量；kg	6.53E+08	1.84E+12	1.20E+21	3.32E+08	1.05E+10
15	農業_養殖產量；J	2.93E+14	2.00E+06	5.85E+20	1.62E+08	5.11E+09
16	農業_畜牧產量；J	2.19E+15	7.36E+05	1.61E+21	4.46E+08	1.41E+10
17	農業_伐木產量；J	0.00E+00	7.00E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
不可再生資源						
18	土石採取；g	9.80E+12	1.34E+09	1.31E+22	3.63E+09	1.15E+11
19	礦物(水泥)；g	0.00E+00	3.30E+10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	消耗自來水；J	3.20E+15	41068	1.31E+20	3.63E+07	1.14E+09
21	消耗地面地下水；J	4.69E+15	41068	1.93E+20	5.33E+07	1.68E+09
22	土壤流失；T	2.55E+05	1.71E+15	4.36E+20	1.21E+08	3.80E+09
23	火力發電；J	1.41E+17	173681	2.46E+22	6.80E+09	2.14E+11
投入資源						
30	鉀肥；Kg	2.49E+07	1.04E+09	2.59E+16	7.16E+03	2.26E+05
31	貨物；US\$	1.21E+11	1.86E+12	2.25E+23	6.22E+10	1.96E+12
32	勞務；US\$	1.27E+10	1.86E+12	2.36E+22	6.54E+09	2.06E+11

附錄表一 2008年高高屏研究地區生態經濟系統主要能量分析與評估（續）

編號	資源類別項目	資源流動量 (單位 / 年)	太陽能換率 (sej / unit)	太陽能值 (sej / Y)	總體經濟 價值 (2008 US\$)	總體經濟 價值 (2008NT\$)
產出資源(生產力)						
33	農林漁牧；US\$	1.56E+09	3.61E+12	5.63E+21	1.56E+09	4.91E+10
34	土石採取礦業；US\$	1.28E+08	3.61E+12	4.63E+20	1.28E+08	4.04E+09
35	二級產業；US\$	5.87E+10	3.61E+12	2.12E+23	5.87E+10	1.85E+12
36	三級產業；US\$	2.24E+10	3.61E+12	8.08E+22	2.24E+10	7.05E+11
37	家庭勞務；US\$	2.10E+10	3.61E+12	7.60E+22	2.10E+10	6.63E+11

資源來源：本研究估算整理。

附錄表二 2008年高高屏研究地區生態經濟系統主要能量流動概要估算式

代號	項 目	太陽能值 (sej / y)	金 額 (2008US\$)
U	總能值使用(R+N0+N1+G+F+P21)	3.10E+23	
R	可再生資源使用情形	9.33E+20	
N	不可再生資源流動情形	3.85E+22	
	N0 初級(較粗放使用)的自然資源	4.36E+20	
	N1 集約使用後的資源	3.80E+22	
	N2 直接輸出資源	0.00E+00	
F	投入入燃料及礦物	2.18E+22	
G	投入肥料	6.22E+17	
I	投入支出	1.34E+11	
P2I	投入財貨及勞務的能值	2.49E+23	
E	產出收入	8.57E+10	
P1E	研究區產出貨物勞務能值	3.10E+23	
Elec.	電力使用能值	1.98E+22	
Y	研究區總生產力		
P1	能值 / 貨幣比值(研究地區)	3.61E+12	sej / US\$
P2	能值 / 貨幣比值(世界)	1.86E+12	sej / US\$

資料來源：本研究整理。

說明：各項目流動量的估算式

R	可再生資源使用情形		
	太陽能+風能+雨水(位能)+雨水(化學能)+地殼上升+波浪+潮汐+上游流入及河流=	9.33E+20	sej / y
N	不可再生資源		
	N0+N1+N2=		
	N0 初級(較粗放使用)的自然資源：		
	土壤流失+伐木=	4.36E+20	sej / y
	N1 集約使用的資源：		
	火力發電+砂石+水力發電+自來水+自行取水=	3.80E+22	sej / y

附錄表二 2008年高高屏研究地區生態經濟系統主要能量流動概要估算式 (續)

