

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

► 由生態經濟學觀點探討農地永續利用之研究－以台北都會區為個案

Ecological Economics and the Sustainable Utilization of Agricultural Land in Taipei Metropolitan Area

doi:10.6154/JBP.2001.10.002

建築與城鄉研究學報, (10), 2001

Journal of Building and Planning, (10), 2001

作者/Author：黃書禮(Shu-Li Huang);劉小蘭(Hsiao-Lan Liu);陳俐伶(Li-Ling Chen)

頁數/Page：19-29

出版日期/Publication Date：2001/12

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.6154/JBP.2001.10.002>



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE





EJ088200100019

《國立臺灣大學建築與城鄉研究學報》

第十期 民國九十年十二月 研究論文 第19頁~29頁

Journal of Building and Planning National Taiwan University

NUMBER 10, Dec. 2001, RESEARCH. pp. 19~29

由生態經濟學觀點探討農地永續利用之研究 —以台北都會區為個案

黃書禮* 劉小蘭** 陳俐伶***

Ecological Economics and the Sustainable Utilization of Agricultural Land in Taipei Metropolitan Area

by

Shu-Li Huang* Hsiao-Lan Liu** Li-Ling Chen***

摘要

土地價格大多以市場價值的高低決定，但是市場價格有時無法衡量土地在自然環境面所提供的價值。在衡量土地之永續發展時，必須要有長遠的眼光，觀察土地在整體區域中所扮演的角色。過去所主張的農地保護政策，往往與經濟學家之農地釋出產生爭議。加上我國將加入世界貿易組織(WTO)，使農地面臨強大的轉用壓力，尤以都會區內的農地首當其衝。為探討都會區農地對都市永續發展之意義，本研究應用生態學家Odum所提出的能值分析方法，從生態能量流動的觀點，分析台北都會區各類用地的土地利用效率，並進一步探討不同農作物對都會區農地之永續利用。計算結果顯示，由於台北都會區的近郊農業區在空間分佈上夾雜在都市中心區與都市外圍新興發展區之間，但是其能量利用效率不但低於都市中心區之外，也不及都市外圍新興發展區，使得現今都市近郊農業區面臨轉用的壓力。而在各種農作物的資源利用方面，顯示在台北都會區的農地並不適合種植稻米，種植短期蔬菜、茶菁與花卉則有助於提昇農地利用效率，並可增加收益。最後，本文藉由情境分析概略地預測台北都會區在永續發展之前提下，探討都會區內農地數量改變以及農地使用狀況不同時，對於台北都會區整體的影響，結果顯示如果將台北都會區之農地逐年轉作為短期蔬菜、花卉或市民農園等收益較高的使用，將可減輕台北都會區農地面臨轉用的壓力，並有助於台北都會區的永續發展。

關鍵字：台北都會區、農業土地資源、生態經濟學、能值分析、情境分析。

民國89年5月18日收稿。民國89年10月7日通過。

* 國立台北大學都市計畫研究所教授

** 國立政治大學地政系教授

*** 國立中興大學法商學院都市計畫研究所碩士

* Professor, Graduate Institute of Urban Planning, National Taipei University, Taipei, Taiwan 10433 Tel: (02)2500-9713; Fax: (02) 2500-4054; E-mail: shuli@mail.ntpu.edu.tw

** Professor, Department of land Economic, National Chengchi University, Taipei, Taiwan 11605 Tel: (02)2398-7422; Fax: (02)2939-0251; E-mail: slliou@cc.nccu.edu.tw

ABSTRACT

The market price of land value can not take into account the worth of natural environment. The sustainability of land use must be evaluated from regional and long term perspectives. Preservation of farmland frequently raised debates with urban economists. The participation of WTO in the near future has increased the pressure of converting agricultural lands into non-agricultural uses, especially for agricultural lands in metropolitan regions. In order to study the contribution of agricultural lands to the sustainability of metropolitan area, the emergy synthesis, developed by Odum, is incorporated in this paper to evaluate the energetic efficiency of land uses in Taipei metropolitan region. The emergy evaluation of different crops is also performed to measure their contribution to the sustainable development of agricultural lands. As a result, the agricultural lands in Taipei metropolitan region has lower energetic efficiency than its adjacent urban center and the newly developed district, which explains the current pressure of converting the agricultural lands into non-agricultural uses. The results of emergy evaluation and scenario analysis also show that vegetable and ornamental crops can increase the efficiency of current rice fields and contribute to the sustainable development of Taipei metropolitan region.

Keywords: Agricultural land, ecological economics, emergy evaluation, Taipei metropolitan region

一、前言

都市內及其周圍的農地，在工商產業用地需求強烈與都市擴張效果下，向來面臨強大的轉用壓力。而地主憧憬變更使用後得到鉅額的暴利，更大大地提昇土地投機的吸引力與機會，再加上民國80年代後，土地利用政策轉變，政府公佈「農地釋出方案」與「農地開放自由買賣」，一連串的政策轉變，使得農地面臨更多的轉用壓力，尤其以都會區內的農地首當其衝。然而，都市地區內的活動包含大量人為的經濟生產與消費行為，本身並無法自我維生，需仰賴外圍其他地區(如生產性與保護性環境)提供基本的維生服務，包含提供再生能源之輸入，也接受都市所產生的廢棄物，而都市內及其周圍的農地資源，在生態環境上提供了許多正面效益。因此，為促進都市永續發展，維持都市整體生態系統的正常運作，就不可忽略農地資源的重要性。

過去關於土地資源利用探討，往往過於強調市場機能，但是農地的產值是無法與都市用地的產值相比。如果單從經濟學的市場機制來決定土地使用方向，將會忽略或低估農地的生態價值；反之，如果僅考慮生態學所強調生物或環境之間的觀點來分析，就會忽略人類的社會、經濟因素的影響。

而各方對於農地使用看法不盡相同，強調經濟發展的學者，即認為應著眼於國家整體經濟的層面，提倡農地市場自由化，主張政府只需設立農業專業區，區內土地只作農用，而其餘農地則可有秩序釋出，以提供經濟發展所需之土地(劉泰英，1988)；持相反意見的學者，則認為農地不可輕言轉用，主因為顧及糧食安全、開發農地須投入巨額資金而可供開發之邊際土地有限、農地一旦轉為非農業使用就很難回復作農業使用、以及農地變更將會破壞自然生態、損害居住環境及其他農地的生產條件等(殷章甫，

