

# 以區域整合規劃設立產地生鮮蔬果農 產品集運中心

## To Determine the Optimal Agricultural Processing Center Systems by Using Regional Integration Planning Concept

李宗儒 Tzong-Ru Lee

國立中興大學行銷學系

Dept. of Marketing, National Chung-Hsing University

陳泰宏 Tai-Hong Chen

國立中興大學農產運銷系

Dept. of Agricultural Marketing, National Chung-Hsing University

楊淑惠 Shu-Hui Yang

國立中正大學企管所

Institute of Business Administration, National Chung-Chang University

**摘要：**本研究提出設立生鮮農產品集運中心之理念，建立數學規劃模型來分析集運中心最適區位、規模等資料，由集運中心將附近區域生產之農產品集中處理與包裝後，先滿足集運中心附近區域之農產品需求，然後由模型來分析將哪些集運中心改建為物流中心，以及將剩餘之農產品轉運到物流中心之數量，以利進行長程運輸配送，達到降低物流成本、提高整體物流配送效率之效果。研究結果發現，當同一縣市內對某一農產品同時具有供應與需求時，即可於該區域建置集運中心，以節省運輸成本。大規模之集運中心設置區位，均十分接近大型消費地或大型供應地。建置大型集運中心時，必須考慮其建置後對降低運輸成本之貢獻程度、其附近之集運中心是否有剩餘產能等因素。  
**關鍵詞：**整數規劃模式、區位分析、農產品集運中心、物流

**Abstract :** In this study, we established mathematical programming models to determine the optimal locations and scales for agricultural processing centers. The purpose of this study is to reduce the logistic costs and raise the distribution

efficient. Our results showed the location of agricultural processing center should be nearly the large-sized consumer region or the large-sized supply region. In addition, building an agricultural processing center, we should consider the impact of the transportation cost and its capacity.

**Keywords:** Integer programming model; Location analysis; Agricultural processing center; Logistics

## 研究動機與研究目的

台灣於 2002 年加入世界貿易組織(WTO)之後，將逐年減少對外國農產品之貿易障礙，台灣農產品面對外國農產品進口之壓力，應致力於提升產品品質與生產技術、降低生產成本以促進台灣農產品競爭能力。未經加工包裝處理之生鮮農產品具備易腐、不耐撞、運輸成本佔售價比率高特性，如何提昇生鮮農產品之運輸配送效率、降低運輸成本，遂成為提昇台灣農產品競爭力之重點。

本研究之目的在於考量農產品在運輸成本與集運中心營運成本這兩項成本和最小的目標下，找出設置產地生鮮蔬果農產品集運中心之最佳個數、規模、區位和集運中心經營之產品項目。因此，在本研究提出設立生鮮農產品集運中心之理念，建立數學規劃模型來分析集運中心最適區位、規模等資料，由集運中心將附近區域生產之農產品集中處理與包裝後，先滿足集運中心附近區域之農產品需求，然後由模型來分析集運中心應處理那些蔬果產品，以及將剩餘之農產品轉運到其他集運中心之數量，以利進行長程運輸配送，達到降低物流成本、提高整體物流配送效率之效果。

## 1. 研究範圍與研究方法

在研究範圍與對象方面，本研究所建構之整數規劃模型中所考慮之變數包含：(1)此 20 項農產品之每日平均供應量與需求量：20 項農產品包括了，梨子、番石榴、荔枝、香蕉、洋香瓜、柳橙、芒果、西瓜、木瓜、鳳梨等 10 項水果類農產品，以及大芥菜、毛豆、甘藍、竹筍、花椰菜、胡蘿蔔、結球白菜、蔥、蕃茄、蘿蔔等 10 項蔬菜類農產品，供應量與需求量資料將由 2000

年農業年報與糧食平衡表取得。(2)每公噸農產品於台灣 16 縣市間之運輸費率。(3)集運中心每日營運成本：本研究根據營運模式、產品、規模等條件挑選了宜蘭縣農會、台北生鮮集貨場、麻豆鎮農會、屏東潮州農會、台東縣農會、花蓮縣農會等六個單位之生鮮農產品集運中心做為調查對象，於民國 91 年 4 月進行問卷調查，問卷內容包含生鮮農產品集運中心之規模大小、每日處理農產品數量、廠房建構成本、倉儲設備成本、分切處理包裝設備成本、薪資成本、運輸成本等項目，調查資料分析彙整後供建構整數規劃模型使用。有效回收問卷共四份，有效問卷回收率為 66.67%。

在研究方法部分，本研究以設計問卷調查生鮮農產品集運中心之營運成本、規模、設備、效率等資料，並考慮 20 項農產品之每日供應量、需求量資料以及問卷調查分析結果進行彙整，據以設計整數規劃模型，計算 20 項農產品在運輸成本與集運中心營運成本二項成本和最小的目標下，設置產地生鮮蔬果農產品集運中心之最佳個數、規模、區位及產品項等資料。最後再參考上述分析結果提出結論。

## 2. 文獻回顧

本文依照研究主體以及研究方法，將此部份分為三部分探討：第一部份為台灣目前蔬果運銷情況，第二部分為數學 0-1 整數規劃模式之探討，第三部分則為區位規劃之相關文獻。

