

國立臺灣大學生物資源暨農學院農業經濟學系

碩士論文

Department of Agricultural Economics
College of Bio-Resources and Agriculture
National Taiwan University
Master Thesis



產地與消費地批發市場之農產品價格研究：以甘藍為例

Examining crop prices in production-based and consumption-based
wholesale markets in Taiwan - A case study of cabbage

魏佑霖

Yu-Lin Wei

指導教授：何率慈 博士

陳郁蕙 博士

Advisor: Shuay-Tsyr Ho, Ph.D.

Yu-Hui Chen, Ph.D.

中華民國 112 年 7 月

July, 2023

國立臺灣大學碩士學位論文 口試委員會審定書

產地與消費地批發市場之農產品價格研究：以甘藍為例
Examining crop prices in production-based and consumption-based
wholesale markets in Taiwan - A case study of cabbage

本論文係魏佑霖君（學號 R10627002）在國立臺灣大學生農
學院農業經濟學所完成之碩士學位論文，於民國 112 年 6 月 10
日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

指導教授： 何孝慈 (簽名)

口試委員： 詹滿色 (簽名)

陳雅惠

何孝慈

陳郁蕙

謝 辭

隨著這一篇論文的結束，我在臺大的碩士生活也將告一個段落，這是一趟收穫滿滿、深受啟發且令人難忘的旅程。



感謝我的指導教授何率慈老師提供我許多發揮空間，以及協助我完成這篇論文，也感謝另一位指導教授陳郁蕙在本篇研究中提供建議，此外也要感謝業界的前輩分享經驗以及反饋，尤其是青果合作社臺北分部的陳銘漢學長，提出許多農產品批發的關鍵洞悉，讓本篇論文涵蓋更多面向。也要感激農經所 B03 研究室的同學，在碩士生活兩年中交流課業、職涯、生活等，一起探索未來也互相鼓勵扶持。

當初寫這篇論文的初衷是希望研究結果可以跟產業界結合，因此透過文獻閱讀與產業人士談話，產出了這篇論文的初步想法，此外，在研究所期間也修了一些管理顧問、數據分析等方法，欲將這些概念融入本篇文章中。因此，這篇論文不只是一篇學術研究的成果，也是自己在研究所兩年以來的收穫累積。

最後，感謝臺大與農業經濟研究所給我這個機會，讓我能在臺大兩年期間收穫豐滿，不論是系上老師與同學間的交流學習，或是參加臺大管理顧問社、CTPS 助教群、XChange、實習單位等遇到的所有人，再次感謝大家，從每個人身上學習許多。

相信研究所畢業不是學涯之旅的終點，而是另一個學習旅程的開始，期待將所學貢獻於社會，並持續在社會學習，以及保有學習與研究的熱忱。謝謝每個看到這段字的您，有任何想法與建議也歡迎聯繫我！

魏佑霖 謹誌於

國立臺灣大學農業經濟研究所

中華民國一一二年七月

摘要



本研究探討西螺批發市場（產地市場）與臺北批發市場（消費地市場）的初秋甘藍價格與兩市場之價格差異，透過分別預測兩市場的下一期初秋甘藍價格，從而進一步預測價格差異，並探討是否有優化農民運銷決策的機會。研究結果顯示，臺北批發市場與西螺批發市場的初秋甘藍價格趨勢相似，在夏季呈現相對高價的現象。然而，在價格差異方面，兩個市場之初秋甘藍價格差異存在著波動性，且經市場整合檢定結果顯示短期內兩市場並未達到整合，但在長期，兩市場間具市場整合之特性。此外，本研究建立了 ARIMA 和 SARIMAX 模型，用以預測兩市場的下一交易日初秋甘藍價格。研究結果顯示，臺北市場的價格受到前一期臺北與西螺初秋甘藍的交易量和價格影響，而西螺市場的價格則受到臺北市場初秋甘藍價格和當天西螺市場是否休市的影響。最後，本研究利用預測的初秋甘藍價格差異來評估農民是否有優化運銷決策的機會，當預測的價格差異大於一定門檻時，表示農民可以選擇直接將初秋甘藍送到臺北市場拍賣，以獲取更好的交易機會。

關鍵詞：價格差異、甘藍、農產品價格、批發市場、時間序列模型

Abstract

This study examines the prices of cabbage in the Xiluo wholesale market (production-based market) and the Taipei wholesale market (consumption-based market), as well as the price differences between the two markets. The study aims to predict the next period's prices for early-autumn cabbage in both markets, thereby further predicting the price differences and exploring opportunities for optimizing farmers' marketing decisions.

The results show that the price trends for cabbage in the Taipei and Xiluo wholesale markets are similar, with relatively higher prices observed during the summer season. However, in terms of price differences, there is volatility between the two markets, and the market integration test suggests that short-term integration has not been achieved. Nevertheless, long-term market integration characteristics exist between the two markets. Furthermore, ARIMA and SARIMAX models are employed to predict the next trading day's cabbage prices in both markets. The findings demonstrate that the price in the Taipei market is influenced by the trading volume and price of cabbage in the previous period in Taipei and Xiluo, while the price in the Xiluo market is influenced by the Taipei market's price and whether the Xiluo market is closed on the given day.

Finally, this study utilizes the predicted price differences for early-autumn cabbage to assess whether farmers have opportunities to optimize their marketing decisions. When the predicted price difference exceeds a certain threshold, it indicates that farmers can choose to directly send their early-autumn cabbage to the Taipei market for auction, thus gaining more favorable trading opportunities.

