

國立臺灣師範大學
地理學系
碩士論文

大臺北地區食物物質流與生產空間分析
**The Material Flow and Spatial Analysis of Food Production
and Consumption in Taipei Metropolitan**

研究生:杜楷鈞
指導教授:郭乃文

中華民國 一百零五 年 八 月

謝辭

轉身看向過往的日子，才發現已經到了終點。從入學至今，學習上的點點滴滴，好似昨日的朝陽，正當我欣喜地踏入學校大門時，卻已不知不覺地走出了校園。

讀書是一條孤獨的路，尤其是當自己鑽研在某個領域時。就像老師們所說的，書只能自己去念，而每個人都在某個領域往尖上鑽研時，就更相對的孤獨。因此還好有老師、同學、朋友以及家人的鼓勵，我才能堅持自己的研究，完成這段研究之旅。

感謝郭乃文老師，辛苦帶領我完成這篇研究，鼓勵我使用空間分析、遙測影像分析的知識，結合物質流以及環境負荷等環境議題，探討以空間為出發點的食物物質流與衍生之環境負荷。此中亦感謝師大地理各位老師、同學所提出的寶貴想法及建議，讓我能為自己的論文加入更多不同的思維，當然更需感謝張國楨老師和國立彰化師大地理系王素芬主任，擔任我的論文口試委員，給予楷鈞莫大的鼓勵與建議，讓我的論文能更加精細且完備。

除了對學校老師、同儕、朋友的感激，當然少不了摯愛的家人，尤其感謝爸媽的辛勞與付出，讓我能心無旁騖的進行學業，倘若沒有你們，就不會有今天的我，對於你們真的有太多太多的感謝。同時還要謝謝我的女友，陪我一起走過這些漫長的歲月，我們一起讀書、一起工作、一起度過重重難關，屏除家人，妳是陪在我身邊最久的人了，因此我早把妳認定為家人，願我們能這樣相守一輩子。

這一路上學到的不只是知識，還有更多的見識，生命中的每個人都是我的恩師，使我不斷的成長與進步，要感謝的人太多，請容我無法逐一寫上你們的名子，但這份感激我會一直放在心上，永遠記得你們帶給我的一切，謝謝。

國立臺灣師範大學地理學研究所碩士論文摘要

論文名稱：大臺北地區食物物質流與生產空間分析

指導教授：郭乃文

研究生：杜楷鈞

摘要

受到都市擴張影響，造成都市內部農地變遷，因人口增長與社會經濟變化，大量初級產業用地紛紛轉變為住宅、文教、工商業等土地利用類型，但農業用地的減少，直接影響了都市糧食安全與環境負荷，因此糧食生產調適與自給安全等議題受到世界各國重視，而臺灣亦是如此。故本研究欲探討大臺北地區從日治時期 1905 年至 2012 年，稻米種植面積變化所造成之大臺北地區稻米供給數量改變情形，分別使用臺灣堡圖(歷史圖資)、美軍航照、Landsat-1 衛星影像以及福衛二號衛星影像(航遙測影像)建置稻田空間分佈，獲得四時期稻田面積為 44,417、33,438、19,399、520 公頃，並搭配農委會農業統計年報調查資料探討研究區內稻米、蔬菜、豬肉此三項食物之生產情形，進一步分析三項食物之生產、消費空間情形，並結合大臺北地區不同時期食物物質流分析。城鄉發展不僅是都市規劃的主要問題，也是都市永續發展的一個核心議題，本研究透過糧食供給與消費的概念，量化不同都市間的互動關係，並且還原都市內部糧食需求與供應之差異。由於都市擴張導致糧食減產，嚴重降低了糧食供應能力，因而衍生都市糧食安全問題，並對外縣市造成相關環境負荷，如本研究結果顯示，每年大臺北地區之食物消費將為其他縣市帶來約 15 億公斤的碳排放量，而水足跡總量達 24 億立方公尺。

關鍵字：地理資訊系統、空間分析、物質流分析、都市食物系統、環境負荷

The Material Flow and Spatial Analysis of Food Production and Consumption in Taipei Metropolitan

Abstract

Urban sprawl can result the loss of food production in the urban area and then affect the food security of urban population. The purposes of this study are (1) to analyze the impact of urban sprawl on farmland conversion by using spatial data and (2) to find the food material flow system of Taipei Metropolitan. The 1905, 1947, 1972, and 2012 years of rice field spatial data combined with material flow analysis (MFA) data in Taipei Metropolitan were used to find rice fields spatial change among these four periods. Finally, through the result of Taiwan rice field spatial distribution and the number of rice distribution between cities, the food providing areas (FPAs) and food consumption areas (FBAs) of Taipei metropolitan can be identified.

The urban sprawl not only causes the food security problem of a city but also results in environmental loadings to other rural areas. Hence, food production and consumption system has become a central theme of sustainable city planning and management. This study shows that urban sprawl causes the loss of food production, the decrease of food security and the decline of sustainability of farming activities that result in disharmonious urban and rural relationships and threaten the sustainability of the city and other rural areas. The results of this study show the total food consumption of Taipei Metropolitan per year will result in 1.5 billion kilograms of carbon emissions and 2.4 billion cubic meters of water footprint from other food production counties in Taiwan.

Keywords: Geographic information system (GIS), Spatial analysis, Material flow analysis (MFA), Urban Food system, Environmental load.

目錄

謝辭.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究區概述.....	3
第二章 文獻回顧.....	4
第一節 都市地區食物生產空間變遷.....	4
第二節 大臺北地區社會經濟環境變遷.....	8
第三節 大臺北地區土地利用變遷.....	10
第四節 都市物質流相關之研究.....	11
第五節 食物生產之環境負荷.....	14
第三章 研究架構與方法.....	17
第一節 研究架構.....	17
第二節 研究方法.....	18
第四章 研究結果與分析.....	25
第一節 大臺北地區 1905 年至 2012 年稻田之空間分布	25
第二節 大臺北地區 1905 年至 2012 年食物物質流分析	30
第三節 大臺北地區 1947 年~2012 年食物供給服務之空間分布圖(FPAs 和 FCAs) 建立.....	55

第四節 大臺北地區食物消費衍生之環境負荷.....	66
第五節 總結.....	93
第五章 結論與建議.....	100
第一節 結論.....	100
第二節 建議.....	102
第三節 研究限制.....	103
參考文獻.....	104



圖目錄

圖 2-1	都市物質流架構圖(資料來源：改繪自 WRI(2001))	13
圖 3-1	大臺北地區四時期地圖與航遙測圖資	19
圖 3-2	特徵點分佈圖	20
圖 3-3	特徵點位置圖	21
圖 4-1	1905 年大臺北地區稻田分布	26
圖 4-2	1947~1950 年大臺北地區稻田分布	27
圖 4-3	1972 年大臺北地區稻田分布	28
圖 4-4	2012 年大臺北地區稻田分布	29
圖 4-7	1905 年大臺北地區稻米物質流	36
圖 4-8	1947 年大臺北地區稻米物質流	37
圖 4-9	1972 年大臺北地區稻米物質流	37
圖 4-10	2012 年大臺北地區稻米物質流	38
圖 4-11	1952 年大臺北地區蔬菜物質流	44
圖 4-12	1972 年大臺北地區蔬菜物質流	45
圖 4-13	2012 年大臺北地區蔬菜物質流	45
圖 4-14	1952 年~1980 年大臺北地區豬肉可對外供給比例	51
圖 4-16	1972 年大臺北地區豬肉物質流	53
圖 4-17	1981 年大臺北地區豬肉物質流	54
圖 4-18	2012 年大臺北地區豬肉物質流	54
圖 4-19	1947 年稻米供給之空間分布	58
圖 4-20	1972 年稻米供給之空間分布	58
圖 4-21	2012 年稻米供給之空間分布	59
圖 4-22	1959 年蔬菜供給之空間分布	61
圖 4-23	1972 年蔬菜供給之空間分布	62

圖 4-24	2012 年蔬菜供給之空間分布	62
圖 4-24	1981 年豬肉供給之空間分布	65
圖 4-25	2002 年豬肉供給之空間分布	65
圖 4-26	2012 年豬肉供給之空間分布	66
圖 4-27	1947 年稻米供給之碳足跡空間分布	68
圖 4-28	1972 年稻米供給之碳足跡空間分布	69
圖 4-29	2012 年稻米供給之碳足跡空間分布	69
圖 4-30	2012 年稻米供給之碳足跡比例	70
圖 4-31	2012 年雲林與彰化縣稻米供給之碳足跡比例	71
圖 4-32	1947 年稻米供給之水足跡空間分布	72
圖 4-33	1972 年稻米供給之水足跡空間分布	72
圖 4-34	2012 年稻米供給之水足跡空間分布	73
圖 4-35	2012 年稻米供給之水足跡比例	73
圖 4-36	2012 年雲林與彰化縣稻米供給之水足跡比例	75
圖 4-37	1959 年蔬菜供給之碳足跡空間分布	76
圖 4-38	1972 年蔬菜供給之碳足跡空間分布	76
圖 4-39	2012 年蔬菜供給之碳足跡空間分布	77
圖 4-40	2012 年蔬菜供給之碳足跡比例	78
圖 4-41	2012 年雲林縣蔬菜供給之碳足跡比例	79
圖 4-42	1959 年蔬菜供給之水足跡空間分布	79
圖 4-43	1972 年蔬菜供給之水足跡空間分布	80
圖 4-44	2012 年蔬菜供給之水足跡空間分布	80
圖 4-45	2012 年蔬菜供給之水足跡比例	81
圖 4-46	2012 年雲林縣蔬菜供給之水足跡比例	82
圖 4-47	1981 年豬肉供給之碳足跡空間分布	83
圖 4-48	2002 年豬肉供給之碳足跡空間分布	84

圖 4-49	2012 年豬肉供給之碳足跡空間分布	84
圖 4-50	2012 年豬肉供給之碳足跡比例	85
圖 4-51	2012 年雲林與彰化縣豬肉供給之碳足跡比例	86
圖 4-52	1981 年豬肉供給之水足跡空間分布	87
圖 4-53	2002 年豬肉供給之水足跡空間分布	87
圖 4-54	2012 年豬肉供給之水足跡空間分布	88
圖 4-55	2012 年豬肉供給之水足跡比例	88
圖 4-56	2012 年雲林與屏東縣豬肉供給之水足跡比例	90
圖 4-57	1905 年~2012 年大臺北地區食物自給比例	94
圖 4-58	2012 年食物供給之碳足跡空間分布	95
圖 4-59	2012 年食物供給之水足跡空間分布	96
圖 4-60	1993 年~2025 年食物消費趨勢(1)稻米 (2)蔬菜 (3)豬肉	97
圖 4-61	2012 年大臺北地區食物消費量與碳足跡	98
圖 4-62	2025 年大臺北地區食物消費量與碳足跡	99
圖 4-63	大臺北地區食物消費之碳足跡比例(1)2012 (2)2025 年	99

表目錄

表 3-1	1947~1950 年美軍航照定位精度分析	22
表 4-1	1905 年~2012 年大臺北地區稻米物質流	32
表 4-2	1905 年~2012 年大臺北地區稻米自產比例	35
表 4-3	1947 年~2012 年大臺北地區蔬菜物質流	40
表 4-4	1952 年~2012 年大臺北地區蔬菜自產比例	43
表 4-5	1952 年~1970 年臺北市與臺北縣蔬菜自產與消費量	43
表 4-6	1947 年~2012 年大臺北地區豬肉物質流	48
表 4-7	1952 年~2012 年大臺北地區豬肉自產比例	51
表 4-8	1974 年~1980 年大臺北地區豬隻飼養與屠宰量	52
表 4-9	1947~2012 年各縣市與國外進口供給大臺北地區稻米消費量	56
表 4-10	1959~2012 年各縣市與國外進口供給大臺北地區蔬菜消費量	60
表 4-11	1981~2012 年各縣市與國外進口供給大臺北地區豬肉消費量	63
表 4-12	三項食物生產衍生之碳、水足跡	67

第一章 緒論

第一節 研究動機

「2012 年世界糧食不安全狀況」按照膳食能量供給量的分佈情況對 1990 年以來營養不足人口的數量及比例做了最新估算。2010~2012 年間，全球長期營養不足人口接近 8.7 億，饑餓人口數量如此之高，而當中多數人生在發展中國家，估計共有約 8.5 億人，也就是人口中近 15% 的人處於營養不足狀態。研究顯示自 1990 年以來，營養不足狀況一直在不斷好轉，然而此進展主要發生在 2007~2008 年之前，在這之後，減輕饑餓方面的全球性進展就趨於緩慢，更呈停滯狀態。

造成營養不足的首要原因即為糧食危機，世界貿易組織秘書處官員王曉東認為糧食危機的原因包括：(1)世界石油價格不斷上漲，突破歷史水平，極大提高了農業生產的成本，造成農業生產所必需的肥料和柴油價格的上揚以及運輸成本的大幅增長。(2)由於糧食價格在短時間內持續上漲，導致一些傳統的糧食純進口國，如印度尼西亞，菲律賓等加速糧食進口，以確保國內糧食供給；另一方面，一些出口國採取的出口限制措施也進一步加劇了供給短缺和市場恐慌。(3)長期以來，發達國家的巨額農業補貼嚴重扭曲了貿易，人為壓低了國際農產品價格，致使發展中國家的中小糧食生產者和農民不得不放棄農業生產，轉而生產其他經濟作物，致使許多中小發展中國家的糧食自給能力嚴重不足，大量依賴進口來維持國內糧食供應。同時，多年來，自由貿易比較優勢理論的傳播也鈍化了許多發展中國家發展自身農業生產的願望，天真的認為世界糧食供應永遠是充足的，可以完全依賴便宜的進口來替代國內生產，這也是許多國家對這次危機的爆發和持續準備不足的潛在原因。

反觀臺灣，目前雖沒有糧食不足之問題，然為我國主要糧食作物—稻米，於 1991 年臺灣加入世界貿易組織(WTO)，開放外國稻米進口，遂使得稻米的生產目標由「自給自足」轉為「供需平衡」，此外飲食的西化造成食米需求量逐年下

降，再加上近來全球氣候變遷暖化造成糧食生產波動，因此糧食生產調適與自給安全等議題再度受到世界各國重視，說明了稻米產業與環境安全、產業經濟及民生社會深具關聯性(黃有才，2011)。

回顧日據時期之臺灣，各都市地區之食物生產與消費空間大多重疊，意即為各地區食物生產係提供當地進行消費，形成各地區食物生產自給自足的狀態，然於二次世界大戰省政府撥遷來臺後，臺灣致力於都市化的發展，尤以臺北市為首要開發地區，將都市內多數農地轉換成文教、住宅、工業、商業等土地利用。1905、1947、1972 與 2012 此四年臺灣稻田總面積為 447,432、833,951、898,603、822,363 公頃，大臺北地區稻田總面積卻由 1947 年 87,141 公頃降至 2012 年之 35,046 公頃，由歷史文獻回顧可得知，大臺北地區約自 1940 年開始都市化，逐漸將都市內稻田外推至其他地區，首先消失之地區即為目前新北市之三重、蘆洲地區，然而該地區人口數卻於六十年內增加約三十萬人，都市人口增長造成食物消費需求大幅增加，因此原先都市內食物生產空間則被外推至其他地區，造成原本分散於大臺北都會內的農地集中於少數幾個發展速度較緩之外縣市地區，如雲林、嘉義縣市，使得此些地區成為都市之食物生產供應地，同時承受為食物生產而衍生之相關環境負荷問題。

不僅止於稻米，臺灣蔬菜與豬肉亦面臨相同之問題，因此本論文欲研究臺灣從日治時期 1905 年至 2012 年，水稻田、蔬菜種植面積以及豬隻數量變化所造成之大臺北地區稻米、蔬菜、豬肉等糧食自給數量改變情形，而本研究除進行大臺北地區不同時間點食物物質流分析外，亦結合地理資訊系統之空間分析結果，進行不同生態服務空間之關聯性分析，並使用 Fisher et al.(2009)之理論，將生態系統服務空間區分為「服務供應地區」(service providing areas, SPAs)、和「服務受惠地區」(service benefiting areas, SBAs)概念，以分析大臺北地區 1947 年至 2012 年間針對食物資源來說，本論文將分析「食物供應地區」(food providing areas, FPAs)和「食物消費地區」(food consumption areas, FCAs)之食物物質流空間關係與變化。

第二節 研究目的

- 一、分析 1905 年~2012 年大臺北地區之稻米生產空間變化。
- 二、探討 1947 年~2012 年大臺北地區稻米、蔬菜、豬肉生產量之變化。
- 三、進行 1905~2012 年大臺北地區食物物質流分析。
- 四、探討 1947~2012 年大臺北地區「食物供應地區」(food providing areas, FPAs)、和「食物消費地區」(food consumption areas, FCAs)之食物空間變化。
- 五、分析大臺北地區食物消費所衍生之相關環境負荷問題。

第三節 研究區概述

本論文研究範圍係現今臺北市與新北市，兩直轄市所組成之大臺北地區，經內政部統計處統計，至 2012 年 12 月臺北市人口數為 2,673,226，而新北市則達 3,939,305 人，總計為 6,612,531 人，1947 年至 2012 年大臺北地區稻米種植面積從 87,141 公頃減至 30,401 公頃，蔬菜種植面積由 11,277 公頃降為 7,809 公頃，豬隻飼養數量則由 143,451 頭縮減為 100,824 頭，其主要原因為大臺北地區之都市化使得人口增長並將原先農田改建為都市建築，而食物之供應則轉移至外部地區或其他國家。

第二章 文獻回顧

本研究文獻回顧主要區分成四個部分，第一部份係關於都市發展與食物生產空間之文獻回顧；第二部份為大臺北地區社會經濟環境變遷相關文獻之探討；第三部分關於大臺北地區土地利用變遷之文獻；第四部分為物質流分析之相關文獻回顧；第五部分則是探討食物生產造成環境負荷相關之文獻。企圖藉由都市內部食物生產空間、社會經濟環境與土地利用之變遷，分析臺灣與大臺北地區之食物生產空間、時間變化與發展，並透過都市物質流相關研究之回顧，瞭解都市物質流情況以及模式，最後探討由食物生產所造成之相關環境負荷，企圖針對本研究範圍中食物生產衍生之碳足跡與水足跡進行研究。

第一節 都市地區食物生產空間變遷

過去三百多年期間，臺灣地區歷經多次的統治政權更替，17 世紀的荷蘭統治及明朝鄭成功在半個世紀中建立臺灣南部的屯墾雛型，隨後的清朝政府在往後的兩百多年見證了臺灣人口與土地利用的變化，日本政府從 19 世紀末期開始在臺灣建置第一個日本的海外殖民地，積極促成了臺灣的都市發展，最後進入國民政府執政階段，因此由上述劉曜華(2004)將臺灣都市發展大致分為三個脈絡，都市醞釀期(荷蘭統治~清朝政府)、都市穩定成長期(日據時期)與都市高度成長期(國民政府執政)，因本研究範圍由日治時期至今，故以下文獻僅探討日治時期後臺灣都市變遷。

一、都市發展對食物生產空間之影響

由於大量農地被都市擴張轉換為住宅與工業用地，Pauchard et al.(2006)研究發現祕魯市大約有 1,734 公頃的濕地、1,417 公頃農地與森林在 1975~2000 年間轉變為住宅用地，而迦納的 Accra 市亦預測每年將有 2,600 公頃的農業用地轉變

成其他土地利用(Maxwell et al. 2000)。而因應都市發展與擴張所衍生之糧食安全問題備受關注，故國際農糧組織(FAO)對其定義為"能在任何時間提供所有人獲得充足、安全、富含營養的糧食，並且滿足人們對於膳食需求與健康的生活"。此定義則分為四個層面，可獲得性、永續性、安全性以及傳遞性，第一個層面是在描述人們對於糧食先關的基本獲得方式，而糧食的永續則在探討供給與需求之平衡，第三層面係利用食物品質來衡量糧食的安全性，人們是否能獲取足夠且好品質之食物，最後則在闡述糧食與消費者之間的連結，消費者與糧食間的傳遞是否通暢，人們是否能順利地獲取上述所提的適量、永續且安全的食物，因為當人們無法順利進行食物消費時，儘管有大量的糧食存於某地，仍為糧食不安全。因此由國際農糧組織之定義來看，即可發現都市發展造成之食物生產空間減少的同時，亦會產生都市糧食不安全之困境。

受都市逐漸擴張影響，造成土地利用變遷及破壞都市環境與景觀，臺灣從日據後期開始有顯著的都市成長，為文教、住宅、工業、商業等土地使用，造成都市周圍農地轉用或釋出。都市發展過程下，從農業社會轉型為工業與服務業社會，及都市擴張的壓力下，都市農地資源面臨各種轉用的壓力，當重要農地資源失去時，周邊土地即逐漸被利用，將導致都市蔓延、擴張侵蝕等現象，對環境產生嚴重負面影響。

日本殖民政府延續清朝時期的農業增產政策，在其統治的五十年間(1895~1945 年)，臺灣的農業耕作面積再次從 40 萬公頃，增加為 86 萬公頃，約為一倍。除了西部平原之外，花東地區的耕作面積也大幅增加。米糖農業穩定成長對周邊都市發展帶來穩定的後盾，資本主義發達的環境也在此階段鋪下基礎，更為日本殖民政府推展的工業發展值下厚實基礎。臺灣的北中南東四大區域出現現代化都市的風貌與規模。日本殖民政府在臺灣五十年期間，建構臺灣轉型資本主義社會的基礎建設與工業發展基礎，也透過都市計畫介入手段，在臺灣地區完成 72 處的都市計畫，總面積將近 5,3000 公頃，計畫容納人口將近 300 萬人，比照當時的總人口，預期都市人口達當時總人口的一半。

國民政府接管臺灣後，初期統治思維係以反攻大陸為主軸，除了必要的經濟發展計畫與建設，多數公共資源投入國防建設，也因此影響臺灣戰後都市發展的秩序與規模。直到 1970 年代啟動的十大建設及十四項建設才逐漸扭轉早期的不均衡城鄉發展，這期間臺北、高雄陸續成為百萬人口的大都會區，以核心都市為主的衛星都市及縣轄市也出現快速都市化的現象，北部地區如汐止、土城、新莊、八德，中部地區如大里、太平，南部地區如仁德、鳳山等都市人口與產業結構出現急劇的變化。都會化的現象從 1980 年代初期漸趨明顯，到了 1990 年年代超過百分之六十的人口居住在臺北、桃園、新竹、臺中、嘉義、臺南、高雄等都會區。然而由農業統計年報得知 1971 至 1995 年間，臺灣各縣市之耕地面積均有顯著的減少，反映出產業的轉型與都市發展之擴張，尤其是在新北市、桃園縣與新竹縣一帶。而 1995 至 2006 年間則進入產業轉型的尾聲，各鄉鎮都市之發展亦逐漸趨於穩定，使得各縣市之耕地面積之減少大幅減緩。

二、臺北都會區發展對農地之影響

受到快速的人口與經濟增長，使得大量住宅向都市外圍發展，促使都市農地受到強烈轉用之壓力，「Agricultural Economic Report」中提出都市發展造成國家糧食與纖維生產帶來威脅，因此建議都市發展對於土地低密度之使用，且將住宅空間分散，是以讓農業空間增加。

都市發展過程造成農地產生些衝擊，造成傳統產業面臨轉型，如農地作物逐漸減少，可能受產業或機械轉型的原故，導致一些投入農業的供應商，機械經銷商和其他支持的農業部門有下降趨勢；其二房地產稅的增加，如土地價格上漲將影響農地面臨更大的轉型壓力；受限於上述發展，農民面對產業的轉型將受限於更多土地使用的限制及都市發展造成環境之破壞，導致農地的作物生產日益惡化等情況出現(謝依潔，2011)。

Clawson (1971), Isberg (1975), Furuseth (1982), Lockeretz et al. (1987) and

Pacino (1990)等學者皆於都市擴張造成都市邊源於地區土地利用影響之研究著有大量文獻，當中提及在亞洲地區無適當規劃的都市擴張可能會造成下列影響：(1)大量農田消失致使糧食安全有虞，(2)導致都市邊緣地區之都市成長不均勻，(3)並且造成都市內部之糧食生產無法再自給自足。Soni and Salokhe(2009)研究發現，過去都市與郊區在農業生產上往往能自給自足，然而都市的擴張造成了都市內部食物生產的減少，同時提高了都市地區的糧食需求，因此農地的保存變成都市永續發展之重要因素，若農地無法受到充足的保存，則會造成都市人口發展受限，並且因為無法就近獲取食物而須依賴外部地區之長途供應(Conklin HE, 1974)。除了都市發展外，亦可能因為國家經濟政策使得各地區之農地轉型造成糧食不安全，然而此種情況卻會反之造成都市與郊區的威脅，使得都市因糧食需求問題而無法永續發展(Lapping, 1975)，因此基於上述所言，農地的保護係永續都市發展之重要因素，應將其納入都市規劃與政策(Takeuchi, 2009)。

蔡金惠(2010)於臺北都會區人口變遷研究中提及，日據時期(1905~1945 年)為臺北都市形成的關鍵時期。日人將臺灣定位為熱帶資源與稻米供應地，為求運輸便捷，在臺灣興建多項交通建設，例如鐵路與公路的建設帶動沿線市鎮的發展。又臺北在地理位置上較為接近日本，日人為便於管理臺灣，除將臺北設為省府所在地外，更透過各項建設，如臺北城牆的拆除、市街改正、格子狀街道規劃市區內道路及土地利用分區安排規劃等，使得當時臺北市三大商業發展地，城中、大稻埕與艋舺地區發展成一個整體，市街建築物大約以新生北路、新生南路為東限，由舊市區向北、東、南發展，甚至跨越淡水河，為臺北都會區在戰後成為臺灣經濟、政治、文化中心奠定良好的基礎。在 1935 年時，臺北地區將近有 80%人口居住在臺北與基隆，臺北成為第一大都市的優勢地位已然形成；1940 年時，臺北市的人口已增至三十五萬人以上，都市發展依照都市計劃而定，臺北地區已有都會區形成之雛形。

光復之後至改制院轄市時期(1945~1967 年)，因光復初期，外省人口的移入與臺北市工業發展帶來的都市化，使得臺北人口數在光復後的十年內，從 1947

年的 327,000 人增加到 1955 年的 704,000 人然因地形限制，使得臺北市內發展空間有限，人口、產業遂往鄰近臺北縣鄉鎮發展，帶動臺北縣人口的成長與都市的發展，逐漸形成臺北都會區域。此時期國民政府為了建設富強的臺灣，遂開始了第一階段農地改革。此階段包含了對當時臺灣經濟情況有極大幫助的農地政策，首先是民國 38 年實施三七五減租，並於民國 40 年公佈施行「耕地三七五減租條例」，根據統計資料可得知大臺北地區稻米種植面積在 1951 年時，總面積為 28,675 公頃，到了 1970 年為 21,883 公頃，其間增增減減變化不大，都市化的現象尚未明顯呈現，都會區週遭農地大都仍從事農業生產。

臺北於 1967 年改制為院轄市後，將鄰近之內湖、南港、木柵、景美、士林、北投等鄉鎮納入臺北市，而工業移往外圍地區，使商業及服務業漸成首要產業，再加上重大建設的完成，提高了臺北市與臺北縣間的可及性，都市逐漸向東、北、東南迅速擴張，形成舊都心(西門町)、新都心(東區、信義計畫區)，以及政、經、文化之都(臺北市都市發展局，2001)。1970 年以後，臺北市快速向外擴張，如臺北都會區舊市區、新市區及衛星市鎮人口變化，可知相較於舊市區的衰落，臺北市外圍的衛星市鎮人口急遽成長 (王秋原，1996)。根據行政院農委會農業統計要覽的資料顯示，大臺北地區稻米種植面積在 1972 年時為 19,399 公頃，到了 2012 年為 520 公頃，可以很明顯的看出農地已明顯減少，且都會區週遭縣市之農地也逐步減少。因應此階段之產業與人口需求，再加上仍未注重農地本身的生態性機能，導致了農地遭受到其他產業用地的侵略，農地漸漸地減少。

第二節 大臺北地區社會經濟環境變遷

1895 年日本統治臺灣以後，斷絕中國與臺灣人口往來。殖民者決定在中國傳統農業基礎上，利用現代科技將臺灣開發為日本工業發展之農產品供應地。至 1930 年中，日本為準備第二次世界大戰，計劃將臺灣擴建為初級工業與軍需品生產基地，然因戰爭期間各項阻礙而未果。故總觀言之，臺灣在日治五十年期間

(1895~1945)，係以發展現代化農業為主。以產業發展而言，臺灣的產業發展主要可分為五個階段，即 1950 年代的傳統產業時代、1960 年代的加工出口區時代與 1970 年代的重化工業時代，此三個階段主要是以勞力密集為主要的生產方式；1980 年代的科學園區時代以及 1990 年代以後的產業升級時代，則是轉型以技術密集為主的生產方式。而 1990 年開始更逐漸以新經濟的發展方向做為我國主要產業結構的發展趨勢，其新經濟即是以知識密集的產業做為發展結構(陳俐伶，2000)。

由上述臺灣都市產業發展可呼應到臺北都會區都市發展的情況，各縣市初級產業就業人口比例，於這 30 年間皆呈現下降的趨勢，而二級行業就業人口比例雖然較穩定發展，但也於 1991 年以後逐年下降，這顯示於臺北都會區於都市發展過程中，整體的產業結構逐漸轉為以第三級產業為主。其中初級產業以臺北縣轉化的較為明顯，其就業人口比例由 1976 年 12.89%，一路下降至 1991 年 2.22%，再下滑至 2006 年 0.64%，顯示臺北縣在這 30 年間已從農業轉為工商業為主的社會，且其初級產業已逐漸被三級產業逐漸取代。

謝依潔(2011)又以 1971 與 2006 年之大臺北地區進行社會經濟環境變遷之探討，其探討都市農地變遷是否與人口增加相關。臺北市自 1967 年升格為直轄市後，使得臺北市之工商業快速的發展，不僅吸引臺灣各地區人口移入與就業且帶動臺北市周邊地區市鄉鎮人口也快速成長；自 1971 年底臺北市、基隆市及臺北縣合計共 3,475,663 人，至 2006 年底人口增加約 331 萬餘人，為 6,789,970 人，顯示出在這 35 年間臺北都會區人口的比例呈遞增趨勢。1971 年臺北市與臺北縣人口規模均在 100 多萬以上，並於 1986 年底臺北縣人口成長規模超越臺北市人口，至 1991 年人口成長已超過 300 萬人以上，於 35 年間臺北縣人口約增加 240 萬人；而人口成長率部份明顯可觀察到臺北市 43%、臺北縣 187%及基隆市 20%。由歷年人口成長變化中，可發現臺北縣人口成長率明顯高於其他兩個地區，因臺北縣鄰近臺北市，當臺北市發展之腹地接近飽和時，臺北縣便成為產業與人口活動延伸發展的地區。故由上述可知，臺北市是因處臺灣政治、經濟、文化之核心，產

業經濟自省政府來臺後急速發展，並在豐沛資源與都市規劃下，其整體都市經濟以第三級產業發展為主要趨勢；反觀臺北縣則因擁有較多人力與土地資源，因此主要係以第二級產業做為經濟發展方向，兩都市皆由日據時期之一級產業轉變為二、三級產業。

第三節 大臺北地區土地利用變遷

社會經濟系統係由社會、經濟與人文活動所構成，此些活動在時間的演替上皆伴隨著土地使用之變遷，因此在探討都會地區之社會經濟發展時，多為研究各項活動所產生之土地利用。

在謝依潔(2011)分析結果顯示，臺北都會區中都市發展用地約佔總面積之51.92%，非都市發展用地約佔48.08%。都市發展用地部分，住宅與商業區多集中位於臺北市中心及臺北縣衛星市鎮內環區域，而範圍內工業區主要群聚於臺北縣中外環區域，共計約3,443公頃，包含臺北縣臺北港特定區內之大規模工業區，以及林口工業區、土城工業區、樹林工業區小規模工業區以及其他零星規模之工業區等。

吳彩珠(2011)亦透過國土利用調查資料，分析大臺北地區農地變遷之空間差異，其於文中提及臺北都會區為臺灣主要政經發展重鎮，隨著人口快速成長及過度集中發展，使得城鄉邊界因都市蔓延所造成的農地景觀變遷與農地問題越趨複雜。是故，都市邊緣地區農業用地變更壓力日增，一旦變更他用後，往往難再逆轉，甚而影響鄰近地區環境，破壞農業永續發展，對自然生態環境及民生基本經濟產生莫大影響。此外，隨著都會區人口密度高升，人類活動對於環境系統的作用(processes)、功能(functions)與交互作用(interactions)的影響亦愈大。

研究結果發現，臺北都會區於1990至2005年間，總人口約增260萬人，農地面積則減少6千多公頃，都會發展擴張壓力導致農地變更情形相當嚴重，原1995年之農地利用，至2007年僅約六成維持農地使用，主要是旱作與果樹，稻作僅占

7%。建地類別(包含道路在內)等開發行為是主要轉用項目，是農地面積減少之主要因素；次者轉用為林地，包括人造竹林、人造混和林等。減少最多的區域分布在三芝、淡水、林口、三峽，約略為都會區西面的帶狀地區，而隨著捷運通車、淡海新市鎮、林口特定區、臺北大學特定區等開發，使得淡水、林口、三峽這些地區成為臺北都會區近年發展熱點所在，農地建地化需求殷切。其他減少區域零星分布在東面的汐止、坪林、貢寮鄉等地區。

第四節 都市物質流相關之研究

自 1992 年以來，工業生態(industrial ecology)倫理之出現(Ausubel, 1992; Frosch, 1994; Socolow et al., 1994; Allenby and Gradel, 1995),加強了經濟體系需要一套基本物質流帳以改進工業生態之訴求。工業生態的研究包含不同產業間活動、產品及環境的總體關係。透過工業生態的應用，可以防治污染、減少廢棄物、及增加物質回收和再利用。故了解物質在通過國家經濟體系的流程及相對規模後，可以使找到一種讓工業生態體系(ecosystems)效能更佳的應用方式。

對於物質流的研究亦有多種觀點，如 Ayres 於 1978 年提出利用“物質平衡原則(material balance principle)”予檢視物質流動。1989 年再引進類似生物學上的觀念，稱為“產業新陳代謝(industrial metabolism)”。Ayres 也追蹤全球及國家有關對環境影響較敏感的重金屬的物質流，如鉛(lead)、鉻(chromium)及鎘(cadmium)等(Ayres, 1992)。而為了將物質間的異質性具體化，其他學者(Schmidt-Bleek et al., 1993)試著將物質間的異質性轉換成同一種單位的生態衝擊(ecological impact)。也有的學者利用貨幣性投入／產出模型(monetary input-output models)以經濟體系為結構來描述當物質在經濟活動影響自然環境時，其存量及流量的動態(Leonief et al, 1982; Duchin, 1992)。

物質流分析是基於工業代謝概念與物質平衡原理，以計算特定區域內物質的流量與存量，並利用實物作為量化投入與產出的計量單位，藉以分析特定區域內

物質的使用與流動情形。世界資源研究所(World Resource Institute, WRI)曾於2000年彙整美、日、德、荷及奧地利之經濟體物質流分析(Economy-wide MFA)結果，並出版「The Weight of Nations」研究報告(WRI, 2000)，以往各國所應用之物質流分析大都以該報告之分析架構為基底，若再配合歐盟統計局(Eurostat, 2001; EC, 2001)所建議之多項物質流分析評估指標，即成為目前常用之經濟體物質流分析架構。該報告之分析架構，主要將物質流區分為：投入(Input)、產出(Output)、貿易(Trade)、以及非經濟用途之間接物質流(Indirect Flows, IF)等四大流向，並以公噸為計算單位。就經濟體之能源物質、建築材料、工礦物質、金屬及具可再生性之農林漁牧產品(可再生物質 Renewables 或生質物 Biomass)等類別，進行資源開採、原料投入、國內存貨、污染排放、逸散、以及資源回收等環節之物質流分析。