1987)。農地的保存，究竟是以經濟效率為重？或抑環境保護？便是我們應深思的地方。

「生態經濟學(Ecological Economics)」，整合了以自然環境為主的生態系統，以及以人類行為為主的經濟系統，並探討二者之間的互動關係，提供一種新的思考方向；生態經濟學以具有生物物理基礎的能量分析法為根基，強調地球資源係限量的，應維持維生系統，使經濟發展根基於生態永續性(黃書禮，1991)。國內劉小蘭(1996)曾嘗試以Odum(1983)所提出的生態能量流動的觀念(能值分析)，分別計算台灣地區農業生產活動的能量與金錢流動(投入/產出)，探討台灣地區之農業發展過程及非都市農林土地使用與整體生態系統之關係，進而探討現階段農業品的市場價值對生態系統的貢獻之間的差異。黃書禮(1997)以生態能量觀的「都市系統」觀點，將台北都會區依都市系統生態能量特性分為六區，由各區所顯示之能量階層特性與能值指標，間接反應都會區在生態能量空間結構的意涵，藉以評估未來規劃土地利用活動引入之配適性，並發現都市近郊農業區距都市中心距離反較外圍新興發展區為近，在區位上並未遵循生態能量之法則。葉佳宗(1998)運用生態經濟學的方式來分析台灣地區的農業土地資源，利用修正後「生態足跡(ecological footprint)」的容受力分析方法，估算農產品消費所需之土地資源，討論台灣農地資源保育的問題。蔡靜如(1998)建立完整的民國70年代及84年兩個年期之土地利用資料，針對近20年台北盆地整體的土地利用變遷作探討，並未對於台北盆地的農地空間變遷及使用情況變動分析。

由上述各研究中，對於以生態經濟觀點探討台北都會區的農地使用與變動之研究較少，故本文將以台北都會區為實例，利用黃書禮(1997)所劃分的六大生態能量階層分區為基礎，從生態經濟學的觀點，探討台北都會區農地的能量使用效率性，此外，在台北都會區永續發展之前提

下，對區內農地不同發展方向進行情境分析(scenario analysis)，瞭解其對台北都會區整體的影響？希冀提供台北都會區農地資源未來使用的方向。

二、方法論

生態學家Odum以生態經濟學的觀念，提出「能值(Emergy)」分析方法，目的在提出另一種對物質、資源利用的思考方式，以能量為衡量單位，建立另一價值體系，探討人類經濟系統與自然環境體系間之能量流動關係，評價環境資源對經濟活動之貢獻，並非作為取代市場貨幣方法。能值分析利用熱力學定律(laws of thermodynamics)與最大功率原則(maximum power principle)為理論基礎。經由系統觀點，探討生物與非生物間，以及人與自然間之關係，為使系統中能量流動、貯存與轉換過程可以具體表現，藉由圖形方式(參圖1)，描述生態系統組成間複雜之交互作用關係，以建構生態系統模型。並指出生態系統中能量流動於不同階層(hierarchy)，不同來源的能量具有不同的能量品質，以能量來衡量系統中各組成份之貢獻時，不可單以其所含的能量來比較，應該轉換為同一單位，所以提出了「能值」與「能換率」(註1)的觀念。

能值分析方法的步驟，主要有三(黃書禮，1997)：

步驟一：建立概念性的生態經濟系統

首先蒐集研究地區的基本資料，如自然環境、地理及人文社經等，資料型態包含地理圖與統計資料，然後將研究地區的各项資源加以分類，利用能量圖例，建立概念性的生態經濟系統，初步瞭解研究地區內各部門的關係。

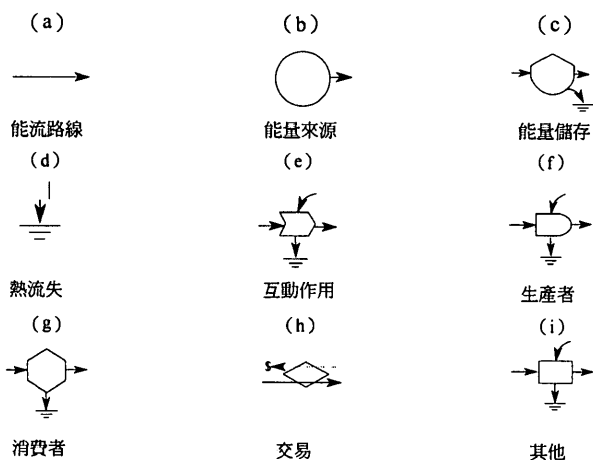


圖1 能量語言圖例(資料來源：Odum，1983)

步驟二：能值計算

初步瞭解研究地區的生態經濟系統架構後，製作能值分析表，列出研究地區的主要能量來源項目，包含當地生產的本土性資源(indigenous resources)、輸入的不可再生資源、輸入財貨勞務與產出等。計算各能量類別的資源流動量，其單位視該項資源特性而定，如：能量資料以焦耳表示、物質以量(公克)表示、經濟流動以貨幣表示。而後轉換各資源類別為共通之能值單位以及總體經濟價值(將能值除以能值貨幣比)，以進一步瞭解各能量流動在整體系統之相對貢獻。

步驟三：能值指標估算

根據上一步驟所計算各項資源流動後，可將重要、性質類似之項目集結，建構集結性(aggregated)系統圖，進而組合為生態經濟系統之能值指標，以分析生態經濟界面，並評價自然環境對經濟系統之貢獻。

在能值分析方法中，能值指標的建立與估算，在整個分析過程中是具有重要的功能，因為可藉由能值指標的建立與估算，來衡量、審視系統特徵，而依其計算與解釋方式的觀點不同，各項能值指標反應於研究中所代表的意涵也有所不同。而本文將經由能值指標衡量台北都會區農業使用地區的土地，以及都會區內不同農作物，在能量使用方面的差異，藉此瞭解台北都會區農地的利用效率。本文所選用的能值指標如下(參表1及圖2)。

本文利用Odum的能值分析計算方式，從能量使用的觀點，探討台北都會區各類用地的土地利用效率，並進一步比較不同地區各種農作物的資源利用情形。在實際的計算過程中，空間範圍是依據黃書禮、賴曉瑩(1999)所界定的台北都會區(註2)，應用地理資訊系統圖形運算功能將都會區依能量階層高低分為六區(參圖3)。