### 2.1 台灣目前蔬果運銷情況

在台灣目前蔬果運銷情況方面，根據許文富（民國 85 年），台灣各縣市皆有果菜生產，但商品化的蔬菜生產則多集中於中南部。若將台灣區分為北、中、南、東以及澎湖五區，並將各地區之蔬菜生產量和人口分布比較，可以發現中部地區生產有餘而北部地區嚴重不足，而形成中、南部蔬菜向北部或是澎湖流通的運銷型態。近年來，台灣的蔬果運銷，在共同運銷以及零售現代化上，均有長足進步，但是在其他方面仍值得改善，如：(1) 運銷階層多，運銷價差難以縮小。(2) 價格不穩定。(3) 分級制度不落實，使耗損率偏高增大運輸成本。(4) 零售規模小，單位成本高。(5) 批發市場無法建立效率化的拍賣制度。(6) 市場管理費收費標準的商榷。上述 6 項中，由於近年來

電子化作業系統的導入，使得第 5 項問題已獲得解決之道，而批發市場作業的持續檢討，第 6 項問題也已有效的改善。

若能夠運用客觀的科學分析方法，進行生鮮農產品集運中心的建置規模、成本與區位分析，應能達到降低運輸耗損、增進農產品運輸效率之目的，亦即提供了上述第四項之改善方案。集運中心之規劃方式可大致分為二種：一為定性方式，亦即利用經驗或是描述性的方式來進行運銷體系規劃；另一種則為定量方法，即以量化之數據、量化之技術來進行問題的求解，進而找出最佳的設址地點以及所構成之運銷體系（李宗儒，民國 89 年）。因定量方法較為公正客觀，故本文採用定量法加以探討。

## 2.2 整數規劃模式相關文獻

所謂整數規劃模式為線性規劃的一種，指的是模式中所有目標式及限制式皆具有線性的關係，且變數皆為整數之模型，在數學 0-1 整數規劃模式之應用方面，整數變數只允許為 0 或 1 值，這種情形稱為二元 (binary) 或是 0-1 整數線性規劃，其型式可分為全整數型或是混和整數二種。全整數線性規劃 (all integer linear program) 即要求所有的變數都是整數，而混和整數線性規劃，意即只要求某部分變數為整數。基本上，0-1 整數規劃模式應用範圍相當廣，應用最多的為資金預算、選址以及配銷系統設計（馮景如譯，民國 85 年）。而 0-1 整數規劃應用於選址廣見於各種領域，例如：軍事、航運、環境工程等等。本研究即利用 0-1 整數規劃模式探討集運中心的區位選址。蓋取其在決定區位時，某個區位是否被選為集運中心的設置地點，只有選上以及不選上二種，即所求解出之決策變數解為 1 或為 0 二種，所以可以用 0-1 整數規劃求出。

整數規劃的應用相當廣泛，近年來國內許多學者也應用整數規劃的方式來解決許多實務上的問題，以下整理數篇國內相關文獻如下：

徐育彰(民國 89 年)以現行航商之定期貨櫃航線為基礎，根據實際情況，如港口、地理位置、運航特性、平均船速、距離等在眾多候選航線已知之情況下進行船隊部署最佳化問題的探討。張永宏(民國 89 年)利用混合整數規劃研究在控制傷害水準低於某一安全值下，求得一最小總營運成本，其中營

運成本包括運輸成本與設施固定成本來選擇俱排斥性設施位置。林宏嶽（民國 87 年）針對掩埋場場址中考量不同選址因子與空間性的差異，發展單區空間優選模式，協助掩埋場選址分析工作的進行。

## 2.3 區位規劃相關文獻

設施區位問題之相關研究有許多都使用數學規劃進行分析。Campbell(1993)乃假設在一點配送多點的轉運架構及繞行地區配送車輛之容量大小受到限制下，構建與分析業者之運輸成本、存貨成本及場站營運成本間的關係，以決定最佳轉運中心配置數目與每次配送之運送點數與配銷成本。Hsu 及 Tsai(1999)以解析性方式分析構建企業之相關運銷成本，考慮供給與需求之互動關係，在不同企業目標及零售設施均勻分佈的假設下，建立數學規劃模式，以決定最佳零售設施密度與規模。在解決大型整數規劃問題方面，一般而言實務有三個方法，包括模擬、software capability Cplex 和啟發式求解法 (heuristic OR methodology) 等。Beasley(1988)於文獻中提及設施區位問題具有 NP-Hard 性質，且實務上問題之變數數目龐大，實為一大型整數規劃問題，故早期發展多以啟發式求解法為主。一般設施區位問題可視是否存在容量限制問題，而將問題分為兩類，即無容量限制設施區位問題及有容量限制設施區位問題。本研究所建構之農產品集運中心數學規劃模型，其重點在進行集運中心之最適區位分析，各個潛在集運中心的營運規模均有農產品最大處理量之假設限制，因此本研究所建構之模型屬於有容量限制的設施區位問題。

Mourits 與 Evers(1995)提及區位指派問題(Location-allocation Problems)主要包含三項要素，即生產地、倉儲系統(物流中心)及消費地，而此類問題的解答中最需要三項內容，分別為：1.物流中心(即本研究所稱之集運中心)的個數、區位及規模。2.每個物流中心的服務範圍及 3.系統中流量的指派。此三項內容也是本研究所要求解的結果。Chiu(1995)更是明確指出物流中心需具有八個主要功能：收貨、儲存、揀貨、移動、再生產或組裝、排序與合併、檢查及排程安排。本研究所規劃之農產品集運中心之概念主要為結合農產品之特性及物流中心的功能為重點，一般而言，農產品具有保鮮的特性，且透過集運中心裁切處理再加工為目前普遍之情形，而且若不是當日直接運出，