物質流分析架構之演進方面，WRI(2000)的分析重點大致可分為投入面、產出面與國內存貨等三部分。該架構主要用以分析探討經濟體中，各類物質之開採、輸入、消費使用、污染排放、以及資源回收再利用等環節之物質流量。為探討都市內部物質流結構，本研究將該架構之空間尺度由國家轉為都市並繪製成圖(圖2-1)。其中，隱藏流(Hidden Flows)考量自然資源之開採過程中，未真正進入經濟體的物質質量。此類物質質量多發生在收穫、精練或萃取過程，並可區分二大類，一是附屬物質流動(Ancillary Flows)，如：木屑、稻殼等與原料分離廢棄的附屬物；另一部分則是挖掘(Excavated)或干擾流(Disturbed Material Flow)，如：採礦過程額外挖掘土石(Overburden)或礦渣(Gangue)、農業活動產生的土壤流失(Soil Erosion)等。因此，發生於經濟體內稱為國內隱藏流，而隨進口物質輸入者稱為國外隱藏流，基於物質不減原理與系統概念，隱藏流分別在物質流分析架構的投入與產出面呈現。其中，投入面所有物質質量之總和(包括：進口、經濟體境內之物質開採量、以及國內與國外隱藏流)即稱之為總物質需求(Total Material Requirement, TMR)。

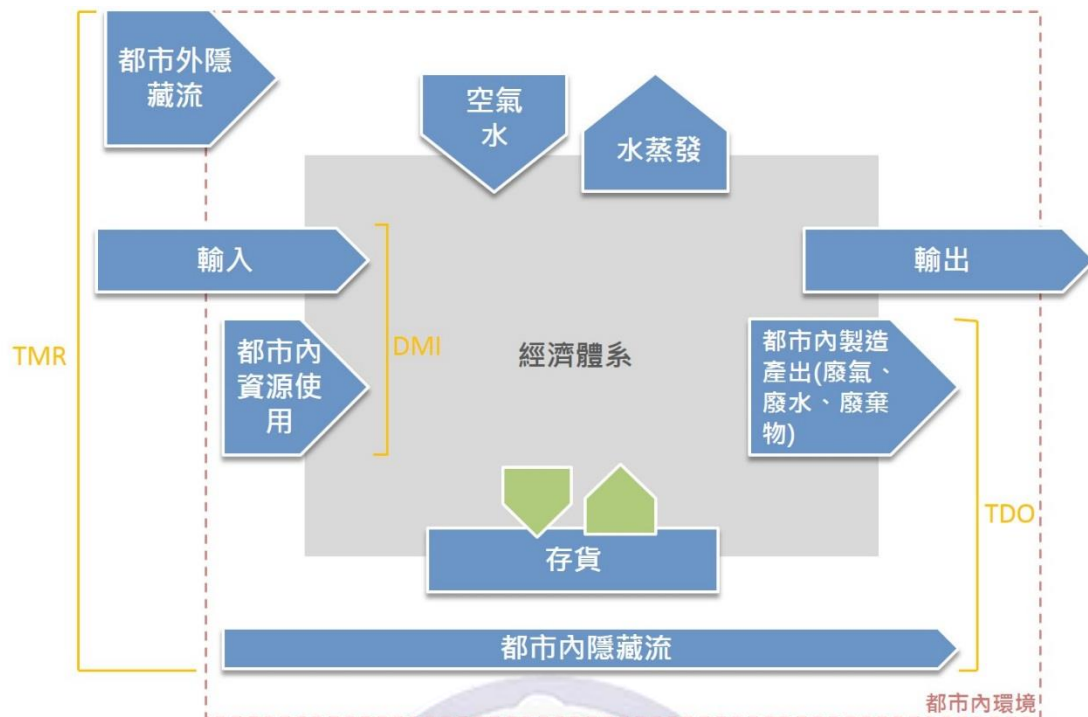


圖 2-1 都市物質流架構圖(資料來源：改繪自 WRI(2001))

李宜欣(2002)透過淡水河流域之物質流研究指出，淡水河流域已成為一個高度開發的區域，已漸漸不發展稻作生產，係對臺灣地區的稻作產量貢獻日趨減小的地區。但由稻作產量面積指標也顯示出近年淡水河流域地區已漸漸提高農地資源的有效利用。在農林漁牧物質需求方面，於 1991 年（280,407.17 噸）之後逐年微幅上升，至 2000 年時淡水河流域農林漁牧物質需求量約 442,436.04 噸，顯示淡水河流域農林漁牧物質需求日益增加。淡水河流域農林漁牧物質使用密集度由 1989 年的 617.78 kg/106 NT\$ of GDP 逐年下降至 2000 年的 304.1 kg/106 NT\$ of GDP，減少約 54.78%；另外，每單位農業 GDP 農林漁牧物質需求量由 1989 年 40.52 噸/106 NT\$ of agri. GDP 降至 1993 年 21.81 噸/106 NT\$ of agri. GDP，下降約 46.17%。顯示淡水河流域之農林漁牧物質使用量並未隨著經濟成長而增加，淡水河流域境內民眾的農林漁牧物質善用效率非常顯著。

第五節 食物生產之環境負荷

近期研究顯示，食物生產與消費造成了 10~30%的環境影響(Hertwich et al, 2009 and Tukker, 2006 and Kanzig et al, 2011)，而食物生產所造成之環境影響涉及多個層面，例如氣候變遷、土地與水資源影響、人類與生態毒理影響、優養化、酸化、土壤肥力退化以及地景變遷等(Franziska et al, 2012)，為了減低食物生產所造成之環境影響，各國皆提出了諸多測量環境負荷之方法，例如法國、瑞士聯邦環保署等，鼓勵各項食物生產商，為食品標示其碳足跡與環境足跡之標籤(Cros et al, 2010 and Jungbluth et al, 2011)。因此本研究利用食物生產之碳足跡與水足跡相關文獻探討，進一步分析臺灣食物生產可能造成之環境負荷。

一、稻米耕種所產生之水足跡

作物水足跡最早之定義為作物需水量除以產量，爾後又依水源特性發展為綠色水足跡(土壤水分蒸發散)(Chapagain and Hoekstra, 2004)、藍色水足跡(灌溉用水)與灰色水足跡(肥料施用所涉及之水污染稀釋量)(Hoekstra and Chapagain, 2008)，將綠色、藍色及灰色水足跡加總即為作物之總水足跡。

研究後得知臺灣北、中、南、東部之兩期作水稻綠色、藍色及灰色水足跡，南部水稻水足跡最小，一期作平均為 $2165 \text{ m}^3/\text{ton}$ ，二期作平均為 $6113 \text{ m}^3/\text{ton}$ ，而北部水稻水足跡較大，一期作平均 $9568 \text{ m}^3/\text{ton}$ ，二期作平均為 $25035 \text{ m}^3/\text{ton}$ ，可看出臺灣南北水稻水足跡相差達四倍之多，且各區二期作之水足跡皆高於一期作。

單就水足跡此水資源消耗指標分析各區域稻作水資源使用情形，北部水稻水足跡最大($17302 \text{ m}^3/\text{ton}$)，表示北部地區種植水稻使用水資源量較其他分區高出許多，東部地區居次($7601 \text{ m}^3/\text{ton}$)，中部地區($7285 \text{ m}^3/\text{ton}$)略小於東部，南部地區最小($4139 \text{ m}^3/\text{ton}$)，僅為北部水稻水足跡的四分之一。因此各區水稻水足跡相較之下，南部區域稻作水資源使用效率為最佳，北部則較差，尤以藍色水足

跡代表之灌溉用水量差異最為明顯。研判其原因應與前述農田零星休耕導致休耕面積增加，灌溉用水量未等比例減少有關，因此建議可進行區域性統一休耕，節省下之水資源可供給區域內民生、工業等其他用途使用。東部區域水稻水足跡僅次於北部，但該區人口及產業均較北部少，東部地區縣市人口合計為 57.35 萬而北部為 1,023.23 萬人，北部地區人口數約為東部之 17 倍，又以營運中工廠、公司及商業現有家數來看，東部縣市合計家數為 3.79 萬而北部為 67.09 萬家，東部地區用水需求量較北部小，因此降低該區水稻水足跡後餘下之水資源可用價值遠不及北部區域(張元馨，2011)。

二、臺灣茶業之水足跡研究

黃韋智(2012)利用世界農糧組織所發展的 CROPWAT 8.0 模式，配合茶葉種植地區之氣候、土壤等基本數值輸入，取得計算空間虛擬水 (VWS) 所需之數值。此外，該研究從坪林鄉與名間鄉內，以滾雪球方式抽樣共十個農戶進行資料盤查與收集，以取得茶葉種植之田間操作數值 (包含灌溉用水量、產量、肥料施用量等)，用以計算 VWS 及 WF。

研究結果顯示坪林與名間鄉的 VWS 全年度之平均數值分別為 41.725 與 7.162 mm/m²/day。而坪林與名間鄉生產之茶葉水足跡數值分別為 242.98 與 17.363 m³/kg。若進一步分析不同類型之水足跡可發現，坪林茶之綠水、藍水及灰水水足跡分別佔總水足跡 4.3%、0%及 95.7%；而名間茶之綠水、藍水及灰水水足跡分別佔總水足跡 38.26%、0.04%及 61.7%。最後，研究發現飲用一杯 125 毫升的茶、咖啡、及可可之總耗水量分別為 62.242、113.8 及 156.61 公升。由此項數據顯示，茶在這三種嗜飲性飲品中的耗水量是最低的。

三、漁業活動所產生之碳足跡

Iribarren et al. (2010)針對西班牙西北部之加利西亞漁業活動碳足跡的估算指出，沿海漁業和遠洋漁業的碳排量與捕獲量、產值呈正相關；以集約方式養殖大

菱蚌，需要大量的電力，其碳排放量與產量呈負相關。Tyedmers et al. (2007)指出漁業活動使用的能源成本與碳排放量影響水產養殖活動，內陸養殖場大部分採中央電網提供電力，箱網養殖主要依靠柴油或其他化石燃料供電，因此箱網養殖的鮭魚比粗放式養殖的貽貝消耗更多的能源。養殖生產過程中除持續消耗的燃料與電力外，飼料（包括魚）與水資源的依賴更是關鍵的問題(Bostock et al., 2010)，例如養殖生產 1 噸蝦需要 1.4 噸的野生魚類作為飼料（Tacon et al., 2008），這還不包括土地利用改變上的生態功能損失，其未將這些成本也計算在內。美國奧勒岡大學 Kanftman 教授在 2012 年的美國科學促進協會(the American Association for the Advancement of Science)會議中指出，生產一袋 1 磅裝的冷凍蝦，會產生 1 噸的 CO₂，故養殖生產的生態轉換效率顯然是低於自然生產者，如何善用野生資源，在全球致力於減碳的時代，顯得特別重要。

以國內養殖蝦為例，冉繁華(2010)指出，過去臺灣是超集約式的養殖，投入的能源較多，臺灣養殖戶過去每平方米至少會投入 100 尾以上的蝦苗，蝦子愈擠，愈需要打氣的設備，也就愈耗能。在臺灣地區養殖漁家經濟調查報告僅列出一個家戶每年花多少元在水電油料費上，並未將水、電、油料費分別統計，資料的缺乏是未來計算養殖漁業碳足跡面臨的主要挑戰。而養殖業是未來海產供應的主力，但養殖的環境成本過高，未來必須重視養殖碳足跡，至少不要大於捕撈漁業的碳足跡。

第三章 研究架構與方法

第一節 研究架構

本研究使用 Fisher et al.(2009)之理論，將生態系統服務空間區分為「服務供應地區」(service providing areas, SPAs)、和「服務受惠地區」(service benefiting areas, SBAs)概念，探討大臺北地區食物物質流空間關係與變化。

由於食物種類眾多，初步規劃選擇三類食物：稻米(主食)、生鮮蔬菜(植物纖維素)、以及豬肉(主要動物蛋白質來源)進行生產空間與消費空間分析。預期成果將發現大臺北地區之 FPAs 和 FCAs 空間連結較為緊密，甚且在大臺北地區都市發展早期，FPAs 可能和 FCAs 空間重疊區域頗大，亦即當時大臺北地區所需之食物還可以部分由大臺北地區自己生產供應，然隨大臺北地區都市日益發展，都市區域內的 FPAs 就日漸縮小，逐漸轉移至都市邊界外，由其他地區生產此三類食物。而因都市擴張，都市範圍日益擴大，發現 FCAs 越來越大，最後可能導致國內 FPAs 不足以供應都市人口之食物所需，故將轉由國外其他 FPAs 生產糧食並進口導入。

分析 FPAs 和 FCAs 空間分佈變遷，深入探討大臺北地區三項食物消費需求對食物來源地區(其他縣市)(FPAs)所造成之影響。本研究將選擇大臺北地區稻米、蔬菜、豬肉之主要來源地區彰化、嘉義、雲林、臺南、臺東、花蓮等進行案例討論，主要探討供應大臺北地區該三項食物地區的農業土地利用變化，特別是從事稻米、蔬菜、豬肉生產土地面積之變遷。

本論文之研究流程如下：

- 一、1905 年(明治三十八年)至 2012 年(民國一〇一年)臺灣稻米、蔬菜、豬肉統計資料與地圖圖資、遙測影像彙整。

- 二、彙整 1905 年(明治三十八年)至 2012 年(民國一〇一年)臺灣稻米、蔬菜、豬肉統計資料並選取大差異年度進行影像數化與處理。
- 三、分析大臺北地區主要食物生產空間與產量之變化。
- 四、大臺北地區主要食物物質流建置。
- 五、分析空間(FPAs 和 FCAs)供給服務之食物空間分布圖建立。
- 六、探討大臺北地區因食物消費而衍生之相關環境負荷。

第二節 研究方法

本研究旨在利用不同時期之歷史地圖與影像，搭配農委會出版之農業統計年報，分析 1905~2012 年間不同時期大臺北地區食物生產空間變化，由農業統計年報分析臺灣農地變遷之四個重要時段，分別進行食物生產空間分析。

一、彙整 1905 年至 2012 年臺灣稻米、蔬菜、豬肉統計資料與遙測影像

本研究資料主要區分為兩大類，第一類為統計資料，主要係蒐集農業委員會之 1938 年至 2012 年農業統計要覽與農業統計年報，歷年稻米、蔬菜、豬肉生產面積與數量，第二類則係遙測影像，影像分為四個部分，1905 年(昭和 38 年)之中央研究院日治時期臺灣堡圖(圖 3-1-(1))、1947~1950 年(民國 36~39 年)美軍航拍之臺灣航空影像(保存於工研院能資所)(圖 3-1-(2))、1972 年(民國 61 年)Landsat-1 臺灣衛星影像(圖 3-1-(3))以及 2012 年(民國 101 年)Formosat-2 衛星影像(圖 3-1-(4))。

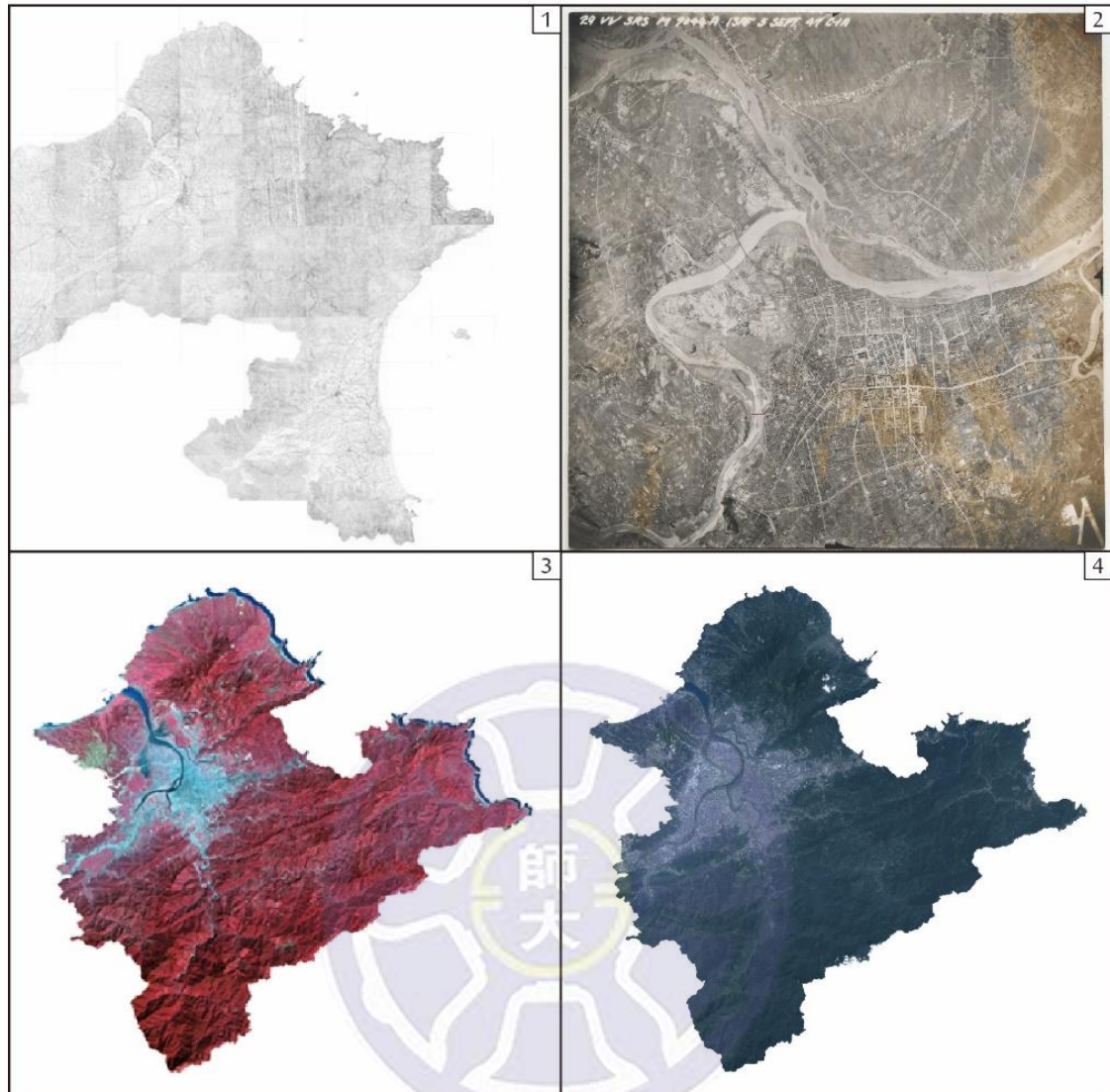


圖 3-1 大臺北地區四時期地圖與航遙測圖資 (1)1905 年日治時期臺灣堡圖 (2)1947~1950 年美軍航拍影像 (3)1972 年 Landsat-1 衛星影像 (4)2012 年 Formosat-2 衛星影像

緣 1947~1950 年美軍航拍影像，為單張無地理定位之航空照片，因此需先進行影像定位，方可判釋大臺北地區該時期之土地利用情形。然為確認定位之美軍航照其定位精度，故本研究利用內政部國土測繪中心所開發的通用版電子地圖，進行影像精度分析。

精度分析方法係採特徵點座標差異比較，首先相比美軍航照以及通用版電子地圖，兩圖資相同位置且具明顯特徵處，將該處選為匹配特徵點，並同時記錄特徵點之座標值，後分析比較各特徵點的差異。

選用之特徵點如圖 3-2~圖 3-3 所示，共選用 31 點，該特徵點主要是房屋角點、道路節點等明顯可見的特徵位置，而精度分析結果如所示，X 座標點位差異約在 0.004~6.879 公尺間，則座標點位差異為 0.047~6.350 公尺之間，平均差異分別為 X 座標 2.840 公尺與 Y 座標 3.309 公尺。

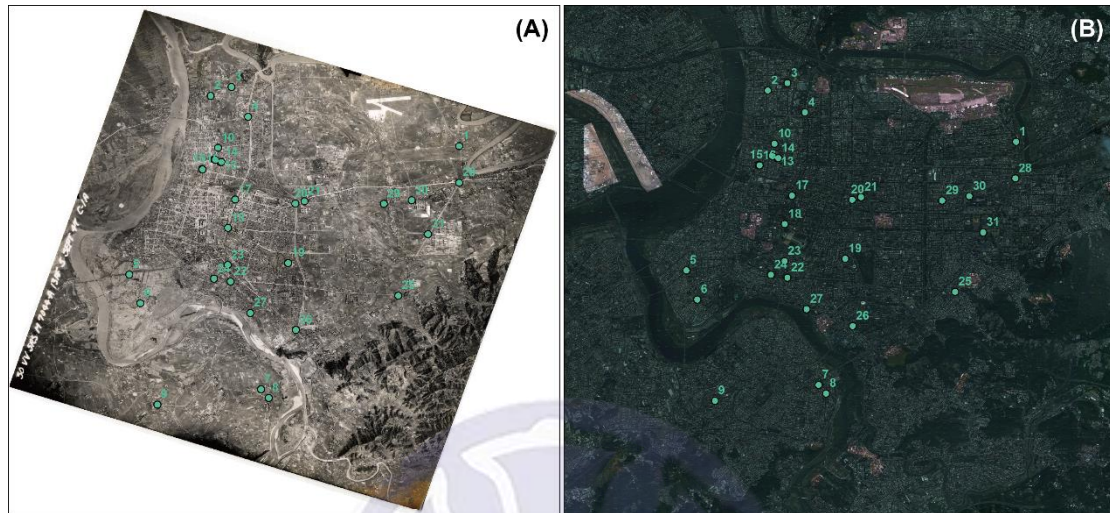


圖 3-2 特徵點分佈圖 (A) 1947~1950 年美軍航拍影像 (B) 2016 年通用版電子地

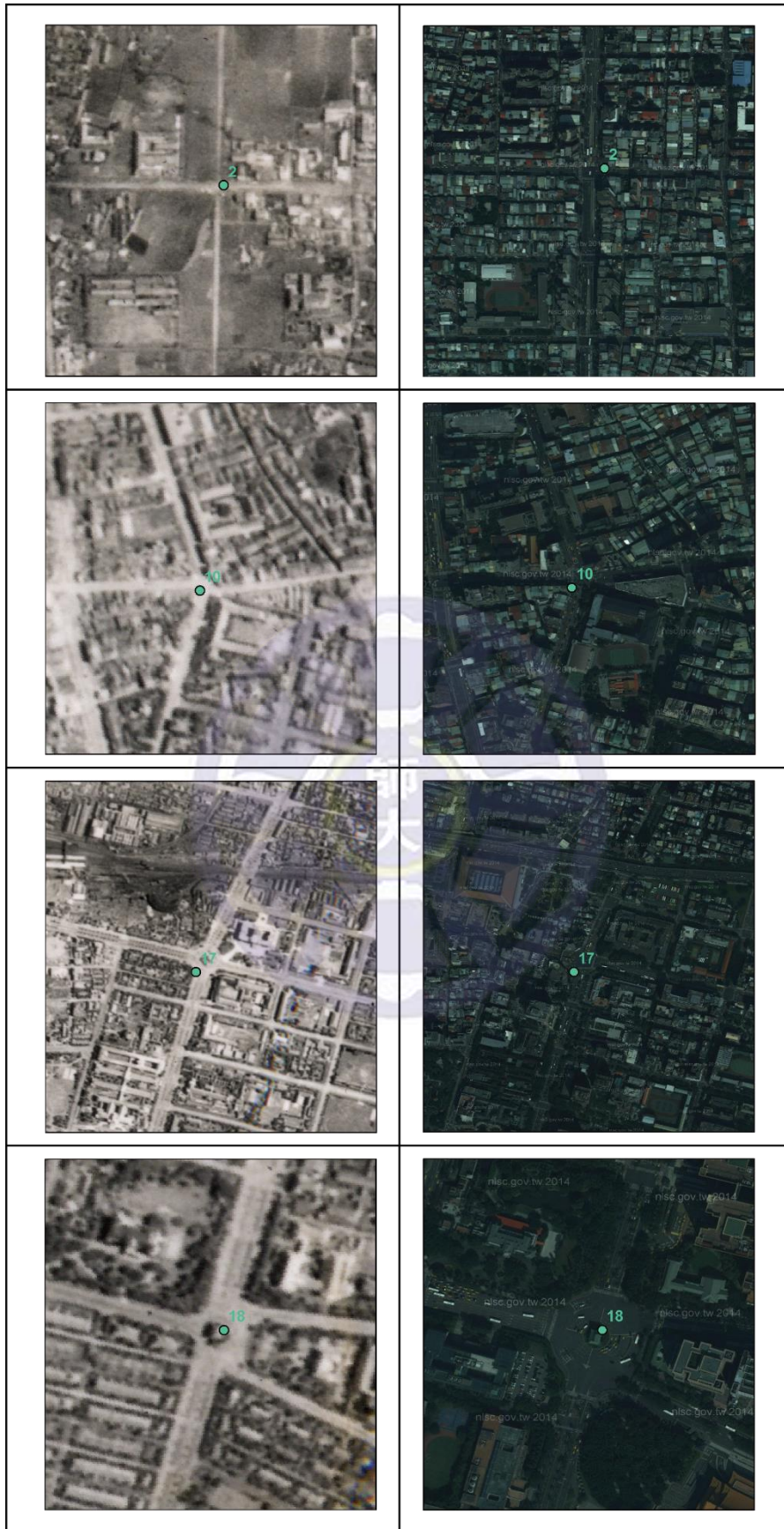


圖 3-3 特徵點位置圖

表 3-1 1947~1950 年美軍航照定位精度分析

點號	美軍航照		通用版電子地圖		精度	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	307427.2686	2772250.334	307423.172	2772248.776	4.097	1.558
2	301843.7025	2773482.658	301848.1254	2773486.287	4.423	3.629
3	302290.4867	2773671.675	302290.2451	2773671.033	0.242	0.642
4	302681.9041	2772950.307	302684.0781	2772952.357	2.174	2.050
5	300035.3379	2769056.208	300037.7897	2769060.395	2.452	4.187
6	300284.0467	2768350.298	300285.3476	2768344.894	1.301	5.404
7	303012.7355	2766257.152	303016.6689	2766259.874	3.933	2.722
8	303180.2442	2766040.427	303184.9442	2766045.561	4.700	5.134
9	300685.5142	2765860.14	300690.183	2765858.553	4.669	1.587
10	302009.1948	2772175.458	302004.2242	2772180.452	4.971	4.994
11	301931.4057	2771889.225	301930.4053	2771889.145	1.000	0.080
12	301947.1897	2771890.56	301945.0897	2771887.16	2.100	3.400
13	302072.1049	2771825.219	302070.5025	2771829.216	1.602	3.997
14	302085.4532	2771830.643	302089.5525	2771825.645	4.099	4.998
15	301649.3704	2771655.782	301647.8297	2771659.75	1.541	3.968
16	301667.2766	2771643.082	301669.6579	2771647.447	2.381	4.365
17	302402.0665	2770904.713	302402.0701	2770904.76	0.004	0.047
18	302240.8336	2770210.856	302243.849	2770207.847	3.015	3.009
19	303598.0802	2769359.611	303600.4614	2769360.549	2.381	0.938
20	303749.0022	2770805.559	303753.0029	2770810.574	4.001	5.015
21	303956.7324	2770870.37	303949.8532	2770874.603	6.879	4.233
22	302311.2257	2768886.722	302307.2796	2768888.74	3.946	2.018
23	302242.5257	2769300.226	302239.5461	2769297.258	2.980	2.968
24	301930.7466	2768955.592	301934.7455	2768958.59	3.999	2.998
25	306071.9458	2768560.606	306069.9477	2768557.609	1.998	2.997
26	303772.6358	2767710.634	303774.6827	2767707.633	2.047	3.001
27	302742.7275	2768117.738	302742.6816	2768120.687	0.046	2.949
28	307410.9163	2771348.675	307411.4965	2771350.459	0.580	1.784
29	305770.8139	2770800.514	305773.1515	2770800.401	2.338	0.113
30	306377.7027	2770903.589	306382.7527	2770909.939	5.050	6.350
31	306700.4489	2770015.968	306696.3488	2770019.051	4.100	3.083
平均					2.840	3.039

二、探討 1947 年至 2012 年臺灣稻米、蔬菜、豬肉統計資料中重要農業生產數量變化年度進行影像數化與處理分析

此部分係統整農業委員會之 1947 年至 2012 年農業統計要覽與農業統計年報，歷年稻米、蔬菜、豬肉生產面積與數量，從中探討相較於前後時期，擁有大量差異之年度其當時政策與環境，並將該年度之影像透過處理、分析，數化為空間資訊(當中包含生產面積與生產數量)，用於後續分析空間之食物空間分布建立。

三、1905 年~2012 年大臺北地區食物物質流分析

物質流研究主要係探討物質輸入、輸出及其循環過程，因此本研究指在探討大臺北地區食物物質之輸入與輸出，此部分可分為兩類，一類為大臺北地區自行生產且自行消費之部分，而自產不足部分則由外縣市提供，因此可透過大臺北地區每年食物需求數量分析該地區自產量以及透過外縣市之輸入數量，建構研究區食物物質流架構。

四、大臺北地區 1947~2012 食物供給服務之空間分布圖(FPAs 和 FCAs)建立

探討大臺北地區三項食物消費需求之食物來源地區(其他縣市)(FPAs)。本研究將選擇大臺北地區稻米、蔬菜、豬肉之主要來源地區彰化、嘉義、雲林、臺南、臺東、花蓮等進行案例討論，主要探討供應大臺北地區此三項食物地區的農業土地利用變化，特別是從事稻米、蔬菜、豬肉生產土地面積之變遷，進一步繪製三項食物 FPAs 和 FCAs 之食物空間分布圖。

五、大臺北地區食物消費衍生之環境負荷

食物生產所造成之相關環境負荷問題繁多，如氣候變遷、土地與水資源影響以及地景變遷等，因此相對應產生生態足跡、碳足跡、水足跡等環境負荷之盤查方法，而面臨當前全球環境變遷與溫室效應等影響，碳足跡能探討食物生產所排放之二氧化碳數量，進一步了解食物生產所造成之環境問題，而水足跡則在探討農業生產對於水資源耗費之問題，因此本研究欲利用此二項環境負荷議題，進一步分析大臺北地區食物消費造成外縣市相關環境之負荷。



第四章 研究結果與分析

第一節 大臺北地區 1905 年至 2012 年稻田之空間分布

一、1905 年大臺北地區稻田空間分布

1905 年大臺北地區範圍內之稻田分布範圍如圖 4-1 所示，此時期地圖來源為中研院日治時期之臺灣堡圖。日本人繪製的「臺灣堡圖」始於西元 1898 年，測繪時以劉銘傳的清丈區域為準，並加上現代三角與高程測量，精度大為提高，是日後日人統治臺灣的重要基礎資料，由於此圖的繪製是以清代堡圖為準，故而稱之為「臺灣堡圖」。從測繪大比例尺（1/600~1/1,200）地籍圖開始作業，最後才縮編成比例尺兩萬分之一「臺灣堡圖」，是全世界唯一同時結合土地調查、地籍測量與地形測量成果的地圖，測圖精度高、內容精細，涵蓋許多訊息，包含當時土地利用、地名、聚落名稱、聚落範圍、街道、水圳等。本研究透過電腦數化方式，將大臺北地區稻田範圍數化為電子檔，因此由結果得知稻米栽種範圍約為 44,417 公頃，主要分佈於淡水河左右兩側，以現今行政區界來看，臺北市稻田面積較大者為中山、松山、大安等區域，而新北市則為三重、蘆洲、新莊等地區。

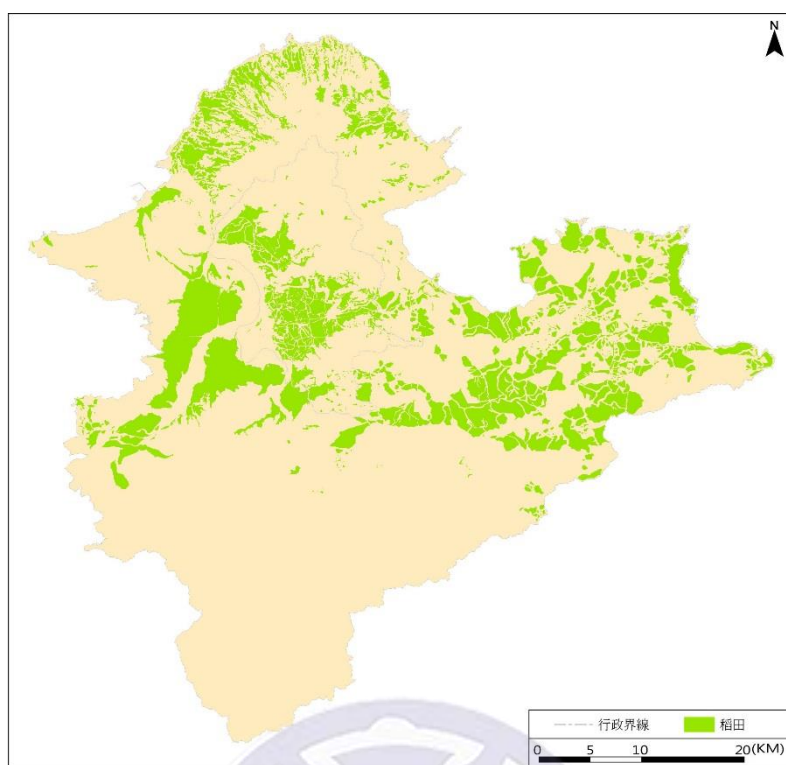


圖 4-1 1905 年大臺北地區稻田分布

二、1947~1950 年大臺北地區稻田空間分布

此時期大臺北地區之稻田空間分布如圖 4-2 所示，1947 年所使用之圖資為美軍利用飛機拍攝臺灣地區之航空照片，這批照片係 1940~1950 年代二次大戰末期，數量達 3500 張，範圍涵蓋臺灣本島平原地區。

緣此批航照影像缺乏像機內、外方位參數，亦無進行地理定位，故使用此批航照影像需先進行影像前處理，本研究首先利用 SIFT (Scale Invariant Feature Transform) 演算法進行各張影像之對位與拼接，大臺北地區影像約有 250 張，再將自動拼接完成之影像以人工方式，搭配臺灣福衛二號 2006 年衛星影像進行地理定位，最後數化大臺北地區之稻田分布範圍，由結果得之 1947~1950 年大臺北地區種植稻田面積約有 33,438 公頃，分佈區域依然以淡水河左右兩側為主。

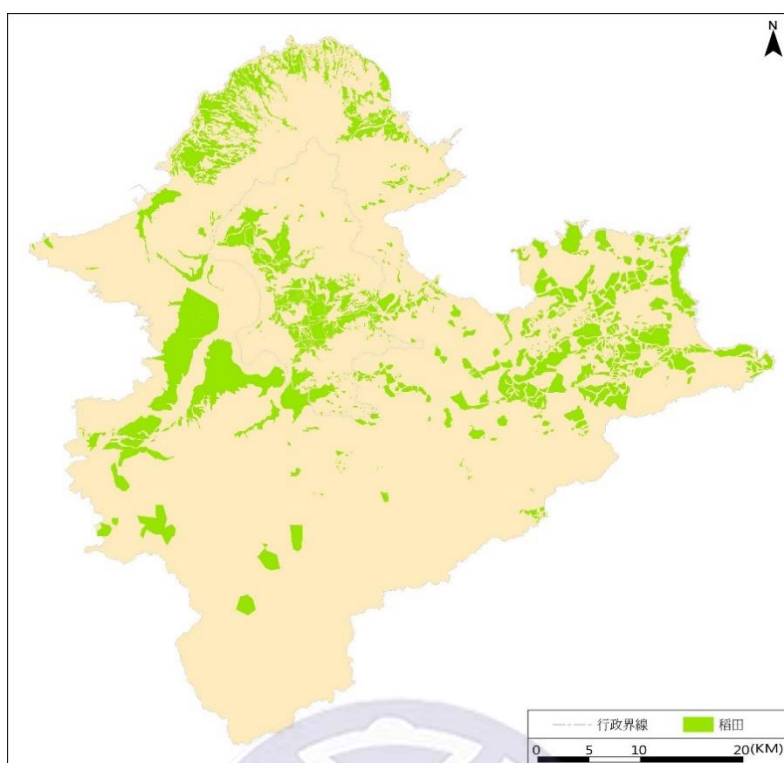


圖 4-2 1947~1950 年大臺北地區稻田分布

三、1972 年大臺北地區稻田空間分布

1970~1975 年為臺灣地區都市發展及擴張時間點，大臺北地區正處大量稻田耕種區域轉變成都市用地，然當時僅有地區稻田面積之統計數據而無空間分佈資料，因此本研究使用 Landsat-1 於 1972 年拍攝之臺灣地區衛星影像進行影像判釋，判釋大臺北地區的稻田空間分佈。