三、台北都會區農業區對都會區永續性之分析

經由生態經濟系統模型的建立，可以助於瞭解都會區實質運作的複雜過程，並可表現出該系統的生態特性，圖4為台北都會區生態經濟系統示意圖。圖中顯示：可再生資源(例如太陽、風、雨等)驅動生態系之生產作用，提供消費者次系統各種維生服務功能(例如食物、水、空氣等)。除了仰賴生態系的維生功能外，消費者次系統並輸入不可再生資源與經濟投入(電力、天然氣、自來水、肥料、運輸燃料、財貨勞務等)，進行都市生產與消費活動，並產生屬於都市自身的一、二、三級活動產出以及廢棄物。

表1 能值指標之意義與功能

能值指標	代表意義
能值投資比 Emergy Investment Ratio	係自經濟系統投入之能值(係指不可再生資源與經濟投入能值)與自然環境可再生能值之比率,係用以展現一地區經濟系統的競爭能力。較高之能值投資比,顯示該區進口能源及內部不可再生資源大於內部可再生資源能值,亦即自然環境必須承受大量之經濟活動。故此一指標被視為評價自然環境承受經濟活動之負荷量(environmental loading)指標。
淨能值產量比 Net Emergy Yield Ratio	藉由產出能值佔不可再生資源與經濟投入能值的比率,評估經濟系統的運作或資源是否具有經濟性,如果產出的能值大於投入的能值,其比值>1,具經濟效益。而且,透過相對比較,以瞭解該系統的運作是否具有競爭性。而本文運用此指標估算都市各生態階層分區的淨能值產量(都市生產能值/不可再生資源與經濟投入能值),由能量使用的觀點,評估都會區內不同使用類型的土地利用效率;此外,也將計算農作物的淨能值產量比(農作物產出能值/不可再生資源與經濟投入能值),探討不同地區與不同種類的農作物在資源利用方面的情形。
自給能力評量	藉由可再生資源能值佔總能值使用量比、不可再生資源與經濟投入能值佔總能值使用量比等指標,顯示生態經濟系統的對外界資源輸入情形,如不可再生資源與經濟投入能值佔總能值使用量的比值愈高,就表示必須輸入愈多的經濟投入(財貨勞務)與資源(如肥料)。
能值使用集約度	顯示不同地區或不同作物的資源使用型態差異,本文包含:每公頃農地平均產出能值、生產每單位農作物平均能值使用量(該項農作物能換率)、生產每單位農作物平均肥料能值使用量等指標,藉由相對比較,衡量同種作物在不同地區或是同一地區不同作物在資源投入與所得到產出的差異。

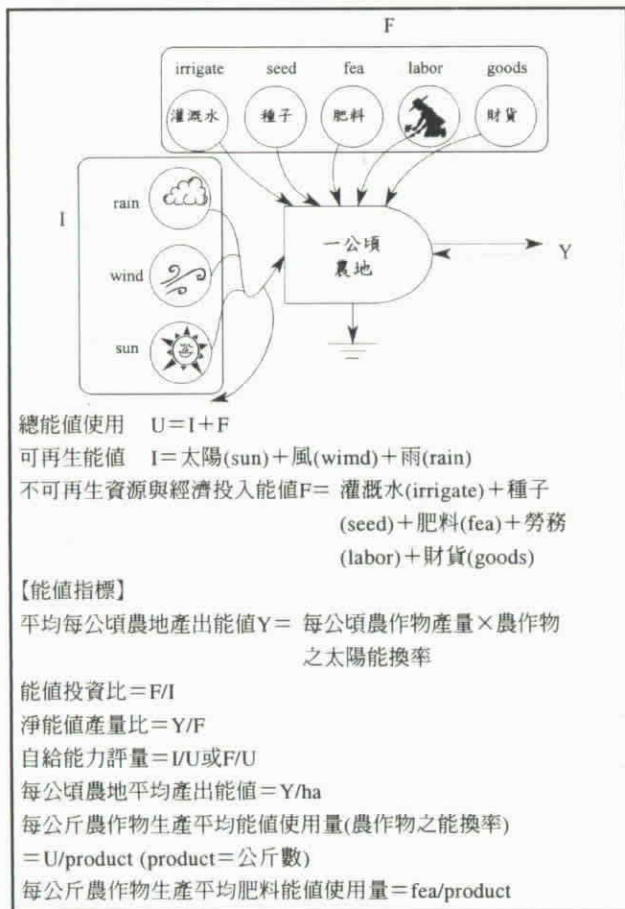


圖2 能值指標說明

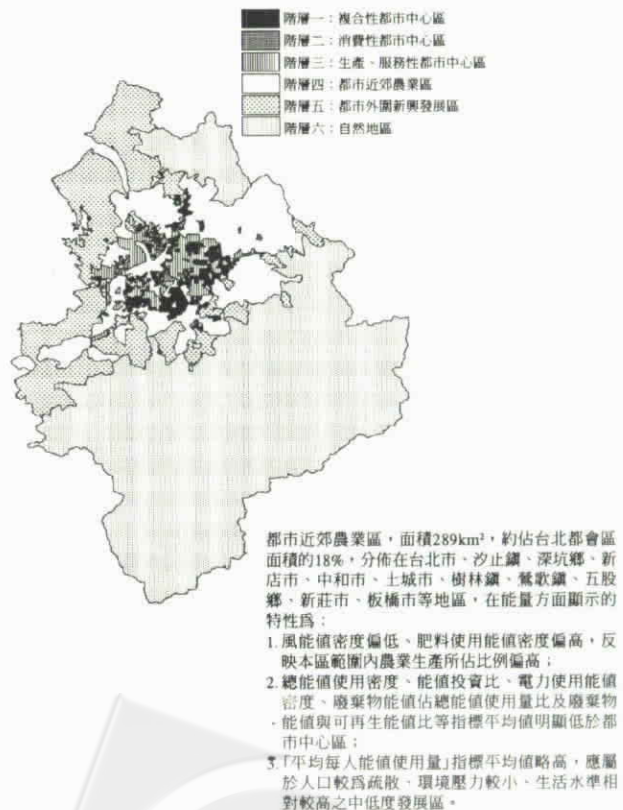


圖3 台北都會區生態能量階層空間分區圖(資料來源:黃書禮、賴曉瑩,1999)