代號	項 目	太陽能值 (sej / y)	金 額 (2008US\$)
	N2 供輸出：		
	水泥礦=	0.00E+00	sej / y
F.	投入燃料及礦物：		
	石油製品+天然氣+煤=	2.18E+22	sej / y
G	投入肥料		
	肥料(氮肥、磷肥、鉀肥)=	6.22E+17	sej / y
I.	投入支出：		
	投入貨物支出(一、二、三級產業與家庭)=	1.21E+11	US\$
	投入勞務支出(一、二、三級產業)=	1.27E+10	US\$
	總計=	1.34E+11	US\$
P2I.	投入貨物及勞務的能值：		
	(P2) * (I) =	2.48515420E+23	sej / y
E.	產出收入：		
	產出商品收入(農林漁牧P1E / P1)=	1.04E+09	US\$
	產出商品收入(土石礦業P1E / P1)=	3.63E+09	US\$
	產出商品收入(二級產業部門)=	5.87E+10	US\$
	產出勞務收入(三級產業部門)=	2.24E+10	US\$
	總計=	8.57E+10	US\$
P1E	研究區產出貨物勞務能值		
	一級產業能值		
	稻米產量能值=	1.38E+20	sej / y
	蔬菜產量能值=	2.37E+20	sej / y
	果品產量能值=	1.20E+21	sej / y
	養殖產量能值=	5.85E+20	sej / y
	畜牧產量能值=	1.61E+21	sej / y
	林業產量能值=	0.00E+00	sej / y
	合計=	3.77E+21	sej / y
	土石採取礦業產量能值=	1.31E+22	sej / y
	二級產業產出財貨勞務=	2.12E+23	sej / y
	三級產業產出財貨勞務=	8.08E+22	sej / y
	(P1) * (E) =	3.10E+23	sej / y
Elec.	電力使用能值		
	電力消費(一、二、三級產業與家庭)=	1.98E+22	sej / y

附錄表二 2008年高高屏研究地區生態經濟系統主要能量流動概要估算式（續）

代號	項 目	太陽能值 (sej / y)	金 額 (2008US\$)
Y.	研究地區總生產力		
	一級產業產值=	1.04E+09	US\$
	二級產業產值=	5.87E+10	US\$
	三級產業產值=	2.24E+10	US\$
	礦業及土石採取業之產值=	3.63E+09	US\$
	合計=	8.57E+10	US\$
P1.	能值 / 貨幣比值(研究範圍)		
	總能值 / GNP=	3.614159E+12	;Sej / US\$
P2	能值 / 貨幣比值(台灣)		
	能值 / 貨幣比值=	1.860000E+12	;Sej / US\$

附錄表三 2008年高高屏研究地區生態經濟系統指標一覽表

項目	指標名稱	說明	指標值	單位
一	能源來源結構			
1	可再生資源佔總能值使用量比	R / U	0.0030	
2	不可再生資源佔總能值使用量比	N / U	0.1242	
3	自給能值佔總能值使用比	(R+N0+N1) / U	0.1272	
4	輸入能值佔總能值使用比	(F+G+P2I) / U	0.8728	
二	能源使用強度			
5	能值使用密度	U / Area	1.54E+20	sej / sq.km
6	能值使用集約度比	(F+G+P2I+N1) / (R+N0)	225.20	
7	都市化地區能值使用密度	都市化U / 都市化Area		sej / y
8	非都市化地區能值使用密度	鄉村地區U / 鄉村Area		sej / y
9	都市化地區能值 / 非都市化地區能值	都市化U / 非都市化U		
三	能值福祉			
10	每人能值使用量(EEU)	U / Pop	8.90E+16	sej / person
11	每人燃料能值使用量	F / pop	6.26E+15	sej / person
12	每人電力能值使用量	Elec. / pop	5.69E+15	sej / person
13	都市化地區每人能值量 / (EEU)	(都市化U / Pop) / (U / Pop)		
14	輸入輸出能值比值	(F+G+P2I) / (N2+P1E)	0.8728	
四	環境負荷			
15	環境負荷比(ELR)	(F+G+P2I) / R	289.76	
16	目前生活水準下自給能資源維生能力	(R+N0+N1+X1) / (U / Pop)	485,163	People
17	生態足跡(城市區域)	U / (R+N0+N1+X1+X21)	7.17	
18	挪用容受力及自身環境容受力比	(F+G+P2I) / (R+N0+N1+X1+X21)	6.26	
五	開發程度與效率性		9.33E+20	
19	電力使用佔總能值使用量比	Elec. / U	0.06	
20	能值產出比(EYR)	Y / (F+G+P2I)	1.15	
21	能值投資比	(F+G+P2I) / (R+N)	6.86	
22	能值貨幣比	U / GDP	3.61E+12	
23	能值永續性指標	EYR / ELR	0.0040	