Keywords: price difference, cabbage, agricultural product price, wholesale market, time series model

目 錄



口試委員會審定書	i
謝 辭	ii
摘 要	iii
Abstract.....	iv
目 錄	v
表 目 錄	vii
圖 目 錄	viii
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究步驟與流程	5
第二章 文獻探討	6
第一節 甘藍簡介	6
第二節 農產運銷與批發市場簡介	8
第三節 單一價格法則與市場整合研究	13
第三章 研究方法	21
第一節 研究資料	21
第二節 研究假設	24
第三節 研究方法架構	25
第四節 研究分析方法	27
第四章 研究結果	30
第一節 敘述性統計分析	30
第二節 資料處理	33
第三節 臺北與西螺市場價格 ARIMA 建立	34
第四節 臺北與西螺市場價格 SARIMAX 建立	40
第五節 預測模型結果比較與說明	47
第六節 Ravallion 市場整合模型	48
第七節 預測兩市場之初秋甘藍價格差異	52

第八節 研究結果應用討論	54
第五章 結論與建議	57
第一節 結論	57
第二節 研究限制	57
第三節 後續研究與建議	58
參考文獻	59
附錄	61

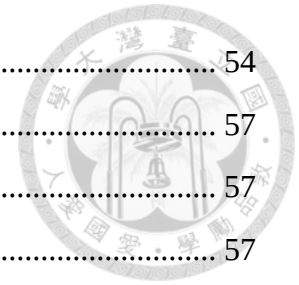


表 目 錄



表 1-1 研究目標之內容整理.....	4
表 2-1 臺北與西螺農產品批發市場資訊整理.....	10
表 2-2 受訪對象甘藍運銷成本統計表.....	11
表 3-1 休市日特徵轉變結果.....	23
表 3-2 變數定義說明.....	24
表 4-1 臺北市場與西螺市場之初秋甘藍價格敘述統計表.....	30
表 4-2 ADF 單根檢定結果.....	34
表 4-3 臺北市場價格之 ARIMA (2,0,3) 模型估計結果.....	35
表 4-4 西螺市場價格之 ARIMA (2,0,2) 模型估計結果.....	38
表 4-5 臺北市場價格 SARIMAX 模型之預期使用變數說明.....	41
表 4-6 SARIMAX 臺北市場價格模型估計結果.....	42
表 4-7 西螺市場價格 SARIMAX 模型之預期使用變數說明.....	44
表 4-8 SARIMAX 西螺市場價格模型估計結果.....	45
表 4-9 臺北與西螺市場價格之樣本外模型預測結果比較.....	47
表 4-10 Ravallion 市場整合之臺北市場價格模型估計結果.....	49
表 4-11 Ravallion 市場整合之西螺市場價格模型估計結果.....	50
表 4-12 不同價格差異門檻之交易次數與交易利潤.....	55

圖 目 錄

圖 1-1 民國 102 年至 111 年臺北與西螺市場之初秋甘藍每日平均價格	1
圖 1-2 研究步驟圖	5
圖 2-1 臺灣各縣市甘藍種植面積分布	6
圖 2-2 民國 102 至 111 年臺北與西螺批發市場之初秋甘藍交易金額	7
圖 2-3 蔬菜通路運銷簡化圖	8
圖 2-4 民國 110 年主要農產品批發市場農產品供應單位別統計圖	9
圖 2-5 民國 102 年至 111 年之每月臺北市場甘藍交易量 (初秋、改良種、進口)	20
圖 3-1 民國 102 年至 111 年每月薑售物價指數	22
圖 3-2 研究方法架構圖	26
圖 4-1 民國 102 年至 111 年不同批發市場之初秋甘藍每日平均價格趨勢圖	30
圖 4-2 臺北市場與西螺場之初秋甘藍價格盒鬚圖	31
圖 4-3 臺北與西螺批發市場每月平均價格	32
圖 4-4 臺北與西螺批發市場每月平均交易量	32
圖 4-5 樣本內與樣本外資料切割示意圖	33
圖 4-6 臺北市場初秋甘藍價格之 ARIMA (2,0,3) 殘差圖	36
圖 4-7 臺北市場價格 ARIMA(2,0,3) 樣本內預測、樣本外預測與實際值之比較	37
圖 4-8 西螺市場初秋甘藍價格之 ARIMA (2,0,2) 殘差圖	39
圖 4-9 西螺市場價格 ARIMA(2,0,2) 樣本內預測、樣本外預測與實際值之比較	40
圖 4-10 臺北市場價格 SARIMAX 樣本內與樣本外預測結果	43
圖 4-11 西螺市場價格 SARIMAX 樣本內與樣本外預測結果	46
圖 4-12 臺北與西螺批發市場之初秋甘藍價格差異	52
圖 4-13 臺北與西螺批發市場之初秋甘藍價格差異次數分布圖	52
圖 4-14 樣本外區間之兩市場初秋甘藍實際價格差異與預期價格差異對比	53
圖 4-15 預測區間之價格差異分布	55
圖 4-16 SARIMAX 樣本外價格差異預測結果與交易信號	56
圖 4-17 SARIMAX 預測結果之累積交易利潤	56
附圖 1 甘藍批發市場資料之相關係數矩陣圖	61
附圖 2 臺北市場初秋甘藍交易量可視化熱區圖 (heatmap per calendar year)	62

附圖 3 臺北市場初秋甘藍平均價可視化熱區圖 (heatmap per calendar year) 63



第一章 緒論

第一節 研究背景與動機



農產品批發市場是臺灣農產運銷重要的環節，根據民國 110 年臺灣地區農產品批發市場年報，臺灣總共有 54 處營運之農產批發市場相關運銷機構，本研究發現初秋甘藍在西螺批發市場（產地市場）與臺北批發市場（消費地批發市場）的價格差異具有波動性，可參照圖 1-1。但根據經濟學的單一價格法則 (Law of one price)，相同農產品的價格應該相同，或是因為運銷成本而存在固定之價格差異，但事實是同一農產品在產地市場與消費地批發市場的價格差異具有波動性，如果能找出影響同一農產品在不同批發市場的價格差異因素，並且預測下一期交易日的兩市場價格差異，則可以協助農民判斷要將農產品運往哪個批發市場，以獲取更有價值的交易機會，因此本研究欲分析產地與消費地批發市場之農產品價格以及預測兩市場之價格差異，並探討是否有優化農民運銷決策的機會。