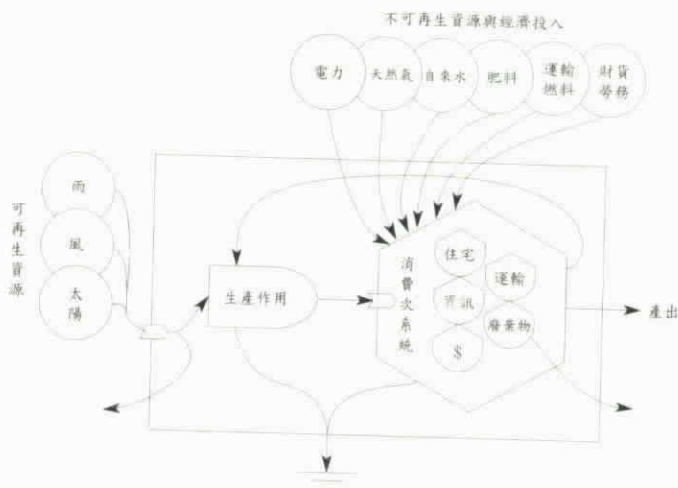


圖4 台北都會區概念性生態經濟系統

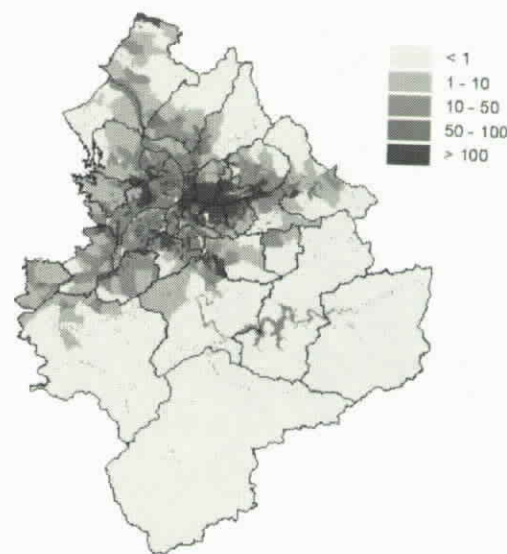


圖5 台北都會區都市生產能值密度圖

(一) 台北都會區能值分析

由上述的台北都會區生態經濟系統，可列出台北都會區生態經濟系統之主要資源流動項目，至於都會區相關的能源投入(例如：太陽、風等可再生資源與電力、運輸、燃料使用等不可再生資源)與能量產出(廢棄物)的估算方式與結果，可參閱黃書禮在1997年之「都市能量系統之空間階層分析」。而本部分將計算台北都會區的另一項能量產出一都市生產能值密度(註3)，以瞭解台北都會區各生態能量分區的產業活動對整體生態經濟系統的貢獻程度。

首先計算台北都會區各級產業的總產值，包含1996年台北都會區在農、林、漁、牧等初級活動，以及二、三級產業活動的產值。二、三級產業活動的產值係以1996年工商及服務業普查中所記載的「工商及服務業企業單位全年生產總額(註4)」加以計算。在進行能值分析時，需將不同類別能量加以轉換成同一類型之能量單位才能加以計算或比較分析，故將台北都會區各級產業的總產值轉換成能值單位，以得到台北都會區的都市生產能值密度(參圖5及表2)，其數值可以凸顯台北都會區各分區的產業活動對整體生態經濟系統的貢獻。結果發現，都市近郊農業區的都市生產能值密度平均值明顯低於前三區，而該區的農業生產所佔比例較高，相對於工商業活動頻繁的都市中心區，可發現農業產值明顯低於工商業，故台北都會區各產業活動的產值大部份集中在都市中心區。

(二) 能值指標之建立與估算

1. 淨能值產量比

台北都會區各生態能量分區的土地利用型態不同，透過該項能值指標(參圖6及表2)，可衡量台北都會區各分區資源運用的情形，由能量使用的觀點，評估生態能量分區的土地利用效率。比值越大，顯示資源的運作與使用是越具有經濟效益，然而，都市近郊農業區除了低於都市中心區外，也低於都市外圍新興發展區，意味農業生產較多的都市近郊農業區，由生態能量觀點，其土地使用效率較差，尚不及都市外圍新興發展區。此外，由於消費性都市中心區的能量特性為各項不可再生資源的使用量高，顯示其具有較高的潛在性消費能力，反映出都市活動上的生活消費特性(黃書禮、賴曉瑩，1999)，使得該地區的淨能值產量比較低。再者，都市生產能值密度的計算僅考慮經濟生產的部分，並未考慮非經濟性的貢獻，但自然地區對於都會區所提供的功能並非能用金錢價值衡量，故階層六「自然地區」的都市生產能值密度低，使得淨能值產量比最低。

2. 能值投資比

藉由該項指標可用來衡量一地區的自然環境承受經濟活動之負荷量(environmental loading)。比值越大，顯示該地區的自然環境就必須承受越大的負荷量，而都市近郊農業區自然環境所承受的壓力除了低於都市中心區外，仍高於都市外圍新興發展區與自然地區。

綜合觀之，可發現都市近郊農業區相對於都市外圍新興發展區，能值投資比高，淨能值產量低，意味著都市近郊農業區所投入的資源較都市外圍新興發展區多，而且都市近郊農業區的土地所承受負荷也高於都市外圍新興發展