本研究使用影像處理軟體 ENVI 5.0 進行監督式的影像分類，首先由遙測影像內選取地物之代表樣區，將該樣區做為影像分類之訓練樣區，在利用最大概似法進行分類。而增加分類的樣本特徵，可以解決由單純光譜影像中無法解決的問題，因不同地表物值反射之光譜波段皆有不同，故可明顯辨別出水體、森林與其他(如裸土、水泥建物等)，並透過地物間灰度值(gray value)的差異計算，可將呈現均質光譜反應的稻田與光譜反應混雜的林地加以分離，進而提昇分類結果。因此由分析結果可得知，1972 年大臺北地區之稻田面積約降至 19,399 公頃 (如圖 4-3 所示)。

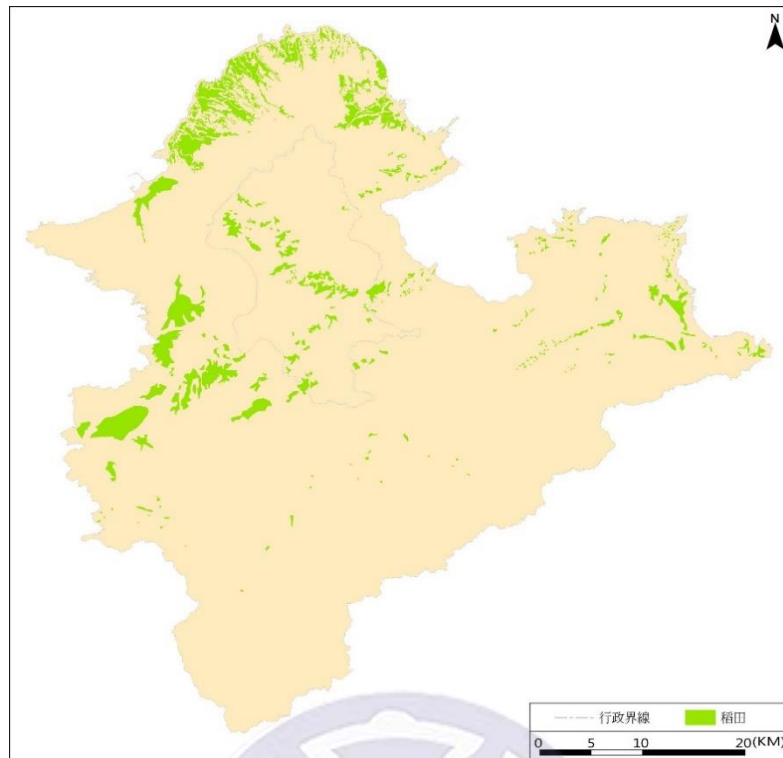


圖 4-3 1972 年大臺北地區稻田分布

四、2012 年大臺北地區稻田空間分布

現今大臺北地區之稻田空間分布則以 2012 年結果作為代表，此時期係運用臺灣自主擁有遙測衛星福爾摩沙衛星二號(Formosat-2)，於 2012 年拍攝之大臺北地區地表影像作為稻田空間分析圖資，其主要任務為對臺灣及全球陸地與海域進行遙測作業，拍攝影像資料可運用於資源探勘、環境保護與規劃、災害防救等。此分析方法與上述 1972 年 Landsat-1 影像分析相同，亦透過影像處理軟體 ENVI 5.0 進行監督式的影像分類，故由此影像判釋之大臺北地區稻田分布結果可得知，新北市稻田分部地區為金山、三芝、石門、八里、鶯歌以及貢寮與雙溪等，而臺北市僅剩北投區及少部分士林區，該時期研究區域內稻田面積僅剩 520 公頃(如圖 4-4 所示)。

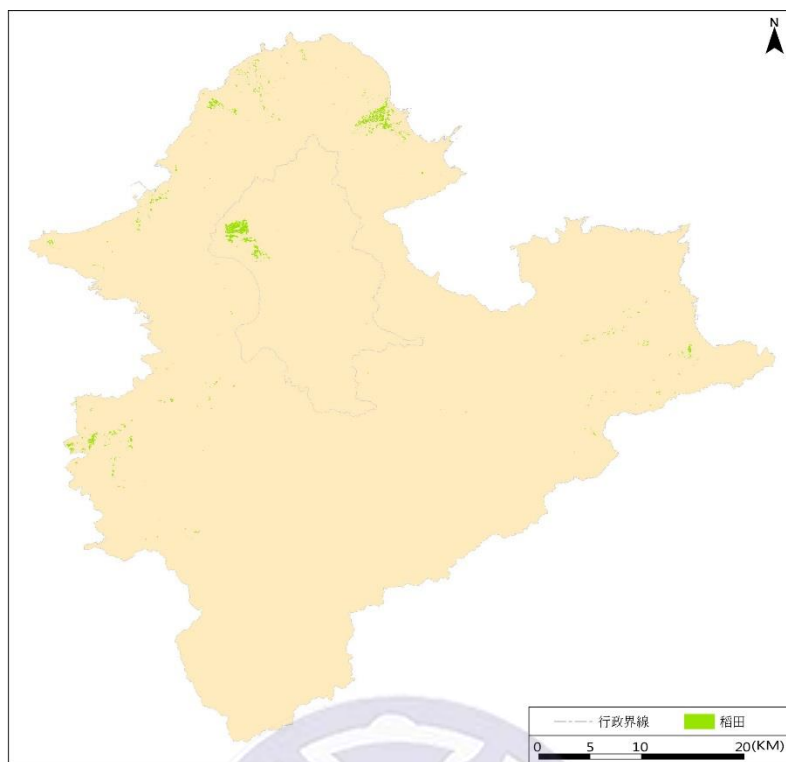


圖 4-4 2012 年大臺北地區稻田分布

由上述結果可得知，大臺北地區稻田種植面積逐年下降，自 1905 年之 44,417 公頃減少為 2012 年的 520 公頃，其主要沿淡水河分布，於日治時期耕種面積較大者為現今臺北市中山、松山、大安等區域，而新北市則為三重、蘆洲、新莊等地區，然於國民政府入臺後，新北市之三重、蘆洲、新莊等地亦為稻田較先轉為非農業用地之地區，至 2012 年時僅存新北市金山、三芝、石門以及臺北市北投區等，此結果驗證大臺北地區由於稻作面積的減少造成稻米產量下降，又因國民政府遷臺與都市擴張等原因使人口急速增加(圖 4-5)，但隨著人口增長，研究區內稻米需求量亦隨之上升，因此在自給不足的情況下，遂轉向由臺灣其他縣市或國外進口以滿足稻米消費需求。

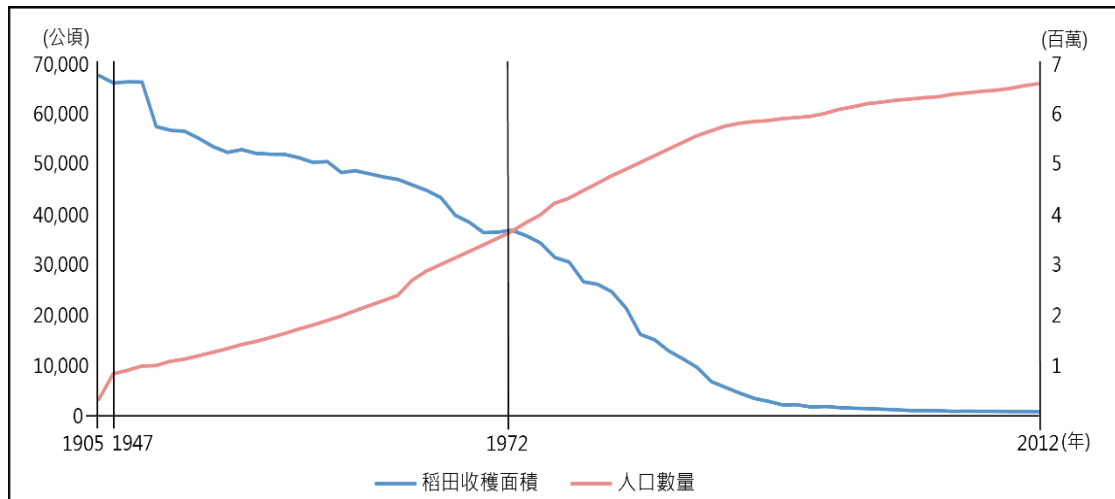


圖 4-5 1905~2012 年大臺北地區稻田收穫面積與人口數量

第二節 大臺北地區 1905 年至 2012 年食物物質流分析

一、1905 年~2012 年大臺北地區食物產量

受限於資料獲取與完整性，本研究之食物僅探討稻米、蔬菜與豬肉此三項，由此三項分別代表人體所需的澱粉、植物纖維素以及主要動物性蛋白質來源，因此透過農委會農業統計年報可得知大臺北地區逐年食物生產量與消費需求，進一步探討研究區食物自給能力以及外部供給量。下圖顯示了大臺北地區於 1905 年~2012 年稻米、蔬菜、豬肉生產數量(圖 4-6)，稻米產量由 1905 年起微幅增加，平均生產約 108,751 公噸，至 1966 年開始逐年減產，2012 年時僅剩 2,257 公噸，減少了 98% 的產量。因蔬菜與豬肉無 1905 年的統計數據，故統計時間由 1947 年~2012 年。大臺北地區之蔬菜收穫面積少於稻米，係因單位面積產量較稻米高，所以總產量亦較稻米多出許多，由於臺灣實行糧食增產政策，致使 1947 年~1968 年期間現今新北市區域內蔬菜產量驟減，以及 1970 年十大建設後，大臺北地區都市擴張，大量蔬菜種植地區轉型為工業、商業、文教、住宅等其他土地利用類別，因而在種植面積縮減下造成產量減少。豬肉亦與蔬菜相似，皆受到十大建設影響，故於該時期前後發生產量變化。

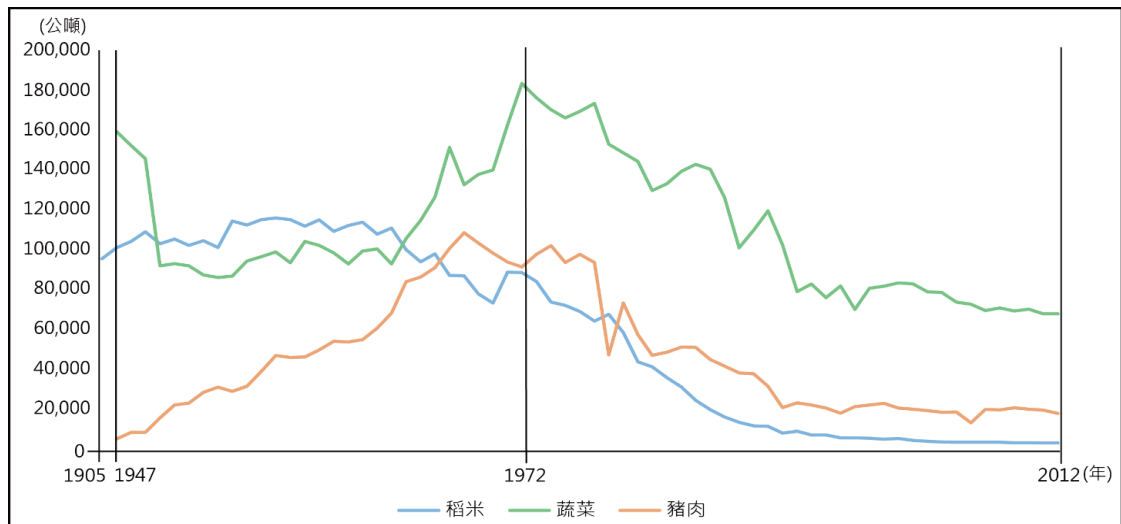


圖 4-6 1905 年~2012 年大臺北地區食物生產量

二、1905 年~2012 年大臺北地區稻米物質流

本研究物質流旨在針對都市食物之輸入、輸出進行探討，透過農委會農業統計年報之統計資料彙整出 1905 年~2012 年大臺北地區，各年度稻作收穫面積、稻米生產數量與糧食供需年報所統計的每人每年稻米供給量，並結合人口統計數據推估大臺北地區每年稻米消費總需求數量。

再進一步計算大臺北地區稻米自給數量是否足夠，若自產量少於消費需求，則應由臺灣其他縣市與國外進口提供，本研究係假設研究區內食物生產首先提供當地消費，若生產數量過於消費需求則將超出數量依民國 95 年行政院頒佈之「國內稻米安全存量標準」預存 3 個月存糧，其餘則提供其他縣市或出口貿易使用，但當生產數量低於消費需求時，大臺北地區則需向外部縣市或國外進口以補足缺少的數量。

由本研究彙整之稻米物質流表(表 4-1)可發現，僅於日治時期 1905 年時，研究區內稻米生產方能自給自足，1947 年國民政府來臺後，稻米生產數量則無法自足，開始需由臺灣其他縣市或國外進口來提供。其產量下降原因是為大臺北地區稻米收穫面積減少，由 1947 年的 66,876 公頃降至 2012 年的 649 公頃，面積減少約 97%。

表 4-1 1905 年~2012 年大臺北地區稻米物質流

年份	生產			消費				
	收穫面積(公頃)	單位面積產量 (公斤)	自產量(公噸)	大臺北地 區人口	人均稻米消費量 (公斤) [†]	大臺北地區總消費量 (公噸)	外縣市供應 (公噸)	國外進口(公噸)
1905	68,334	1,390	94,985	336,224	208.1	69,968	0	-
1947	66,876	1,503	100,523	839,699	180.7	151,734	51,210	-
1948	67,109	1,546	103,750	908,804	173.5	157,677	53,927	-
1949	67,056	1,619	108,530	992,855	164.9	163,722	55,192	-
1950	58,103	1,765	102,558	1,006,556	156.2	157,224	54,666	-
1951	57,350	1,830	104,921	1,088,338	149.9	163,087	58,166	-
1952	57,150	1,780	101,742	1,131,202	126.1	142,599	40,857	-
1953	55,677	1,870	104,093	1,200,895	141.2	169,554	65,461	-
1954	54,043	1,862	100,638	1,270,062	124.9	158,567	57,929	-
1955	52,894	2,155	114,007	1,342,980	134.2	180,201	66,194	-
1956	53,450	2,094	111,937	1,422,246	132.6	188,576	76,639	-
1957	52,718	2,175	114,646	1,482,924	133.9	198,578	83,932	-
1958	52,554	2,197	115,471	1,560,500	131.7	205,580	90,110	-
1959	52,511	2,185	114,717	1,640,232	135.3	221,940	107,223	-
1960	51,827	2,148	111,305	1,727,667	137.7	237,969	126,663	-
1961	50,878	2,252	114,574	1,807,747	136.8	247,264	132,690	-
1962	51,039	2,131	108,762	1,894,353	132.1	250,244	141,482	-
1963	48,832	2,288	111,722	1,989,531	134.4	267,313	155,591	-
1964	49,189	2,304	113,350	2,094,638	129.9	272,031	158,681	-

1965	48,571	2,211	107,376	2,197,052	132.9	291,878	184,502	-
1966	47,934	2,303	110,406	2,298,237	137.4	315,824	205,418	-
1967	47,414	2,100	99,578	2,399,590	141.5	339,470	239,892	-
1968	46,317	2,017	93,423	2,698,220	139.9	377,562	284,139	-
1969	45,224	2,155	97,450	2,881,687	138.7	399,805	301,515	840
1970	43,766	1,979	86,603	3,010,144	134.5	404,714	318,009	102
1971	40,236	2,147	86,383	3,141,154	134.3	421,794	335,411	0
1972	38,798	1,990	77,221	3,271,930	133.5	436,868	358,221	1,426
1973	36,732	1,979	72,681	3,403,059	129.8	441,853	369,172	0
1974	36,837	2,396	88,264	3,534,940	134.2	474,212	354,654	31,294
1975	37,200	2,366	88,019	3,672,423	130.4	478,847	386,957	3,871
1976	36,099	2,313	83,486	3,846,526	128.1	492,817	408,217	1,114
1977	34,643	2,111	73,136	3,999,399	125.1	500,165	425,039	1,990
1978	31,706	2,255	71,496	4,230,409	114.0	482,224	410,409	320
1979	30,789	2,223	68,442	4,331,244	107.0	463,616	395,174	0
1980	26,845	2,367	63,539	4,479,184	105.5	472,509	408,945	25
1981	26,300	2,548	67,007	4,625,841	99.4	459,994	389,783	3,204
1982	24,817	2,330	57,833	4,772,870	95.8	457,098	398,930	335
1983	21,506	2,005	43,113	4,902,565	90.3	442,800	399,165	522
1984	16,231	2,504	40,647	5,038,098	87.2	439,171	397,784	740
1985	15,143	2,322	35,164	5,171,303	86.0	444,577	408,690	723
1986	12,908	2,356	30,406	5,302,690	85.0	450,729	419,235	1,087
1987	11,270	2,110	23,778	5,437,981	78.2	425,141	400,233	1,130
1988	9,557	1,991	19,025	5,570,183	73.6	409,687	389,657	1,005
1989	6,724	2,287	15,378	5,672,883	68.3	387,231	370,699	1,154

1990	5,524	2,287	12,632	5,767,693	65.9	380,322	366,078	1,611
1991	4,367	2,497	10,903	5,825,270	62.5	364,079	353,176	0
1992	3,334	3,181	10,607	5,858,449	62.2	364,571	352,190	1,774
1993	2,734	2,638	7,213	5,875,874	60.7	356,666	347,186	2,267
1994	2,031	3,988	8,100	5,914,309	59.9	354,208	344,097	2,011
1995	2,073	3,029	6,280	5,938,478	59.1	350,964	342,960	1,724
1996	1,602	3,904	6,254	5,960,673	58.8	350,726	342,866	1,606
1997	1,702	2,864	4,874	6,019,028	58.4	351,511	344,921	1,716
1998	1,467	3,285	4,819	6,099,563	56.7	346,089	339,962	1,307
1999	1,343	3,412	4,582	6,152,229	54.9	337,757	331,477	1,699
2000	1,265	3,308	4,185	6,214,370	52.7	327,435	321,102	2,148
2001	1,170	3,834	4,486	6,244,054	50.1	312,827	306,279	2,062
2002	1,043	3,458	3,605	6,283,302	50.0	313,914	276,103	34,205
2003	887	3,480	3,088	6,303,671	49.1	309,195	257,612	48,495
2004	876	3,062	2,682	6,330,571	48.6	307,429	248,403	56,344
2005	826	3,210	2,652	6,353,052	48.6	308,784	282,707	23,425
2006	713	3,635	2,591	6,399,337	48.0	307,420	267,499	37,331
2007	751	3,408	2,561	6,427,284	47.5	305,135	257,324	45,251
2008	721	3,664	2,641	6,456,653	48.1	310,320	273,494	34,185
2009	723	3,343	2,418	6,481,051	48.1	311,696	280,326	28,952
2010	702	3,387	2,378	6,516,333	46.2	300,944	247,515	51,051
2011	672	3,360	2,257	6,567,419	45.0	295,287	255,796	37,234
2012	649	3,475	2,257	6,612,531	45.6	301,784	255,058	44,469

[†]因缺乏縣市人均值，故本研究採用糧食供需年報之全國統計數據

透過上表稻米自產量與消費量可進一步計算(公式 2-1)大臺北地區之稻米自給比例(表 4-2)，由結果可發現，大臺北地區於 1952 年以前，方可提供本區域超過 50%之稻米消費量，自 1960 年開始，大臺北地區受產業轉型與人口成長影響，原先的稻作區域轉做其他土地利用類別，使稻米自給能力逐年降低，1990 年後產業型態大致底定，以二、三級產業為主，因此自產比例減至 1~3%，需透過外部供給方可滿足消費需求。為探討研究區內日治時期、國民政府來臺、十大建設後以及目前稻米在都市內之物質流情況，分別進行 1905、1947、1972 與 2012 年四時期物質流分析。

$$p = \frac{P_t}{Pop \times CFS} \times 100\% \quad (2-1)$$

P_t 為大臺北地區食物自產量

p 為食物自產比例

Pop 為大臺北地區人口數

CFS 為表中人均消費量

表 4-2 1905 年~2012 年大臺北地區稻米自產比例

年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)
1905	136	1963	42	1980	13	1997	1
1947	66	1964	42	1981	15	1998	1
1948	66	1965	37	1982	13	1999	1
1949	66	1966	35	1983	10	2000	1
1950	65	1967	29	1984	9	2001	1
1951	64	1968	25	1985	8	2002	1
1952	71	1969	24	1986	7	2003	1
1953	61	1970	21	1987	6	2004	1
1954	63	1971	20	1988	5	2005	1
1955	63	1972	18	1989	4	2006	1
1956	59	1973	16	1990	3	2007	1
1957	58	1974	19	1991	3	2008	1
1958	56	1975	18	1992	3	2009	1
1959	52	1976	17	1993	2	2010	1
1960	47	1977	15	1994	2	2011	1
1961	46	1978	15	1995	2	2012	1
1962	43	1979	15	1996	2		

1905 年大臺北地區稻米產量達 94,985 公噸，此時人口數為 336,224 人，稻米年消費量僅 69,968 公噸，因此除了足夠提供當地人口消費外，亦可將超出部分作為都市內部存糧與提供其他地區消費或出口至其他國家，依本研究假設之分配方法，將有 74%的稻米提供都市內部食用，而有 18%作為都市存糧，8%則提供都市外之稻米消費(圖 4-7)。

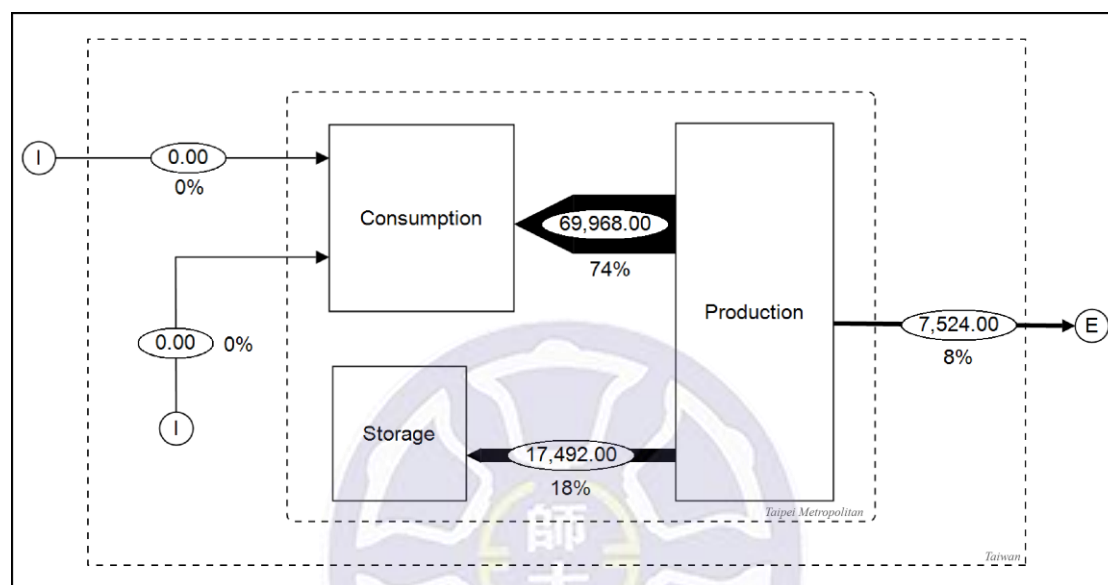


圖 4-7 1905 年大臺北地區稻米物質流

1947 年大臺北地區稻米產量增加至 100,523 公噸，然因國民政府來臺，大量人口移入，使研究區內人口數增加 2.5 倍達到 839,699 人，故稻米年消費量亦提升至 151,734 公噸，此時期稻米產量已不足以提供都市內部消費，因此開始需由外縣市補充，都市內部自產量僅能供應 66%之需求，剩餘部分由外縣市供應(圖 4-8)。

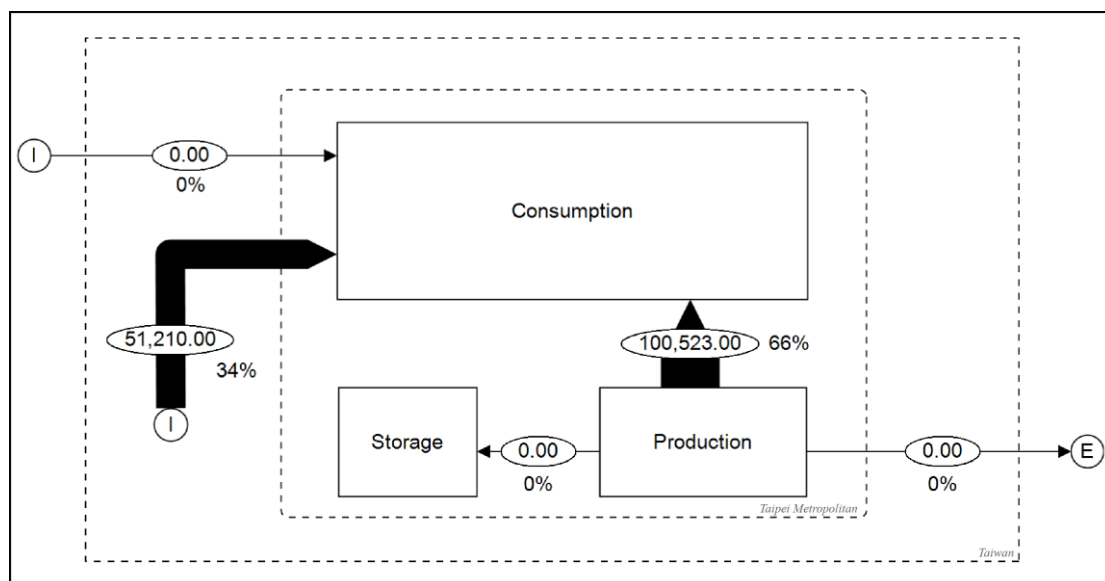


圖 4-8 1947 年大臺北地區稻米物質流

1972 年，由於十大建設完成，大臺北地區內大量農業用地轉變為非農業用地，因此稻米產量減至 77,221 公噸，但因都市擴張，使研究區內人口數相較於 1947 年增加近乎 4 倍來到 3,271,930 人，故稻米年消費量亦提升至 436,868 公噸，此時期稻米產量更不足以提供都市內部消費，因此都市內部自產量僅能供應 18% 之需求，剩餘數量外縣市則供應 82%(圖 4-9)。

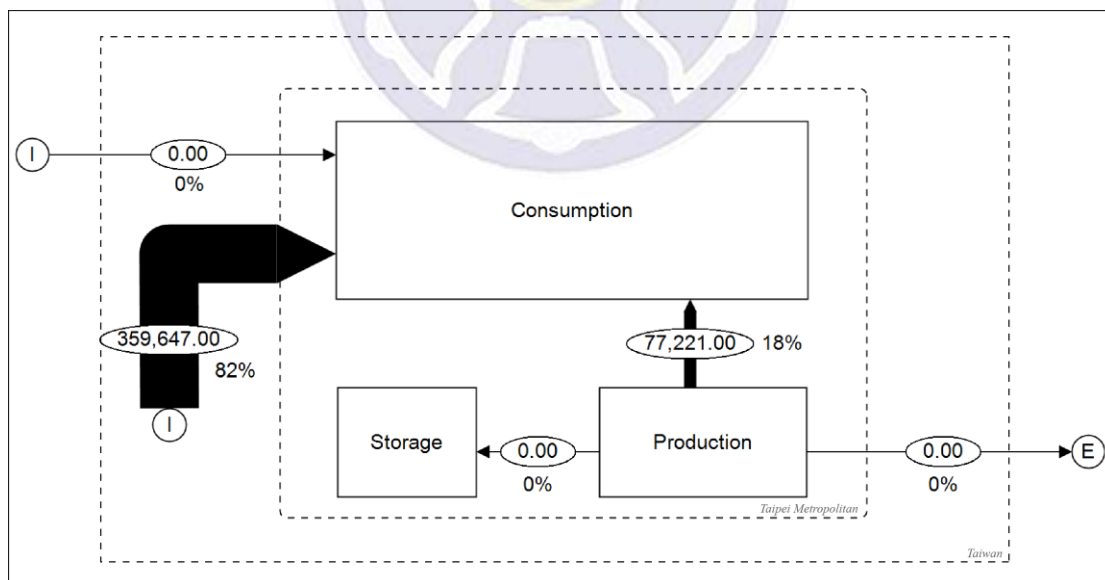


圖 4-9 1972 年大臺北地區稻米物質流

2012 年大臺北地區內農業用地僅剩無多，稻米收穫面積降低至 649 公頃，故稻米產量降至 2,257 公噸，研究區內人口數達到 6,612,531 人，然因此時期食物選擇繁多，造成稻米消費量減少至 301,784 公噸，不過稻米產量仍不足以提供

都市內部消費，因此都市內部自產量僅能供應 1%之需求，剩餘數量外縣市則供應 84%以及向國外進口 15%(圖 4-10)。

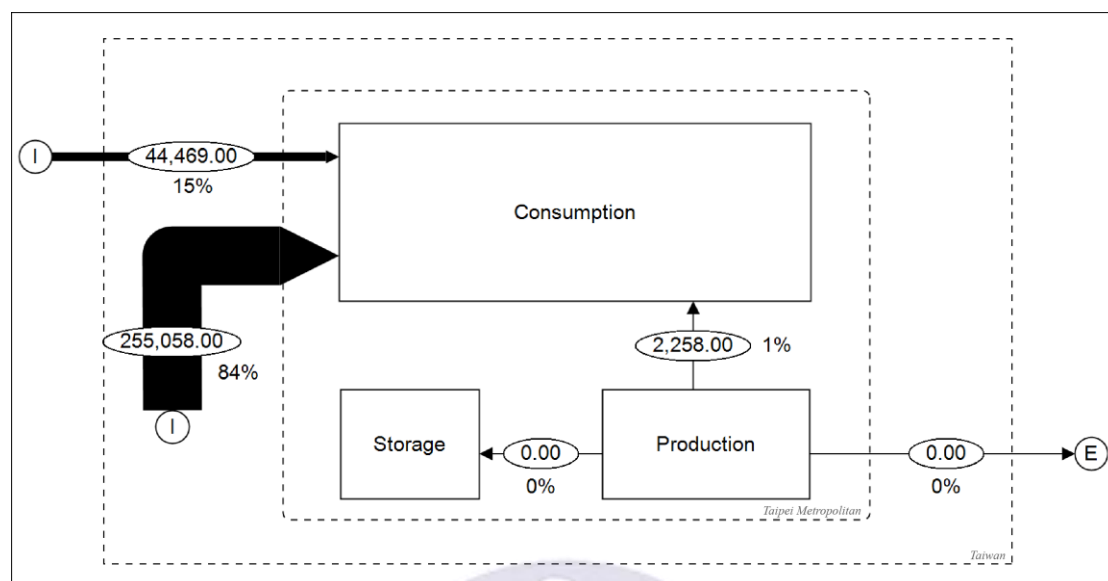


圖 4-10 2012 年大臺北地區稻米物質流

三、1947 年~2012 年大臺北地區蔬菜物質流

透過農委會農業統計年報之統計資料彙整出 1947 年~2012 年大臺北地區，各年度蔬菜收穫面積、蔬菜生產數量與糧食供需年報所統計的每人每年蔬菜供給量，並結合人口統計數據推估大臺北地區每年蔬菜消費總需求數量。

由本研究彙整之蔬菜物質流表(表 4-3)可發現，於國民政府來臺後 1958 年以前，研究區內蔬菜生產方能自給自足，1959 年後則無法，開始需由臺灣其他縣市或國外進口來提供。其產量下降原因主要是受到糧食增產政策的實行，因此於 1947 年~1968 年間減產，年平均產量僅剩 103,531 公噸，爾後大臺北地區人口急速上升，因此蔬菜產量便不足以提供都市內之消費需求。

根據表 4-3 之蔬菜自產量與消費量可進一步計算(公式 2-1)大臺北地區之蔬菜自給比例(表 4-4)，依結果可發現，大臺北地區於 1952 年~1958 年間，方可提供本區域超過 50%之蔬菜消費量，甚至可將部分生產轉作都市存糧，自 1959 年開始，由於受上述之糧食增產政策以及都市產業轉型等影響，致使蔬菜自給能力逐年降低，1996 年後自產比例甚至降為平均 11%，若為滿足大臺北地區蔬菜消

費需求，即需透過外縣市或國外進口供應。

大臺北地區之蔬菜自給量雖於 1959 年後無法滿足當地消費需求，但若細部探討研究區內兩都市之蔬菜產量與消費量，可發現在 1952 年~1970 年間，臺北縣之蔬菜產量不僅足以提供當地人口消費，更可供給臺北市之消費需求。此方法係利用兩縣市之蔬菜自產與消費數量，計算臺北市短缺比例(2-2)以及臺北縣可供給比例(2-3)，結果顯示於表 4-5。由結果可發現，1952 年~1958 年間臺北縣可提供臺北市之蔬菜量為其短缺量平均的 1.6 倍，約為 32,612 公噸，此結果表示，除可提供臺北市外，亦可將剩餘數量留做都市存糧或供應其他地區消費，而後雖因產量減少無法再完全供給臺北市之需求，但平均仍可供應 53%的剩餘需求量。

$$p_1 = \frac{P_1 - C_1}{C_1} \times 100\% \quad (2-2)$$

$$p_2 = \frac{P_2 - C_2}{C_1 - P_1} \times 100\% \quad (2-3)$$

P_1, P_2 分別為臺北市與臺北縣食物自產量

C_1, C_2 分別為臺北市與臺北縣食物消費量

p_1, p_2 分別為臺北市與臺北縣食物短缺比例及供給比例

表 4-3 1947 年~2012 年大臺北地區蔬菜物質流

年份	生產			消費				
	收穫面積 (公頃)	單位面積產量 (公斤)	自產量 (公噸)	大臺北地區 人口	人均蔬菜消費量 (公斤) ⁺	大臺北地區總消費量 (公噸)	外縣市供應 (公噸)	國外進口(公噸)
1947	8,714	18,255	159,073	839,699	-	-	-	-
1948	8,842	17,186	151,963	908,804	-	-	-	-
1949	9,670	15,035	145,389	992,855	-	-	-	-
1950	12,166	7,513	91,399	1,006,556	-	-	-	-
1951	12,119	7,634	92,515	1,088,338	-	-	-	-
1952	11,687	7,820	91,391	1,131,202	61.7	69,829	0	-
1953	11,405	7,615	86,845	1,200,895	60.2	72,330	0	-
1954	11,758	7,275	85,534	1,270,062	59.1	74,997	0	-
1955	11,708	7,365	86,238	1,342,980	57.6	77,288	0	-
1956	11,221	8,360	93,809	1,422,246	58.4	83,031	0	-
1957	10,871	8,833	96,021	1,482,924	59.6	88,382	0	-
1958	10,982	8,956	98,354	1,560,500	60.6	94,551	0	-
1959	10,748	8,653	93,001	1,640,232	59.1	96,938	3,936	-
1960	11,169	9,282	103,674	1,727,667	61.1	105,474	1,800	-
1961	10,626	9,565	101,642	1,807,747	57.2	103,367	1,725	-
1962	10,061	9,732	97,906	1,894,353	56.2	106,387	8,481	-
1963	9,558	9,664	92,369	1,989,531	60.3	119,929	27,560	-
1964	9,688	10,207	98,884	2,094,638	56.6	118,515	19,630	-
1965	9,853	10,139	99,900	2,197,052	56.8	124,815	24,914	-