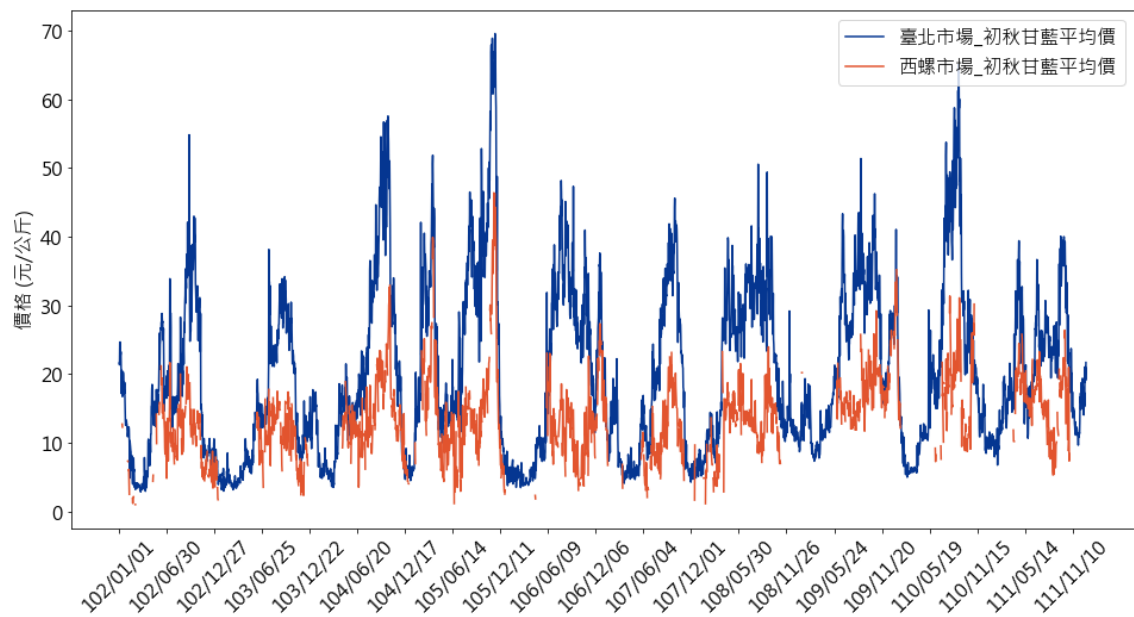


圖 1-1 民國 102 年至 111 年臺北與西螺市場之初秋甘藍每日平均價格



本篇研究以交易量相對其他蔬菜農產品更多的「初秋甘藍」作為分析標的，探究初秋甘藍在臺北農產品批發市場與在西螺農產品批發市場的價格影響因素，並且預測兩市場價格與價格差異。呂秀貞 (2017) 研究調查結果指出，五到六成的國產甘藍於農產品批發市場匯集，再分銷到餐廳和零售商店等，此外，農民、共同運銷單位、販運商、零批商在評估後續農產品的配送通路時，皆以交易價格為首要考量，所以研究批發市場價格也有助於優化初秋甘藍等農產品運銷過程。

過去以初秋甘藍運銷為研究主題的文獻主要探討一級、二級、三級市場的價差 (Market margin)，但較少聚焦於預測農產品產地與消費地批發市場之價格差異。如果能預測何時價格差異大於跨批發市場的農產品運銷成本，則可幫助農民決策判斷，並使農產運銷過程更有效率，進而增加農民獲利與消費者效用的機會。



第二節 研究目的

根據研究背景與動機，本篇的研究目的為：透過比較代表產地市場的西螺批發市場與代表消費地批發市場的臺北批發市場之初秋甘藍交易資料，以及探討過去相關文獻，預測兩批發市場之初秋甘藍價格與進一步預測價格差異，並且在最後探討是否有優化農民運銷決策的機會。

透過上述目標，不只是幫助農民優化運銷決策，公部門也可以參考研究結果，作為制定批發市場制度、農產品運銷政策等參考。

基於研究目的，本文所稱之「價格差異」定義為：同一農產品在同一交易日之不同批發市場的價格差異。此外，本研究將臺北第一與臺北第二批發市場資料合併與分析，因為合併後的結果將更貼近大臺北地區農產品市場之真實狀況，合併後的臺北市場價格為以交易量為基礎¹的加權平均價格，而臺北市場的交易量則為臺北一市與二市的交易量總和。

因甘藍為臺灣批發市場交易量最大的蔬菜，而其中的初秋品種為交易量最大的甘藍品種，所以選擇初秋甘藍作為本研究之分析標的，選擇臺北市場與西螺市場的原因是此兩市場的甘藍交易量佔所有批發市場交易量近六成，民國 110 年臺北一市甘藍年交易量為 51,704,828 公斤、臺北二市甘藍年交易量為 23,036,461 公斤、西螺市場甘藍年交易量為 57,585,933 公斤、所有批發市場之年甘藍交易量總和為 220,614,067 公斤，臺北一市、臺北二市與西螺市場甘藍交易量分別佔年交易量總和之 23.44%、10.44%、26.10%，這三個市場的交易量佔比總和為 59.98%，表示這三個市場的甘藍交易價量是影響全臺甘藍批發市場的重要指標。

註 1-1：加權平均為基於臺北一市與臺北二市之交易量加權，即臺北市場價格等於 $((\text{臺北一市第 } t \text{ 期之平均價} \times \text{臺北一市交易量}) + (\text{臺北二市第 } t \text{ 期之平均價} \times \text{臺北二市交易量})) / (\text{臺北一市第 } t \text{ 期之交易量} + \text{臺北二市第 } t \text{ 期之交易量})$

表 1-1 研究目標之內容整理

項目	研究內容
分析之農產品	初秋甘藍
批發市場比較	臺北果菜批發市場（臺北一市、臺北二市）、 西螺果菜批發市場
價格差異定義	同一農產品在同一交易日之不同批發市場的價格差異
價格差異預測	透過時間序列模型分別預測兩市場之下一交易日初秋甘藍價格，並由兩市場之預測價格推導出下一交易日之初秋甘藍價格差異
研究結果之應用	預測分析至決策應用之探討
研究資料簡介	分析 2013/1/1 - 2022/12/31 為期十年之臺北與西螺批發市場之每日初秋甘藍交易價格