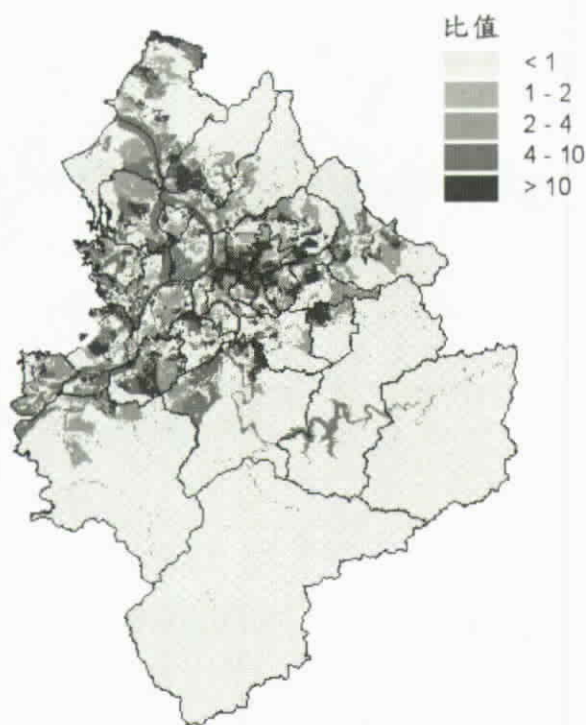


圖6 台北都會區淨能值產量比

區，但是都市近郊農業區所得到產出並未相對提昇。由能量使用的觀點，意味著都市近郊農業區的土地使用效率除了低於都市中心區外，還低於都市外圍新興發展區(參表2)。

理論上而言，農業使用(階層四)的能量位階應僅高於自然地區(階層六)，但是都市外圍新興發展地區(階層五)反而介於農業區與自然地區之間，與土地使用的生態能量階層性不吻合(黃書禮，1997)，而反映在空間上，則是都市近郊農業區夾雜在都市中心區與都市外圍新興發展區之中，這是由於過去我國採取農地保護政策，反而使得近年來的都市發展，朝向山坡地開發，入侵原屬自然狀態的保護區(註5)。在都市近郊農業區的土地利用效率較低，而又面臨在都市中心規模擴張的情形下，都會區的農業地帶就產生轉用的壓力，此舉將會逐漸減少提供基礎維生性服務的生產次系統，不利於台北都會區整體發展。因此，將再進一步的利用能值分析法探討台北都會區與農業縣之農業生產體系兩者間在資源運作的差別，比較各項農作物在能值使用方面的經濟效率。

表2 台北都會區各生態能量分區之各類能值密度與能值指標平均值表1

階層名稱	能量類別(sej/m ² /yr)			能值指標	
	可再生能值密度 ² (10 ¹¹)	不可再生能值密度 ² (10 ¹³)	都市生產能值密度 ³ (10 ¹³)	能值投資比 ² (10)	淨能值產量比 ³
階層一： 複合性都市中心區	3.45	51.53	276.70	149.27	5.37
階層二： 消費性都市中心區	3.71	94.28	285.56	254.36	3.03
階層三： 生產、服務性都市中心區	3.41	26.18	521.38	76.81	19.92
階層四： 都市近郊農業區	3.10	7.41	17.33	23.92	2.34
階層五： 都市外圍新興發展區	3.40	5.06	15.99	14.88	3.16
階層六： 自然地區	3.61	0.13	0.03	0.36	0.24

1. 關於六大生態能量階層分區的能值詳細特性，請參閱黃書禮、賴曉登(1999)。複合性都市中心區—各類不可再生資源使用及廢棄物的產出，呈現多樣性的特質，凸顯發展密集的高度都市化特徵；消費性都市中心區—以經濟系統之各項不可再生資源為維持活動發展之主要能量來源，屬於以消費性為主之都市中心區；生產、服務性都市中心區—顯著偏高的運輸燃料使用及電力使用密度數值，具有高密度化、大量經濟活動之分區特性；都市近郊農業區—肥料使用能值密度偏高，反映本區範圍內農業生產特性；都市外圍新興發展區—各項能值密度平均值相對偏低，故具相對開發程度較低、人口密度較小、經濟活動較少及環境廢棄物壓力較小等發展特性；自然地區—高能源自主性、低密度發展及低環境廢棄物壓力等特質，為自然資源豐富的生態能量分區。

2. 資料來源：黃書禮、賴曉登，1999。

3. 資料來源：陳俐伶，1999。

四、台北都會區農業使用之能值評估

經由上一部分的探討分析後，已初步瞭解台北都會區的近郊農業地帶在能量使用方面的土地利用效率不如都市外圍新興發展區與都市中心區，本部分擬就台北都會區實際進行農業生產之農地，利用能值分析方法，探討農作物在生產過程中的資源運作的情形。根據農業年報，選取目前台北都會區有生產的稻穀、蔬菜、茶菁以及花卉等四項農作物。首先比較稻穀的生產過程，在台北都會區內與台灣其他地區在資源利用上的差別；其次比較各項農作物在生產過程中資源利用的情形。

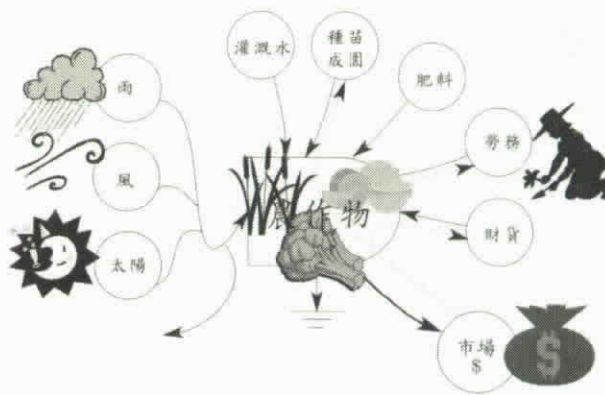


圖7 農作物生態經濟系統圖

(一) 農作物生態經濟系統

利用Odum所建立的能值圖例，將農作物生產過程中各類型資源投入流動資料，建構農作物生態經濟系統(參圖7)，農作物生產過程中的能量流動有：

1. 可再生資源：係指太陽、風、雨水等自然資源。
2. 不可再生資源與經濟投入：包含了種苗(成圃(註6))、肥料、勞務、財貨以及農作物生產所必須的灌溉水。其中財貨包括了農作物生產過程中需投入的農藥、材料、農用設施(如農舍、農機具)以及地租與資金利息等。
3. 產出：係指農作物收成後，運往市場販售換取現金。

(二) 農作物之能值評估

上述生態經濟系統建構後，接著就著手進行農作物的能值分析，以瞭解農作物生產過程的能量流動，並考量農業生產體系的特性之後，選取與建立適用於農業生產體系

的能值指標，從農作物生產過程中資源投入與作物產出的觀念著手，分析台北都會區農業生產用地與台灣其他地區農業生產用地在土地利用效率的差異；再者，進一步探討種植不同的農作物與土地利用效率間的關係。

進行農作物生態經濟系統能值分析，主要將分為兩部份，首先是稻穀部份(1997年第一、第二期)，本文估算地區除台北縣市外，尚選取1997年平均每公頃產量最多的台南縣市、以及全台灣等三個地區進行能值計算，並將計算結果整理成表3；其次，是針對目前台北縣市有生產的農作物，包含短期蔬菜、長期蔬果、茶菁以及花卉等各項農作物進行能值計算，而所得結果也將整理成表4。

1. 稻穀

表3中台北縣市稻穀的淨能值產量比之指標值「小於1」，顯示台北縣市在種植稻穀所產出的能量還小於投入的能量，而相對比較之下，台北縣市尚低於台南縣市與全台灣的平均值，這意味著在台北縣市種植稻穀時的資源使用