資料來源：本研究整理。

說明：1. 當年人口數3,480,731 people。

2. 美金兌換台幣31.5167。

3. 面積：2,011.62 sq.km。

參考文獻

- 內政部（1994）。《台灣地區考古遺址—高雄縣、高雄市》。台北：內政部。
- 王志弘等（譯），Cloke, Paul, Philip Crang, and Mark Goodwin（編著）（2006）。《人文地理學概論》。台北：巨流圖書公司印行。
- 吳連賞（1995）。《高雄都會區工業發展的時空過程和環境變遷》。高雄：高雄復文圖書出版社。
- 吳綱立（2006）。〈生態都市的理念與實踐〉，「地理學科中心辦理教育部課程綱要地理教師基礎暨進階研習」論文。台中：教育部，1月4日-6日。
- 李長晏（2009）。〈縣市合併後都會永續治理對區域發展影響之問題分析—以台中都會區為例〉，「行政民主與都會永續治理學術研討會」論文。南投：國立暨南國際大學公共行政與政策學系及府際關係研究中心，10月24-25日。
- 吳修綺（1992）。《都會區生態經濟系統與環境品質之研究—以台北都會區固體廢棄物為例》。台北：國立中興大學都市計劃研究所碩士論文
- 林欽榮（2010）。〈創新區域與創意城市—產業創新與文化創意做為城市再生的動態〉，《研考雙月刊》，第34卷，第6期，頁64-74。
- 施慈魂（1991）。《台灣在國際生態經濟系統之地位與變遷》。台北：國立中興大學都市計劃研究所碩士論文。
- 陳小紅（2007）。〈城市競爭與區域治理—兩岸案例探索「兩岸四地都市治理與地方永續發展」〉，《國家與社會》，第3期，頁1-34。
- 黃世孟（1992）。〈新高港都市計畫與台中港特定區計畫規劃範型之比較分析〉，《都市與計畫》，第19卷，第1期，頁53-74。
- 黃書禮等（1991）。《整合生態與經濟—應用能值分析於公共政策評估》（國科會研究計畫 NSC 80-0301-H005-03-Z）。台北：國科會。
- 黃書禮、許伶蕙（1992）。〈整合生態與經濟的科學—生態經濟學〉，《環保科技通訊》，第4卷，第4期，頁1-5。
- 黃書禮（1993）。《台灣地區都市生態系統之比較分析與永續性都市策略擬議》（國科會研究計畫 NSC 81-042-F005S-501-Z）。台北：國科會。
- _____（2000）。《生態土地使用規劃》。台北：詹氏書局。
- _____（2002）。〈生態系統理論在區域研究之應用〉，《都市與計畫》，第29卷，第2期，頁187-215。
- _____（2004a）。《都市生態經濟與能量》。台北：詹氏書局。
- _____（2004b）。《城鄉環境共生》。台北：中興工程科技研究發展基金會。
- _____（2007）。《河川與都市發展變遷關係之能值分析（2/2）》（國科會研究計畫 NSC 95-2415-H-305-020）。台北：國科會。
- _____（2008）。《全球環境變遷與都市週邊土地使用改變對都市生態經濟系統影響之研究（1/3）》（國科會研究計畫 NSC 96-2415-H-305-012-MY3）。台北：國科會。
- _____（2009）。《全球環境變遷與都市週邊土地使用改變對都市生態經濟系統影響之