第三節 研究步驟與流程

本研究之研究流程分為五個章節，第一章為緒論，介紹本文欲探討臺北市場與西螺市場之初秋甘藍價格動機，並且說明研究目標與後續對於農民的應用方向。第二章為文獻探討，從初秋甘藍、批發市場之運銷背景知識介紹，到過往農產品運銷研究、單一價格法則與市場整合之文獻回顧，作為本研究之參考。第三章為研究方法介紹，涵蓋資料來源、資料欄位、資料前處理說明與研究假設，並介紹所使用的方法。第四章為研究結果，包含敘述性統計分析、臺北市場與西螺市場之初秋甘藍價格預測、兩市場整合檢定以及價格差異預測分析，本研究將由文獻回顧整理出影響批發市場價格的成因，進一步透過實證分析以佐證不同量化因素對於兩批發市場之初秋甘藍價格影響，並於後續預測下一交易日之價格與價格差異數值，以探討預測之價格差異結果對於農民應用之方向。第五章為結論與建議，彙整研究結果，並針對研究限制與後續研究進一步說明。

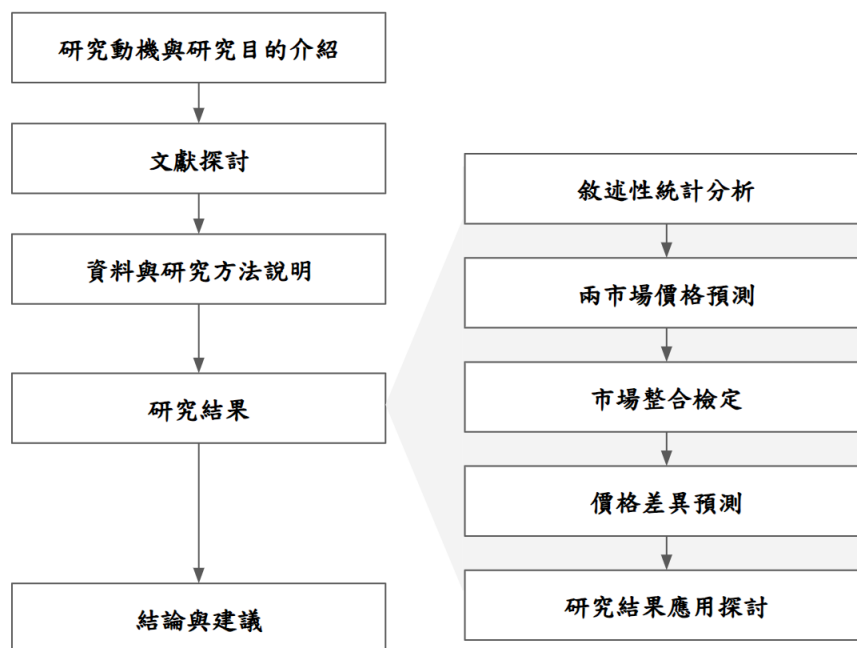


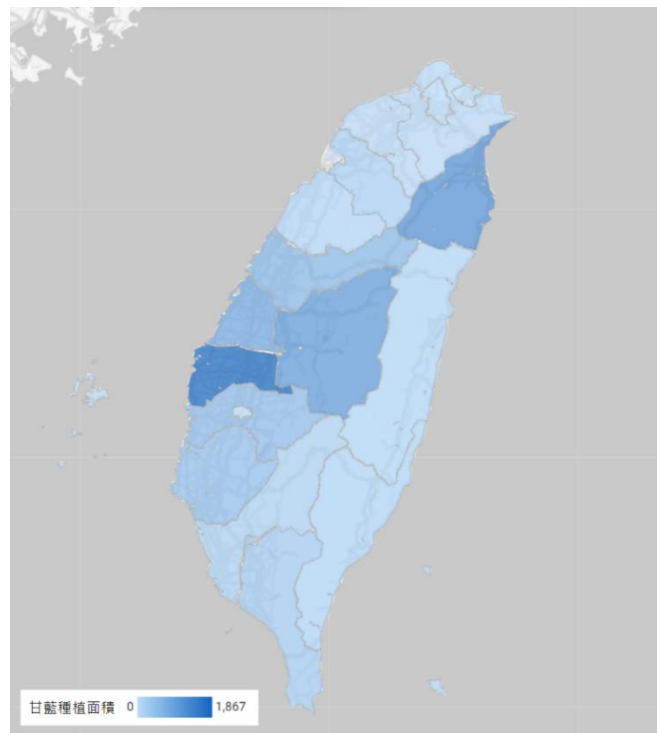
圖 1-2 研究步驟圖

第二章 文獻探討

第一節 甘藍簡介



根據民國 110 年臺灣地區農產品批發市場年報，甘藍為全臺灣農產品批發市場交易量最大的蔬菜品種，甘藍依種植的地理環境可分為高山產區與平地產區，平地產區以雲林縣及彰化縣地區為主，生產季節為 11 月至隔年 4 月；高山產區主要為宜蘭縣、南投縣及臺中市地區，生產季節為 5 月至 11 月，以上五縣市甘藍生產面積佔全臺 70% 以上。民國 110 年臺灣主要種植甘藍之縣市為：雲林縣 1,867 公頃、宜蘭縣 1,241 公頃、南投縣 1,088 公頃、彰化縣 869 公頃、臺中市 627 公頃、嘉義縣 565 公頃、臺南市 502 公頃、屏東縣 336 公頃。