表3 民國86年稻穀生產能值分析結果比較表

指標名稱	說明	台北縣市	台南縣市	台灣
1 可再生資源能值流量(10^{15} sej/ha)	I	3.66	3.41	3.49
2 不可再生資源與經濟投入能值流量(10^{16} sej/ha)	F	1.65	1.52	1.49
3 總能值使用量(10^{16} sej/ha)	U	2.02	1.86	1.84
4 肥料能值使用量(10^{15} sej/ha)	fea	2.00	2.56	2.44
5 平均每公頃稻穀產量(kg/ha)	product	8892	12277	10955
6 平均每公頃稻穀產出能值(10^{15} sej/ha)	Y	14.94	20.63	18.40
7 可再生資源佔總能值使用量比	I/U	0.181	0.183	0.190
8 不可再生資源佔總能值使用量比	F/U	0.819	0.817	0.810
9 稻穀之太陽能換率(10^{11} sej/kg)	U/product	16.8	16.8	16.8
10 平均生產每公斤稻穀肥料能值使用量(10^{11} sej/kg)	fea/product	2.25	2.08	2.23
11 能值投資比	F/I	4.521	4.458	4.258
12 淨能值產量比	Y/F	0.905	1.357	1.235

表4 台北縣市各類農作物生產能值分析結果比較表

指標名稱	說明	稻穀	短期蔬菜	長期蔬果	茶菁	花卉
1 可再生資源能值流量(10^{15} sej/ha)	I	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66
2 不可再生資源與經濟投入能值流量(10^{16} sej/ha)	F	1.65	0.81	1.31	1.45	3.61
3 總能值使用量(10^{16} sej/ha)	U	2.02	1.18	1.676	1.816	3.976
4 平均每公頃農作物產量(unit/ha)	product	8892	14678	10388	6357	344598
5 平均每公頃農地產出能值(10^{15} sej/ha)	Y	14.94	11.84	14.96	23.81	52.72
6 可再生資源佔總能值使用量比	I/U	0.181	0.310	0.22	0.20	0.09
7 不可再生資源佔總能值使用量比	F/U	0.819	0.690	0.78	0.80	0.91
8 能值投資比	F/I	4.521	2.21	3.58	3.96	9.86
9 淨能值產量比	Y/F	0.905	1.462	1.12	1.64	1.46
10 農作物太陽能換率(10^{11} sej/unit)		16.8	8.07	16.4	37.45	1.53

備註：稻穀、短期蔬菜、長期蔬菜、茶菁之單位(unit)為「公斤」；花卉之單位(unit)為「支」

是最不具有經濟效益。

再者，台北縣市稻穀的平均每公頃稻穀產量最低，而能值投資比高於台灣地區的平均值，這代表台北縣市生產稻穀的農地必須投入較多的資源，台北縣市的農地也必須承受較大的負荷，但是生產量並沒有相對的提昇。

上述分析，可發現台北縣市的農地在稻穀生產方面的競爭力不及以農業生產為主的台南縣市，甚至也不及全台灣的平均值，故台北縣市的農地並不適合稻穀生產。再加上台北縣市的二、三級產業十分蓬勃興盛，如此相對比較之下，更突顯出在台北縣市不適合種植稻穀。

2. 其他農作物能值分析

表4，是將稻穀、短期蔬菜、長期蔬果、茶菁以及花卉等各項農作物進行能值計算結果整理而得。首先比較各項農作物的能值投資比，以此項指標觀之，可發現稻穀的該項指標值4.521僅低於花卉，這意味著種植稻穀必須比種植短期蔬菜、長期蔬果與茶菁投入較多的資源，種植稻穀時農地所承受的負荷也高於短期蔬菜、長期蔬果與茶菁。但是「淨能值產量比」此項指標，卻以稻米的指標值0.905最低，並且「小於1」，可知種植稻穀時的資源使用是最不具有經濟效益；而種植短期蔬菜、茶菁與花卉，是為較好的資源使用方式，較具有經濟效益。

因此，在工商用地爭地情況嚴重的台北縣市，應該儘量鼓勵種植短期蔬菜、茶菁與花卉等附加價值較大的農作物，並且也是較為有經濟效益的資源使用，如此一來，將有助於提高台北縣市的農地利用情況，並且提高農地的收益，減緩農地轉用的壓力。

五、討論

利用能值分析法從能量使用的觀點，探討台北都會區

各生態能量分區的土地使用情形，以及不同農作物(稻穀、短期蔬菜、長期蔬菜、茶菁、花卉)在生產過程中資源使用上的差別。結果發現都市近郊農業區所投入的資源大於都市外圍新興發展區，並且都市近郊農業區所承受的負荷也高於都市外圍新興發展區，但是都市近郊農業區的淨能值產量比卻低於都市外圍新興發展區，這意味著都市近郊農業區的土地使用效率，低於都市外圍新興發展區。然而，在空間分佈上，都市近郊農業區夾雜在都市中心區與都市外圍新興發展區之間，由於都市近郊農業區的兩側土地使用效率均較高，將更不易使都市近郊農業區維持原有以農地使用為主的土地利用型態，若都市近郊農業區此種提供基礎維生性服務的生產次系統逐漸減少，將不利於維持台北都會區整體永續發展。此外，在台北都會區的農地，發現並不適宜種植稻穀此類傳統農作物，應該儘量鼓勵種植短期蔬菜、茶菁與花卉等作物，提供都會區使用，再者，短期蔬菜、茶菁與花卉等作物的附加價值也較大，有助於提高都會區內的農地土地使用效率，減緩農地轉用壓力。

為了要維持都會區的正常運作，都會區農地的功能不但僅止於提供糧食，主要是在於疏解都會區所承受的環境負荷，發揮生態環境方面的正面效益。基於都市近郊農業區的土地在能量利用效率，不及都市中心區與都市外圍新興發展區，因此，如何提高都市近郊農業區內的土地使用效率，將是維護都會區農地的首要工作。本部分將透過情境分析的方式(參表5)，利用黃書禮(1997)與蔡靜如(1998)所建立的土地利用資料庫(註7)，得知台北近郊農業區面積為28,939公頃，其中農業用地為6,294公頃，都市化用地為10,581公頃，其他用地為12,064公頃。本部分在台北都會區永續發展前提下，在不改變都市中心區、都市外圍新興發展區、以及自然地區面積之情況下，研提不同之情境，探討都市近郊農業區的農地數量變動與使用情況改變，對於都會區整體未來發展的影響？

表5 都市近郊農業區三種情境分析之假設條件比較表

情境類別	農地轉用 (ha/yr)	2007年 農地面積	2007年 都市化用地	備註
情境一	88ha	5414ha	11461ha	持續現況發展
情境二	629ha	0ha	16875ha	農地轉用為都市化用地
情境三	0ha	6294ha	10581ha	著重保育農地資源