在儲存時必需經過特殊之處理，例如：由田裡運來的蔬果必需經過預冷才可送入冷藏庫儲存。雖然本研究僅針對集運中心的區位、規模等進行分析，功能規劃與一般物流中心相似，但名詞上仍以農產品集運中心具有較佳的解釋能力。

此外，規劃本文所指之運銷體系（在滿足各類蔬果的供需下，追求最低生鮮農產品集運中心之固定和運輸成本之和以求出生鮮農產品集運中心之區位、規模、處理品項以及服務範圍），可以用 0-1 數學整數規劃模式，將本文擬求解問題：如：規模大小或是集運中心之設址地點，以變數方式呈現而得到完全的詮釋，並藉由 Cplex 軟體的應用來找出最佳解。

### 3. 建構 0-1 整數規劃模型

本研究欲設計之整數規劃模型，是在農產品運輸成本與產地生鮮蔬果農產品集運中心設置成本二項成本和最小的目標下，計算設置產地生鮮蔬果農產品集運中心之最佳個數、規模、區位及處理之產品項等資料。遂此，本研究必須先蒐集產地生鮮蔬果農產品集運中心之營運成本、農產品需求量、最大供應量、運輸費率、欲分析之農產品項目等資料，方能進行整數規劃模型之設計。以下內容將分別由「欲分析之農產品項目」、「農產品需求量與最大供給量」、「運輸費率」、「集運中心規模成本與每日處理量」等四個項目進說明。

#### (1) 欲分析之農產品項目

台灣農產品品項極多，且蔬果種類亦因農業科技之進步，不斷推陳出新，若每一項農產品都去求解出所需設置之集運中心地點、規模對實務上的應用不大。因此本文選取了蔬菜與水果各十大宗的產品做為研究之對象。

#### (2) 農產品需求量與最大供給量

本研究設計整數規劃模型，所欲分析之產地生鮮蔬果農產品集運中心的區位是以台灣本島為區域範圍，分別蒐集 16 縣市對上述 20 項農產品之供給量與需求量資料。在供給量方面，本研究參考 2000 年農業年報所列示之 16

縣市供給量，將此數據除以 365 日以取得每日供給量之資料<sup>1</sup>。在需求量方面，由於糧食平衡表中所表示的每人每日所需農產品數量在蔬菜類中是以莖菜、葉菜、花果菜、根菜等四大項目為分類，而水果類則是以香蕉、鳳梨、柑桔類、瓜果類及其他等五大項目為分類。遂此，本研究首先計算上述 10 項蔬菜需求量分別在莖菜、葉菜、花果菜、根菜等四大項中所佔之比率，而 10 項水果需求量除了香蕉與鳳梨已有需求量外，再計算其他 8 種水果在瓜果、柑橙及其他等項目中所佔之比率，然後將此比率分別乘以各縣市人口數以及每人每日所需農產品數量，即可得知各縣市分別對 20 項農產品之需求量。

### (3)運輸費率

為簡化運算過程，並取得我國 16 縣市具代表性之運輸距離數據，本研究參考交通部國道高速公路局(<http://www.freeway.gov.tw>)發布之高速公路設施位置里程表，以取得 16 縣市間之距離數據，並與問卷調查台北縣農會之農產品每公噸每公里運費資料進行換算，也就是將各縣市間距離乘以各農產品每公噸每公里運費，即可換算出每公噸農產品於各縣市間之運輸成本。

### (4)集運中心規模成本與每日處理量

為了取得集運中心之規模成本以及每日處理量資料，本研究設計問卷並對宜蘭縣農會、台北生鮮集貨場、麻豆鎮農會、屏東潮州農會、台東縣農會、花蓮縣農會等六個單位之生鮮農產品集運中心做為調查對象，於民國 91 年 4 月進行問卷調查。

本研究於設計問卷中涵蓋了折舊費用(含廠房、倉儲設備、運輸設備、分切包裝處理設備等)、薪資成本、水電費、清潔費、油料費、包裝耗材費等與營業成本有關之項目，俟問卷回收後，即可進行上述成本項目與集運中心規模之相關性分析，並將相關性較高之成本項目納入集運中心數學規劃模型。經分析問卷資料後，本研究發現上述各成本項目僅折舊費用與集運中心規模較具相關性，其餘如薪資成本、水電費、清潔費、油料費、包裝耗材費等項

---

<sup>1</sup> 農業年報之資料是以批發市場中各縣市每日提供的交易量記錄而成，由於目前蔬果產品保存技術已大為進步，農民可藉由保存技術調節運至批發市場的數量，加上目前生產技術成熟，許多農產品的產季都可延長，因此本文宜以 365 天做為計算基準。

目與經營績效之相關性較大，而與規模大小之相關性較小。遂此，本研究僅將折舊費用列入營運成本之計算中。目前本研究假設集運中心之土地使用權是取自於產銷班、農會等農民組織之自有土地，因此不將土地租用費納入成本項目。

為了將上述營運成本納入集運中心數學規劃模型中，必須將營運成本轉換為可隨著營運規模大小而變動之規模成本，亦即必須估計集運中心在不同規模大小(亦即工作場所面積坪數)之下的營運成本。將問卷調查之規模、營運成本資料換算之後，本研究發現當集運中心之營運規模越大，亦即工作場所面積坪數越大時，其每坪平均營運成本越小，反之，工作場所面積坪數越小時，其每坪平均營運成本越大。茲將營運規模與每坪平均營運成本之關係整理如下：(a) 營運規模介於 0-20 坪時，每坪平均營運成本 8 萬元，(b) 營運規模介於 21-50 坪時，每坪平均營運成本 5.8 萬元(c) 營運規模介於 50-150 坪時，每坪平均營運成本 4.9 萬元 (d) 營運規模於 150 坪以上時，每坪平均營運成本 4.6 萬元。其中第 4 項 150 坪以上之每坪營運成本係依據物流業者在實務經驗所得知。至於營運成本攤提年限方面，本研究根據對生鮮農產品集運中心業者訪談之結果，將廠房設備等項目之使用年限設定為 10 年，並依此年限進行折舊攤提。