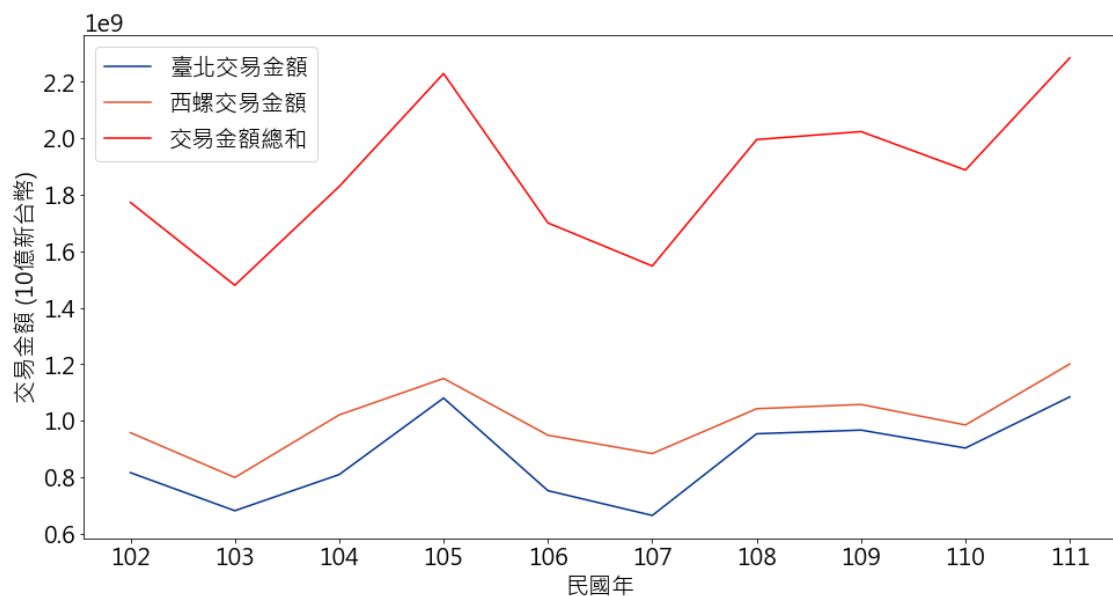
資料來源：民國 110 年農業統計年報

圖 2-1 臺灣各縣市甘藍種植面積分布

臺灣農民目前主要種植的甘藍品種為：「初秋」、「春秋」、「夏秋」、「新秋」等品種，其中初秋為交易量最大的甘藍品種，故本篇研究以「初秋」品種作為後續研究的農產品標的。此外，臺灣也有進口甘藍，進口甘藍主要來自印尼、越南等國家。

根據中華民國 110 年臺灣地區農產品批發市場年報，民國 110 年所有批發市場蔬菜年交易量約 140 萬公噸，甘藍年交易量為 22.06 萬公噸，甘藍年交易量佔所有市場蔬菜交易量之 15.76%，為所有蔬菜交易量的第一名，因此甘藍交易價格與交易量也會影響其他蔬菜拍賣行情，甘藍也在運銷市場中被稱為「菜母」。

此外，初秋品種為臺灣甘藍交易量最大的甘藍品種，以每年批發市場交易金額作為市場商機的衡量指標，其計算方式為該年每個交易日當天之平均價乘以交易量之總和。經過本研究統計後發現，民國 111 年臺北市場與西螺市場之初秋甘藍交易金額總和為 22.85 億元新臺幣，其批發市場交易金額大於多數農產品，因此初秋甘藍為重要的農產運銷研究標的。



資料來源：農產品批發市場交易行情站

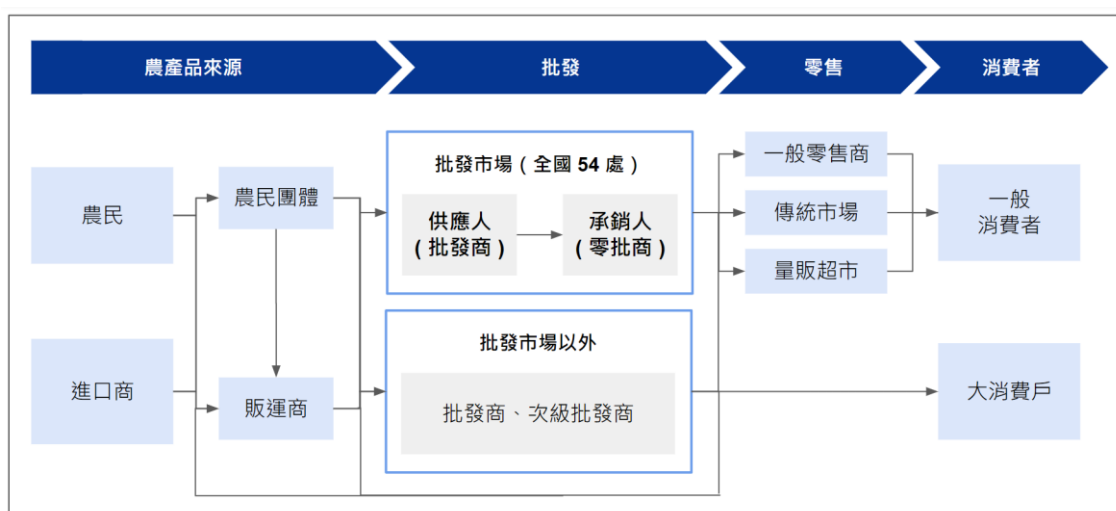
圖 2-2 民國 102 至 111 年臺北與西螺批發市場之初秋甘藍交易金額



第二節 農產運銷與批發市場簡介

(一) 蔬菜運銷方式簡介

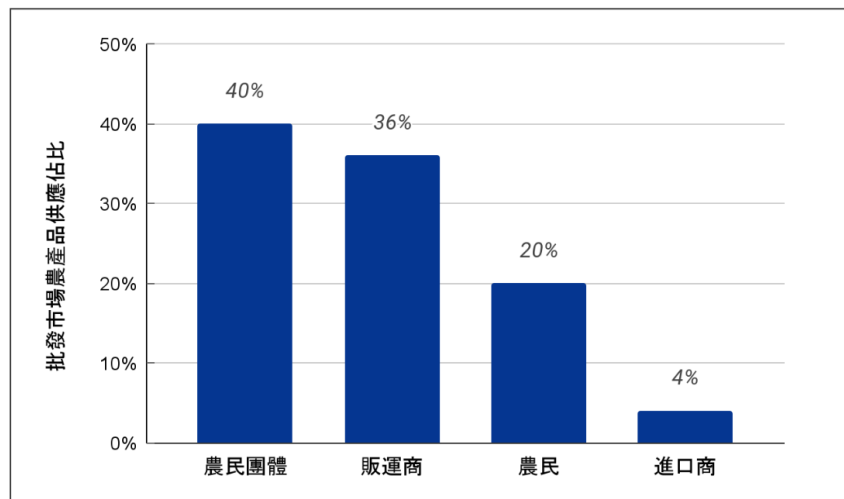
我國蔬菜運銷路徑從農民與進口商開始，透過批發、零售或直接銷售等方式最終運往終端消費者，其中參與蔬菜批發之運銷角色主要有：農民、農民團體、進口商、販運商、零批商、零售商、大消費戶等，而在所有參與蔬菜運銷的角色之中，農民、農民團體、進口商、販運商為四大主要的農產品批發市場供應人。