1966	9,294	9,933	92,319	2,298,237	52.7	121,048	28,729	-
1967	9,957	10,560	105,149	2,399,590	52.5	125,954	20,805	-
1968	9,763	11,708	114,302	2,698,220	67.6	182,292	67,990	-
1969	10,029	12,565	126,010	2,881,687	75.0	216,040	90,030	-
1970	10,789	13,997	151,016	3,010,144	84.8	255,351	104,335	-
1971	10,567	12,517	132,268	3,141,154	91.3	286,693	154,425	-
1972	10,694	12,846	137,375	3,271,930	91.2	298,302	160,927	-
1973	10,199	13,699	139,721	3,403,059	93.0	316,416	176,695	-
1974	12,921	12,571	162,435	3,534,940	98.9	349,712	187,277	-
1975	14,834	12,347	183,149	3,672,423	109.8	403,195	220,046	-
1976	14,917	11,797	175,977	3,846,526	118.4	455,390	279,413	-
1977	15,178	11,202	170,028	3,999,399	122.4	489,406	319,378	-
1978	14,436	11,489	165,857	4,230,409	114.9	486,201	320,344	-
1979	14,523	11,645	169,117	4,331,244	127.5	552,234	383,117	-
1980	14,163	12,230	173,218	4,479,184	129.6	580,413	407,195	-
1981	14,285	10,683	152,608	4,625,841	115.6	534,747	382,139	-
1982	13,614	10,891	148,270	4,772,870	118.2	564,201	415,931	-
1983	13,200	10,904	143,931	4,902,565	113.8	558,059	414,128	-
1984	12,921	10,003	129,255	5,038,098	109.6	552,327	419,981	3,091
1985	12,465	10,649	132,739	5,171,303	103.4	534,764	396,483	5,542
1986	12,897	10,773	138,936	5,302,690	93.1	493,893	345,525	9,432
1987	13,088	10,888	142,498	5,437,981	102.9	559,731	404,552	12,682
1988	13,159	10,640	140,006	5,570,183	98.5	548,830	388,754	20,071
1989	12,088	10,415	125,900	5,672,883	98.3	557,588	411,790	19,898
1990	10,226	9,830	100,525	5,767,693	93.3	538,299	411,990	25,783
1991	10,958	9,978	109,336	5,825,270	94.7	551,828	413,656	28,835

1992	11,303	10,533	119,049	5,858,449	97.5	570,964	414,150	37,765
1993	10,323	9,870	101,889	5,875,874	98.1	576,188	433,523	40,776
1994	9,471	8,288	78,494	5,914,309	93.3	551,982	420,372	53,117
1995	9,310	8,834	82,242	5,938,478	101.9	604,834	469,762	52,830
1996	9,130	8,258	75,399	5,960,673	108.9	648,998	518,466	55,133
1997	9,130	8,905	81,302	6,019,028	108.8	654,629	519,761	53,566
1998	9,157	7,589	69,497	6,099,563	105.0	640,271	508,968	61,806
1999	8,809	9,095	80,116	6,152,229	124.5	765,829	624,866	60,847
2000	8,959	9,055	81,124	6,214,370	115.5	717,884	574,663	62,097
2001	9,555	8,665	82,799	6,244,054	110.2	687,907	534,406	70,702
2002	9,388	8,774	82,366	6,283,302	121.9	765,872	607,757	75,749
2003	9,012	8,688	78,294	6,303,671	112.3	707,713	546,400	83,019
2004	9,019	8,643	77,949	6,330,571	112.7	713,709	551,665	84,095
2005	8,794	8,323	73,188	6,353,052	104.3	662,433	481,883	107,361
2006	8,674	8,315	72,119	6,399,337	110.7	708,535	532,186	104,229
2007	8,342	8,257	68,882	6,427,284	103.8	667,152	477,106	121,164
2008	8,478	8,285	70,243	6,456,653	103.2	666,068	488,537	107,288
2009	8,272	8,296	68,626	6,481,051	103.6	671,502	499,660	103,216
2010	8,343	8,340	69,578	6,516,333	104.9	683,498	513,652	100,268
2011	8,155	8,252	67,292	6,567,419	107.1	703,174	544,008	91,874
2012	7,779	8,647	67,268	6,612,531	103.0	681,355	420,850	193,237

-代表無資料

[†]因缺乏縣市人均值，故本研究採用糧食供需年報之全國統計數據

表 4-4 1952 年~2012 年大臺北地區蔬菜自產比例

年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)
1952	131	1968	63	1984	23	2000	11
1953	120	1969	58	1985	25	2001	12
1954	114	1970	59	1986	28	2002	11
1955	112	1971	46	1987	25	2003	11
1956	113	1972	46	1988	26	2004	11
1957	109	1973	44	1989	23	2005	11
1958	104	1974	46	1990	19	2006	10
1959	96	1975	45	1991	20	2007	10
1960	98	1976	39	1992	21	2008	11
1961	98	1977	35	1993	18	2009	10
1962	92	1978	34	1994	14	2010	10
1963	77	1979	31	1995	14	2011	10
1964	83	1980	30	1996	12	2012	10
1965	80	1981	29	1997	12		
1966	76	1982	26	1998	11		
1967	83	1983	26	1999	10		

表 4-5 1952 年~1970 年臺北市與臺北縣蔬菜自產與消費量

年份	臺北市			臺北縣		
	自產量 (公噸)	消費量 (公噸)	短缺比例(%)	自產量 (公噸)	消費量 (公噸)	供給比例(%)
1952	23,835	36,140	-34	67,556	33,689	275
1953	22,152	37,869	-42	64,693	34,460	192
1954	20,120	39,401	-49	65,413	35,596	155
1955	19,762	40,566	-51	66,476	36,722	143
1956	17,528	43,698	-60	76,281	39,333	141
1957	19,488	46,337	-58	76,533	42,045	128
1958	19,937	49,310	-60	78,417	45,241	113
1959	18,302	50,475	-64	74,700	46,463	88
1960	18,574	54,863	-66	85,100	50,611	95
1961	18,104	53,573	-66	83,538	49,794	95
1962	19,413	54,985	-65	78,493	51,402	76
1963	17,313	61,947	-72	75,056	57,982	38
1964	18,923	61,395	-69	79,962	57,119	54
1965	18,090	64,508	-72	81,810	60,307	46
1966	15,838	61,881	-74	76,481	59,167	38
1967	18,271	64,281	-72	86,878	61,673	55
1968	24,981	108,403	-77	89,321	73,889	18
1969	25,197	128,357	-80	100,813	87,683	13
1970	26,535	150,112	-82	124,481	105,238	16

為瞭解研究區內蔬菜物質流變化，進一步以單一年份做詳細探討，但因缺乏 1905 年之大臺北地區蔬菜消費數據，故針對十大建設前後以及目前都市之蔬菜內流動情形，分別進行 1952、1972 與 2012 年三時期物質流分析。

1952 年，正處糧食增產政策施行時期，因此大臺北地區蔬菜產量相較於 1947 年已減產 67,682 公噸，約減少當時的 43%，但因此時期人口數量僅有 2012 年的 1/6，並且每人每年蔬菜需求量也只有當時 60%，故 91,391 公噸的蔬菜生產量足以提供都市內部消費，供應 76%為消費需求，仿照「國內稻米安全存量標準」模擬蔬菜之都市存糧可有 17,457 公噸，剩餘 5%產量則能提供外縣市或出口外銷之用(圖 4-11)。

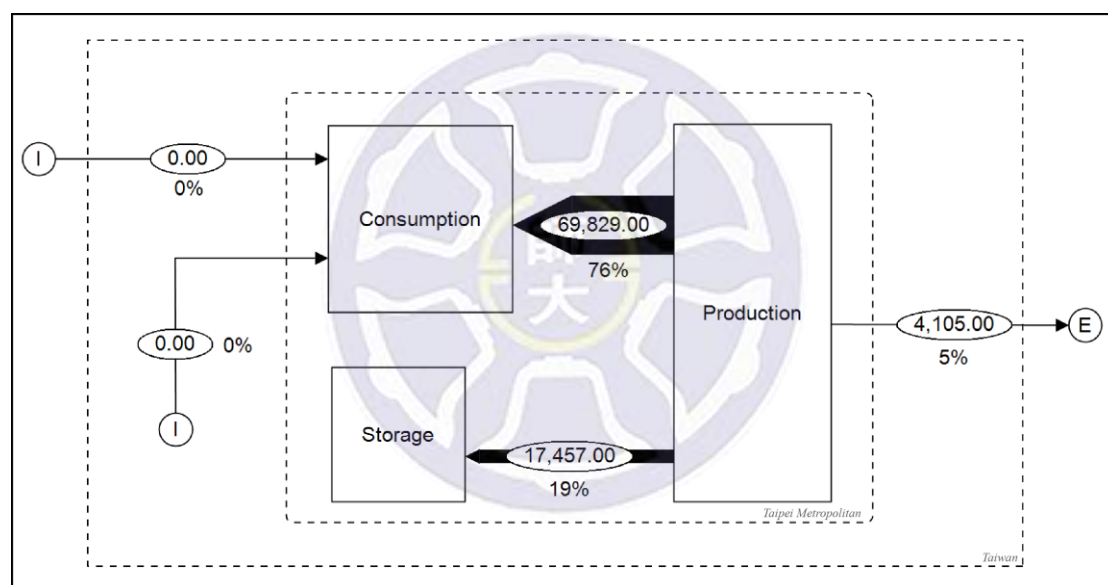


圖 4-11 1952 年大臺北地區蔬菜物質流

1972 年，由於十大建設完成，大臺北地區內大量農業用地轉變為非農業用地，因此蔬菜產量減至 137,375 公噸，但因都市擴張，使研究區內人口數相較於 1947 年增加近乎 4 倍來到 3,271,930 人，故蔬菜年消費量為 298,302 公噸，此時期蔬菜產量不足以提供都市內部消費，因此都市內部自產量僅能供應 46%之需求，剩餘數量外縣市則供應 54%(圖 4-12)。

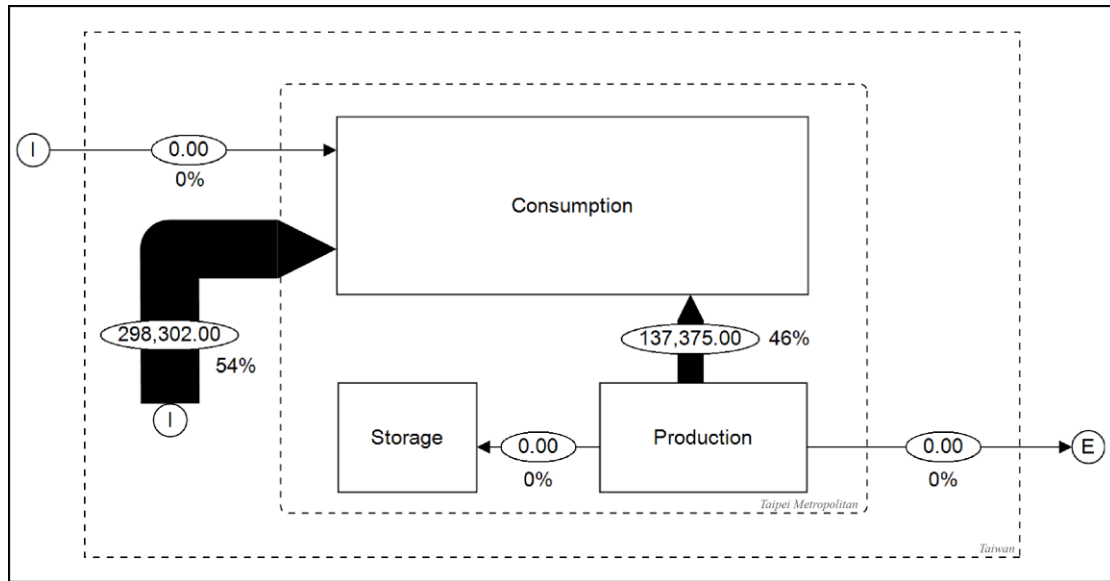


圖 4-12 1972 年大臺北地區蔬菜物質流

2012 年大臺北地區內農業用地大量轉變，蔬菜收穫面積減少至 7,779 公頃，故蔬菜產量僅剩 67,268 公噸，研究區內人口數增加至 6,612,531 人，造成蔬菜消費量達到 681,355 公噸，致使蔬菜產量不足以供應都市內部消費，因此都市內部自產量僅能提供 10% 之需求，剩餘數量外縣市則供應 62% 以及向國外進口 28% (圖 4-13)。

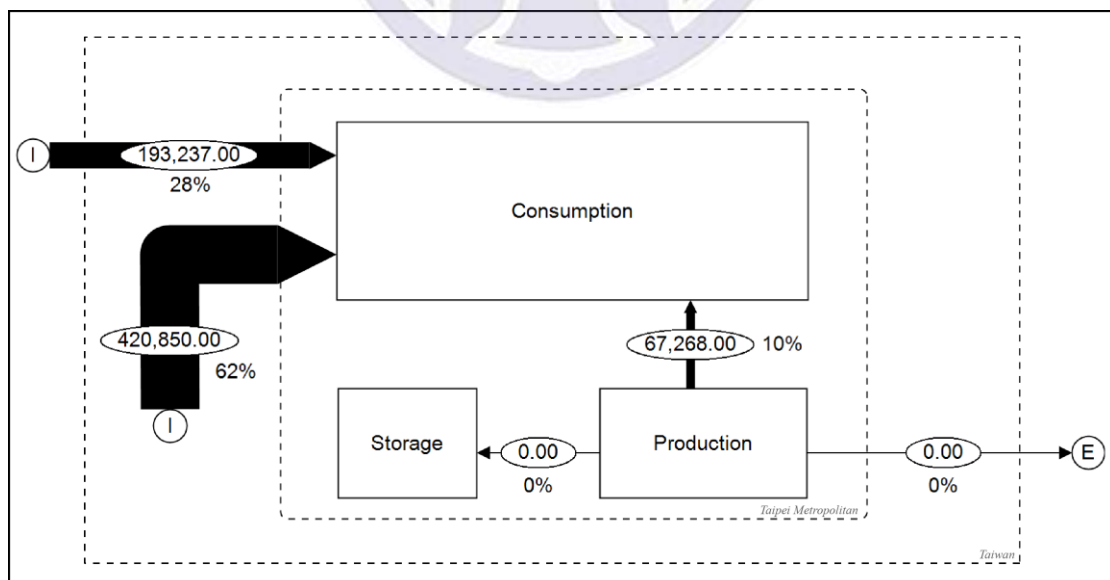


圖 4-13 2012 年大臺北地區蔬菜物質流

四、1947 年~2012 年大臺北地區豬肉物質流

豬肉資料與稻米及蔬菜相同，經由農委會農業統計年報之統計資料彙整出 1947 年~2012 年大臺北地區，各年度豬肉屠宰重量與糧食供需年報所統計的每人每年豬肉供給量，並結合人口統計數據推估大臺北地區每年豬肉消費總需求數量。

以本研究彙整之豬肉物質流表(表 4-6)可得知，於 1981 年以前研究區內豬肉生產能自給自足，1982 年開始，豬肉生產數量則無法自足，開始需由臺灣其他縣市或國外進口來提供。然於 1997 年口蹄疫事件爆發前，臺灣豬隻養殖正達尖峰時期，1967 年~1977 年大臺北地區豬肉年平均生產 95,605 公噸，而造成豬肉自主供給量不足原因，應為研究區內人口在食物消費中對於豬肉需求量之增加，相較於 1952 年每人每年 8.1 公斤豬肉供給量，1972 年以增加至 13.5 公斤，而 2012 年時則來到了 38.2 公斤，因此豬肉產量便無法滿足都市內之消費需求。

利用表 7 之豬肉自產量與消費量可進一步計算(公式 2-1)大臺北地區之豬肉自給比例(表 4-7)，結果顯示大臺北地區於 1952 年~1980 年間，可完全供給該地之豬肉消費量，甚有多餘產量可轉作都市存糧以及供應其他地區豬肉消費，然自 1981 年開始，由於人口較 1980 年增加 3%、年豬肉需求量亦提升 30%，且產量由 93,078 公噸減為 46,645 公噸，降低了 50%，致使豬肉自給能力喪失，因此為滿足大臺北地區豬肉消費需求，即需經由外縣市或國外進口供應。

進一步探討 1952 年~1980 年研究區豬肉產量與消費量，即可發現此時期都市豬肉生產對於都市外供給之變化。此方法係利用大臺北地區豬肉自產與消費數量，計算可提供外部消費之比例(公式 2-4)，結果如圖 4-14 顯示。1952 年~1980 年間大臺北地區可供應之平均豬肉比例為自產量的 55%，而此供給量於 1952 年~1972 年間大致平穩，約有 65%，於 1973 年開始大幅下降，可供給比例僅剩約自產量的 30%。造成大臺北地區豬肉可對外供給量下降之原因，主要是受到都市地區人口以及每人每年豬肉需求量增加等造成，因此在自身需求逐漸上升，而產

量卻只減無增的情況，大臺北地區即逐漸失去對外部供給豬肉之能力。

$$e = \frac{P_t - C_t}{P_t} \times 100\% \quad (2-4)$$

P_t 為大臺北地區豬肉產量

C_t 為大臺北地區豬肉消費量

e 為大臺北地區可供給外部之豬肉消費比例



表 4-6 1947 年~2012 年大臺北地區豬肉物質流

年份	生產	消費				
	自產量(公噸)	大臺北地區人口	人均豬肉消費量(公斤) ⁺	大臺北地區總消費量(公噸)	外縣市供應(公噸)	國外進口 (公噸)
1947	4,219	839,699	-	-	-	-
1948	7,588	908,804	-	-	-	-
1949	7,557	992,855	-	-	-	-
1950	14,855	1,006,556	-	-	-	-
1951	21,416	1,088,338	-	-	-	-
1952	22,255	1,131,202	8.1	9,201	0	-
1953	27,733	1,200,895	8.7	10,421	0	-
1954	30,280	1,270,062	8.4	10,722	0	-
1955	28,190	1,342,980	8.0	10,710	0	-
1956	30,757	1,422,246	8.3	11,866	0	-
1957	38,291	1,482,924	9.3	13,764	0	-
1958	46,249	1,560,500	9.2	14,320	0	-
1959	45,309	1,640,232	8.2	13,441	0	-
1960	45,518	1,727,667	8.0	13,751	0	-
1961	49,102	1,807,747	7.6	13,822	0	-
1962	53,448	1,894,353	7.8	14,744	0	-
1963	53,048	1,989,531	8.4	16,707	0	-
1964	54,296	2,094,638	8.9	18,586	0	-
1965	60,045	2,197,052	9.4	20,638	0	-
1966	67,611	2,298,237	11.2	25,769	0	-
1967	83,421	2,399,590	12.8	30,786	0	-
1968	85,778	2,698,220	13.2	35,499	0	-

1969	90,447	2,881,687	11.3	32,698	0	-
1970	100,192	3,010,144	12.3	37,088	0	-
1971	108,038	3,141,154	12.9	40,675	0	-
1972	102,907	3,271,930	13.5	44,209	0	-
1973	97,836	3,403,059	14.2	48,273	0	-
1974	93,318	3,534,940	13.6	47,962	0	-
1975	90,851	3,672,423	13.3	48,927	0	-
1976	97,237	3,846,526	18.6	71,645	0	-
1977	101,627	3,999,399	17.1	68,538	0	-
1978	93,050	4,230,409	17.7	75,079	0	-
1979	97,184	4,331,244	19.9	86,093	0	-
1980	93,078	4,479,184	19.6	87,800	0	-
1981	46,645	4,625,841	25.4	117,404	70,759	-
1982	72,666	4,772,870	24.3	115,885	43,219	-
1983	56,765	4,902,565	23.4	114,622	57,857	-
1984	46,423	5,038,098	26.1	131,733	85,178	132
1985	47,960	5,171,303	27.7	143,373	94,905	509
1986	50,450	5,302,690	28.1	149,031	97,928	652
1987	50,351	5,437,981	29.3	159,387	108,457	579
1988	44,280	5,570,183	29.4	163,855	118,514	1,061
1989	40,887	5,672,883	30.5	172,806	131,412	507
1990	37,524	5,767,693	31.3	180,456	142,479	452
1991	37,050	5,825,270	38.3	223,341	186,291	481
1992	30,750	5,858,449	38.8	227,073	196,323	338
1993	20,093	5,875,874	39.7	232,978	212,885	448
1994	22,387	5,914,309	40.4	238,702	216,315	363
1995	21,331	5,938,478	39.8	236,114	214,783	1,891
1996	19,801	5,960,673	40.9	243,911	224,110	3,877

1997	17,254	6,019,028	39.1	235,043	217,789	332
1998	20,511	6,099,563	41.1	250,875	223,716	6,648
1999	21,381	6,152,229	38.8	238,460	195,581	21,498
2000	22,187	6,214,370	39.5	245,468	209,193	14,088
2001	19,816	6,244,054	40.5	252,884	227,968	5,100
2002	19,268	6,283,302	40.2	252,337	221,686	11,383
2003	18,571	6,303,671	38.7	244,078	205,875	19,632
2004	17,754	6,330,571	40.1	253,983	212,233	23,995
2005	17,867	6,353,052	39.4	250,310	215,731	16,712
2006	12,391	6,399,337	40.0	255,654	228,492	14,770
2007	19,170	6,427,284	38.6	248,029	216,429	12,430
2008	18,917	6,456,653	37.3	240,833	203,726	18,190
2009	19,926	6,481,051	38.1	246,993	200,268	26,799
2010	19,222	6,516,333	37.0	240,974	198,486	23,266
2011	18,753	6,567,419	37.3	244,965	203,477	22,735
2012	17,089	6,612,531	38.2	252,466	218,446	16,931

-代表無資料

[†]因缺乏縣市人均值，故本研究採用糧食供需年報之全國統計數據

表 4-7 1952 年~2012 年大臺北地區豬肉自產比例

年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)	年份	自產比例(%)
1952	242	1968	242	1984	35	2000	9
1953	266	1969	277	1985	33	2001	8
1954	282	1970	270	1986	34	2002	8
1955	263	1971	266	1987	32	2003	8
1956	259	1972	233	1988	27	2004	7
1957	278	1973	203	1989	24	2005	7
1958	323	1974	195	1990	21	2006	5
1959	337	1975	186	1991	17	2007	8
1960	331	1976	136	1992	14	2008	8
1961	355	1977	148	1993	9	2009	8
1962	363	1978	124	1994	9	2010	8
1963	318	1979	113	1995	9	2011	8
1964	292	1980	106	1996	8	2012	7
1965	291	1981	40	1997	7		
1966	262	1982	63	1998	8		
1967	271	1983	50	1999	9		

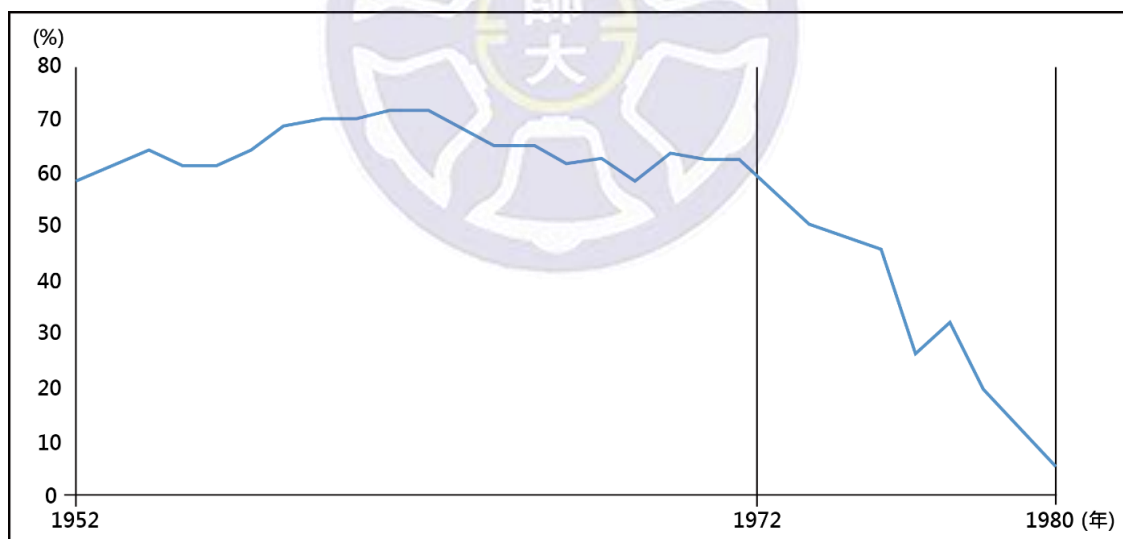


圖 4-14 1952 年~1980 年大臺北地區豬肉可對外供給比例

由上述之分析結果，大臺北地區豬肉對外供給量從 1973 年開始大幅下降，但此原因與稻米、蔬菜不同，並非豬肉生產數量下降致使可供給量縮減，係因都市人口以及人均豬肉供給量的上升所導致。

此階段大臺北地區亦因人口的增加、豬隻飼養技術之改變，使得豬隻飼養規

模有所改變。為瞭解飼養量之變化，進一步探討 1974 年~1980 年之臺北市與臺北縣豬隻飼養戶數、生產頭數與屠宰量，如表 4-8 所示此時期臺北縣市豬肉屠體重量都大約維持在四萬~五萬餘公斤，並無大幅增減，然而飼養戶數與豬隻數量則有逐年減少與增加之情形。飼養總戶數由 1974 年的 21,780 戶降至 1980 年的 11,522 戶(圖 4-15)，而豬隻生產數量則從每戶平均 9 頭提昇為 28 頭，造成此現象原因在於豬隻飼養環境改善，同時配合政府所推動之肉品運銷現代化，使得養豬戶具有擴大飼養頭數的條件(朱慶誠，1994)。而小規模之豬隻飼養成本過高，失去競爭優勢，遂受市場機制淘汰，因此出現豬隻飼養集約化之結果。

表 4-8 1974 年~1980 年大臺北地區豬隻飼養與屠宰量

年份	臺北市			臺北縣		
	戶數	生產頭數	屠體重量(公斤)	戶數	生產頭數	屠體重量(公斤)
1974	3,334	48,185	55,218	18,446	142,650	38,100
1975	3,118	52,169	49,351	17,740	175,061	41,500
1976	2,918	55,445	49,176	16,723	180,780	48,061
1977	3,025	64,753	48,449	15,582	203,805	53,178
1978	2,766	74,349	40,172	14,019	223,505	52,878
1979	2,364	80,534	40,754	12,030	284,419	56,430
1980	1,773	79,227	41,710	9,749	239,885	51,368

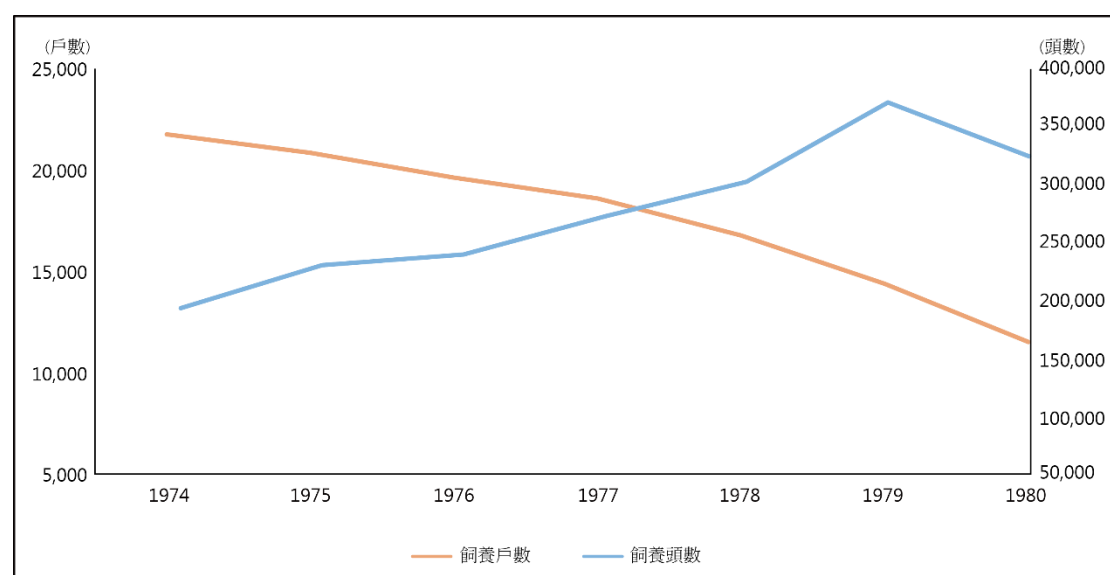


圖 4-15 1974 年~1980 年大臺北地區豬隻飼養戶數與頭數

為探討大臺北地區豬肉在都市內之物質流情況，分別進行 1952、1981 與 2012 年三時期物質流分析。1952 年國民政府遷臺初期，大臺北地區人口數為 1,006,556 人，豬肉年產量有 22,255 公噸，相較於 2012 年的 17,089 公噸，其量僅多出約 30% 的產量，但因當時每人每年豬肉供給量只 8.1 公斤，故總消費量亦僅需 9,201 公噸。此時期豬肉產量遠超過都市內部之消費需求，所以都市內部產量尚能作為都市存糧或提供外縣市消費、外銷等，其量約有 41% 供應都市內部消費、10% 作為都市存糧，49% 可提供都市外地區消費(圖 4-16)。

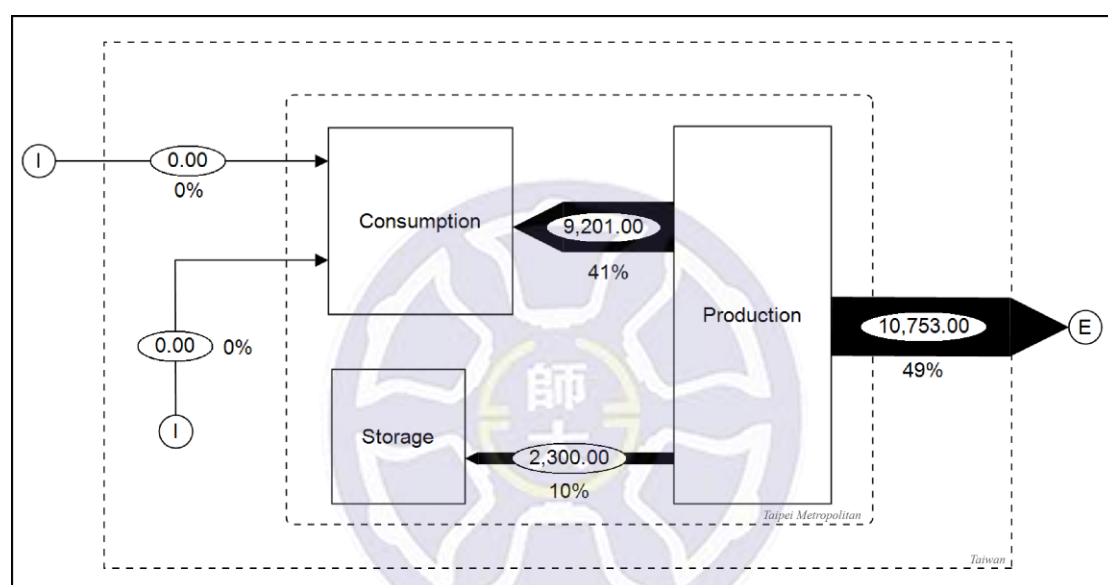


圖 4-16 1972 年大臺北地區豬肉物質流

1981 年豬肉生產量大幅減少，相較於 1980 年的 93,078 公噸，已減少近 50% 產量，僅剩 46,645 公噸，然此時期人口達 4,625,841 人，並且每人每年豬肉供給量更增加至 25.4 公斤，致使都市內之豬肉消費量為 117,404 公噸，遠超過自身供給數量，故為滿足研究區豬肉消費則需透過其他縣市進行供應(圖 4-17)。

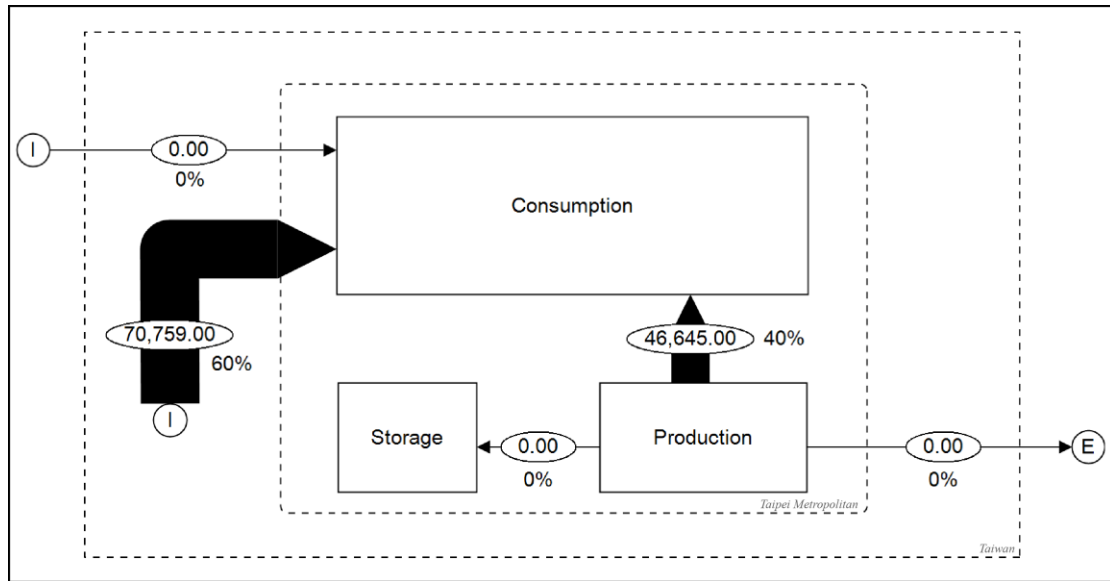


圖 4-17 1981 年大臺北地區豬肉物質流

由於 2012 年豬肉生產數量減少至 17,089 公噸，而研究區內人口數達 6,612,531 人，並且該年豬肉供給量上升至 38.2 公斤，所以豬肉消費量達到 252,466 公噸，致使豬肉產量不足以供應都市內部消費，都市內部自產量僅能提供 7% 之需求，而剩餘數量則由外縣市供應 86% 以及向國外進口 7% 於以補充(圖 4-18)。