在營運規模與每日處理量之關係方面，本研究彙整台北縣農會問卷調查資料後，估算出每日每坪之平均處理量為 1.6 噸，僅需將此數據乘以各營運規模下之集運中心工作場所面積坪數後即可計算出各級規模之每日農產品處理量。

為了分析設置農產品生鮮集運中心之最佳區位、規模、個數及成本，本研究建立一 0-1 混合整數規劃模型使在追求集運中心營運成本及運輸成本之和最小值之目標下，滿足各縣市對 20 項農產品之需求量與供應量之限制，以求解生鮮集運中心之最適配送體系。所謂 0-1 混合整數數學規劃模式只是有些變數需限制其值必為「0」或「1」，但對於其他變則只限制大於或等於零即可。

本研究假設：(a)各縣市可供應之農產品種類僅包含大芥菜等 20 項農產品，各項農產品之最大供應量則視各縣市之生產資源而有所不同。(b)由於問卷調查結果顯示集運中心營運規模僅與折舊費用較具相關性，因此本研究目



前僅將折舊費用列入營運成本項目之中。(c)各縣市僅對集運中心進行一天一次之配送，而集運中心對需求地之配送頻率亦同。(d)本研究假設每一種蔬果之產量為全年供應，排除淡量季之分，因此每日供給量以全年除以 365 天計算之。(e) 假設 20 項農產品之處理配送程序為獨立操作。

本研究根據上述分析內容將農產品需求量、供應量、運輸費率、集運中心每日處理量及每日營運成本等相關數據納入集運中心數學規劃模型(模式 1)之後，即可使用 Cplex 進行計算。本研究所建構之模式 1，一次僅能計算一種農產品之集運中心規模、區位等資料，因此必須將 20 項農產品的需求量與供應量資料分別代入模型中。事實上，本研究亦可設計一數學規劃模型，以同時計算 20 項農產品之集運中心規模、區位等資料，然而，此模型之計算時間將受到變數數目太多之影響而大幅增加，遂此，本研究基於 20 項農產品之處理配送程序可獨立操作之假設，將數學規劃模型設計為僅能夠一次分析一項農產品。本研究將 20 項農產品之處理配送程序視為獨立操作，因此可以求得每一種農產品集運中心設置的最適區位及規模，但在實務上，可能受到數種農產品共同運輸的影響，導致農產品運送成本計算方式有所不同，而影響集運中心最適區位與規模之設置。

模式 1

$$\text{Min} \sum_i \sum_j A_{ij} X_{ij} + \sum_j \sum_k B_{jk} Y_{jk} + \sum_j \sum_m C_m Z_{jm} \text{-----} (1)$$

subject to

$$\sum_j X_{ij} \leq S_i, i = 1, 2, \dots, 16; j \in A \text{-----} (2)$$

$$\sum_j Y_{jk} \geq R_k, k = 1, 2, \dots, 16; j \in A \text{-----} (3)$$

$$\sum_i X_{ij} - \sum_k Y_{jk} \geq 0, i, j, k \in A \text{-----} (4)$$

$$\sum_m Z_{jm} \leq 1, j = 1, 2, \dots, 16; m \in B \text{-----} (5)$$

$$\sum_i X_{ij} - \sum_m D_m Z_{jm} \leq 0, i, j \in A, m \in B \text{ ----- (6)}$$

$$Z_{jm} \in \{0,1\}, j \in A, m \in B \text{ ----- (7)}$$

$$\text{Set}A = \{1,2\dots16\}, \text{Set}B = \{1,2\dots21\} \text{ ----- (8)}$$

式中

$i$  : 表農產品供應地所在縣市之編號

$j$  : 表集運中心編號

$k$  : 表農產品需求地所在縣市之編號

$m$  : 表集運中心規模編號

決策變數

$X_{ij}$  : 由供應地  $i$  運送至集運中心  $j$  之農產品數量(公噸)

$Y_{jk}$  : 由集運中心  $j$  運送至需求地  $k$  之農產品數量(公噸)

$Z_{jm}$  :  $\begin{cases} \text{當值為 1 時, 集運中心 } j \text{ 所採行之規模等級為 } m \\ \text{當值為 0 時, 集運中心 } j \text{ 所採行之規模等級並非為 } m \end{cases}$

參數

$A_{ij}$  : 由供應地  $i$  至集運中心  $j$  之每公斤農產品運費(元)

$B_{jk}$  : 由集運中心  $j$  至需求地  $k$  之每公斤農產品運費(元)

$C_m$  : 集運中心規模採用  $m$  級時之每日營運成本(元)

$D_m$  : 集運中心規模採用  $m$  級時之農產品每日可處理量(公噸)

$S_i$  : 供應地  $i$  之農產品可供應量(公噸)

$R_k$  : 需求地  $k$  之農產品需求量(公噸)