參考資料來源：公平交易委員會 (2020)

圖 2-3 蔬菜通路運銷簡化圖

由圖 2-3 可知，農民團體與農民佔農產品批發市場之 60% 農產品供應量，因此研究批發市場之農產品價格以及提供基於量化分析結果的決策相當重要，有機會幫助農民與農民團體判斷將農產品供銷到獲利機會更多的批發市場。



資料來源：民國 110 年臺灣地區農產品批發市場年報

圖 2-4 民國 110 年主要農產品批發市場農產品供應單位別統計圖

(二) 臺灣農產品批發市場介紹

臺北與西螺農產品批發市場的差異主要在於交易機制與規範，臺北市場採用拍賣交易，西螺市場則是議價交易，兩市場的交易時段與休市日期也有所不同；費用方面，臺北市場向承銷人與代銷人各收 1.5% 整體交易金額之手續費，西螺市場則是收取交易金額 3% 之管理費。

表 2-1 臺北與西螺農產品批發市場資訊整理

市場	臺北市第一與第二果菜批發市場	西螺農產品批發市場
農產品 交易方式	採拍賣方式，並透過臺北農產運銷公司的交易平台。利用電腦競價，所有交易透過電腦輔助系統形成價格	採一對一議價交易，批發市場並不會介入業者和承銷人的交易
費用	向承銷人與代銷人各收 1.5% 整體交易金額之手續費。如果是農民交由農民團體代處理，則會向農民收取約 1.5% 手續費	收取交易金額 3% 之管理費、分貨場管理費（租市場交易攤位）
交易時段	拍賣時間：3:20 – 7:30 拍賣流程說明： 1.產地貨車抵達臺北：17:00-23:00 2.理貨員理貨，編寫拍賣序號 3.農藥殘留抽樣及檢驗 4.拍賣員裁價，擬定拍賣腹案 5.拍賣機電子化拍賣 6.買家將蔬果運離市場，送往各地	開放交易時間：8:00 – 19:00 10:00 – 17:00 為較多人交易的時段
休市時間	禮拜一休市、部分民俗節日休市、增休日（星期四）	禮拜日休市、部分民俗節日休市

資料來源：公平交易委員會 (109)、臺北與西螺果菜市場官網、詢問民間業者與致電批發市場詢問

註：因應避免連續休市三日之原則，將星期四設為增休日

(三) 甘藍運銷簡介

甘藍包裝通常以一件 20 公斤為單位，方便裝箱與搬運，呂秀貞 (2017) 研究指出，高冷地區的每件平均運銷成本為 130.98 元，平地產區則是 70.6 元。

表 2-2 受訪對象甘藍運銷成本統計表

地區別	採收工資	紙箱	竹簍	運費	小計
高冷地區	38.26	44.28	36.19	55.49	130.98
平地地區	17.33	24.00	-	29.32	70.65

資料來源：呂秀貞 (2017)。

註：表 2-2 單位為元/20 公斤、高冷地區農民可以選擇紙箱或竹簍包裝甘藍

由表 2-2 可知高冷地區與平地地區的每 20 公斤之甘藍運銷成本平均相差 60.33 元。因為夏季相對冬季有更高比例的甘藍供貨來自於高冷地區，而高冷地區的甘藍因為運銷成本高，導致甘藍在夏季的平均價格比冬季高。此外，臺北批發市場規定拍賣之甘藍必須使用紙箱包裝，而西螺果菜市場沒有嚴格包裝規定，所以部分農民與運銷業者仍使用竹簍包裝。因為紙箱包裝成本高，故會影響甘藍運銷成本。

(四) 甘藍批發市場價格之過去文獻回顧

翟柏森 (2018) 透過類神經網路 LSTM 長短期記憶模型預測初秋甘藍的價格，LSTM 模型是一種適用於時間序列預測的人工神經網路模型，該模型可以捕捉時間序列的長期依賴性和短期依賴性。在使用的變數特徵方面，該研究透過天氣、供貨量、颱風警報、市場休息與交易日等特徵來建立初秋甘藍價格之預測模型。

王品翔 (2019) 應用類神經網路模型預測甘藍價格，並使用反向淘汰法來選擇合適的預測變數項，意即先將所有預測變數加入模型中，於每次建立預測模型時，一次剔除一個變數，優先剔除對於模型貢獻度 (MAPE) 最小的變數，最終產出合適的變數組合。其研究結果發現，基於預測變數對於預測結果之平均絕對百分比誤差 (MAPE) 的影響大小，得到前一日交易價為最重要的解釋變數，其次為相對濕度、氣壓值、有無颱風、60 天前降雨量與油價。

余奕奎 (2017) 探討臺灣 11 個批發市場的影響甘藍價格因素，資料期間為 2006 年至 2016 年的週資料，先透過敘述統計找出各個批發市場甘藍價格的可能影響成因，再以最小平方方法的迴歸模型針對不同批發市場分析其甘藍價格、交易量與氣候因子之關係，最後使用追蹤資料的迴歸分析方法。研究結果發現，溫度和雨量為影響批發市場甘藍價格的主要影響氣候因子，然而臺北市場因為是非產地的批發市場，故氣溫對於臺北市場的甘藍交易價格並無明顯影響。此外，根據追蹤資料分析結果，批發市場之甘藍交易量與價格呈現負相關，但因為臺北市場非產地市場，有更多因其他因素影響臺北甘藍交易價格，所以研究結果發現臺北市場之甘藍交易價格與交易量之相關性相對其他市場小。

過去甘藍價格相關的研究論文主要聚焦於預測甘藍價格，透過計量模型與深度學習模型方法來預測價格，並以天氣變數來加強模型預測能力。然而，過去研究文獻較少針對不同批發市場初秋甘藍交易行情之交互影響探討，以及較少討論兩市場價格差異之波動。