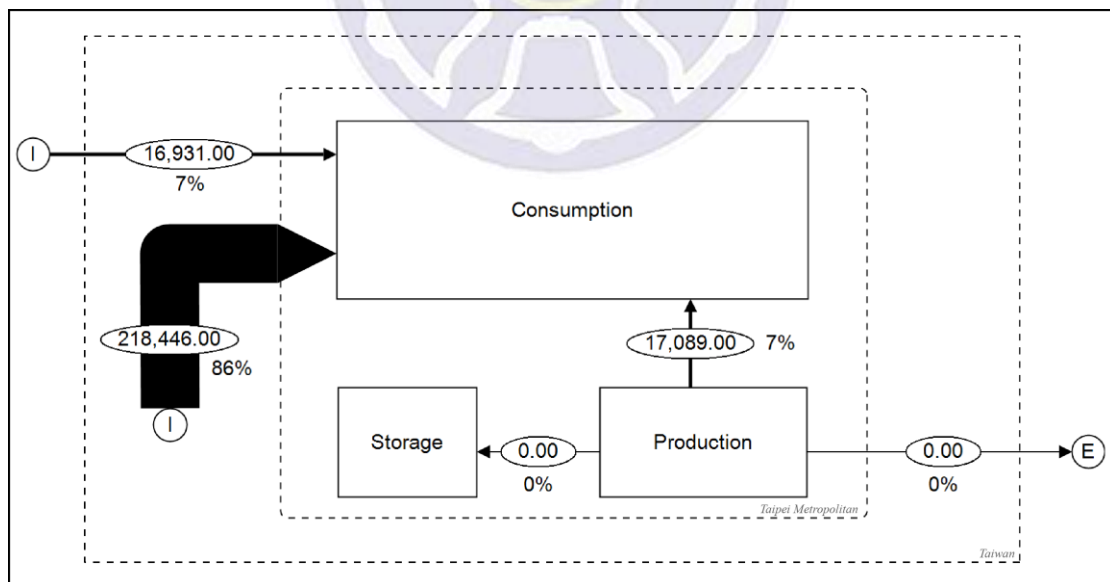


圖 4-18 2012 年大臺北地區豬肉物質流

第三節 大臺北地區 1947 年~2012 年食物供給服務之空間分布圖(FPAs 和 FCAs)建立

一、1947 年~2012 年食物供給地區之供給量

食物供給服務之定義為，地區以自行生產的食物提供給他者進行消費之服務，因此本研究中定義大臺北地區為食物消費地區(FCAs)，而供應研究區食物消費之地區則為食物供給地區(FPAs)，此部分探討臺灣主要食物供給縣市。

而各地區之食物供給量係透過農業統計年報統計之生產量，搭配大臺北地區對於稻米、蔬菜與豬肉的年消費需求予以推估，首先利用各縣市食物生產比例對供給地區做排序，篩選出可向研究區進行食物供應之地區，進而以篩選結果依比例分配供給數量，如下列公式(3-1~3-4)所示，最後將供給數量以百分比形式繪製特定年份之食物供給空間分布圖。

$$p_1 = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^{n_1} P_i} \times 100 \quad (3-1)$$

$$p_o = \frac{P_o}{TC} \times 100 \quad (3-2)$$

$$p_2 = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^{n_2} P_i} \times 100 \quad (3-3)$$

$$P_a = P_o \times p_2 \quad (3-4)$$

P_i 為第 i 個縣市食物產量

P_o 為對大臺北地區之食物外部供給總量

P_a 為第 i 個縣市供給大臺北地區之食物量

TC 為大臺北地區食物總消費量

p_1 為第 i 個縣市食物生產比例

p_2 為第 i 個縣市食物供給比例

p_o 為對大臺北地區之食物外部供給比例

n_1 為該年度外部縣市總數

n_2 為提供大臺北地區食物之縣市總數

二、1947 年~2012 年大臺北地區之稻米供給地區

彙整農業統計年報之統計數據，可獲得各縣市稻米年生產量，經由上述公式換算各縣市供給大臺北地區之消費量，結果如表 4-9 所示。

由結果可得知，1947 年~1958 年期間，因為大臺北地區稻米自產量較高，年平均產量約有 106,901 公噸，平均消費量則為 169,758 公噸，故所需外部供給量較低，而從 1981 年開始，臺灣每人每年稻米需求量少於 100 公斤，儘管大臺北地區人口數仍不斷上升，卻因稻米需求下降使得總消費量亦逐年降低，故於 1988 年起，大臺北地區之稻米外部需求下降。

為了解 1947、1972 與 2012 年，此三時期大臺北地區稻米供應地區之變化，因此將各縣市與進口數量轉換為百分比，繪製成稻米供給空間分布圖。

表 4-9 1947~2012 年各縣市與國外進口供給大臺北地區稻米消費量

年份	1947	1972	2012
基隆	-	-	-
宜蘭	-	22,287	10,775
桃園	-	42,744	-
新竹	21,672	-	-
苗栗	-	-	11,164
臺中	29,538	43,123	25,686
南投	-	-	-
彰化	-	68,581	56,977
雲林	-	47,626	58,135
嘉義	-	27,631	37,357
臺南	-	30,486	28,246
高雄	-	25,850	-
屏東	-	49,893	-
臺東	-	-	12,018
花蓮	-	-	14,702
大臺北進口數量	-	-	44,469
總供給量	51,210	358,221	299,528

-代表無供給量

單位：公噸

圖 4-19 為 1947 年供給大臺北地區之稻米空間分布圖，依照上述方法先針對供給地區進行排序後，顯示當時對大臺北稻米供應僅需現今臺中與新竹等地即可滿足，故扣除自身稻米產量，此二地區供給量分別為 58%與 42%。

1972 年稻米供給地區則有所變化，此時主要供應轉為現今的彰化縣，比例佔 19%，屏東縣供給 14%的稻米量，雲林縣則有 13%，以及桃園縣與臺中地區的 12%，此 5 地區之供給量即佔全數的 70%，剩餘 30%則由另外 4 個縣市提供(圖 4-20)。

進入到 2012 年時，由於 2001 年臺灣成為世界貿易組織(WTO)會員國，開始開放國外稻米進口，因此分攤了一部分各縣市的稻米供給量，其量與 1972 年相似，但供給地區則由臺灣中南部轉為西部與東部，當中主要供應地區仍是彰化、雲林地區，佔總和 38%，次之則是嘉義地區的 12%，此時由於都市人口對於食物消費型態的轉變，除臺灣自產稻米外，亦可進行國外進口稻米之消費，因此有 15%的供給量轉為國外稻米進口 (圖 4-21)。

由結果得知大臺北地區於不同時期稻米供給之空間變化，從日治時期的自給自足轉變為外部供給，農地的減少，讓稻米生產能力向外推移，而主要供應來源亦由新竹與臺中地區轉為彰化、雲林地區，又因開放外國進口後，使部分轉移至外國稻米之消費。

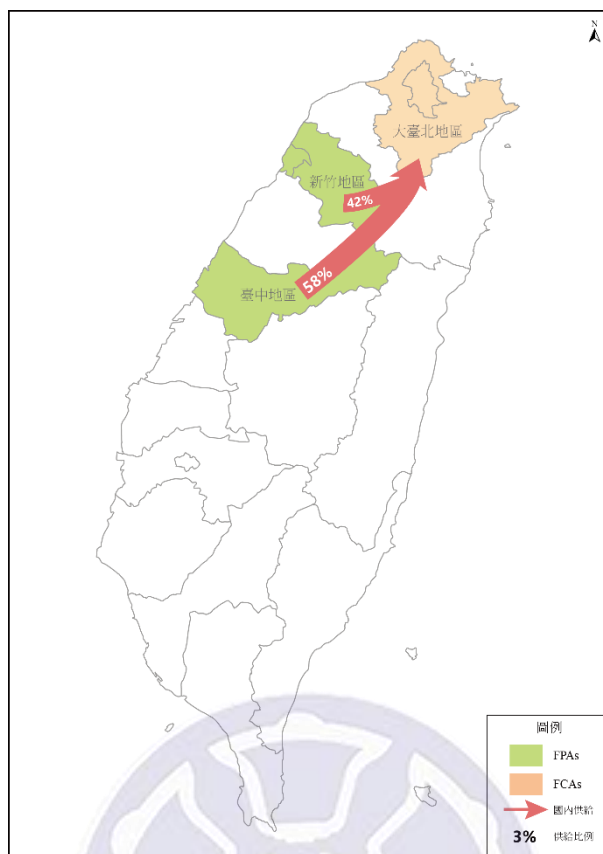


圖 4-19 1947 年稻米供給之空間分布

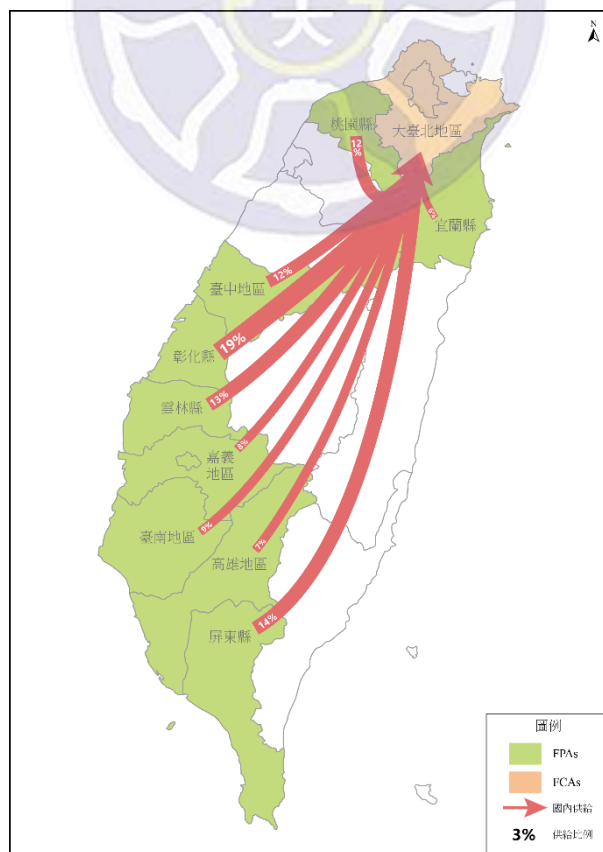


圖 4-20 1972 年稻米供給之空間分布

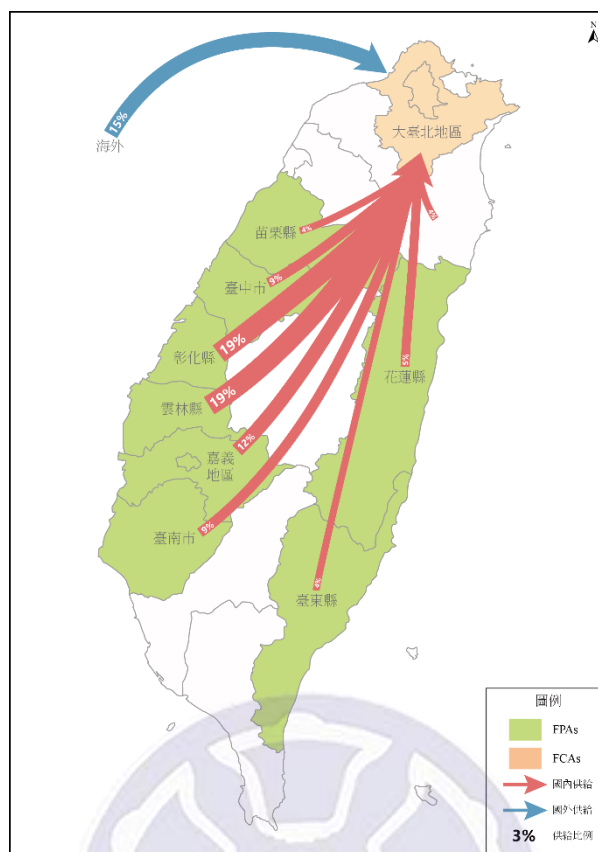


圖 4-21 2012 年稻米供給之空間分布

三、1959 年~2012 年大臺北地區之蔬菜供給地區

彙整農業統計年報之統計數據，可獲得各縣市蔬菜年生產量，經由上述公式換算各縣市供給大臺北地區之消費量，結果如表 4-10 所示。

由結果可得知，1947~1968 年期間，因受糧食增產政策影響，大臺北地區蔬菜生產量銳減，年平均產量僅剩 103,531 公噸，然人口急速上升，自此蔬菜產量便不足以提供都市內之消費需求。1975~2012 年臺灣每人每年蔬菜需求量上升至平均 108.3 公斤，故對蔬菜消費量大幅提升，年平均消費量來到 605,569 公噸。

為了解 1952 與 2012 年，此三時期大臺北地區蔬菜供應地區之變化，因此將各縣市與進口數量轉換為百分比，繪製成蔬菜供給空間分布圖。

表 4-10 1959~2012 年各縣市與國外進口供給大臺北地區蔬菜消費量

年份	1959	1972	2012
基隆	-	-	-
宜蘭	-	-	-
桃園	-	-	-
新竹	-	-	-
苗栗	-	-	-
臺中	-	-	75,641
南投	-	-	-
彰化	3,936	31,808	99,894
雲林	-	30,965	245,315
嘉義	-	23,715	-
臺南	-	29,533	-
高雄	-	20,641	-
屏東	-	24,264	-
臺東	-	-	-
花蓮	-	-	-
大臺北進口數量	-	-	44,469
總供給量	3,936	160,927	465,320

-代表無供給量

單位：公噸

圖 4-22 為 1959 年供給大臺北地區之稻米空間分布圖，依照上述方法先針對供給地區進行排序後，顯示當時對大臺北蔬菜供應僅需現今彰化地區即可滿足，而呈現此結果最主要原因在於當時大臺北地區蔬菜自產量仍足以提供 96% 的消費需求，外縣市供給量只需 3,936 公噸，因此由彰化地區提供即可滿足。

1972 年供給大臺北地區之蔬菜空間分布顯示，當時主要供應地區平均分布於臺灣中南部之彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄與屏東此六個地區，當中最主要供給則為彰化、雲林與臺南地區，其供給量佔全額的 57%，次之則為嘉義、高雄以及屏東所供應(圖 4-23)。

2012 年蔬菜供給地區則有明顯改變，此時國內主要供應轉為現今的雲林縣，比例佔 40%，彰化縣供給 16% 的蔬菜量，兩地區即佔 56% 的蔬菜供給，而此時期亦有大量國外進口蔬菜消費，其佔總量的 32%，已超過彰化與臺中的供給總和(圖 4-24)。

由結果得知大臺北地區於不同時期蔬菜供給之空間變化，自 1959 年起，因

糧食政策的改變與都市擴張之影響，使大臺北地區蔬菜生產能力下降，並向都市外推移，1973 年起雲林地區變為蔬菜主要供應地，而開放外國進口後，使有大量供給轉移至進口蔬菜消費，此結果明顯展示了大臺北地區對於蔬菜消費之改變。

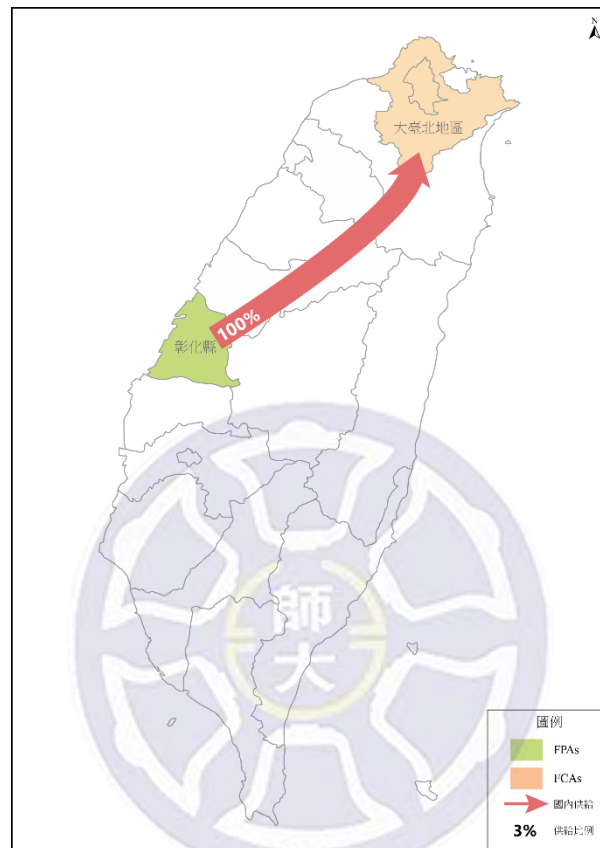


圖 4-22 1959 年蔬菜供給之空間分布

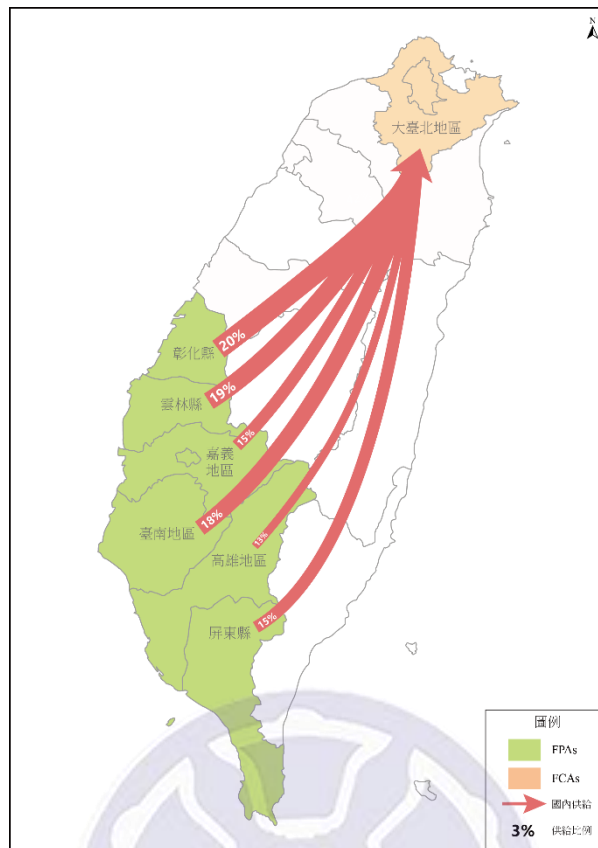


圖 4-23 1972 年蔬菜供給之空間分布

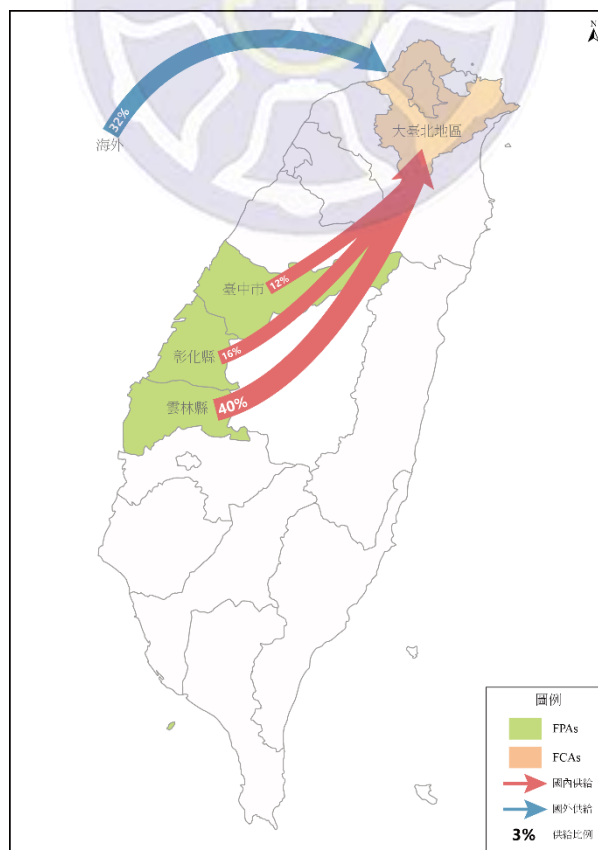


圖 4-24 2012 年蔬菜供給之空間分布

四、1981 年~2012 年大臺北地區之豬肉供給地區

與稻米、蔬菜相同，彙整農業統計年報之統計數據，可獲得各縣市蔬菜年生產量，經由上述公式換算各縣市供給大臺北地區之消費量，結果如表 4-11 所示。

經列表得知，1967~1977 年期間，臺灣豬隻養殖正達尖峰時期，大臺北地區豬肉生產量，年平均產量達 95,605 公噸，而造成豬肉自主供給量不足原因，應為研究區內人口在食物消費中對於豬肉需求量之增加，1981~2012 年每年豬肉平均需求量為 35.5 公斤，年平均消費量來到 212,626 公噸，於是豬肉產量便不足以供應都市內之消費需求。

為了解 1981 年~2012 年，大臺北地區豬肉供應地區之變化，因此將各縣市與進口數量轉換為百分比，繪製成豬肉供給空間分布圖。

表 4-11 1981~2012 年各縣市與國外進口供給大臺北地區豬肉消費量

年份	1981	2002	2012
基隆	-	-	-
宜蘭	-	-	-
桃園	-	-	-
新竹	-	-	-
苗栗	-	-	-
臺中	-	-	7,570
南投	-	-	-
彰化	10,903	33,551	34,795
雲林	12,302	55,821	59,128
嘉義	-	15,379	16,981
臺南	20,369	33,631	26,699
高雄	13,034	20,274	15,017
屏東	14,150	63,031	58,256
臺東	-	-	-
花蓮	-	-	-
大臺北進口數量	-	11,383	16,931
總供給量	10,903	221,686	118,424

-代表無供給量

單位：公噸

圖 4-24 為 1981 年供給大臺北地區之稻米空間分布圖，依照上述方法先針對供給地區進行排序後，顯示當時對大臺北豬肉需求係由現今彰化、雲林、臺南、高雄與屏東等地區供應，當中主要供應來源為臺南地區，佔總量的 29%，次之則為高雄與屏東地區，各佔 19%與 20%。

2002 年供給大臺北地區之豬肉空間分布顯示，當時供應地區與 1981 年相似，僅增加嘉義地區與國外進口豬肉，但其中最主要供給地則轉為雲林與屏東，其供給量佔全額的 47%，次之由彰化、嘉義、高雄供應，而此時國外進口已佔 15%(圖 4-25)。

2012 年時大臺北地區豬肉種消費量為 252,466 公噸，而自產量僅 17,089 公噸，因此只能供應都市內 15%的消費量，其餘 85%必須由外部縣市或國外進口提供，在外部供應當中，雲林與屏東仍為主要來源地區，其供給量佔 45%，彰化縣提昇為 13%，國外進口豬肉成長則略有減緩僅提生至 17%(圖 4-26)。

由結果得知大臺北地區於不同時期豬肉供給之空間變化，自 1981 年起，大臺北地區豬肉生產能力下降，並向都市外推移，雲林、屏東地區變為豬肉主要供應地，以及開放國外進口後，亦有部分供給轉移至進口豬肉消費，此結果明顯展示了大臺北地區對於豬肉消費之改變。

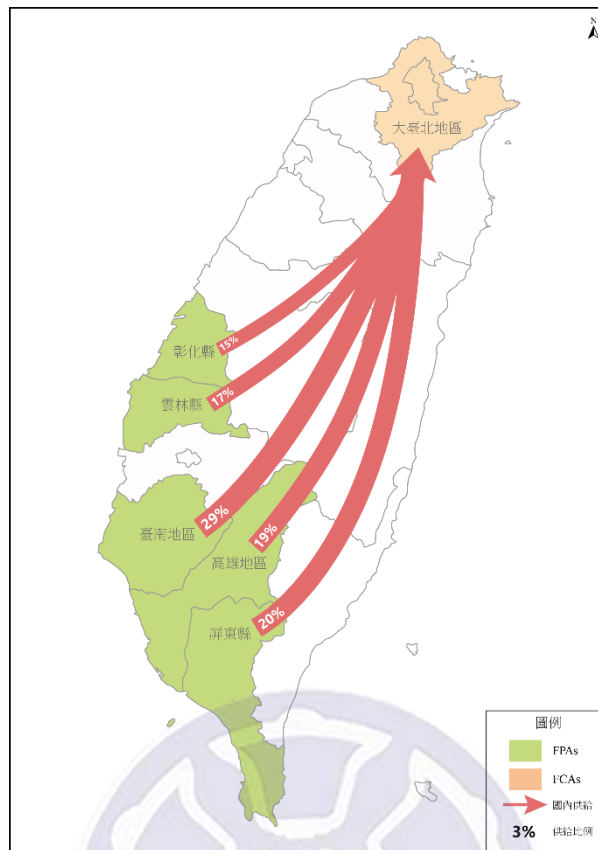


圖 4-24 1981 年豬肉供給之空間分布

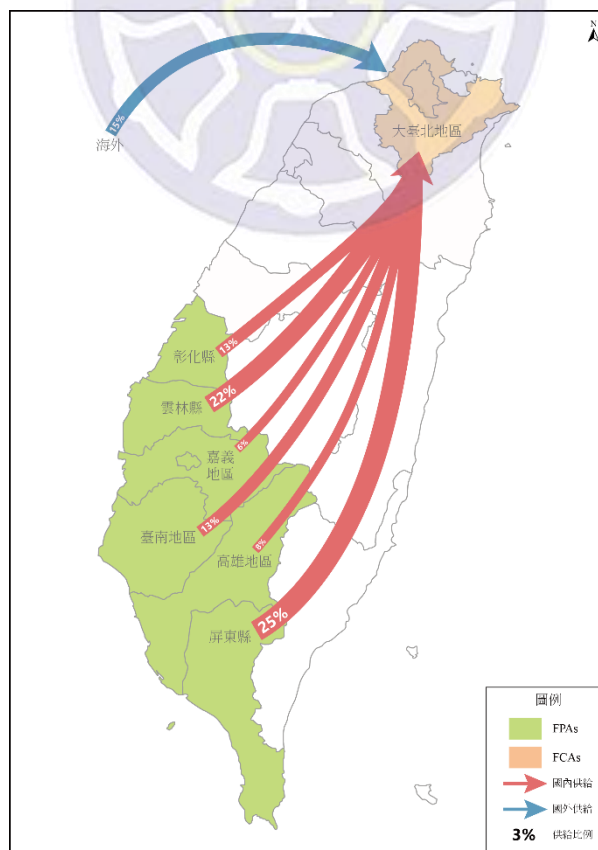


圖 4-25 2002 年豬肉供給之空間分布

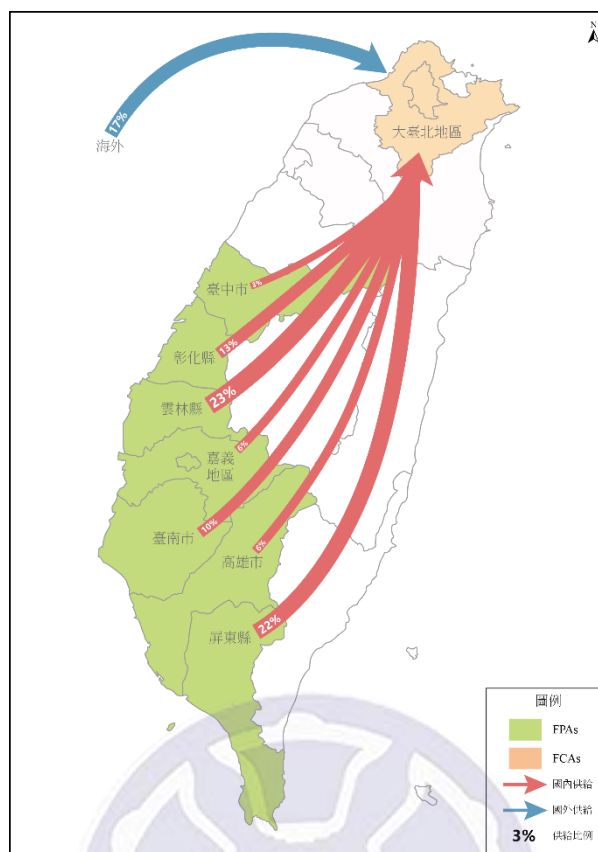


圖 4-26 2012 年豬肉供給之空間分布

第四節 大臺北地區食物消費衍生之環境負荷

一、糧食生產之環境負荷

由上述分析結果可得知，大臺北地區三項食物生產分別自 1947、1959 與 1981 年開始無法滿足都市中人口消費需求，故須由外部地區進行供應，且因人口快速增加以及自產數量縮減造成供給量逐年提高，此結果可視為大臺北地區將食物生產空間與能力向外推移。

然而食物生產空間的外推並非只是空間上的位移，由於生產所衍生的環境問題，亦隨之轉嫁到外部地生產地區，因此代表原先於大臺北地區為食物生產所產生的環境負荷，透過空間的轉移而移轉至臺灣其他食物供應地區。

究此，本研究為回推大臺北地區轉嫁至外部縣市之環境負荷，利用三項食物生產的二氧化碳排放量以及所需水資源消耗量，分別探討碳足跡、水足跡兩環境

負荷因子，其中兩因子係參考國內外各地區之碳、水足跡相關研究與文獻，採用適當數據進一步模擬分析本研究區造成的環境負荷。

參考數據如表 4-12 所示，當中稻米與豬肉之碳、水足跡皆參考臺灣研究文獻，吳以健等(2013)係桃園地區生產每公斤糙米所排放二氧化碳量，水足跡則是使用張元馨(2011)研究全臺稻米生產需消耗之水量，而豬肉數據為洪慧娟(2014)探討臺灣豬隻飼養的碳、水足跡，蔬菜部分因缺乏臺灣數據，進而參考 FAO(2008)線上資料庫之全球平均值。

故本節利用該數據分別探討三項食物於不同時期、不同地區造成的環境負荷，計算方法係透過上述臺灣各縣市對大臺北地區之食物供給量乘上二氧化碳排放量與水資源消耗量，以回推大臺北地區轉嫁於其他地區的碳、水足跡。

表 4-12 三項食物生產衍生之碳、水足跡

碳足跡			
項目	CO ₂ 排放量(kg) [†]	作者	地區
稻米	1,460	吳以健等(2013)	臺灣
蔬菜	700	Mekonnen(2011)、FAO(2008)	全球平均
豬肉	4,260	洪慧娟(2014)	臺灣
水足跡			
項目	水資源消耗量(m ³) [†]	作者	地區
稻米	5,938	張元馨(2011)	臺灣
蔬菜	322	Mekonnen(2011)、FAO(2008)	全球平均
豬肉	3,371	洪慧娟(2014)	臺灣

[†]為生產每公噸食物之碳排放與水消耗量

二、1947 年~2012 年稻米生產之環境負荷

由計算結果可得知大臺北地區轉嫁至各縣市之稻米生產碳排放量，1947 年僅由新竹與彰化地區分攤(圖 4-27)，總量達 74,767,104 公斤，1972 年由於需求量增加，使得稻米須由 9 個地區提供(圖 4-28)，因此二氧化碳排放量上升至 523,002,086 公斤，增加約 7 倍，而於 2012 年時，大臺北地區自產量不及 1%，

由外縣市提供 85%，因供應地區轉為臺灣東、西部地區，故分攤地區亦隨之改變 (圖 4-29)，此時碳排放總量為 372,385,252 公斤，此排放量下降原因在於國外稻米的進口，使國內碳排放量減低。

透過下列各縣市分攤之二氧化碳排放量圖，分析大臺北地區於不同時期轉嫁稻米生產而排放二氧化碳的空間變化，自國民政府遷臺後，研究區內因農地流失，稻米生產空間向外推移，造成種植稻作連帶的二氧化碳排放轉移到各供應地區，其分攤地區亦由新竹與臺中地區轉變為彰化、雲林地區，後因開放外國進口，使部分排放量轉嫁至國外生產地區。

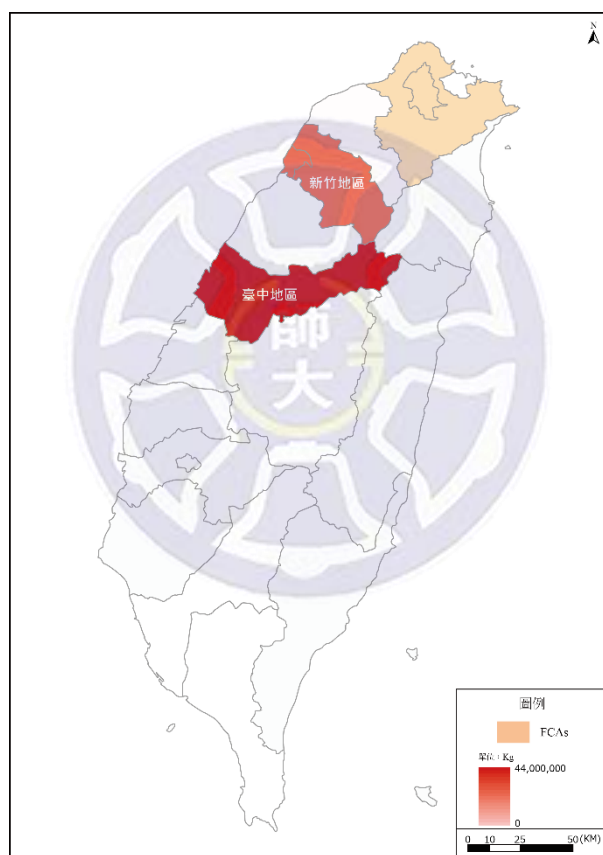


圖 4-27 1947 年稻米供給之碳足跡空間分布

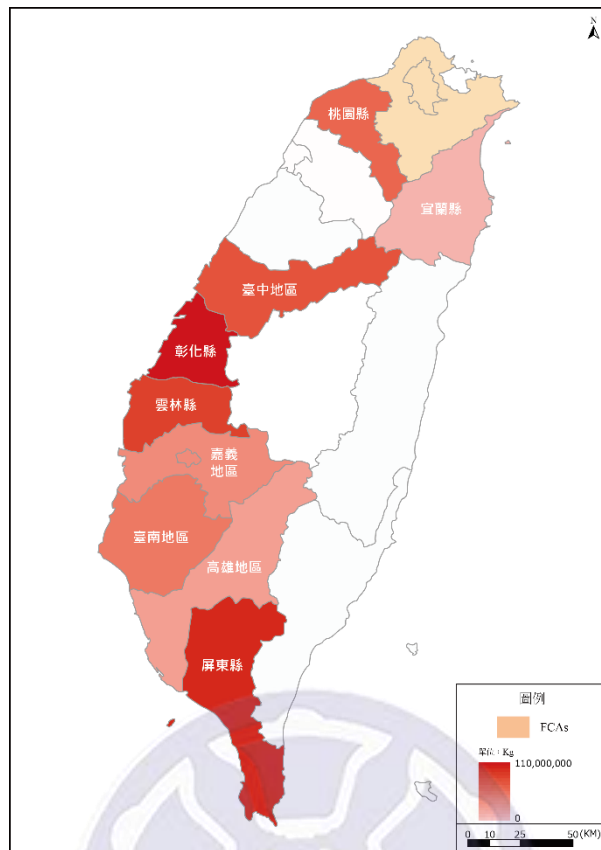


圖 4-28 1972 年稻米供給之碳足跡空間分布

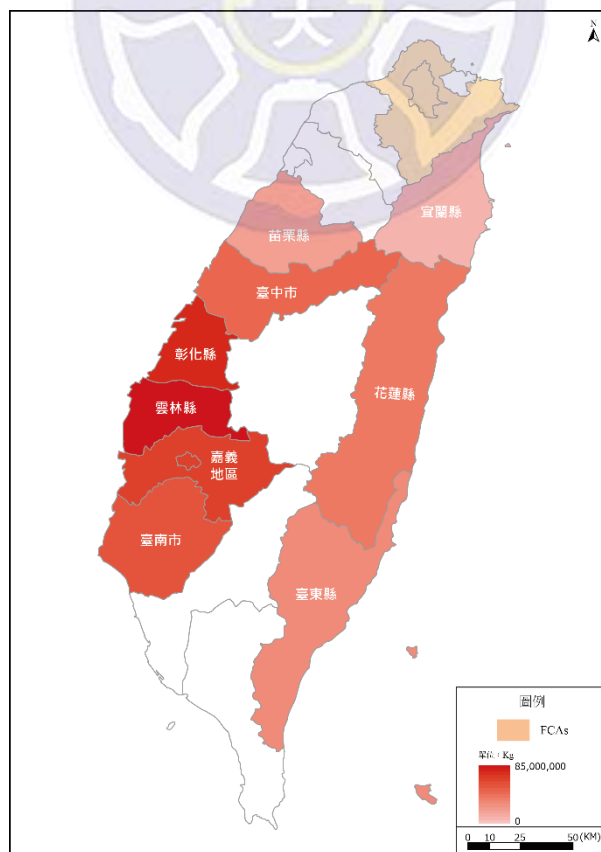


圖 4-29 2012 年稻米供給之碳足跡空間分布

分析各縣市對大臺北地區之稻米供給所產生的碳排放量後，為瞭解研究區稻米消費之環境負荷，進一步計算都市與其他縣市碳足跡比例，如下圖 4-30 所示。

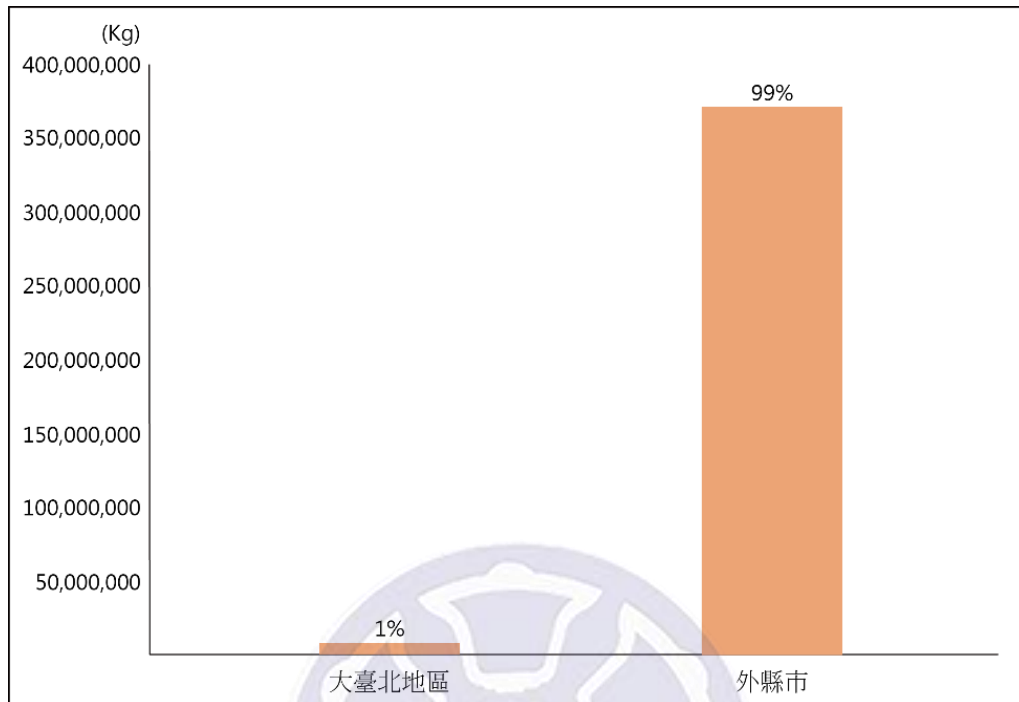


圖 4-30 2012 年稻米供給之碳足跡比例

計算結果顯示，大臺北地區於 2012 年稻米消費所產生的碳足跡明顯由外縣市承擔，原因在於此時期都市內稻米自產量甚低，僅足以提供 1%予當地消費，剩餘 99%皆須由外縣市供應，致使外縣市為供給大臺北地區人口消費而分攤了絕大部分稻米生產之碳足跡。