模式 1 目標式及限制式之說明如下：目標式(1)表達本模式之目的為求取由供應地縣市至集運中心以及由集運中心至需求地縣市之農產品運輸成本和，以及各集運中心所採用規模下之營運成本和之最小值。限制式(2)表示供應地運送至各集運中心之農產品數量和應小於或等於供應地縣市之農產品可供應量。限制式(3)表示由各集運中心運輸到需求地縣市之農產品數量和應大於或等於需求地縣市之農產品需求量。限制式(4)表示集運中心自各供應地縣市所取得之農產品數量和應大於或等於由集運中心運輸給各需求地縣市之農產品數量和。限制式(5)表示每個集運中心最多能選擇一種營運規模來經營。

限制式(6)表示集運中心自各供應地縣市取得之農產品數量和應小於或等於集運中心營運規模下之農產品可處理數量。

#### 4. 研究結果

本研究將上述 20 項農產品之供需量、運輸成本、營運規模、每日處理量、營運成本等數據資料代入模式 1 之後，以 Cplex 套裝軟體，在 PC 上(Pentium 500, Ram128)求解，各項農產品模型之限制式、變數、計算時間等資料彙整於表 1，並將各縣市集運中心處理 20 項農產品最佳坪數規模、最大處理量及實際處理量等資料彙整於表 2。

如表 1 所示，各項農產品之最佳目標函數值，亦即其運輸成本與集運中心營運規模成本之和的最小值，範圍介於 42 萬(洋香瓜)與 405 萬(芒果)之間。當農產品銷售收入扣除其運輸成本與集運中心規模成本和之最低值，仍有合理利潤存在時，才有建置集運中心之必要，否則將會導致入不敷出之窘境。

表 2 中列示各縣市集運中心處理 20 項農產品最佳坪數規模、最大處理量及實際處理量之資料。就宜蘭縣市之梨子農產品集運中心而言，其最佳坪數規模為 10 坪，最大處理量為每日 16 公噸，而研究模型計算出之實際處理量為每日 10 公噸，由使用效率觀之，顯然此集運中心對梨子農產品之處理尚未發揮最大處理能力，可將多餘之空間提供給其他農產品使用。此外，當集運中心之最佳坪數規模為 0 時，則表示在本研究數學規劃模型之計算下，若建置此集運中心以處理某項農產品，可能會造成整體效率降低，因此最好放棄此集運中心之建置方案，如：基隆縣市處理梨子農產品之集運中心。當集運中心之最佳坪數規模大於 0，且其最大處理量等於實際處理量時(如：台中縣市處理梨子農產品集運中心)，表示此集運中心十分值得投資興建，且其利用率高達 100%。

表 1 20 項農產品數學規劃模型之概觀

產品別	限制式 (條)	0-1 整數 變數(個)	非負變數 (個)	計算時間 (秒)	循環次數 (次)	最佳目標 函數值 (元/每日)
梨子	80	320	1680	293	508252	1155754
蕃石榴	80	320	1680	59	103266	1965709
荔枝	80	320	1680	303	600689	902610
香蕉	80	320	1680	41	86430	1835001
洋香瓜	80	320	1680	26	36634	427787
柳橙	80	320	1680	6495	5683104	1514515
芒果	80	320	1680	145	328920	4050500
西瓜	80	320	1680	15987	8196893	1331574
木瓜	80	320	1680	308	459160	2324313
鳳梨	80	320	1680	14	32070	3276783
大芥菜	80	320	1680	408	610336	506920
毛豆	80	320	1680	23	59786	907838
甘藍	80	320	1680	117	186181	1405331
竹筍	80	320	1680	590	657891	2051875
花椰菜	80	320	1680	1	197	906807
胡蘿蔔	80	320	1680	34	73836	1158426
結球白菜	80	320	1680	973	1323853	875901
蔥	80	320	1680	353	448799	807843
蕃茄	80	320	1680	241	450190	1491648
蘿蔔	80	320	1680	458	715492	676443

表 2 各縣市集運中心處理 20 項農產品最佳坪數規模(A)、最大處理量(B)及實際處理量(C)

縣市別	宜蘭	基隆	台北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	南投	雲林	嘉義	台南	高雄	屏東	台東	花蓮
梨子	A	10	0	20	10	20	100	10	10	0	10	0	0	0	10	10
	B	16	0	32	16	32	160	16	16	0	16	0	0	0	16	16
	C	10	0	32	16	32	160	16	8	0	14	0	0	0	3	1
番石榴	A	10	10	50	20	10	30	50	10	10	10	30	40	10	0	10
	B	16	16	80	32	16	48	80	16	16	16	48	64	16	0	16
	C	9	1	78	30	16	36	80	11	15	16	48	60	16	0	7
荔枝	A	0	0	20	0	10	30	10	20	10	10	20	20	10	10	0
	B	0	0	32	0	16	48	16	32	16	16	32	32	16	16	0
	C	0	0	32	0	9	48	16	32	9	9	32	32	16	1	0
香蕉	A	10	0	40	0	10	20	10	50	10	10	20	50	20	10	0
	B	16	0	64	0	16	32	16	80	16	16	32	80	32	16	0
	C	8	0	64	0	15	32	16	80	15	15	32	80	32	13	0
洋香瓜	A	0	10	70	10	10	10	10	10	0	20	20	30	10	10	0
	B	0	16	112	16	16	16	16	16	0	32	32	48	16	16	0
	C	0	11	112	14	11	16	10	9	0	29	32	38	14	2	0
柳橙	A	10	0	40	10	10	20	10	10	10	40	40	10	10	10	10
	B	16	0	64	16	16	32	16	16	16	64	64	16	16	16	16
	C	11	0	62	16	13	31	5	6	16	64	64	16	16	1	2
芒果	A	0	0	10	0	0	60	10	10	10	10	100	40	100	10	0
	B	0	0	16	0	0	96	16	16	16	16	160	64	160	16	0
	C	0	0	15	0	16	96	16	3	16	15	160	64	160	15	0