情境一：持續現況發展

假設都市近郊農業區之農地未來發展持續維持現況，在農地數量變化方面，根據近五年台灣農業統計年報資料，計算得每年耕地約88公頃轉用為都市化用地，而農地使用維持現況。至2007年時，都市近郊農業區的能值投資比將會持續增加，但是淨能值產量比僅提昇至2.52，而相較於都市外圍新興發展區及都市中心區，更凸顯都市近郊農業區土地利用效率低於兩側分區，如果與1997年相較，都市近郊農業區的農地將面臨更大的開發壓力，但是自然環境卻仍須承受更多負荷，無助於台北都會區整體永續發展(參表6及圖8)。

情境二：都市近郊農業區之農地轉用為都市化用地

假設都市近郊農業區之農地在未來十年內全部轉用為都市化用地，即將釋出耕地約6,294公頃，每年約有629公頃轉為都市化用地。至2007年時，都市近郊農業區的能值投資比增加最快，為三種情境最高，淨能值產量比卻僅提昇至2.45，為三種情境最低，都市近郊農業區的土地使用效率將是最差，並會使自然環境承受的負荷最多，但卻無法有效提升都市的產值，形成資源利用的浪費，最不利於台北都會區整體永續發展(參表6及圖8)。

情境三：保育農地資源，並將部份農地轉型使用

假設都市近郊農業區的農地未來十年將不釋出，但改變目前農地使用，將部份不合經濟效益的耕地轉作，如：稻田；並且也將部份農地轉型耕種花卉、蔬果與市民農園，以提高收入。至2007年時，雖然能值投資比的值仍會

增加，與其他兩種情境分析相比，為三種中最低的，淨能值產量比卻提高至2.86，對於都市近郊農業區的土地利用效率有所改善，雖然仍然低於都市外圍新興發展區，但有助於減少都市近郊農業區的農地面臨開發壓力，自然環境所承受的負荷為三種最少的，有助於台北都會區整體永續發展(參表6及圖8)。

由上述三種情境分析的試算，可以發現情境三對於提昇都市近郊農業區未來的土地使用效率將是最有助益的，對於資源使用也是最佳的情況，而且在情境三的情形，會使台北都會區保有一定數量的農地。由生態工程(ecological engineering)的角度，這些農地可以在生態方面提供台北都會區中維生資源，也可透過養分循環(nutrient cycling)接受都市所產生的廢棄物，減輕台北都會區高度發展對環境所造成的巨大負荷，有助於維持台北都會區整體生態系統的正常運作。

六、結論與建議

本文以台北都會區為研究範圍，探討應用生態經濟學家Odum所建立的能值分析方法，由能量的觀點評量台北都會區內農地利用的效率，希冀藉由生態經濟學的理念，找尋都會區內農地永續利用之途徑。經由能值分析方法評量指標的建立，來評量都會區內各種用途之土地，在資源利用上的經濟效益，確實發現台北都會區的農地資源除了在金錢方面的投入與產出不具經濟效益外，在能量的使用上，也同樣具有不具經濟效益的情形，再次證明台北都會

表6 都市近郊農業區三種情境分析結果比較表

階層分區	1997年		Secnario1 (2007年) 維持現況之發展		Secnario2 (2007年) 轉用為都市化用地		Secnario3 (2007年) 保育農地資源	
	F/I* (10)	Y/F**	F/I* (10)	Y/F**	F/I* (10)	Y/F**	F/I* (10)	Y/F**
都市中心區	133.2	8.15	190.5	8.9	190.5	8.9	190.5	8.9
近郊農業區	23.4	2.34	36.3	2.52	38.1	2.45	33.5	2.86
新興發展區	14.88	3.16	21.29	3.45	21.29	3.45	21.29	3.45
自然地區	0.36	0.23	0.52	0.25	0.52	0.25	0.52	0.25