其反應出大臺北地區因農業生產力降低，在為滿足都市內部人口稻米需求，遂將稻作生產向外推移，因而衍生研究區內應由自身承擔的稻米生產碳足跡，卻轉嫁至外縣市，使其造成相關環境負荷等問題。

而由圖 4-31 可知 2012 年供給稻米之碳排放量最高者為彰化、雲林縣，為細部探討兩縣市之稻米生產碳足跡情形，故各別分析其供給當地、大臺北地區與其他縣市的碳足跡比例。兩地區中，雲林縣供給稻米所排放的二氧化碳量較彰化縣高出近 8 千公噸，原因在於雲林縣產量略高於彰化縣，因此由供應所產生的碳排放亦較高，然從分析結果可發現，兩地區稻米碳足跡僅約 12%~23%為當地需求所產生，約逾 80%是為提供其他地區，尤以大臺北地區就佔近 1/4，更超過雲林

當地碳排放量(圖 4-31)。

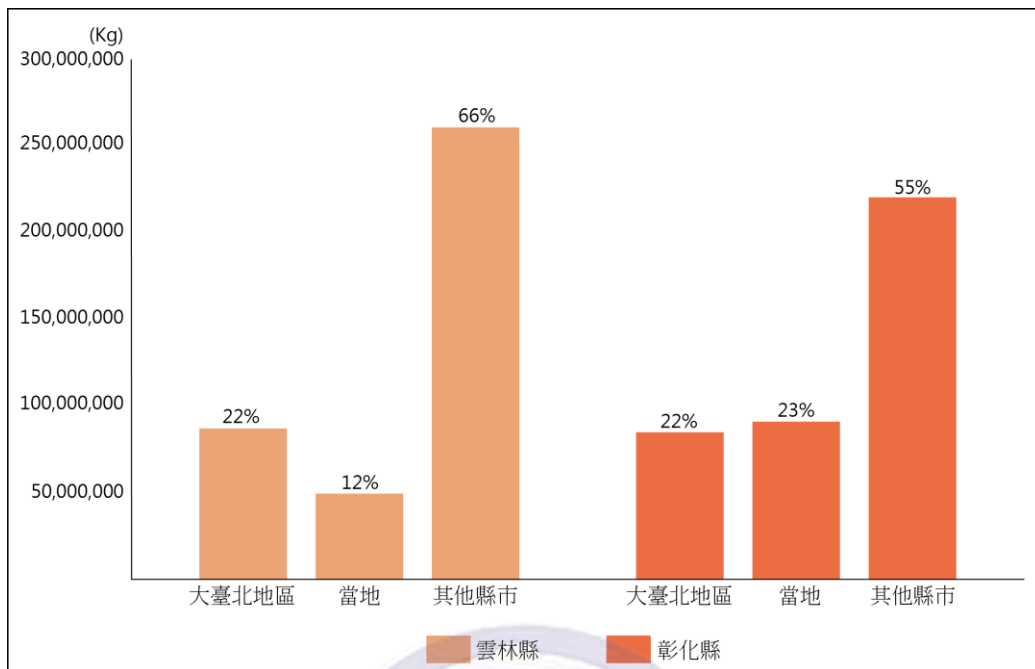


圖 4-31 2012 年雲林與彰化縣稻米供給之碳足跡比例

稻米水足跡分攤地區與碳足跡相同，1947 年為新竹與彰化地區 (圖 4-32)，總量達 304,087,031 立方公尺，1972 年轉由 9 個地區提供(圖 4-33)，因供應量增加使得水資源消耗量上升至 2,127,113,962 立方公尺，增加約 7 倍，進入 2012 年時，大臺北地區稻米已大量透過外縣市進行供給，再加上國外稻米進口之原因，讓稻米生產水足跡空間有所改變(圖 4-34)，此階段國內水資源消耗量降低為 1,514,536,731 立方公尺，另一部分則轉換到國外稻米生產地區。

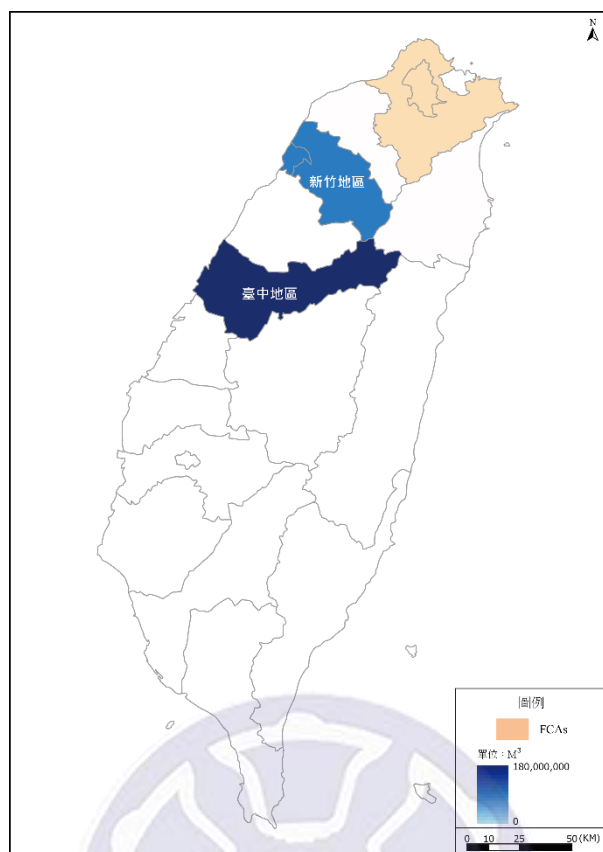


圖 4-32 1947 年稻米供給之水足跡空間分布

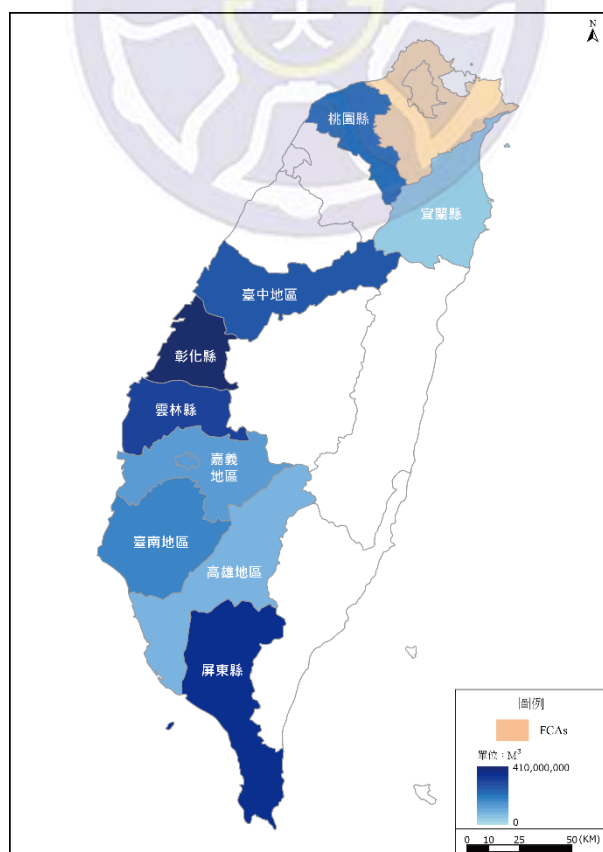


圖 4-33 1972 年稻米供給之水足跡空間分布

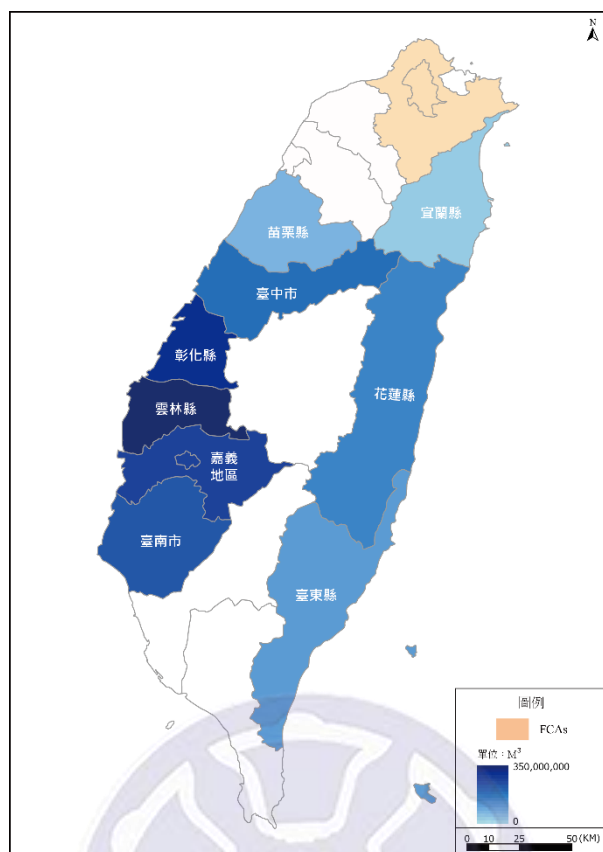


圖 4-34 2012 年稻米供給之水足跡空間分布

分析各縣市對大臺北地區之稻米供給所產生的水資源消耗量後，為瞭解研究區稻米消費之環境負荷，進一步計算都市與其他縣市水足跡比例(圖 4-35)。

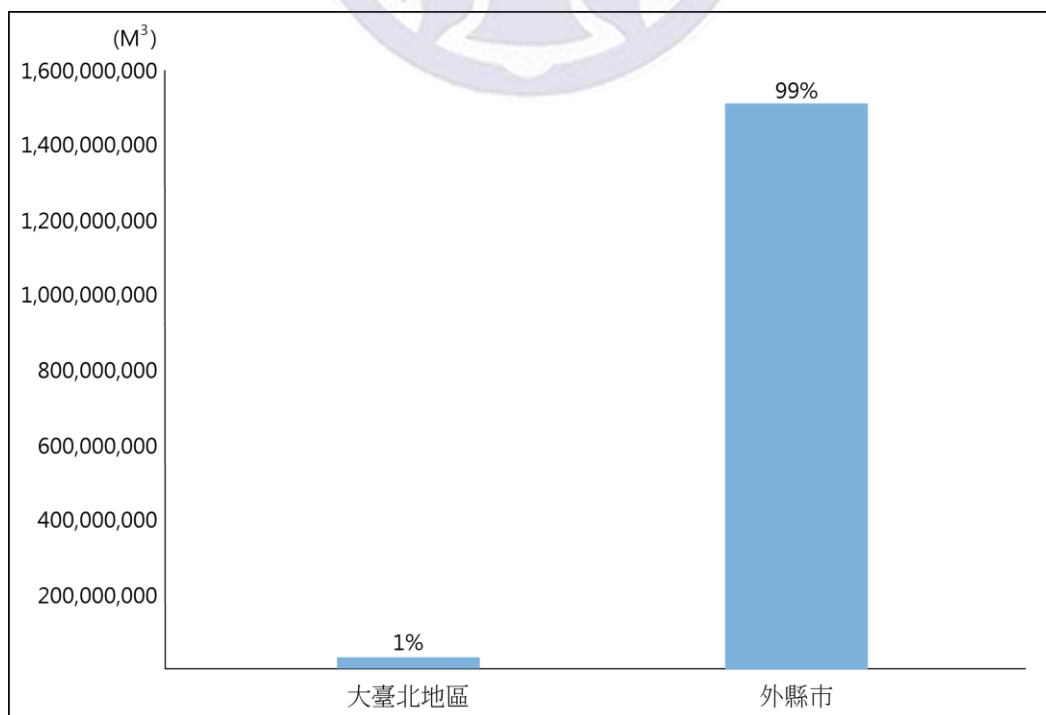


圖 4-35 2012 年稻米供給之水足跡比例

稻米水足跡與碳足跡相似，大臺北地區於 2012 年稻米消費所應使用的水資源主要轉由其他縣市進行稻作生產時消耗，原因亦為此時期都市內稻米自產量甚低，僅足以提供 1%予當地消費，其餘 99%皆透過外縣市供應，導致外縣市為供給大臺北地區稻米消費而分攤了絕大部分稻米生產之水足跡。

由於大臺北地區因農業生產力降低，而為滿足都市內部人口稻米消費需求時，遂將稻作生產向外推移，因而衍生研究區內應由自身承擔的稻米生產水足跡，卻轉嫁至外縣市，使其造成相關環境負荷等問題。

故依圖 4-34 可知 2012 年供給稻米之水資源消耗較大者為彰化、雲林縣，為細部探討兩地區之稻米生產水足跡情形，各別分析其供給當地、大臺北地區與其他縣市的水足跡比例。兩地區中，雲林縣供給稻米所消耗的水資源量較彰化縣高出逾 3 千萬立方公尺，原因在於雲林縣產量略高於彰化縣，因此由供應所產生的水資源消耗亦較高，然從分析結果可發現，兩地區稻米水足跡僅約 12%~23%為當地需求所產生，約逾 80%是為提供其他地區，尤以大臺北地區就佔近 1/4，更超過雲林當地水資源消耗量(圖 4-36)。

雲林縣與彰化縣當年為稻米生產所使用水資源量，約逾 80%係供應外縣市，其中亦為大臺北地區稻米生產消耗 22%水量，結果表示兩縣市為研究區多消耗了 1~2 倍水資源，故不可否認，大臺北地區間接使用了雲林縣與彰化縣的水資源，但水資源供應量有其限度，兩地區為臺灣各縣市承擔大部分稻米生產之水足跡，此結果可能造成雲林縣、彰化縣水資源獲取問題，並直接產生相關環境負荷。

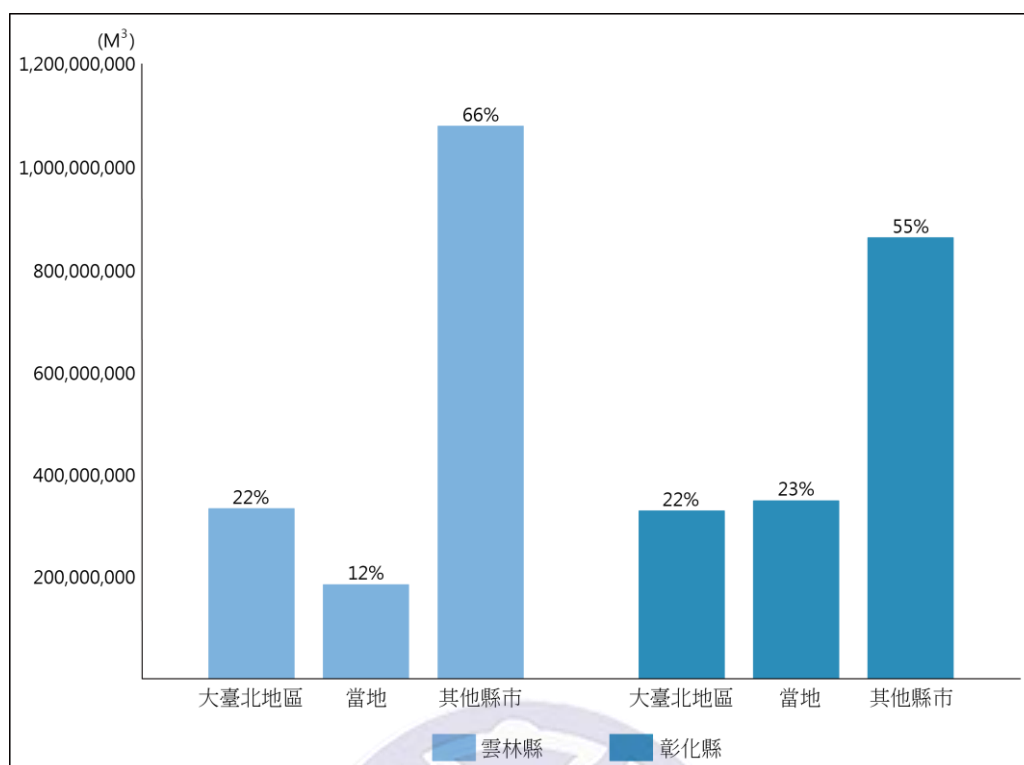


圖 4-36 2012 年雲林與彰化縣稻米供給之水足跡比例

三、1959 年~2012 年蔬菜生產之環境負荷

大臺北地區轉嫁至各縣市之蔬菜生產碳排放量，於 1959 年因需求量不多，單獨由彰化地區分攤(圖 4-37)，總量達 2,755,452 公斤，1972 年由於需求量大增，使得蔬菜須由 6 個地區提供(圖 4-38)，因此二氧化碳排放量上升至 112,648,801 公斤，增加逾 50 倍，而於 2012 年時，大臺北地區自產量僅餘 10%，62%由外縣市供應，然供給地區轉以雲林、彰化、臺中為大宗，故分攤地區亦即改變(圖 4-39)，此時碳排放總量達 294,595,137 公斤，當中雲林縣即佔總排放量的 58%。

透過下列各縣市分攤之二氧化碳排放量圖，分析大臺北地區於不同時期轉嫁蔬菜生產而排放二氧化碳的空間變化，自研究區內蔬菜產量無法自足後，生產空間向外推移，造成蔬菜生產連帶的二氧化碳排放移轉到各供應地區，其分攤地區亦由臺灣中南部地區變為雲林與彰化等地，同時大臺北地區對於國外進口蔬菜的消費，亦使得部分碳排放轉移至國外地區。

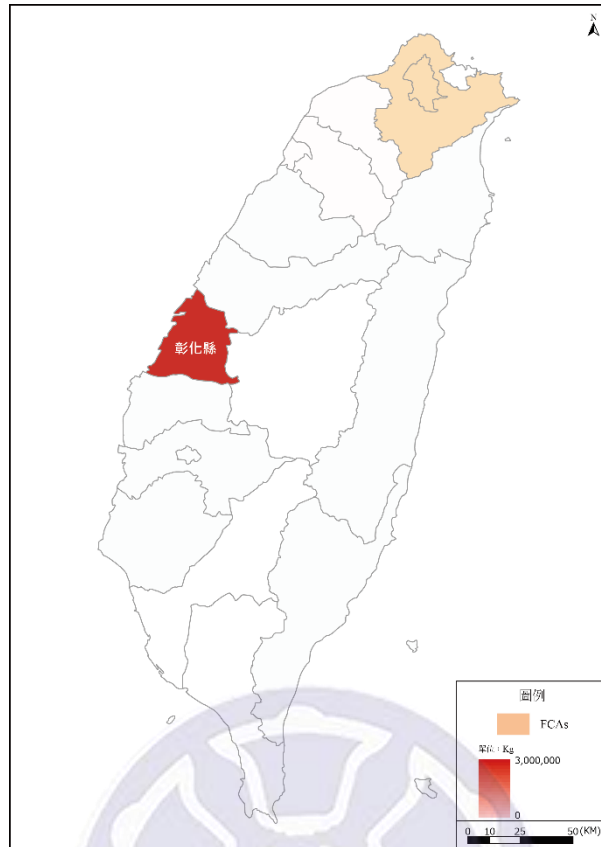


圖 4-37 1959 年蔬菜供給之碳足跡空間分布

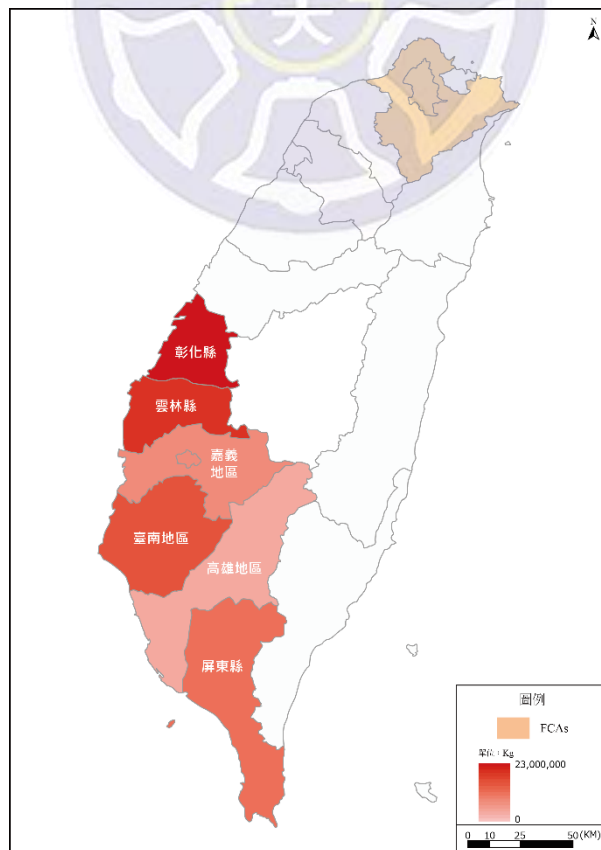


圖 4-38 1972 年蔬菜供給之碳足跡空間分布

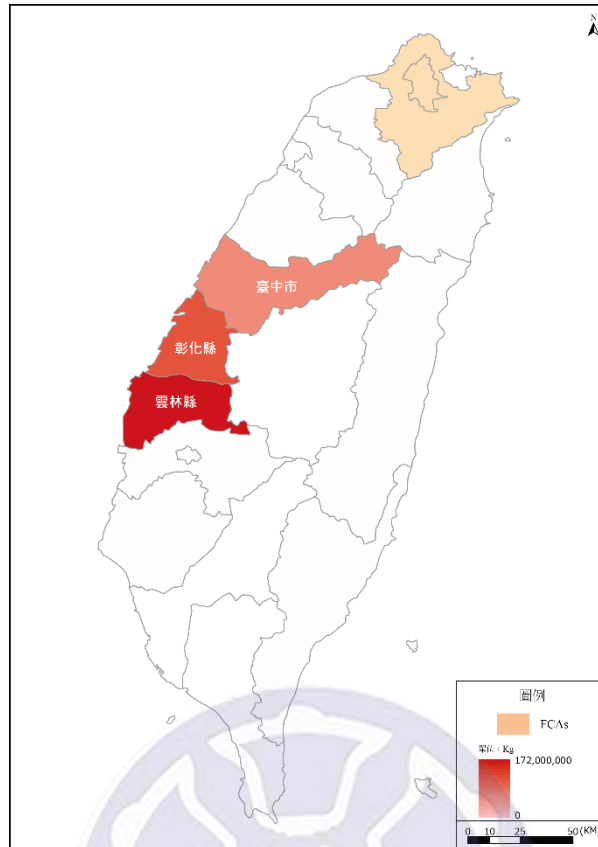


圖 4-39 2012 年蔬菜供給之碳足跡空間分布

分析各縣市對大臺北地區之蔬菜供給所產生的碳排放量後，為瞭解研究區蔬菜消費之環境負荷，進一步計算都市與其他縣市碳足跡比例，如圖 4-40 所示。

結果顯示，大臺北地區於 2012 年蔬菜消費所產生的碳足跡明顯由外縣市承擔，原因在於此時期都市內蔬菜自產量甚低，僅足以提供 14%予當地消費，剩餘 86%皆須由外縣市供應，因而外縣市為供給大臺北地區人口消費而分攤了絕大部分蔬菜生產之碳足跡。

此反應出大臺北地區因農業生產力降低，但為滿足都市內部人口蔬菜需求，遂將蔬菜生產推移至臺灣其他地區，因而使得原先應由研究區自身承擔的蔬菜生產碳足跡，卻轉嫁於外縣市，間接造成該地區相關環境負荷等問題。

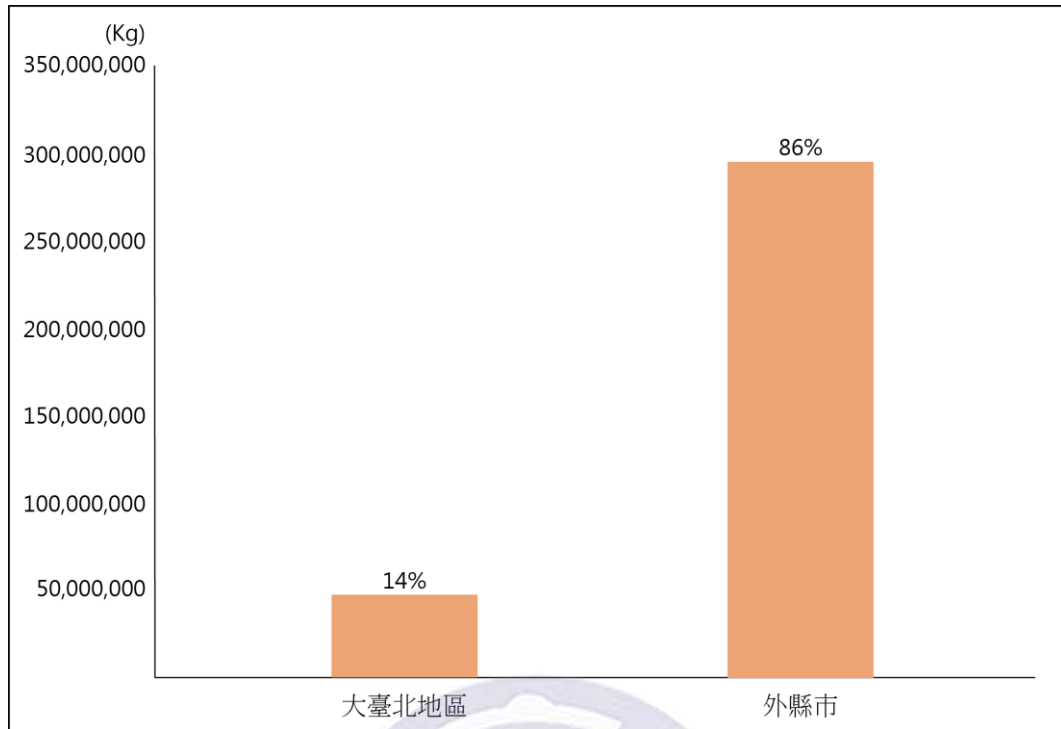


圖 4-40 2012 年蔬菜供給之碳足跡比例

而由圖 4-39 可知 2012 年供給蔬菜之碳排放量最高者為雲林縣，為細部探討該地區之蔬菜生產碳足跡情形，故分析其供給當地、大臺北地區與其他縣市的碳足跡比例。雲林縣供給蔬菜所排放的二氧化碳量達 597,884 公噸，當中 51,262 公噸係當地蔬菜消費所產生之碳排放量，而供應大臺北地區與其他縣市則分別有，171,721、374,901 公噸，意為雲林縣蔬菜的碳足跡僅有 8%為提供當地需求而產生，其餘 92%皆是為供應臺灣其他縣市所排放，此量已大幅超過當地二氧化碳排放的 11 倍，其中大臺北地區就佔總碳排放量的 29%，比雲林當地超出 3 倍之多(圖 4-41)。

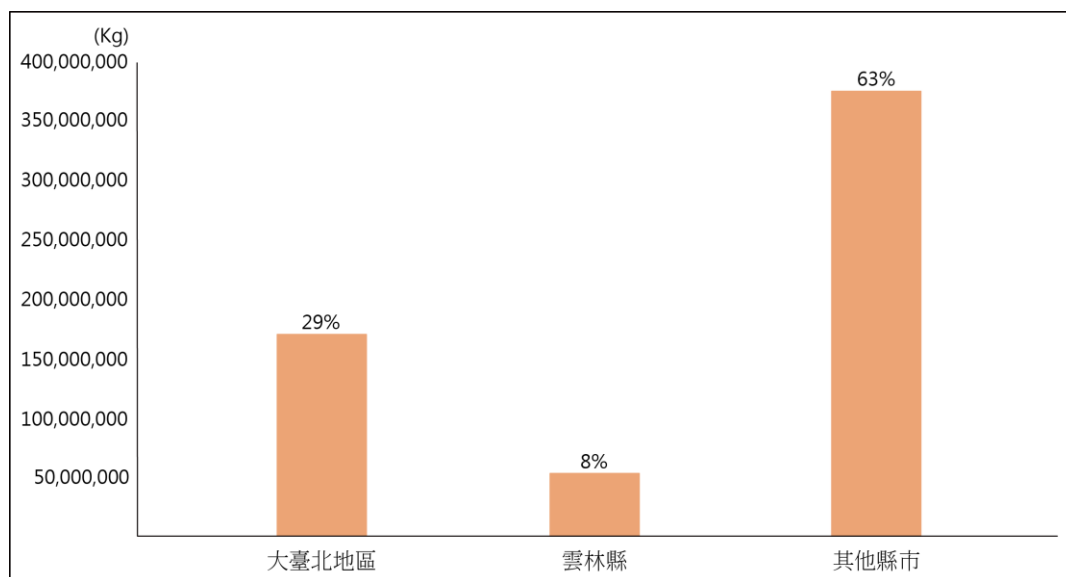


圖 4-41 2012 年雲林縣蔬菜供給之碳足跡比例

蔬菜之水足跡分攤地區於 1959 年為彰化地區 (圖 4-42)，總量達 1,267,508 立方公尺，1972 年轉由 6 個地區提供(圖 4-43)，因供應量增加使得水資源消耗量上升至 51,818,448 立方公尺，西元 2012 年時，大臺北地區蔬菜已大量透過外縣市進行供給，再加上國外蔬菜進口之原因，讓蔬菜生產水足跡空間有所變化(圖 4-44)，此階段國內水資源消耗量增加至 135,513,763 立方公尺，而國外地區亦同時分攤了部分水足跡。

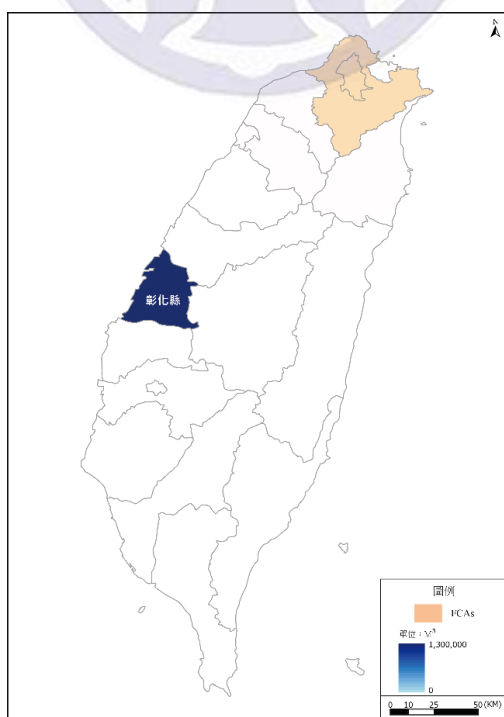


圖 4-42 1959 年蔬菜供給之水足跡空間分布

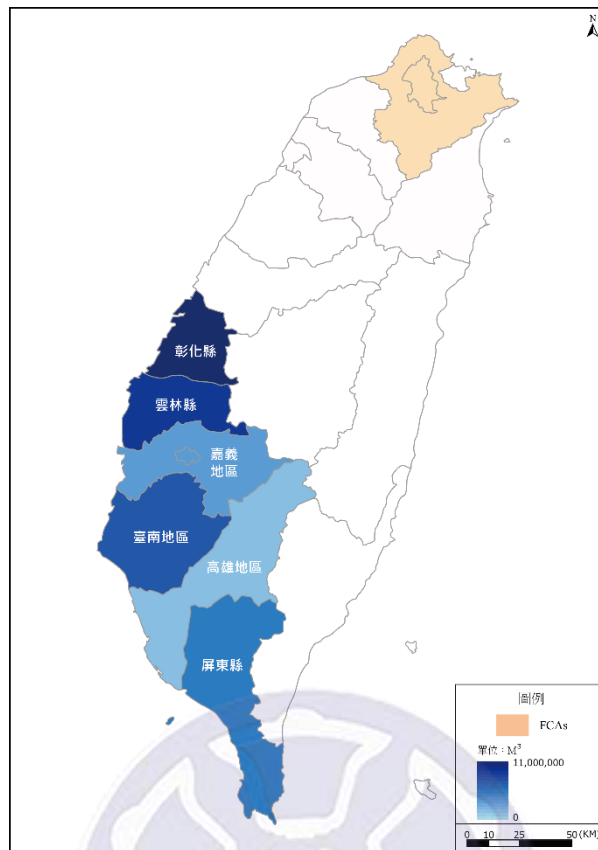


圖 4-43 1972 年蔬菜供給之水足跡空間分布

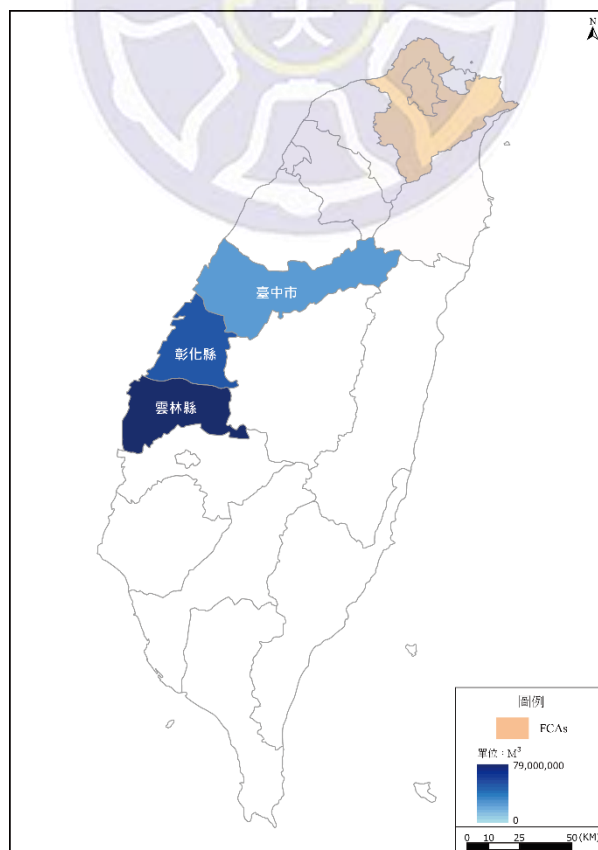


圖 4-44 2012 年蔬菜供給之水足跡空間分布

分析各縣市對大臺北地區之蔬菜供給所產生的水資源消耗量後，為瞭解研究區蔬菜消費之環境負荷，進一步計算大臺北地區與其他縣市水足跡比例(圖 4-45)。

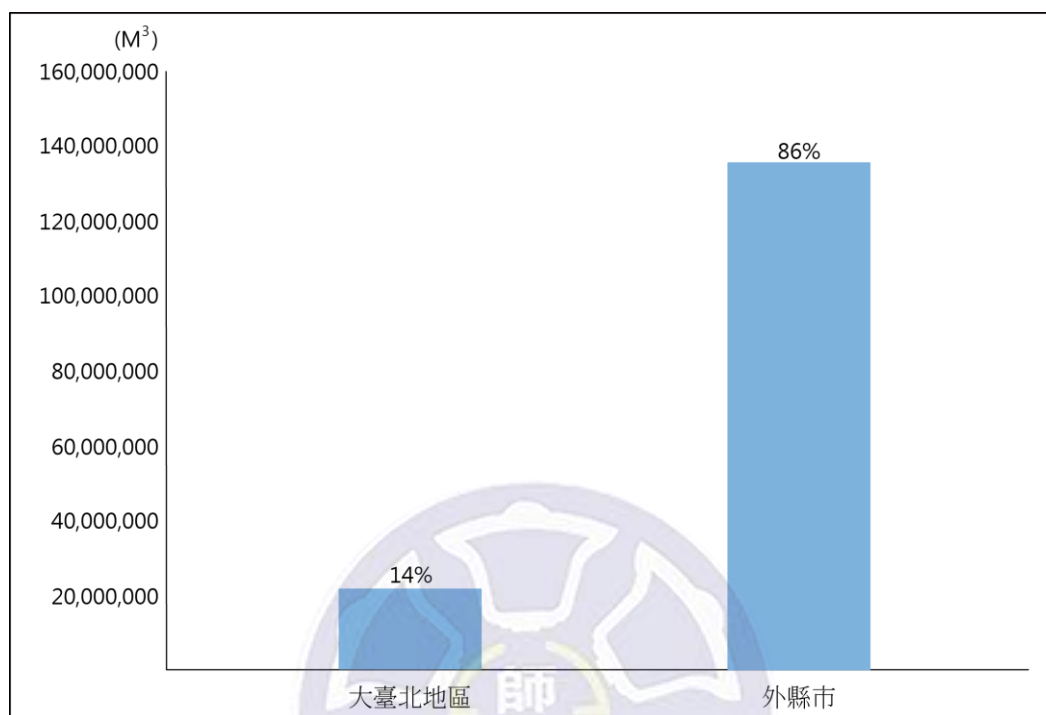


圖 4-45 2012 年蔬菜供給之水足跡比例

蔬菜水足跡與碳足跡相似，大臺北地區於 2012 年蔬菜消費所應使用的水資源主要轉由其他縣市進行稻作生產時消耗，原因亦為此時期都市內蔬菜自產量甚低，僅足以提供 14%予當地消費，其餘 86%皆透過外縣市供應，導致外縣市為供給大臺北地區蔬菜消費而分攤了絕大部分蔬菜生產之水足跡。