- 研究：以台北—桃園地區為例（2/3）》（國科會研究計畫NSC 96-2415-H-305-012-MY3）。台北：國科會。
- 黃暉榮（編著）（2000）。《高雄市地理圖集》。高雄：高雄市政府研究發展考核委員會。
- 楊振富、潘勛（譯），Friedman, L. Thomas（原著）（2005）。《世界是平的》。台北：雅言文化。
- 楊賀雯（1993）。《台灣地區都市生態系統類型特性之研究》。台北：國立中興大學都市計畫研究碩士論文。
- 廖文弘（1991）。《應用生態經濟系統探討都會區成長管理策略—以台灣都會區為個案》。台北：國立中興大學都市計畫研究碩士論文。
- 臧振華、劉益昌、陳仲玉（1994）。《臺閩地區考古遺址—高雄縣、高雄市》。台北：內政部。
- 劉小蘭、陳維斌（1999）。〈台灣地區農地利用之能值分析〉，《都市與計劃》，第26卷，第1期，頁41-54。
- 鄭春發（1996）。《容受力與都市永續發展之研究—以台北都會區作個案研究》。台北：國立中興大學都市計劃研究所碩士論文。
- 鄭春發、鄭國泰（2008）。〈高雄海洋城市的發展機制之研究〉，《台北市立教育大學學報》，第39卷，第1期，頁1-44。
- 賴慈芸（譯），Trefil, James（原著）（1997）。《未來城》。台北：時報文化出版企業公司。
- 謝宏昌（2003）。〈全球化涵構中的鄉村性〉，「全球衝擊與鄉村調適研討會」論文。台北：台灣農業推廣學會，4月18日。
- _____（2007）。〈規劃「都會區域」——一個概念的考察〉，《都市與計劃》，第34卷，第3期，頁273-291。
- Christaller, Walter (1933). *Die zentralen Orte in Süddeutschland*. Jena: Gustav Fischer.
- Huang, Shu Li and Howard T. Odum (1991). "Ecology and Economy: Emergy Synthesis and Public Policy in Taiwan." *Journal of Environmental Management*, Vol. 32, No. 4:313-33.
- IUCN, UNEP, and WWF (1991). *Caring for the Earth*. Switzerland: IUCN.
- Jefferson, Mark (1939). "The Law of the Primate City." *Geographical Review*, Vol. 29, No. 2:226-232.
- Kivell, Philip (1993). *Land and the City: Patterns and Processes of Urban Change*. London and New York: Routledge.
- Lotka, Alfred J. (1925). *Elements of Physical Biology*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Odum et al. (1987). "Ecology and Economy: 'Emergy' Analysis and Public Policy in Texas." *Policy Research Project Report*, No. 78, Austin, Texas, Lyndon B. Johnson School of Public Affairs: University of Texas.
- Odum, Eugene P. (1989). *Ecology and Our Endangered Life Support System*. Stanford, Connecticut: Sinauer Associates.
- Odum, Howard T. (1988a). "Self-organization, Transformity, and Information." *Science*, Vol.

242:1132-1139.

_____ (1988b). “Energy, Environment and Public Policy-A Guide to the Analysis of Systems.”
UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 95. Nairobi, Kenya: UNEP.

Otgaar, Alexander, Leo van den Berg, Jan van der Meer, and Carolien Speller (2008). *Empowering Metropolitan Regions Through New Forms of Cooperation*. EURICUR: Ashgate.

Rees, William E. and Mathis Wackernagel (1994). “Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capacity Requirements of the Human Economy.” In A. Jansson, M. Hammer, C. Folke, and R. Costanza (eds.), *In Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability* (pp. 362-90.). Washington DC: Island Press.

A Comparative Analysis of Ecological Economic Systems Evaluation in Kaohsiung-Pingtung Area via Energy Analysis

Chun-fa Cheng and Lien-sheng Wu

Abstract

The study is from ecological economics perspective by Odum building energy analysis method to explore the four periods of the national development which are: Japanese occupation 1940, 1975 take-off period ten major projects to promote, 1995 economic stability sustainability trends introduced, and 2008 planning towards ecological transition present and to explore the evolution of land-use change in Kaohsiung-Pingtung area, as well as ecological-economic systems. The study suggests that city and its ecological economics are the whole. Therefore, combination is a city regional concept. In fact, it emphasizes the ecological footprint concept so as to be in line with the ecological development of urban and rural to think about regional governance issues. It can be argued that “city-region” is one of the possible ecological models in the future metropolitan governance and urban/rural development.

Keywords: ecological economics, land use change, energy analysis, carrying capacity.

Chun-fa Cheng received his PhD degree from Department of Geography, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan. He is urban planning engineer at THI Consultant Inc., Taiwan. < alpha@thikhh.com.tw >

Lien-sheng Wu is professor at Department of Geography and academic deputy chancellor of National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan. < t1741@nknuc.nknu.edu.tw >