表 2 各縣市集運中心處理 20 項農產品最佳坪數規模(A)、最大處理量(B)及實際處理量(C)(續 1)

縣市別	宜蘭	基隆	台北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	南投	雲林	嘉義	台南	高雄	屏東	台東	花蓮
西瓜	A	20	0	20	30	10	40	70	60	10	20	40	40	20	10	10
	B	32	0	32	48	16	64	112	96	16	32	64	64	32	16	16
	C	23	0	27	47	16	60	112	96	15	20	61	64	25	5	12
木瓜	A	10	0	50	0	10	10	10	10	10	10	40	30	40	10	10
	B	16	0	80	0	16	16	16	16	32	16	64	48	64	16	16
	C	8	0	78	0	14	10	16	12	16	26	64	47	64	7	3
鳳梨	A	10	0	40	30	10	10	90	30	20	20	40	80	20	10	10
	B	16	0	64	48	16	16	144	48	32	32	64	128	32	16	16
	C	14	0	57	48	16	16	144	48	32	32	57	128	28	8	11
大芥菜	A	10	0	20	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	10	10
	B	16	0	32	16	16	16	0	16	32	16	16	16	16	16	16
	C	2	0	30	12	8	10	0	14	1	32	13	16	1	2	4
毛豆	A	0	0	30	10	0	0	0	20	10	10	20	20	10	0	0
	B	0	0	48	16	0	0	0	32	16	16	32	32	16	0	0
	C	0	0	45	16	0	0	0	32	5	16	31	26	14	0	0
甘藍	A	10	50	20	10	20	10	40	90	10	30	40	30	10	10	10
	B	16	80	32	16	32	16	64	144	16	48	64	48	16	16	16
	C	16	80	27	16	22	15	64	144	15	38	60	48	16	7	10
竹筍	A	10	10	70	30	10	10	50	20	20	30	50	60	10	10	10
	B	16	16	112	48	16	16	80	32	32	144	80	96	16	16	16
	C	15	13	112	48	16	16	80	32	32	144	80	95	16	12	9

表 2 各縣市集運中心處理 20 項農產品最佳坪數規模(A)、最大處理量(B)及實際處理量(C)(續 2)

縣市別	宜蘭	基隆	台北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	南投	雲林	嘉義	台南	高雄	屏東	台東	花蓮
花椰菜	A 0	0	0	0	10	10	0	100	10	10	10	10	20	10	0	10
	B 0	0	0	0	16	16	0	160	16	16	16	16	32	16	0	16
	C 0	0	0	0	9	7	0	155	1	9	16	16	32	13	0	1
胡蘿蔔	A 0	0	40	0	10	0	0	40	0	30	0	30	20	10	0	0
	B 0	0	64	0	16	0	0	64	0	48	0	48	32	16	0	0
	C 0	0	59	0	10	0	0	64	0	48	0	42	32	16	0	0
結球白菜	A 10	10	20	10	10	10	10	40	10	10	10	10	20	10	10	10
	B 16	16	32	16	16	16	16	64	16	16	16	16	32	16	16	16
	C 8	16	29	16	9	7	16	64	7	16	16	16	32	11	3	4
蔥	A 10	20	10	10	10	10	10	30	0	30	10	20	10	10	10	10
	B 16	32	16	16	16	16	16	48	0	48	16	32	16	16	16	16
	C 11	30	15	16	13	7	16	48	0	48	10	23	16	11	3	4
蕃茄	A 10	0	10	0	10	10	30	20	10	20	50	30	20	10	10	0
	B 16	0	16	0	16	16	48	32	16	32	80	48	32	16	16	0
	C 4	0	13	0	12	3	48	23	14	32	79	48	32	14	9	0
蘿蔔	A 10	0	40	10	10	10	20	10	10	10	10	20	20	10	10	10
	B 16	0	64	16	16	16	32	16	16	16	16	32	32	16	16	16
	C 4	0	61	15	16	12	30	16	16	14	10	32	23	11	3	4

附註：A 為「坪數規模」，單位：坪。B 為「最大處理量」，單位：公噸/日。C 為「實際處理量」，單位：公噸/日。

本研究將數學規劃模型之計算結果彙整，將 20 項農產品集運中心之貨品來源、服務區位、運輸量、集運中心規模等資料繪成圖形，並以梨子為例說明，其餘農產品之圖形不再贅述，分析結果說明如下：