備註：1.*：能值投資比 2.**：淨能值產出比

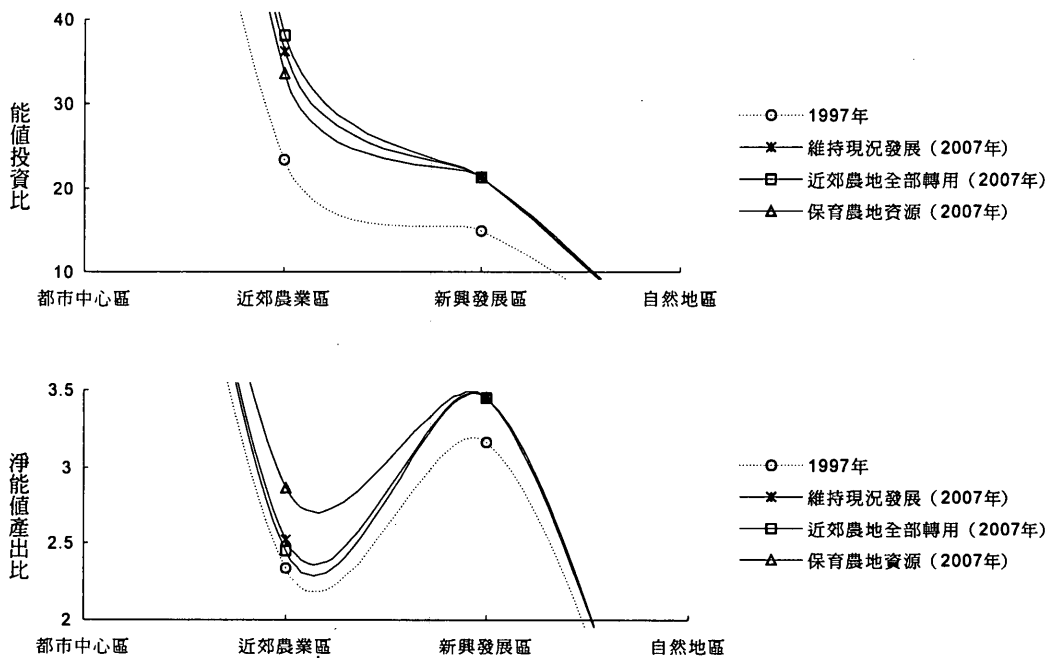


圖8 都市近郊農業區之農地情境分析

區農業地帶的土地使用效率不佳，這將促使台北都會區之農地必須重新思考其使用型態。對於各種農作物生產體系進行能值分析的結果，發現都會區的農地並不適合稻穀生產，而生產短期蔬菜、茶菁與花卉，則為較好的資源使用方式，並較具生態經濟效益，也可得到較高的收益，藉以提高土地使用的能量效率。對於未來的情形則透過情境分析，表現當農地數量變動與使用情況改變時，未來台北都會區可能面對的發展，其中，得知台北都會區的農地若全部釋出轉做為都市用地，將對於整體自然環境將增加更多的負荷，最不利於都會區永續發展；因此，在台北都會區整體永續發展的前提下，建議都會區的農地應轉型耕種短期蔬菜、花卉、園藝以及市民農園等等附加價值較大的農業使用，將可提升農地土地利用效率，並可有助於減少都會區的農地面臨開發壓力，避免都會區的農地持續減少，進而也減少了提供基礎維生性服務的生產次系統。然而，本文仍有許多不足之處，建議後續研究可加以發展延伸，本文在計算農業區的產出時，主要是以農作物產值為主，對於農業區之寧適性、甚至外部性(表土流失、水污染)並未納入，未來可加入考量。另外，亦可從生態經濟觀點，探討都會區內各種使用分區間較適之比例分配，或是探討不同農業使用狀況下，較適之農業規模，作為都會區永續土地使用規劃之參考依據。

註釋

- 註 1：「能值」係指一能量在流動或貯存時，所具含另一種能量類別之量，其公式為：能值 = 能量 × 能換率；「能換率」，係指產生一單位能量所需另一種能量類別之量，生態系階層越高者，必須經過更多的傳遞與轉換過程，故每單位能量的產生就需要更多的太陽能值之輸入，因此能換率越高，代表能量品質越高。關於文中所使用之能換率，其資料來源有三：Odum (1996)、黃書禮 (1997) 以及本文自行估算。
- 註 2：本文主要是承續先前黃書禮 (1997) 及黃書禮、賴曉瑩 (1999) 所完成之研究，以盆地之地形因素所型塑的天然區界為基礎，配合考量水文環境及行政區域之完整性，包含台北市的十二個行政區，以及台北縣淡水、八里、五股、蘆洲、泰山、新莊、三重、板橋、樹林、土城、中和、永和、鶯歌、三峽、新店、烏來、坪林、石碇、深坑、汐止等二十個鄉鎮地區，共 1178 個村、里行政區。
- 註 3：都市生產能值密度係指將該年台北都會區內各分區一、二、三級產業活動的產值相加總，除以該分區面積之後，乘上太陽能換率(該年的能值貨幣比)之值，所代表的意義為台北都會區各分區之產業活動對整體生態經濟系統的貢獻程度，都市生產能值密度 = (NT\$/m²/yr) × (太陽能換率)。所採用之

太陽能換率=6.815E+10(sej/NT\$)，此數值為「能值貨幣比」，即為每單位貨幣所能換取之能值量(Odum, 1996, 黃書禮, 1997)。

註 4：企業單位一係指為獲得利潤而結合各項生產要素，從事一種或多種經濟活動，獨立構成一個經營體，自行決定經營方針、資金運用等，並自負盈虧責任之單位。其所轄管之場所單位不止一個時，以從事總管理責任之場所為企業單位之所在地，並以所轄各個場所綜合之經濟活動事項，為其企業填表時應包含之範圍。此外，採用「工商及服務企業單位全年生產總額」，此值並非附加價值(value added)，而是生產總額，會有重複計算能值之疑慮，但因「能值(Emergy)分析」方法主要是以能量為衡量單位，連結生態與經濟兩系統，以另一種思考方式評價環境資源對經濟活動之貢獻，而且目前無法取得更具代表性之資料，故仍以該項資料進行計算。

註 5：根據內政部營建署網站(<http://www.cpami.gov.tw/www/rp/data1.htm>)所整理的資料，台灣南北區非都市土地(含山坡地)十公頃以上用地變更及分區變更案件，自1988年至1999年間，同意開發的面積已達21,586公頃。

註 6：成園一指多年生作物，例如果樹等。

註 7：關於土地利用歸類方式與詳細內容，是根據1998年中興大學都市計劃研究所蔡靜如「台北盆地土地利用變遷趨勢之研究」所作的歸類，共分為14種用地，除了農業用地之外，將建築及交通用地、工業用地、喪葬用地、水利設施用地、遊憩用地、礦業及土石用地、軍事用地、閒置用地歸類為都市化用地，面積為10,581公頃；剩餘的河川地、養殖用地、林業用地、草地、濕地歸類為其他用地面積為12,064公頃。

參考文獻

內政部營建署網站

<http://www.cpami.gov.tw/www/rp/data1.htm>。

殷章甫

1987 <開放農地買賣及其變更使用之探討>《人與地》，48：12-14。

陳俐伶

1999 《由生態經濟觀點探討農地永續利用之研究—以台北都會區為個案》。碩士論文。台北：中興大

學都市計劃研究所。

黃書禮

1991 《整合生態與經濟—應用能值分析於公共政策評估》。(行政院國科會專題研究計畫成果報告，NSC80-0301-H005-03Z)。台北：中興大學都市計劃研究所。

黃書禮

1997 《都市能量系統之空間階層分析》。(行政院國科會專題研究計畫成果報告，NSC86-2415-H-005A-002)。台北：中興大學都市計劃研究所。

黃書禮、賴曉瑩

1999 <台北盆地生態能量流動與土地使用之關係—(II)生態能量分區>《都市與計劃》，26(1)：1-17。

葉佳宗

1998 《以生態足跡觀點探討台灣農業土地資源之保育》。碩士論文。台北：中興大學資源管理研究所。

劉小蘭

1996 《台灣地區國土資源利用與保育之研究—非都市土地資源合理化利用之研究》。(行政院國科會專題研究計畫成果報告，NSC85-2621-P-004-003)。台北：政治大學地政系。

劉泰英

1988 <現階段台灣農地問題之探討>《人與地》，50：9-15。

蔡靜如

1998 《台北盆地土地利用變遷趨勢之研究》。碩士論文。台北：中興大學都市計劃研究所。

Neslon, A. C.

1992 "Preserving prime farmland in the face of urbanization", Journal of the American Planning Association. 58(4)：467-488.

Odum, H. T.

1983 Systems Ecology. New York: John Wiley & Sons.

Odum, H. T.

1996 Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making. New York: John Wiley & Sons.

Odum, H. T.

1996 "Scales of Ecological Engineering", Ecological Engineering. 6：7-19.