由於大臺北地區因農業生產力降低，而為滿足都市內部人口蔬菜消費需求時，即將蔬菜生產向外部縣市推移，因而造成研究區內應由自身承擔的蔬菜生產水足跡，卻轉嫁至外縣市，使其衍生相關環境負荷等問題。

自圖 4-44 可得知 2012 年供給蔬菜之水資源消耗較大者為雲林縣，為進一步探討該地區之蔬菜生產水足跡情形，故分析其供給當地、大臺北地區與其他縣市的水足跡比例。雲林縣供給蔬菜所消耗的水資源量超過 2.7 億立方公尺，當中 2 千萬立方公尺係當地蔬菜消費所產生之水消耗量，而供應大臺北地區與其他縣市則分別為，7 千 8 百萬與 1.7 億立方公尺，表示雲林縣蔬菜的水足跡僅有 8%為提

供當地需求而消耗，其餘 92%皆是為供應臺灣其他縣市所使用，當中大臺北地區就佔總水消耗量的 29%，為雲林縣水資源使用的 3 倍多(圖 4-46)。

2012 年雲林縣為蔬菜生產所使用水資源量，約 92%係供應外縣市，其中亦為大臺北地區蔬菜生產消耗 29%的水量，此結果顯示雲林縣為研究區多消耗了超過 3 倍的水資源，因此代表大臺北地區與其他縣市間接消耗了雲林縣的水資源，然而利用有限的水資源替臺灣各縣市承擔大部分蔬菜生產之水足跡，此結果可能導致雲林縣水資源取得問題，並衍生出相關環境負荷。

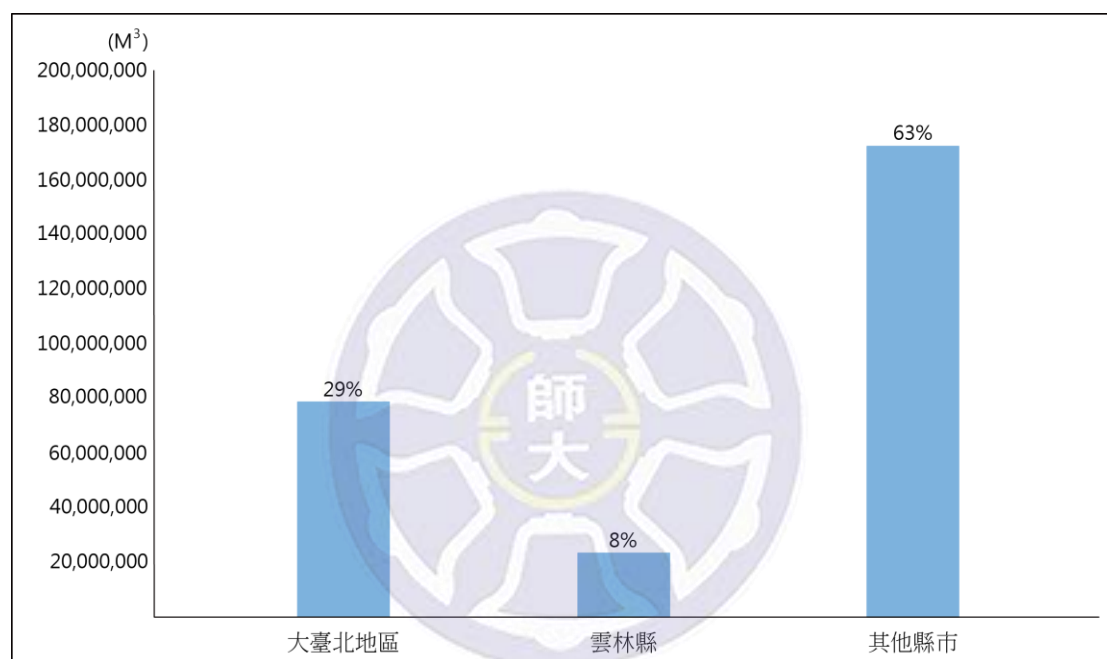


圖 4-46 2012 年雲林縣蔬菜供給之水足跡比例

四、1981 年~2012 年豬肉生產之環境負荷

1981 年大臺北地區開始進行外縣市豬肉消費，60%透過外部地提供，因此碳排放量分攤於 5 個地區，當中以臺南與屏東地區為主 (圖 4-47)，總量有 301,432,678 公斤，2002 年加入國外進口豬肉，各地區豬肉供給量有所改變，使碳排放亦隨之變動(圖 4-48)，排放量為 944,381,990 公斤，上升 3 倍，而 2012 年，供給地區仍是臺灣中南部地區，其中以雲林、屏東縣為主，故分攤地區並無太大變化(圖 4-49)，此時碳排放總量略減為 930,580,965 公斤，雲林與屏東縣即佔總排放量的 54%。

以下列各縣市分攤之二氧化碳排放量圖，分析大臺北地區於不同時期轉嫁豬肉生產而排放二氧化碳的空間變化，自研究區需透過外縣市豬肉供給開始，讓豬肉生產連帶的二氧化碳排放移轉到各供應地區，其分攤地區則主要分布於臺灣中南部地區，同時大臺北地區對於國外進口豬肉的消費，亦使得部分碳排放轉移至國外地區。

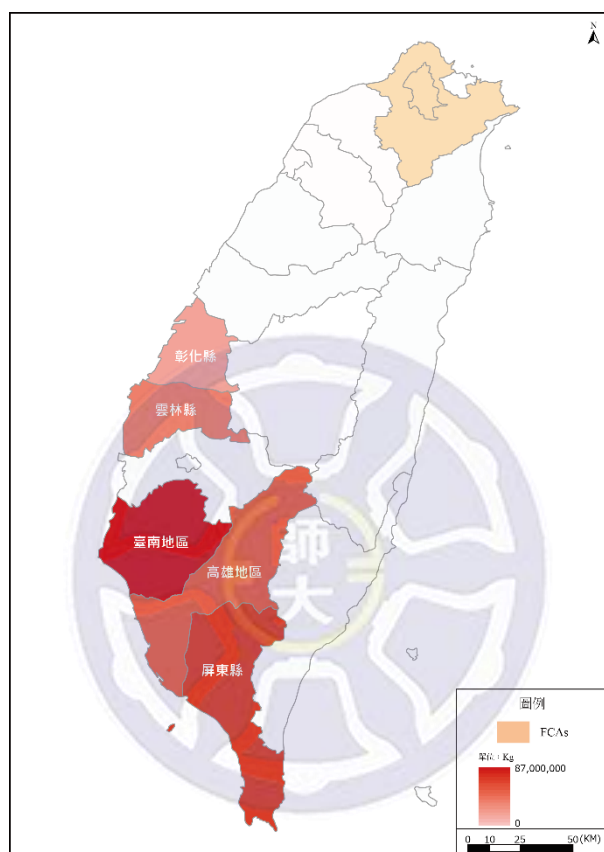


圖 4-47 1981 年豬肉供給之碳足跡空間分布

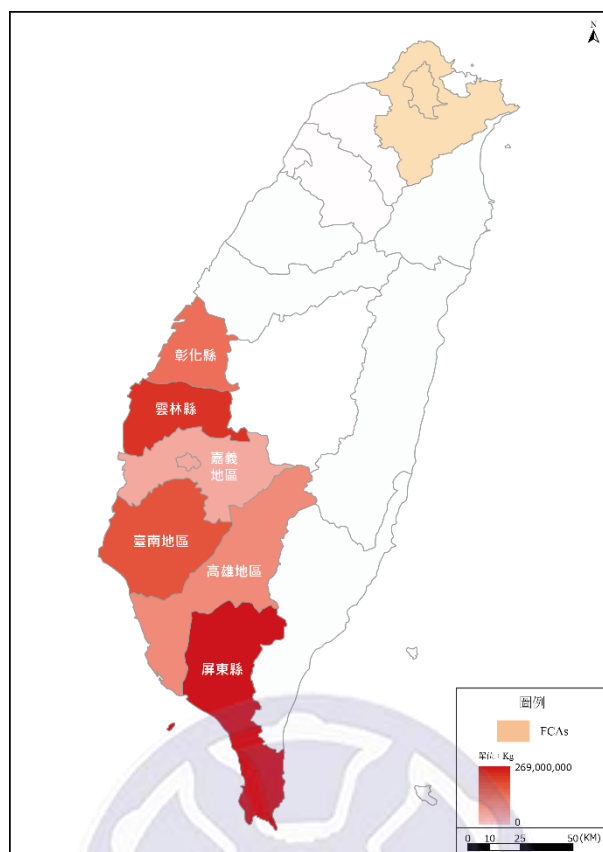


圖 4-48 2002 年豬肉供給之碳足跡空間分布

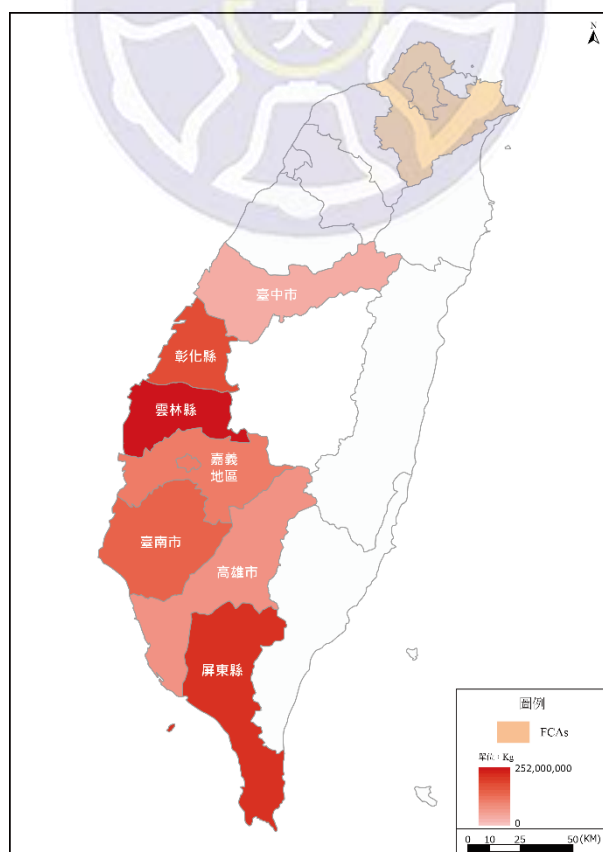


圖 4-49 2012 年豬肉供給之碳足跡空間分布

分析各縣市對大臺北地區之豬肉供給所產生的碳排放量後，為瞭解研究區豬肉消費之環境負荷，進一步計算都市與其他縣市碳足跡比例，如下圖 4-50 所示。

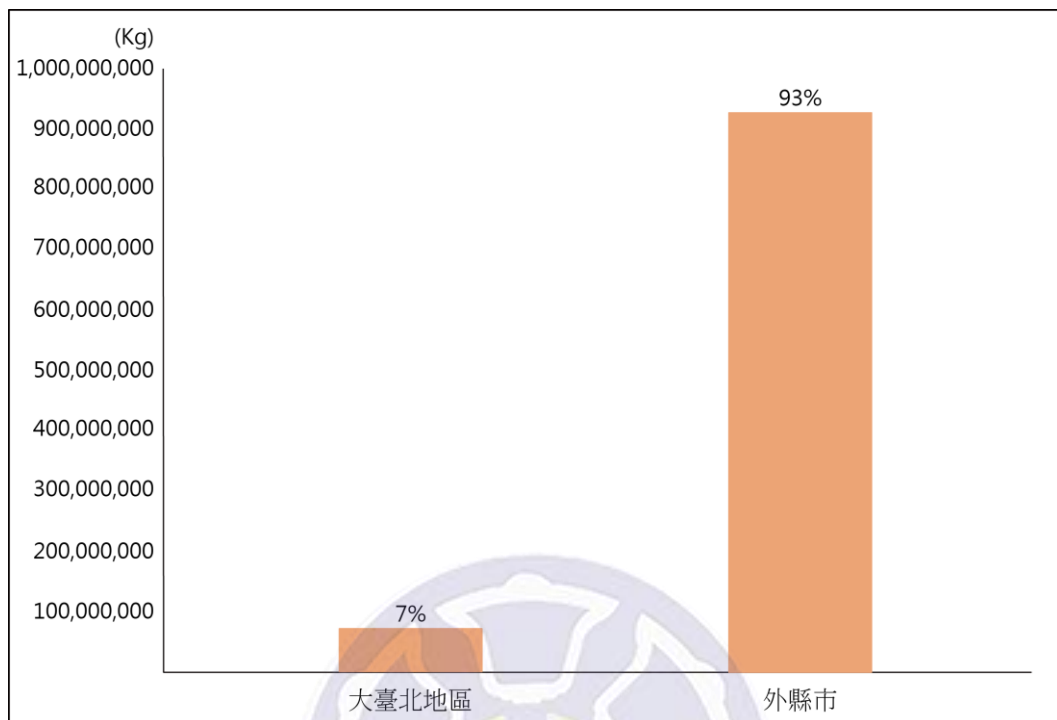


圖 4-50 2012 年豬肉供給之碳足跡比例

計算結果顯示，大臺北地區於 2012 年豬肉消費所產生的碳足跡明顯由外縣市承擔，原因在於此時期都市內豬肉自產量甚低，僅足以提供 7%予當地消費，剩餘 93%皆須由外縣市供應，致使外縣市為供給大臺北地區人口消費而分攤了絕大部分豬肉生產之碳足跡。

其反應出大臺北地區豬隻飼養量下降，而為滿足都市內部人口豬肉需求，遂轉向外縣市之豬肉供應，使研究區內應由自身承擔的豬肉生產碳足跡，轉移至其他縣市，造成相關環境負荷等問題。

因此從圖 4-49 會發現 2012 年供給豬肉之碳排放量最高者為雲林、屏東縣，為細部探討兩縣市之豬肉生產碳足跡情形，故各別分析其供給當地、大臺北地區與其他縣市的碳足跡比例。兩地區中，雲林縣供給豬肉所排放的二氧化碳量較彰化縣多出 1 萬 3 千多公噸，係因雲林縣產量略高於屏東縣，因此由供應所產生的碳排放亦較高，而從分析結果可發現，兩地區豬肉碳足跡僅約 13%~16%為當地需求所產生，約逾 84%是為提供其他地區，尤以大臺北地區就佔超過 1/4，更超

過雲林當地碳排放量(圖 4-51)。

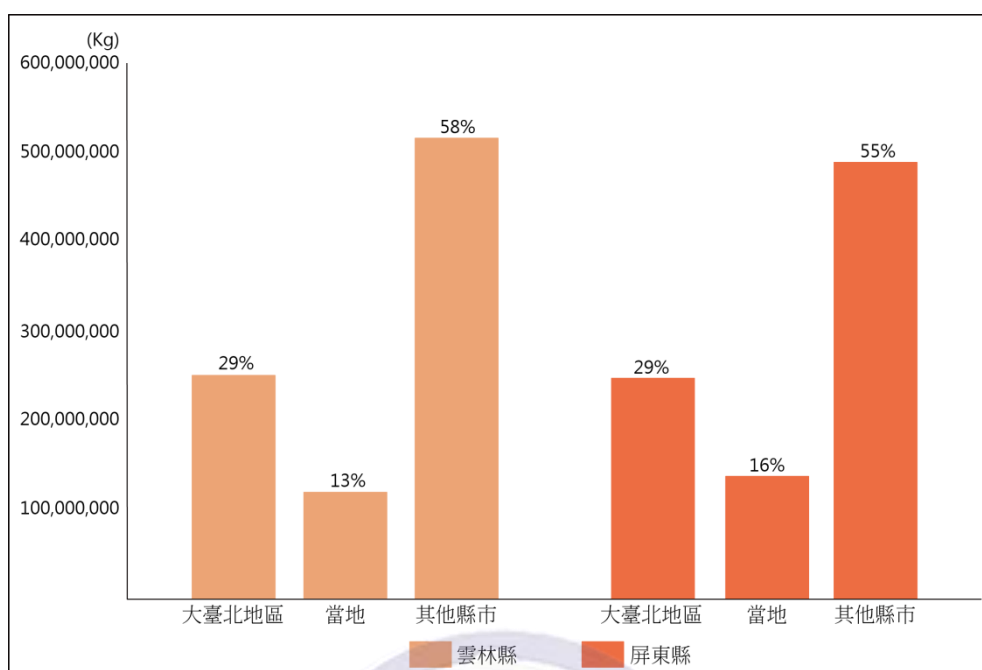


圖 4-51 2012 年雲林與彰化縣豬肉供給之碳足跡比例

1981 年豬肉之水足跡分攤地區於為臺南、屏東等 5 個地區 (圖 4-52)，總量達 238,528,065 立方公尺，2002 年轉由 6 個地區提供(圖 4-53)，因供應量增加使得水資源消耗量上升至 747,303,213 立方公尺，提高 3 倍之多，西元 2012 年時，大臺北地區豬肉已大量透過外縣市進行供給，再加上國外豬肉進口之原因，讓豬肉生產水足跡空間有所變化(圖 4-54)，該年度供應大臺北地區之國內豬肉生產水資源消耗微減至 736,382,261 立方公尺。

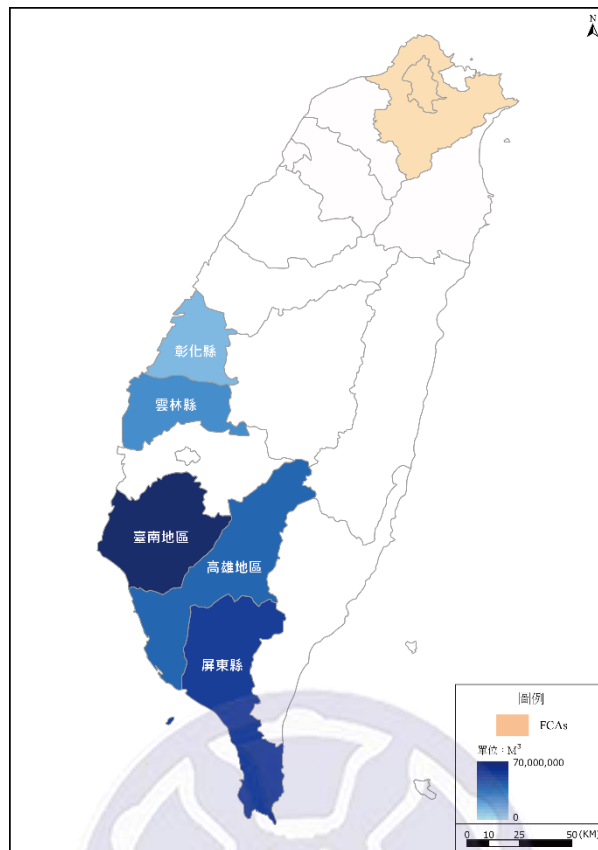


圖 4-52 1981 年豬肉供給之水足跡空間分布

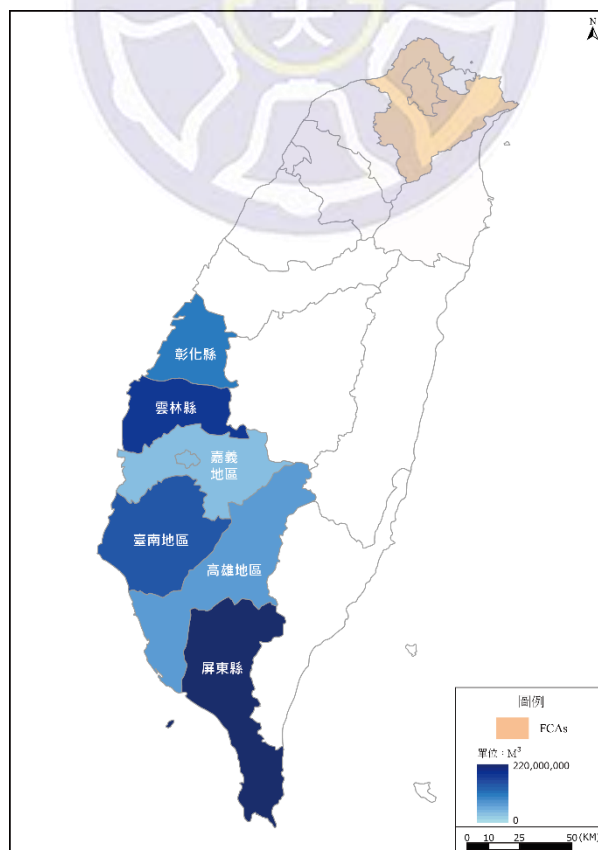


圖 4-53 2002 年豬肉供給之水足跡空間分布

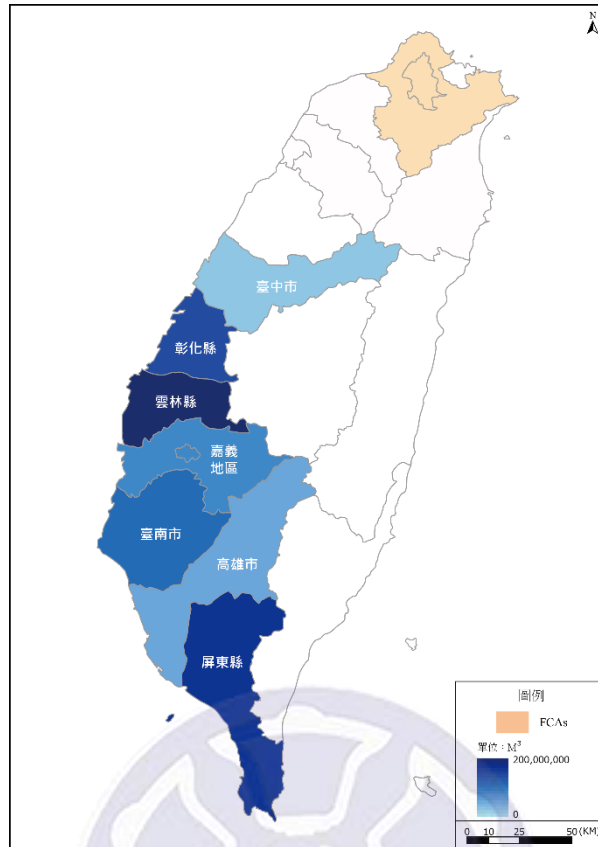


圖 4-54 2012 年豬肉供給之水足跡空間分布

分析各縣市對大臺北地區之豬肉供給所產生的水資源消耗量後，為瞭解研究區豬肉消費之環境負荷，進一步計算都市與其他縣市水足跡比例(圖 4-55)。

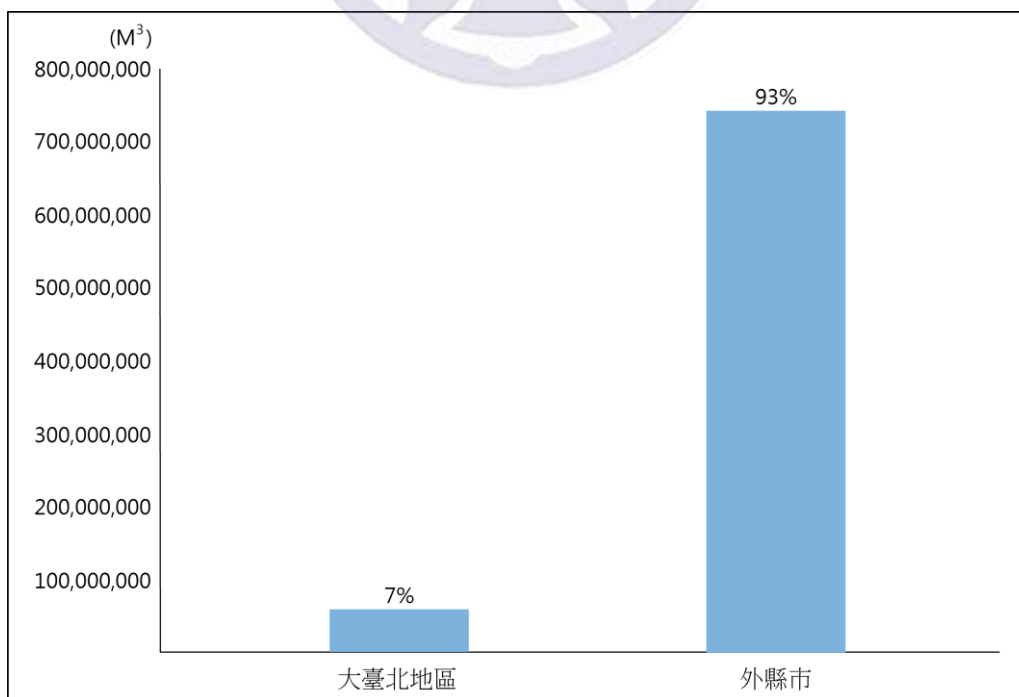


圖 4-55 2012 年豬肉供給之水足跡比例

豬肉水足跡與碳足跡相似，大臺北地區於 2012 年豬肉消費所應使用的水資源主要轉由其他縣市進行豬肉生產時消耗，原因亦為此時期都市內豬肉自產量甚低，僅足以提供 7%予當地消費，其餘 93%皆透過外縣市供應，導致外縣市為供給大臺北地區豬肉消費而分攤了絕大部分豬肉生產之水足跡。

由於大臺北地區因農業生產力降低，而為滿足都市內部人口豬肉消費需求時，便倚賴外縣市之豬隻飼養，因此導致研究區內本應自身承擔的豬肉生產水足跡，反而推移至外縣市，使其造成相關環境負荷等問題。

而由圖 55 之 2012 年豬肉供給水資源空間分布可知，消耗量較大者為雲林、屏東縣，為細部探討兩地區之豬肉生產水足跡情形，各別分析其供給當地、大臺北地區與其他縣市的水足跡比例。兩地區中，雲林縣供給豬肉所消耗的水資源量較彰化縣高出逾 1 千萬立方公尺，原因亦為雲林縣產量略高之故，因此由供應所產生的水資源消耗亦較高，然從分析結果可發現，兩地區豬肉水足跡僅約 13%~16%為當地需求所產生，約逾 84%是為提供其他地區，尤以大臺北地區就達總量的 1/4，更超過雲林當地水資源消耗量(圖 4-56)。

雲林縣與屏東縣當年為豬肉生產所使用水資源量，逾 84%係供應外縣市，其中亦代替大臺北地區豬肉生產消耗 29%的水資源使用量，即兩縣市為研究區多消耗了逾 2 倍之水資源，此結果表示大臺北地區間接使用了雲林縣與屏東縣的水資源，然而水資源有其可利用限制，不可能無限制供應，因此兩地區為臺灣各縣市承擔大部分豬肉生產之水足跡，可能造成雲林縣、屏東縣水資源獲取問題，並衍生相關環境負荷。

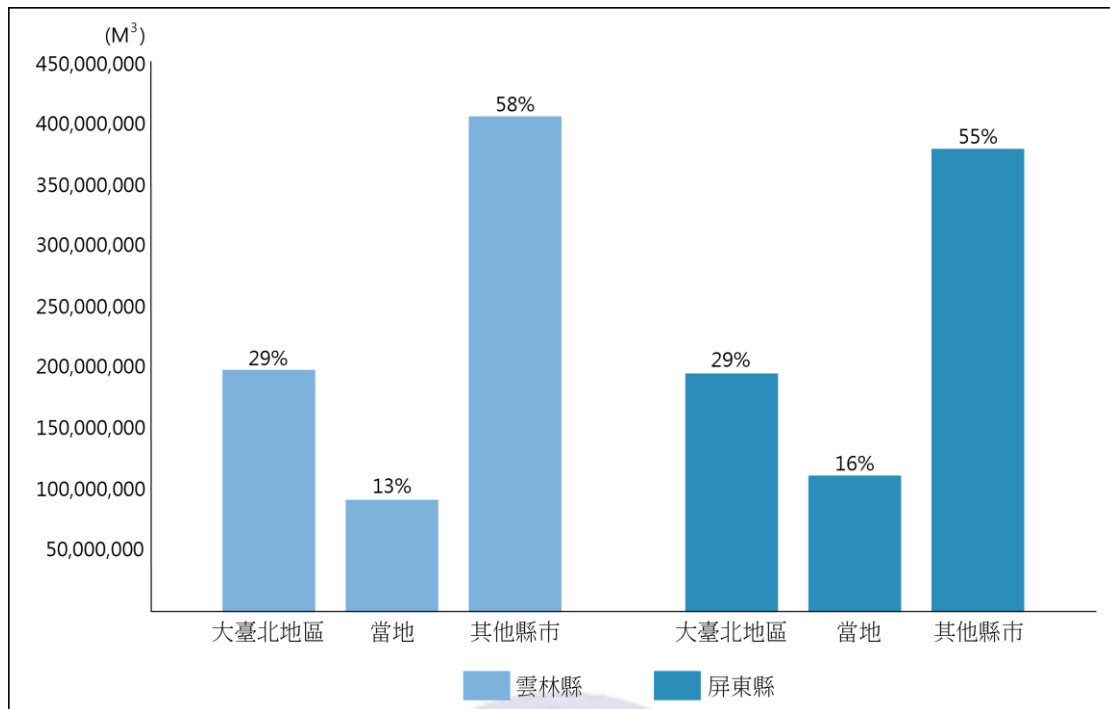


圖 4-56 2012 年雲林與屏東縣豬肉供給之水足跡比例

五、2012 年大臺北地區食物消費之生態足跡分析

由上述分析獲得大臺北地區食物消費所造成之環境負荷，本研究進一步探討因食物消費而產生的生態足跡。生態足跡係假設每一種物質消費與皆需某特定土地或水域面積加以涵容，因此，加總某特定地區人口消費所需的土地面積，即代表了這些人口產生的負荷，亦即其生態足跡(李永展，1998)。由於都市的發展與擴張，使糧食生產空間向外推移，因此本研究試圖突以生態足跡的分析方式探討食物消費產生地問題，並更具體的計算出大臺北地區食物消費的生態足跡大小，由於生態足跡需透過土地面積進行轉換，故此部分係計算稻米、蔬菜兩項目之生態足跡。

本研究之食物消費量係由人口數與每人每年消費量計算所獲得，即為食物總消費=人口 × 每人食物消費量，因此對於糧食的環境足跡計算採用 Wackerganel (1996)的方法為主，即利用糧食生產的平均值(公斤/公頃)為轉換率，進而透過每人消費量進行換算。計算方法為針對主要消費項目(i)中，平均每每人所佔用的土地面積(aa)，然後，只要將每人平均消費各項目所挪用的生態系面積加總，就可算

出平均每人的總生態足跡，最後把平均每人的足跡乘上人口總數，即為特定人口的生態足跡，如公式(4-1~4-3)所示。

$$aa_i = c_i / p_i \quad (4-1)$$

$$ef = aa_i \quad (4-2)$$

$$EF_p = N \times ef \quad (4-3)$$

aa_i 為第 i 項目平均每人所佔用的土地面積

c_i 為第 i 項目大臺北地區的平均年消費量(公斤/每人)

p_i 為第 i 項目對大臺北地區的平均年供給量(公斤/公頃)

ef 為平均每人的總生態足跡

N 為人口總數

EF_p 為特定人口的生態足跡

經由公式 4-1 可計算出大臺北地區兩項食物消費之生態足跡：

稻米消費之生態足跡：45.6 (公斤/每人) / 5,111.5 (公斤/公頃) = 0.0089 (公頃/每人)

蔬菜消費之生態足跡：103.0 (公斤/每人) / 15,933.3 (公斤/公頃) = 0.0064 (公頃/每人)

豬肉消費之生態足跡：38.2 (公斤/每人) / 25,9170.3 (公斤/公頃) = 0.0005 (公頃/每人)

而後把每人平均消費各項目所挪用的生態系面積加總，就可算出平均每人的兩項食物消費生態足跡為 0.0158 公頃，最後將該足跡乘上研究區人口總數 6,612,531 人，即可獲得大臺北地區於 2012 年的稻米、蔬菜與豬肉消費生態足跡為 104,477.99 公頃，相較於大臺北地區土地面積 232,700 公頃，此足跡就約為半個研究區之大小，然此部分僅僅為大臺北地區人口對國內三項食物之消費所產生的生態足跡，因近年都市人口遂有購買進口糧食之情形，若進一步探討國外糧食