第三節 單一價格法則與市場整合研究

(一) 單一價格法則與市場整合

根據單一價格法則 (Law of One Price, LOP)，在有效率的市場條件下，假設其他條件不變，任何同質商品的價值應該相等。單一價格法則被廣泛應用於金融交易和國際貿易研究中，然而，單一價格法則建立在一些假設之上，例如兩個比較之商品具有相同的品質，商品交易發生在有效率的市場上，所有交易皆無額外交易障礙或交易成本等。在這些假設下，透過套利行為 (arbitrage)，兩個市場上的同一商品價格應該趨於一致。

Baulch (1997) 提出當跨市場間價格差異等於轉運成本 (transfer costs)，且跨市場交易沒有障礙時，交易將導致兩個市場的價格一對一變動；當跨市場間價格差異小於交易成本時，交易將不會發生，空間套利條件將不具有約束力。當價格差異大於交易成本時，無論交易是否發生，皆表明市場之間存在貿易障礙，應被視為缺乏市場整合的初步證據。

單一價格法則延伸出市場整合 (Market Integration) 概念，市場整合的定義最早由法國數學家 Cournot (1838) 提出，Cournot 將市場整合的定義描述為「在一個完整的區域中，其各個部分透過不受限制的商業關係而緊密結合，使得其價格得以迅速地維持同一水平」。上述定義可分為兩部分，其一是價格的均衡水平必須相等 (LOP)，其二為價格必須在任何衝擊事件發生後快速地恢復至此水平。

Ravallion (1986) 提出一可交易商品的空間價格差異 (spatial price differential) 模型，用以檢定市場整合，Ravallion 認為套利行為雖然可以使得兩市場間的價格差異趨於零，但是其價格調整難以在瞬間達成，所以 Ravallion 從既有數據中提取動態落遲之影響價格的變數，並且將這些落遲變數納入模型中加以考慮。Ravallion 也在文獻中使用其空間價格差異模型分析孟加拉獨立後的每月稻米價格數據，以及評估孟加拉於 1974 年飢荒期事件發生後的嚴重區域價格衝擊影響。

空間價格差異模型的設定將取決於空間市場結構的假設，Ravallion 假設存在一組市場，包含一個中央 (urban) 市場和地區 (rural) 市場，雖然地區市場之間可能存在一些貿易，但主要由中央市場的貿易主導地區市場的價格形成，基於不同地區市場的數量與規模，可以假設中央市場價格與各地方市場價格的影響關係模型。以下經濟模型表示一組市場中，涵蓋一個中央市場以及 N 個地區市場，並探討其 T 期的價格，以 P_{1t} 與 P_{it} 分別代表中央市場與地方市場在第 t 期的價格：

$$P_{1t} = \sum_{j=1}^n a_{1j} P_{1t-j} + \sum_{k=2}^N \sum_{j=0}^n b_{1j}^k P_{kt-j} + X_{1t} C_1 + e_{1t} \quad (2-1)$$

$$P_{it} = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_{it-j} + \sum_{j=0}^n b_{ij} P_{1t-j} + X_{it} C_i + e_{it} \quad (i = 2, \dots, N) \quad (2-2)$$

其中 X_{it} 為其他影響市場價格的變數， e 為誤差項； a 、 b 與 c 為係數，以下為三個用於市場整合的假設檢定項目：

(1) 市場分隔 (Market Segmentation)，第 i 個地區市場不被中央市場影響，如果滿足：

$$b_{ij} = 0 \quad (j = 0, \dots, n), \quad (2-3)$$

(2) 短期市場整合，中央市場的價格改變將立即影響第 i 個地區市場價格，如果滿足：

$$b_{i0} = 1. \quad (2-4)$$

此外，未來價格也會有滯後效應，除非： $a_{ij} + b_{ij} = 0 \quad (j = 1, \dots, n)$, (2-5)

弱式的市場整合形式，其滯後效應只需平均消除： $\sum_{j=1}^n a_{ij} + b_{ij} = 1.$ (2-6)

(3) 長期市場整合，表示中央與地方市場之價格在不同時間皆相同，意即對於所有 t ， $P_{it} = P_{1t}^*$ 以及 $P_{1t} = P_{1t}^*$ ，且 $e_{it} = 0$ 。

中央與地方市場的價格關係模型可透過迴歸估計參數，並進一步檢定所對應的模型參數，用以推論欲分析之一組市場價格是否符合市場整合。

此外，除了 Ravallion (1986) 的檢定市場整合的方法之外，Baulch (1997) 使用 parity bounds model (PBM) 分析轉運成本 (transfer costs) 的資訊以及食物價格來評估空間套利 (spatial arbitrage) 的效率。該研究證實 PBM 在統計上的可靠性，並應用於分析菲律賓稻米的價格，研究結果發現 PBM 檢定到了有效套利，而其他檢定卻檢測不到。

(二) 過去臺灣農產品批發市場整合研究

陳政位等 (2002) 研究吳郭魚在臺北與臺中市場是否能達成市場整合，透過兩階段共整合模型、Johansen 共整合模型與等值臨界模型檢定，得到在臺北與臺中市場的吳郭魚品項符合市場整合的結果，亦即兩地的運銷在價格機制之下，吳郭魚之魚貨將順暢地運送至兩地。

賴瀚棠 (2003) 透過 Johansen 共整合分析法，發現臺北與彰化花卉拍賣市場之玫瑰花每月拍賣均價具有共整合關係，並且建立向量自我迴歸模型 (VAR)，預測花卉市場之拍賣價格，且模型對臺北與彰化花卉拍賣市場之玫瑰每月拍賣均價變異數解釋能力達 82.95%，透過 VAR 模型結果得以供花卉運銷從業人員決策之參考。

黃加安 (2012) 雲林縣與非雲林縣之蔬菜價格差異探討，以小白菜、蕃薯葉、芹菜、青蔥為例，利用迴歸模型分析農產品價格，透過交易量、農產品品質、供應單位、季節與產地變數找出雲林縣與非雲林縣的蔬菜價格形成因素。