- (1) 圖 1 代表在梨子農產品項目下，建置集運中心之最佳運銷體系營運模式，在此模式下，適合於宜蘭、台北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、南投、嘉義、台東、花蓮等 11 縣市建置集運中心。而位於宜蘭縣市之集運中心規模以 10 坪最適宜，其最大處理量為每日 16 公噸，實際處理量為每日 10 公噸，其梨子供貨來源包括宜蘭每日 5 公噸與新竹每日 5 公噸，而其服務範圍包括宜蘭每日 6 公噸與花蓮每日 4 公噸。每個縣市若適合成立農產品集運中心，可從下圖中得知其最適規模大小以及其服務範圍，此外表 2 中並列示各縣市集運中心處理 20 項農產品最佳坪數規模、最大處理量及實際處理量之資料。
- (2) 集運中心之利用率是判斷其是否值得興建的一項重要指標。以圖 1 為例，位於台北之集運中心，其最大處理量為每日 32 公噸，實際處理量亦為每日 32 公噸，而位於花蓮之集運中心，其最大處理量為每日 16 公噸，實際處理量為每日 1 公噸。相對而言，台北集運中心較花蓮集運中心更值得興建。而花蓮集運中心是否值得興建，尚需考量是否可將剩餘未用之產能保留給其他農產品使用，以充份運用資源。
- (3) 為提高分析結果之合理性，本研究假設「農產品於同一縣市中運輸之費用為 0」，以避免發生某一縣市之全部農產品均運銷往其他地區，而該縣市内之需求卻由其他地區所供應之農產品來滿足的不合理情形。在此假設之下，當某一縣市同時具有某農產品之供給與需求時，在節省運輸費用之考量下，各縣市應建置適當規模之集運中心，處理同一縣市内之農產品，以當地農產品供應量來滿足同縣市之需求。
- (4) 根據本研究問卷調查之結果，農產品之每公噸縣市間運費遠高於集運中心每噸處理成本。造成此現象之可能原因為：(1) 本研究已假設集運中心之土地使用權是取自於產銷班、農會等農民組織之自有土地，因此集運中心之營運成本少了土地取得費用項目，使得成本大幅降低。(2) 農產品之售價/運輸成本比相當低，亦即農產品每一元售價中所含之運輸成本佔了相當大的比例，因此本研究所調查而得之運費、營運成本資料應與實務現況相符。



- (5) 研究結果得知，無論各縣市之農產品供應量或需求量數量有多大，最大型之集運中心規模均以 100 坪為上限，即使擴建之後可降低每坪平均成本亦然。由上述觀察結果可知，集運中心之規模大小，除了決定於其所在區位是否有大量農產品供應或需求之外，仍需考量其對於整體運輸成本之降低幅度，若擴大集運中心規模卻不能相對地使整體運輸成本下降，則無需一味擴建規模。
- (6) 由於本研究所取得之農產品供需量資料是以「公噸」為單位，造成在進行敏感度分析時，各變數對偶價格之差距極為微小，導致本研究所使用之 CPLEX 軟體無法判別各變數對偶價格之差距，因此本研究並不進一步說明敏感度分析之結果。