生產情形，瞭解並分析國外各地供應大臺北地區所產生之生態足跡，最後將其併入國內計算結果，將可獲得更完整的稻米、蔬菜及豬肉消費生態足跡。



第五節 總結

為瞭解 1905 年至 2012 年大臺北地區食物(稻米、蔬菜、豬肉)物質流與生產空間之變化，首先透過四時期歷史圖資與航空、衛星影像進行大臺北地區稻作空間變化分析，再彙整與利用農業委員會出版之農業統計年報、糧食供需年報以及臺北市、新北市統計年報，產製三項食物物質流資料並以物質流分析，分析不同階段與不同地區食物之物質流動情形，進而以物質流分析結果繪製大臺北地區食物供給空間，最後由供給空間及其供給量分析大臺北地區轉嫁至食物供給縣市之環境負荷。因此本節將透過兩個部分，整合探討研究區食物供給變化與消費外縣市食物衍生之環境負荷。

一、大臺北地區食物供給能力

由上述分析結果可得知，大臺北地區產生三項食物供給變化原因在於自給能力的降低，其因百年來大臺北地區皆為日本與臺灣國民政府之國家中央機關所在地，故從日治時期開始，即對此地區進行都市發展，而後國民政府亦持續以臺北作為首都，致力於都市發展與擴張。都市發展最主要目的即是改變都市內產業型態，提昇都市經濟狀況，因此快速的發展同時導致了都市內部農業生產空間的流失，而生產空間的流失亦減低了食物生產能力(圖 4-57)。

食物自產能力的下降以及都市擴張造成人口的急速成長，大臺北地區在排除農業生產的同時，卻面臨著逐年升高的糧食消費需求，因此大臺北地區分別於不同時期開始倚賴臺灣其他縣市的供應。隨著自產能力的降低，研究區內稻米由 1959 年 52% 的自給比例、蔬菜 1970 年 59%、豬肉 1983 年 50% 則分別於 1960、1971、1984 年僅剩 47%、46% 與 35%。

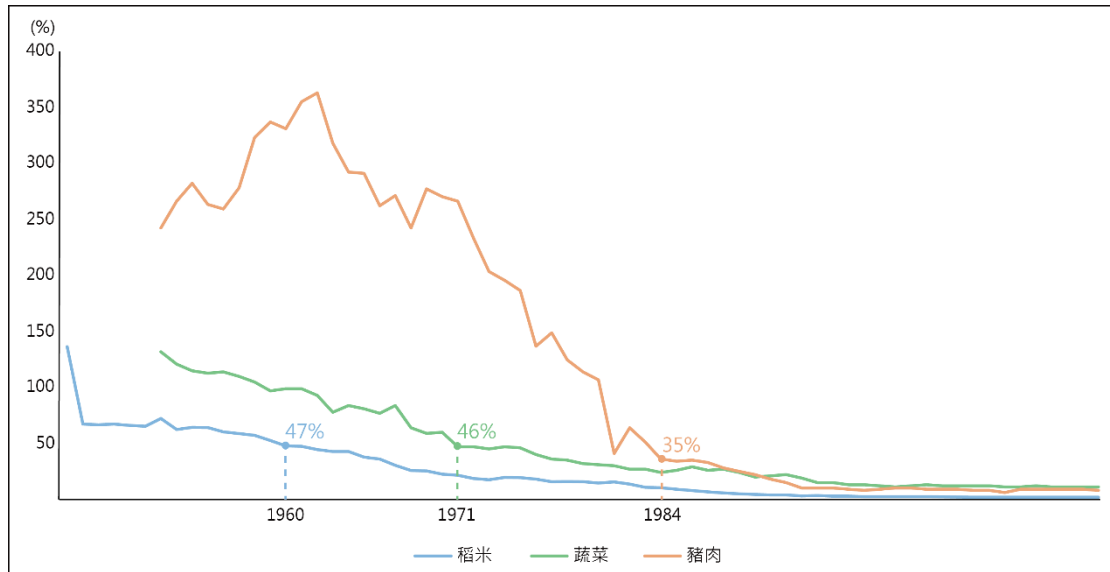


圖 4-57 1905 年~2012 年大臺北地區食物自給比例

此結果顯示了大臺北地區超過半數的食物消費量，必須透過外縣市或國外進口予以供應，然而除了顯示出大臺北地區對於外部地區之倚賴程度外，大量倚賴都市外地區進行食物供給也意味著，原先應由都市內部食物生產所造成的環境負荷，間接轉移至其他生產供應地區，導致該地區為食物受惠區承擔環境負荷等問題。因此欲瞭解大臺北地區對食物供應地之影像，即需利用影響指標進一步探討負荷程度。

二、大臺北地區食物消費所衍生之環境負荷

本研究透過碳足跡、水足跡此兩項環境影響指標，分析大臺北地區對於食物供應地之影響。由上述結果可知，大臺北地區食物自給比例逐年下降，因此針對自給量最低與人口數最高之 2012 年以呈現都市轉嫁於臺灣各縣市之環境負荷情形。總和大臺北地區三項食物消費的二氧化碳排放量約為 19.9 億公斤，而各縣市分攤之碳排放量約有 15 億公斤，當中雲林縣為三項食物最主要供應地，因此承擔了自身 2 億公斤近乎 3 倍的碳排放量，碳足跡達到 5 億公斤(圖 4-58)。

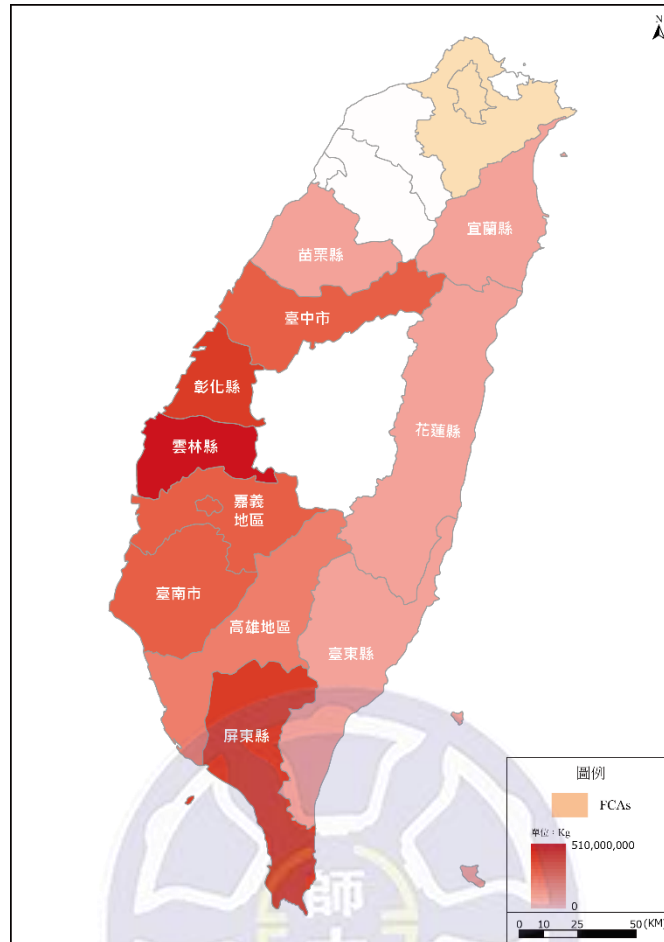


圖 4-58 2012 年食物供給之碳足跡空間分布

以農委會 2008 年計算之臺灣每公頃森林可吸存 72 公噸的二氧化碳，大臺北地區需有 20,833 公頃的森林面積方可吸存其轉嫁至外縣市之 15 億公斤碳排放，若以大臺北地區面積 232,700 公頃進行轉換，約等於研究區 9%的土地面積。

相同地農作生產空間的轉移，亦讓食物供給地區間接承擔了大臺北地區的食物生產水足跡，2012 年研究區內食物消費水足跡總量達 24 億立方公尺，而各縣市為大臺北地區分攤之水資源消耗量約為 23 億立方公尺，其中雲林縣即承擔了自身 2 億水足跡的 2 倍水資源消耗量，達到 6 億立方公尺(圖 4-59)，以農委會統計雲林縣每年平均灌溉與畜牧用水量約為 17 億立方公尺，當中有 4 億立方公尺之地下水，以此推算轉嫁至雲林的水足跡，可能有 1/4 約 9 千萬立方公尺之用水量即為地下水，因此大臺北地區透過食物生產而間接地消耗雲林縣地下水資源。

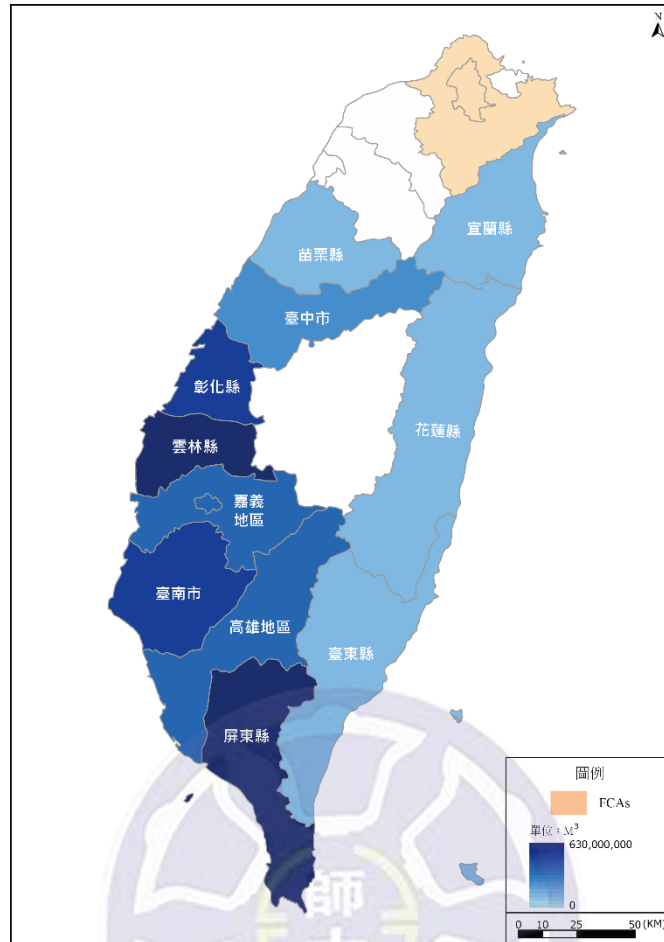


圖 4-59 2012 年食物供給之水足跡空間分布

藉由上述分析結果可發現大臺北地區三項食物之消費趨勢，稻米於 1905 年~2012 年其間，因全國每人每年需求量下降，使其消費量有逐年下降趨勢，反之，蔬菜與豬肉於 1959 年~2012 年間則因需求量的增加，致使消費量呈現逐年上升趨勢。然消費需求增加亦同時造成環境負荷的加重，故為瞭解後續大臺北地區食物消費對環境負荷之影響，分別進行稻米、蔬菜、豬肉至 2025 年消費預測，當中稻米與蔬菜皆使用近 20 年(1993 年~2012 年)大臺北地區消費數據，透過回歸分析進而推估 2025 年的消費需求，而豬肉則是使用近 25 年(1988 年~2012 年)之消費量估算。三項食物之回歸結果如下圖所示(圖 4-60)，稻米消費有逐年遞減趨勢，將由 2012 年的 301,784 公噸減至 2025 年的 247,718 公噸，其相關係數達 0.97，蔬菜與豬肉則於 2025 年時增加至 771,244、295,440 公噸，兩者相關係數分別為 0.56 與 0.83。

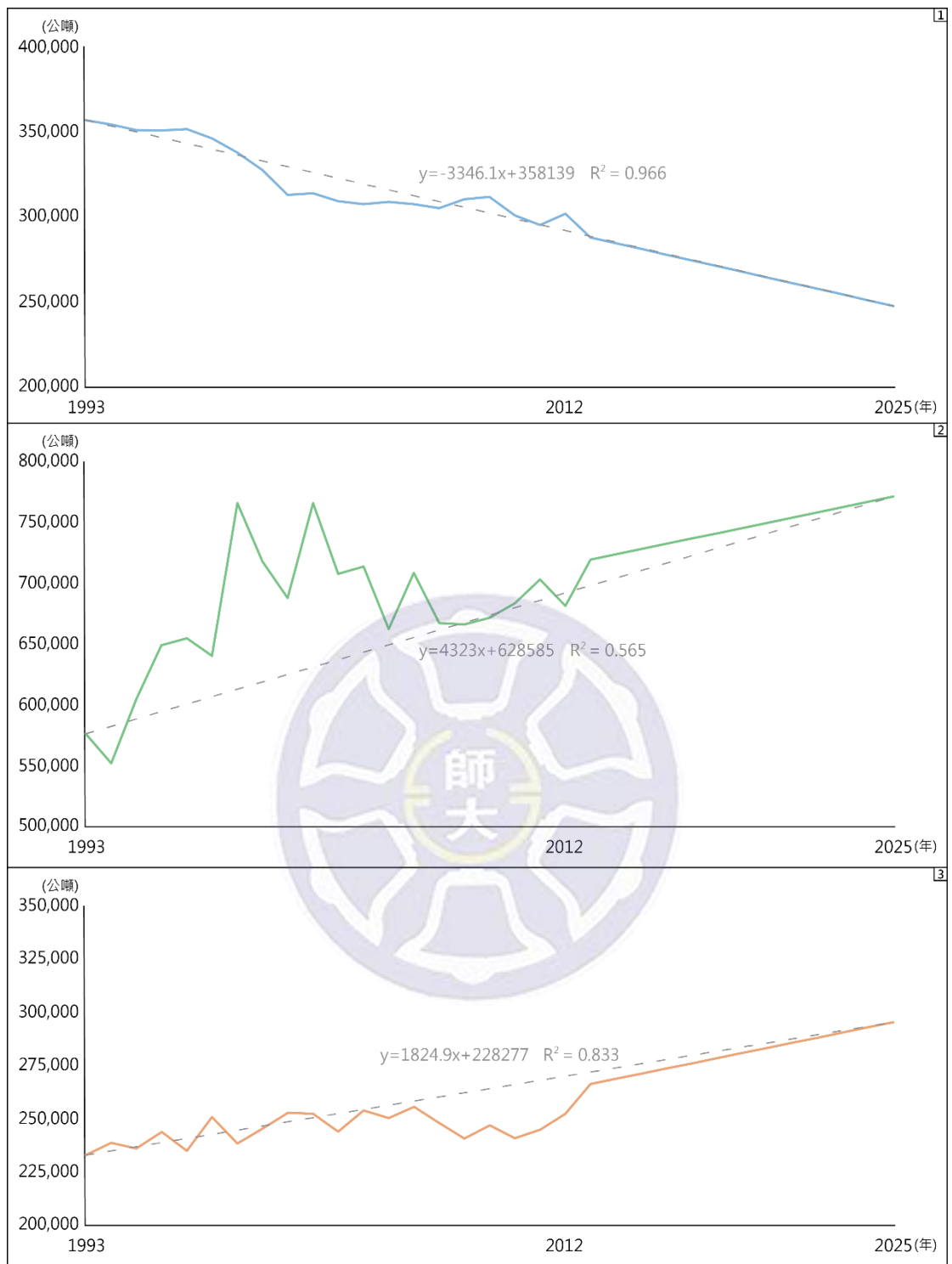


圖 4-60 1993 年~2025 年食物消費趨勢(1)稻米 (2)蔬菜 (3)豬肉

因此利用 2012 年與 2025 年之三項食物消費數據，即可進一步探討三項食物消費量改變所造成之環境負荷變化，此部分係探討食物消費之碳排放，故以碳足跡予以表示。

2012 年大臺北地區稻米、蔬菜、豬肉之消費量為 301,784、681,355、252,466

公噸，而各項碳排放量為 440,605、476,949、1,075,507 公噸(圖 4-61)，2025 年時

本研究則推測三項食物需求將轉變為 254,410、762,598、290,597 公噸，由於稻米需求的下降，讓稻米消費之碳排放量略減為 371,438 公噸，蔬菜以及豬肉在消費需求增加的情況下，碳足跡提升至 533,819、1,237,943 公噸(圖 4-62)，相較於 2012 年，大臺北地區三項食物消費之二氧化碳排放量約有-16%、12%與 15%的變化。

透過三項食物消費之碳足跡比例(圖 4-63)即可明顯看出其變化，2012 年因消費而產生的碳足跡總量為 1,993,061 公噸，當中蔬菜佔總數的 55%，而稻米、豬肉則分別為 24%與 21%。預估進入 2025 年時，大臺北地區由於三項食物消費需求的改變，使稻米需求低於蔬菜與豬肉，因此碳足跡比例亦降為 20%，蔬菜以及豬肉則增加至 58%、22%，

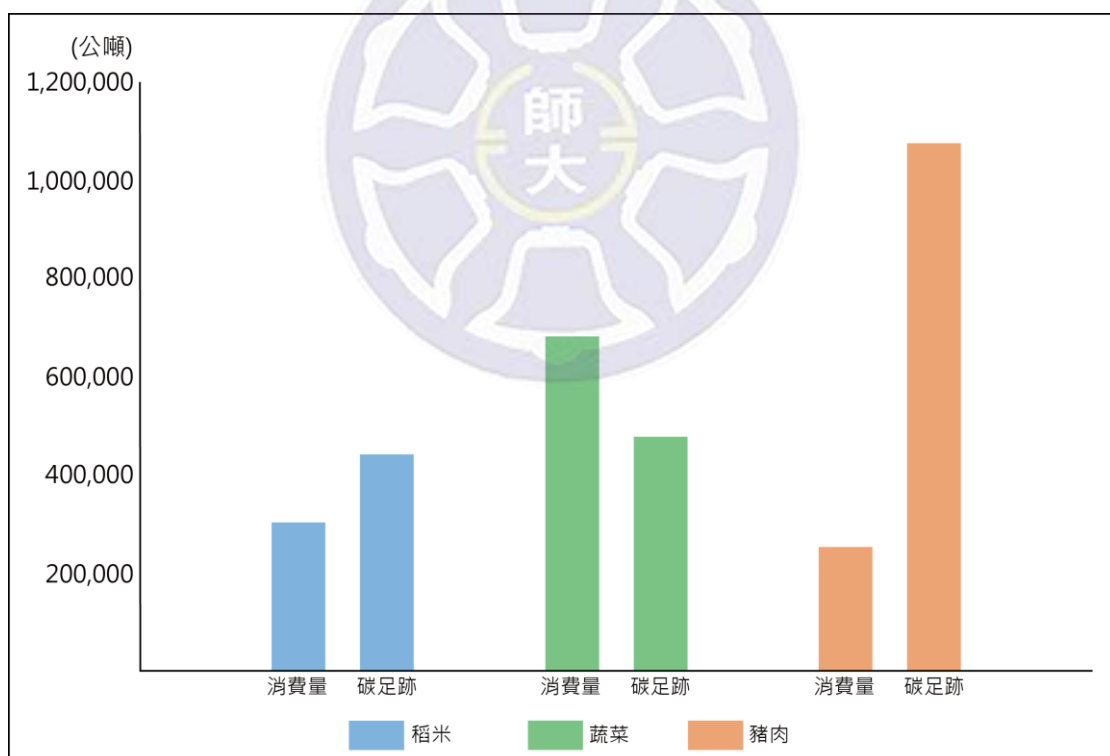


圖 4-61 2012 年大臺北地區食物消費量與碳足跡

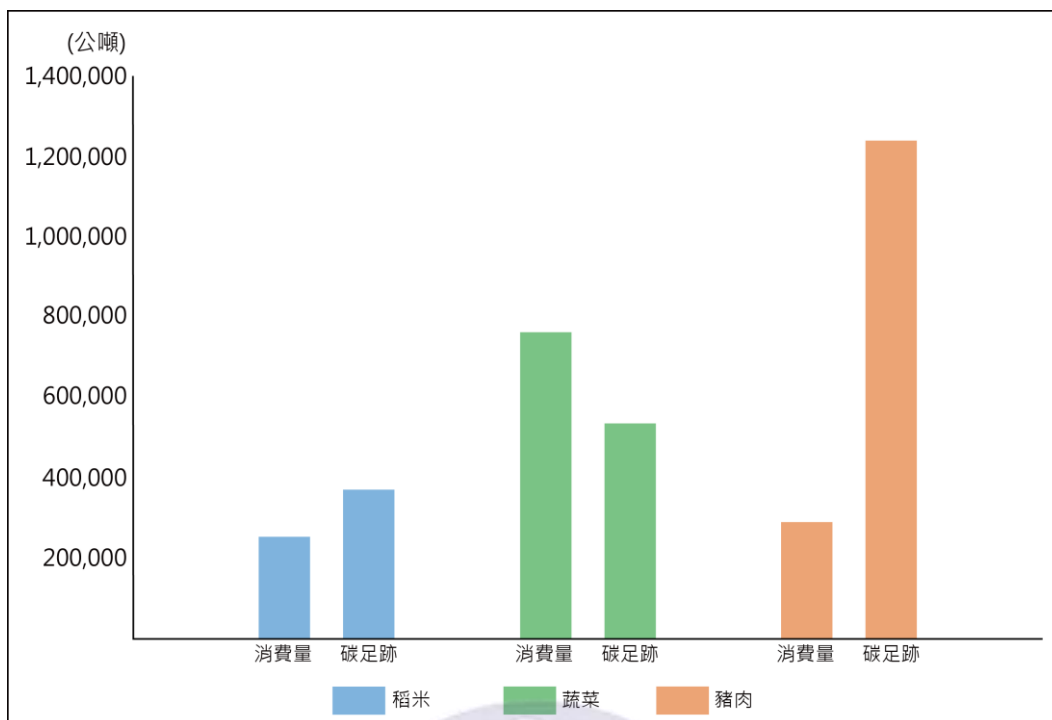


圖 4-62 2025 年大臺北地區食物消費量與碳足跡

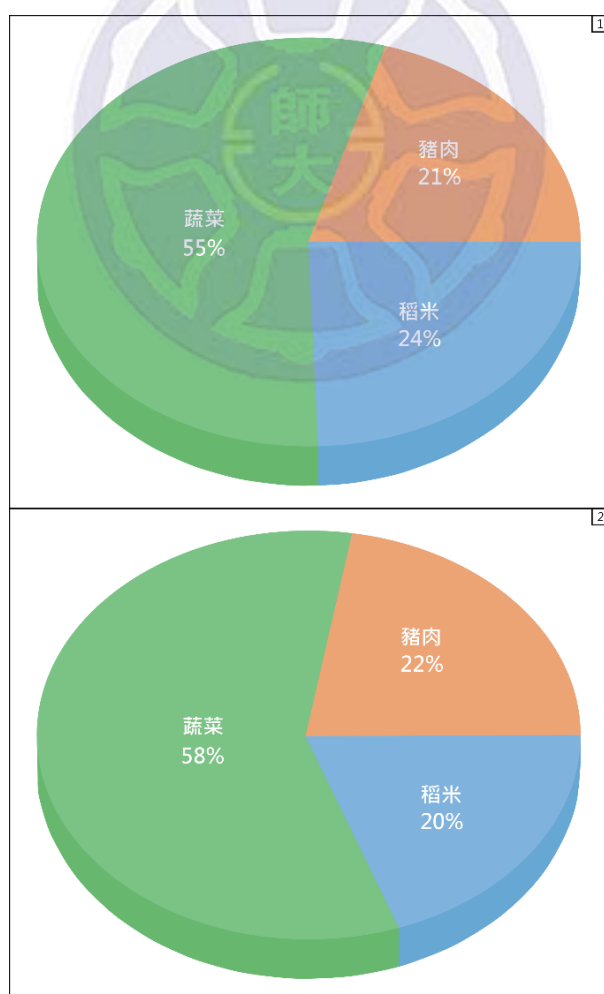


圖 4-63 大臺北地區食物消費之碳足跡比例(1)2012 (2)2025 年

第五章 結論與建議

第一節 結論

都市發展過程下，從農業社會轉型為工業與服務業社會，都市農地資源面臨各種轉用的壓力，當重要農地資源失去時，周邊土地即逐漸被利用，將導致都市蔓延、擴張侵蝕等現象，對環境產生嚴重負面影響。由於都市內農地減少造成食物生產空間外推至其他地區，使得此些地區成為都市之食物生產供應地，同時承受為食物生產而衍生之相關環境負荷問題。因此本研究透過大臺北地區食物物質流與生產空間分析，探討不同時期食物物質流、生產空間變化以及造成之環境負荷。

因此本研究透過 1905 年~2012 年大臺北地區之歷史圖資與航空、衛星影像進行空間分析，結果發現稻田種植面積逐年下降，自 1905 年之 44,417 公頃減少為 2012 年的 520 公頃，其主要沿淡水河分布，於 1947 年，新北市之三重、蘆洲、新莊等地區稻田較先轉為非農業用地，至 2012 年時僅存新北市金山、三芝、石門以及臺北市北投區等地。日治時期 1905 年，研究區內稻米生產方能自給自足，1947 年國民政府來臺後，稻米生產數量則無法自足，開始需由臺灣其他縣市或國外進口來提供。其產量下降原因是為大臺北地區稻米收穫面積減少，由 1947 年的 66,876 公頃降至 2012 年的 649 公頃，面積減少約 97%。

為了瞭解人類基本糧食需求澱粉、先維素與蛋白質，故同時探討蔬菜、豬肉之情況，發現大臺北地區於 1952 年~1958 年間，方可提供本區域超過 50%之蔬菜消費量，甚至可將部分生產轉作都市存糧，自 1959 年開始，由於受上述之糧食增產政策以及都市產業轉型等影響，致使蔬菜自給能力逐年降低，1996 年後自產比例甚至降為平均 11%，若為滿足大臺北地區蔬菜消費需求，即需透過外縣市或國外進口供應。而研究區於 1981 年以前豬肉生產還能自給自足，1982 年開始，豬肉生產數量則無法完全供應當地消費，開始需由臺灣其他縣市或國外進口

來提供。然於 1997 年口蹄疫事件爆發前，臺灣豬隻養殖正達尖峰時期，1967 年~1977 年大臺北地區豬肉年平均生產 95,605 公噸，而造成豬肉自主供給量不足原因，應為研究區內人口在食物消費中對於豬肉需求量之增加，相較於 1952 年每人每年 8.1 公斤豬肉供給量，1972 年以增加至 13.5 公斤，而 2012 年時則來到了 38.2 公斤，因此豬肉產量便無法滿足都市內之消費需求。

由分析結果可得知，大臺北地區於不同時期稻米供給之空間變化，從日治時期的自給自足轉變為外部供給，農地的減少，讓稻米生產能力向外推移，而主要供應來源亦由新竹(42%)與臺中地區(58%)轉為彰化(19%)、雲林地區(19%)，又因開放外國進口後，使部分轉移至外國稻米之消費(15%)。蔬菜供給之空間變化自 1959 年起，因糧食政策的改變與都市擴張之影響，使大臺北地區蔬菜生產能力下降，並向都市外推移，2012 年雲林地區(40%)變為蔬菜主要供應地，而開放外國進口後，使有大量供給轉移至進口蔬菜消費(32%)，此結果明顯展示了大臺北地區對於蔬菜消費之改變。豬肉供給之空間變化由 1981 年開始，大臺北地區豬肉生產能力下降，並向都市外推移，雲林(23%)、屏東地區(22%)變為豬肉主要供應地，以及開放國外進口後，亦有部分供給轉移至進口豬肉消費(17%)，此結果明顯展示了大臺北地區對於豬肉消費之改變。

食物自產能力的下降以及都市擴張造成人口的急速成長，大臺北地區在排除農業生產的同時，卻面臨著逐年升高的糧食消費需求，因此三項食物分別於 1960、1971、1984 此三時期超過半數需求量，須透過臺灣其他縣市的供應，為此逐漸加重供應地區的環境負荷。為量化食物消費所造成的環境負荷，本研究透過碳足跡、水足跡此兩項環境影響指標，分析大臺北地區對於食物供應地之影響。2012 年大臺北地區三項食物消費的二氧化碳排放量約為 19.9 億公斤，而各縣市分攤之碳排放量約有 15 億公斤，當中雲林縣為三項食物最主要供應地，因此承擔了自身 2 億公斤近乎 3 倍的碳排放量，碳足跡達到 5 億公斤。同年大臺北地區食物消費水足跡總量達 24 億立方公尺，而各縣市分攤之水資源消耗量約為 23 億立方公尺，其中雲林縣即承擔了自身 2 億水足跡的 2 倍水資源消耗量，達到 6 億立方

公尺。

大臺北地區移轉之碳足跡，以農委會 2008 年計算之臺灣每公頃森林可吸存 72 公噸的二氧化碳，大臺北地區需有 20,833 公頃的森林面積方可吸存其轉嫁至外縣市之 15 億公斤碳排放，若以大臺北地區面積 232,700 公頃進行轉換，約等於研究區 9% 的土地面積。而移轉之水足跡以農委會統計雲林縣每年平均灌溉與畜牧用水量約有 4 億立方公尺之地下水，以此推算轉嫁至雲林的水足跡，可能有 1/4 約 9 千萬立方公尺之用水量即為地下水，因此大臺北地區透過食物生產而間接地消耗雲林縣地下水資源。

為進一步瞭解未來研究區因食物消費所造成的環境負荷，本研究透過近 20~25 年大臺北地區食物消費數據，推測 2025 年之食物需求將轉變為 254,410、762,598、290,597 公噸，由於稻米需求的下降，讓稻米消費之碳排放量略減為 371,438 公噸，蔬菜以及豬肉在消費需求增加的情況下，碳足跡提升至 533,819、1,237,943 公噸，相較於 2012 年，三項食物消費之二氧化碳排放量約有 -16%、12% 與 15% 的變化。

第二節 建議

1. 空間分析亦可增加其他重要年份之圖資，例如農糧署繪製的稻作分布圖、農航所各時期航拍影像，抑或福衛二號、Landsat、Quickbird、WorldView 等衛星影像，增加各時期之農地變遷與分析精度。
2. 為遵守物質流基本理論，本研究係假設系統中食物輸入與輸出質量守恆，因此將部分影響因子排除於此系統外，然而該因子仍會造成消費地區以及供給地區在食物流通上之變化，未必僅止於輸入與輸出等關係，故後續研究可進一步探討食物因其他因素造成的生產與消費情形。
3. 本文環境負荷係針對特定地區與特定年分進行探討，而後續研究可進行國內各地區與全年度的探討，分析各食物消費地與供應地之關係，繪製全臺灣因各項

食物消費所衍生的環境足跡。

第三節 研究限制

- 1.本研究係以物質流為主軸，分別進行稻米、蔬菜與豬肉此三項食物之消費、供給空間變化，而物質流之基礎理論即為物質循環與平衡等概念，因此本研究需假設三項食物消費與供給之平衡，方符合物質流之理論。
- 2.為達成消費、供給平衡，故須假設食物於系統邊界內輸入及輸出達平衡狀態，進而會屏除部分無法在系統中循環或質量守恆之因子，例如食物於都市內部之消費情形、經貿因素所衍生的消費變化、政策施行帶來的糧食生產與消費問題。
- 3.本研究為量化大臺北地區食物消費所衍生之環境負荷，因此採用碳足跡、水足跡與生態足跡予以分析，由於本文主要是探討研究區食物消費將造成的碳排放量，而碳吸存所需森林面積僅作為規模敘述之輔助，是以採用農委會林務局提供的臺灣平均值，並未針對單一樹種進行碳吸存之演算。

參考文獻

中文文獻

- 王秋原(1996)，台北都會區之空間結構的變遷(□)---都會核心的邊陲性，台北：行政院，國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- 冉繁華等(2006)，水產品行銷履歷的建立，國立海洋大學，海大漁推，36。
- 朱慶誠(1994)，養豬政策與養豬產業發展，農政與農情，23：22-24。
- 李永展、陳安琪(1998)，從生態足跡觀點探討台灣的永續發展，經社法制論叢，22：437-465。
- 李宜欣(2002)，自農業資變遷初探淡水河流域之物質流課題，國立臺灣大學環境工程學研究所碩士論文。
- 李俊霖(2008)，社經代謝作用與土地利用變遷之整合與空間動態，國立臺北大學都市計劃研究所博士論文，28-31。
- 呂冠霖、李育明(2010)，台灣地區總物質需求分析與資源生產力評估，永續產業發展雙月刊，48：31-42。
- 林錫雄(2001)，台灣物質流之建置與應用研究初探，中原大學國際貿易學系碩士論文，7-15。
- 吳以健等(2013)，稻作環境親和栽培之環境影響評估，良質米產業發展研討會專輯，85-98。
- 吳彩珠(2011)，台北都會區農地地景變遷之初探，國土資訊系統通訊期刊，77：24-34。
- 洪慧娟(2014)，豬隻生命週期之碳足跡及水足跡評估-案例分析，逢甲大學環境工程與科學學系碩士論文。

陳柏廷(2003)，租隙與都市空間發展歷程之研究，國立政治大學地政學系博士論文，55-57。

陳俐伶(2000)，都會區製造業空間分布變遷之研究，國立政治大學地政研究所碩士論文。

黃有才(2011)，一百年來台灣農業的回顧與展望，科學發展，457：135-139。

黃韋智(2012)，台灣茶葉水足跡研究，國立臺灣師範大學地理學研究所碩士論文。

張元馨(2012)，臺灣農業水足跡之估算－以稻作生產為例，臺灣大學生物環境系統工程學研究所碩士論文。

蔡金慧(2010)，台北都會區都市人口變遷之研究，國立臺灣師範大學地理學研究所碩士論文，66-68。

劉曜華(2004)，台灣都市發展史，台中：逢甲大學都市計畫系。

謝依潔(2011)，都市地區農地變遷對生態系統服務影響之研究－以台北都會區為例，國立臺北大學都市計劃研究所碩士論文。

外文文獻

Allenby, B.R. and T.E. Gradel (1992), "Industrial Ecology, Englewood Cliffs", NJ : Prentice Hall.

Ausubel, J.H (1992), "Industrial Ecology : Reflections on a Colloquium," Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 89(3), 879-884.

Clawson M (1971), Suburban Land Conversion in the United States: An Economic and Governmental Process. The John Hopkins Press, Baltimore and London.

Conklin HE, Bryant WR (1974), Agricultural Districts: A Compromise Approach to Farmland Preservation. American Journal of Agricultural Economics. 56(3),

607-613.

Frosch, R.A. (1994), "Industrial Ecology : Minimizing the Impact of Industrial Waste,"
Phys. Today. 47(11), 63-68.

Furuseth OJ (1982), Agricultural Land Conversion: Background and Issues. Journal of
Geography. 81(3), 89-93.

Isberg G (1975), Controlling Growth in Urban Fringe in Scott W (ed.) Management
and Control of Growth: Issues, Techniques, Problems, Trends. The Urban Land
Institute, Washington D.C.

Lapping MB (1975), Preserving Agricultural Lands: The New York Experience. Town
and Country Planning. 394-397.

Lockeretz W, Freedgood J, Coon K (1987), Farmers' View of the Prospects for
Agriculture in a Metropolitan Area. Agricultural Systems. 23, 43-61.

Maxwell, D., C. Levin, M. Armar-Klimesu, M. Ruel, S. Morris, and C. Ahiadeke.
(2000), Urban livelihoods, and food and nutrition security in Greater Accra,
Ghana. IFPRI Research Report 112. Washington DC: International Food Policy
Research Institute.

Pacino M (1990), Development Pressure in the Metropolitan Fringe. Land
Development Studies. 7(2), 69 – 82.

Pauchard, A., M. Aguayo, E.Pena, and R. Urrutia.(2006), Multiple effects of
urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a
fast-growing metropolitan area (Concepcion, Chile). Biological Conservation.
127, 272-281.

Socolow, R., C. Anderws, F. Berkhout and V. Thoms, eds., (1994), "Industrial
Ecology and Global Change," Cambridge : Cambridge Univ. Press.

Soni P (2009), Strategic Analysis of Urban/Peri-Urban Agriculture in Asia: Issues, Potential and Challenges. Proceeding of International Workshop on Sustainable City Region. Bali, Indonesia.

Wackernagel, Mathis and William Rees (1996), Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth.