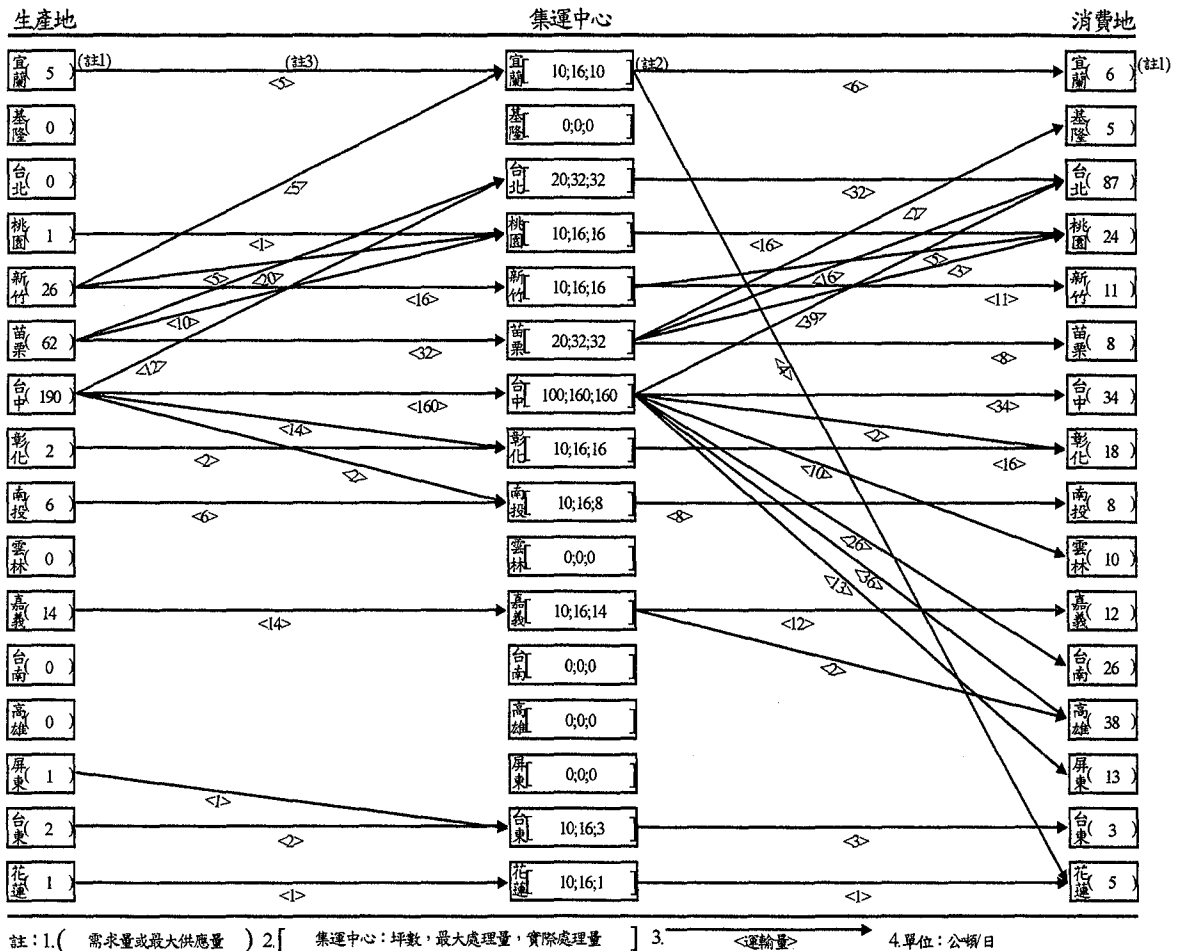


圖 1 農產品最佳運銷體系－梨子

彙整研究中 20 種農產品之相關資訊，將各縣市農產品集運中心處理資訊彙整如表 3，其中由於各縣市之集運中心具有互相供應的功能，因此每個集運中心之最大運輸量與實際運輸量會有一些差距，另外集運中心之坪數是由所有農產品所需求之坪數加總而得，實際上可能會因為某些農產品因產期不同使集運中心並非同時處理所有農產品，因此實際所需之面積可能少於研究結果中所需之面積數，因此表中之所需坪數乃指最大之可能需求坪數，但由於蔬果保存技術已大為進步，加上未來國外農產品大量進口，因此最大可能需求坪數是有其考慮之必要。

表 3 各縣市農產品集運中心處理資訊

	最大供應量	坪數	最大運輸量	實際運輸量	需求量
宜蘭	233	162	235	246	257
基隆	5	110	180	166	176
台北	451	725	1091	1160	1917
桃園	103	250	351	337	567
新竹	126	206	328	289	300
苗栗	164	234	337	203	197
台中	519	642	983	980	888
彰忠	1127	690	988	1093	746
南投	620	277	409	398	301
雲林	1534	414	603	817	558
嘉義	741	374	543	523	333
台南	1532	677	982	976	701
高雄	1074	652	964	948	1034
屏東	979	382	560	516	416
台東	112	166	247	110	109
花蓮	78	136	207	92	135

## 5. 結論

台灣加入世界貿易組織(WTO)後，台灣農產品面對外國進口農產品之壓力增加。如何提昇生鮮農產品之運輸配送效率、降低運輸成本，遂成為提昇台灣農產品競爭力之重點。遂此，本研究提出設立生鮮農產品集運中心之理念，建立數學規劃模型來分析集運中心最適區位、規模等資料，由集運中心將附近區域生產之農產品集中處理與包裝後，先滿足集運中心附近區域之農產品需求，然後由模型分析各縣市農產品集運中心處理的農產品為那些，以及將剩餘之農產品轉運到其他農產品集運中心，以利進行長程運輸配送，達到降低物流成本、提高整體物流配送效率之效果。

本研究選擇 20 項農產品，蒐集供應量、需求量、運輸費率、集運中心營運成本、規模、處理能力等資料，建置數學規劃模型以分析在運輸成本與集運中心營運成本二項成本和最小的目標下，設置產地生鮮蔬果農產品集運中心之最佳個數、規模、區位及產品項等資料。

本研究提出三項假設條件，並據此設計一 0-1 整數數學規劃模型，以 VBA 電腦語言設計一程式，使電腦讀入 20 項農產品資料並自動建立數學規劃模型，並利用 Cplex 套裝軟體計算分析此 20 個模型。本研究將 20 項模型之計算結果，分別繪於 20 個集運中心最佳運銷體系圖形，圖形中包含：各集運中心區位、規模、最大處理量、實際處理量、供貨來源地、服務範圍等資訊。

根據分析結果後發現，當同一縣市內對某一農產品同時具有供應與需求時，即可於該區域建置集運中心，以節省運輸成本。大規模之集運中心設置區位，均十分接近大型消費地或大型供應地。建置大型集運中心時，必須考慮其建置後對降低運輸成本之貢獻程度、其附近之集運中心是否有剩餘產能等因素。

## 6. 參考文獻

李宗儒(民 89)，「國產蔬菜低溫集貨場運銷體系規劃之研究—以筴白筍與竹筍為例」，*農業經濟半年刊*，第六十八期

林宏嶽 (民 88), 「廢棄物掩埋場選址及清運分區空間模式」, 國立交通大學  
環境工程研究所碩士論文

徐育彰 (民 88 年), 「定期貨櫃航線選擇與船隊部署之研究」, 國立海洋大學  
航運技術研究所

張永宏 (民 88), 「具排斥性設施定址問題之探討----考慮營運成本與意外傷  
害模式」, 國立成功大學工業管理系碩士論文

許文富 (民 85), *農產運銷學*, 正中書局, 初版

馮景如譯 (民 85), *作業研究*, 滄海書局, 第七版, 譯自: David. R. Anderson,  
Sweeney, Williams

Beasley, J. E. (1988), "An Algorithm for Solving Large Capacitated Warehouse  
Location Problems", *European Journal of Operational Research*, 33,  
314-325.

Campbell, J. F. (1993), "One-to-Many Distribution with Transshipments: An  
Analytic Model", *Transportation Science*, 27(4), 330-340.

Chiu, Huan Neng (1995), "The Integrated Logistics Management System:  
Framework and Case Study," *Int. J. of Physical Distribution & Logistics  
Management*, 25(6), 4-22.

Hsu, C.I. and I. J. Tasi (1999), "Logistics Cost, Consumer Demand, and Retail  
Establishment Density", *Papers in Regional Science: the Journal of the RSAI*,  
78(1).

Mourits, Marcel and Joseph J. M. Evers (1995), "Distribution Network Design:  
An Integrated Planning Support Framework", *Int. J. of Physical Distribution  
and Logistics Management*, 25(5), 43-57.