過去文獻透過市場整合模型之方法研究臺灣農產品批發市場間之交易價格，進一步推論兩市場之間的決策效率，然而市場整合檢定只能用以推論一段時間的兩市場是否整合，並無法進一步幫助農民判斷要將農產品運往何市場。本研究欲探討同一農產品於不同批發市場的價格差異，僅透過市場整合方法難以更進一步地分析價格差異成因與預測，且為了預測下一交易日之農產品價格差異是否大於兩市場之間交易成本，以及探討不同變數對於市場價格之影響，本研究主要透過時間序列模型探討後續研究目的。

(三) 農產品於不同批發市場之價格差異成因探討

單一價格法則 (Law of One Price, LOP) 未必時時成立，Goodwin (1990) 透過分析預期價格而非同期價格來檢驗國際商品市場是否遵守單一價格法則，該研究指出將商品從一市場交易到另一市場需要時間，因此，除非套利交易者有完美的預測見解，或是商品價格維持不變，否則不應期望單一價格法則必然遵守。

此外，Baulch (1997) 指出兩市場間的商品價格差異應等於交易成本，然而兩市場間之價格差異也可能反映了純交易成本以外的因素，例如政府政策對農產品交易的影響、運輸瓶頸或寡頭壟斷定價等。以下為影響不同批發市場之初秋甘藍價格差異的潛在原因整理：

(1) 運銷成本

甘藍從產地運送到不同批發市場的運輸成本不同，因臺北為都會地區，西螺則鄰近農產品生產地區，因此從產地至批發市場之運輸距離不同，運輸成本也有所差異。此外，臺北市場與西螺市場的甘藍包裝要求不同，臺北市場規定必須使用紙箱包裝，且使用紙箱需要挑選大小顆粒盡量一致的甘藍包裝，故相對西螺市場之甘藍包裝成本高，因西螺市場無嚴格之包裝要求，有些業者由傳統竹簍包裝，包裝成本相對便宜。再者，批發市場的手續費不同，臺北市場為拍賣機制，買賣雙方皆需繳納 1.5% 拍賣成交之手續費，而西螺市場則收取交易金額 3% 之管理費與分貨場管理費。

(2) 品質差異

兩個市場的甘藍到貨品質可能有差異，臺北為消費地之批發市場，對於蔬菜的品質較為講究，因此許多高品質的甘藍會被送到臺北批發市場拍賣，所以臺北市場的高品質甘藍到貨比例可能也較高，但仍需視不同時節與交易日當天的狀況。Sexton et. al (1997) 農產品通常被認為是同質商品，但名義上相似的商品之間可能存在商品差異，如不同產區之同一品種農產品，其品質也有所差異，而品質的差異可能導致價格不同。目前臺北市場初秋甘藍分為特級、優級與良級，因不同批發市場的特、優、良級初秋甘藍到貨量不同，可能影響當天的整體市場平均價格。



(3) 不同市場的供給需求不同

因為不同批發市場的初秋甘藍供貨量以及需求不同，導致因為當期不同的供需狀況而影響價格差異，如果交易日當天的初秋甘藍到貨量高於市場需求，則可能導致平均拍賣價格下降。此外，除了當期的市場甘藍供貨量會影響價格之外，一週到貨量可能也會影響市場價格。

(4) 交易前需要前置規劃與執行時間

Goodwin (1990) 將商品從一個市場運送到另一個市場需要時間。以臺灣甘藍為例，臺北農產品批發市場規定蔬菜必須被紙箱裝箱，然西螺果菜市場並無此規定，所以農民或運銷業者決定要將甘藍運送到臺北或西螺市場時，需要事先規劃包裝與協調運輸方式。

(5) 休市時間

臺北一市與臺北二市通常是禮拜一休市，然而西螺為禮拜日休市，休市的前一天與後一天也都可能影響價格，休市日會導致資料產生缺失值，所以遇到休市日時，無法比較兩市場的甘藍價格，或是需在探討價格差異前，需要經過數據預處理，以解決休市日所導致之缺失值問題。

(6) 交易制度

彭作奎 (1991) 提及批發市場交易制度有兩大方式：第一種方式為議價，意即農產品價格由買賣雙方談判而決定，可能涉及雙方掌握的消息、議價能力與談判技巧有關，受人為影響許多，第二種方式為拍賣，買方透過競標的方式決定交易價格，是相對較有效率的決價方式。針對拍賣機制，吳淑華 (2015) 研究批發市場交易制度對於農產品交易價格之影響，選擇甘藍、包心白菜、蘿蔔、鳳梨、芭樂與香蕉在 2009 年至 2012 年的北農拍賣交易資訊最為分析標的，透過二因子模型 (Two-Index Market Model) 探討不同交易制度與市場需求因子對於交易價格之影響，其中探討的交易制度因子包含拍賣順序、拍賣員是否為代拍以及市場供需因子，如：到貨量與降雨量、特殊節慶（春節、中秋節、端午節、初二、初十六）等因素。

研究發現：不同拍賣員導致拍賣價格有所不同、代拍員相對非拍賣員之交易價格低；在六項農產品中，有四項農產品被發現越早拍賣、越高價格的現象；特殊節氣會影響農產品需求上升，進而提升交易價格，以及降雨影響承銷人進場買賣意願，導致市場買氣不佳、價格下降。

(7) 資訊傳遞

依據 Rogoff (1996) 的描述，單一價格法則無法成立的一大重要原因是價格資訊的傳遞不夠有效，導致資訊搜尋成本過高，進而產生價格差異的現象。

(8) 預期心理

如臺北前一天價格好，可能許多農民與業者會想要將初秋甘藍運往臺北市場拍賣，反而導致隔天甘藍價格下降。

(9) 替代品的供需影響

Sexton et. al (1997) 如果不同農產品品種之間近似替代品，則其可視為屬於同一產品市場。本研究經過民間業者建議以及分析臺北市場甘藍品種之交易量數據，發現臺北市場的甘藍以初秋甘藍、改良種甘藍和進口甘藍為主要的甘藍交易品種，且圖 2-6 也顯示當初夏季初秋甘藍產量不足時，會有改良種與進口甘藍填補市場需求。而改良種甘藍和進口甘藍對於初秋甘藍可能為不同程度的替代關係，所以分析初秋甘藍價格，也需要考量到替代品改良種甘藍和進口甘藍的供需影響。

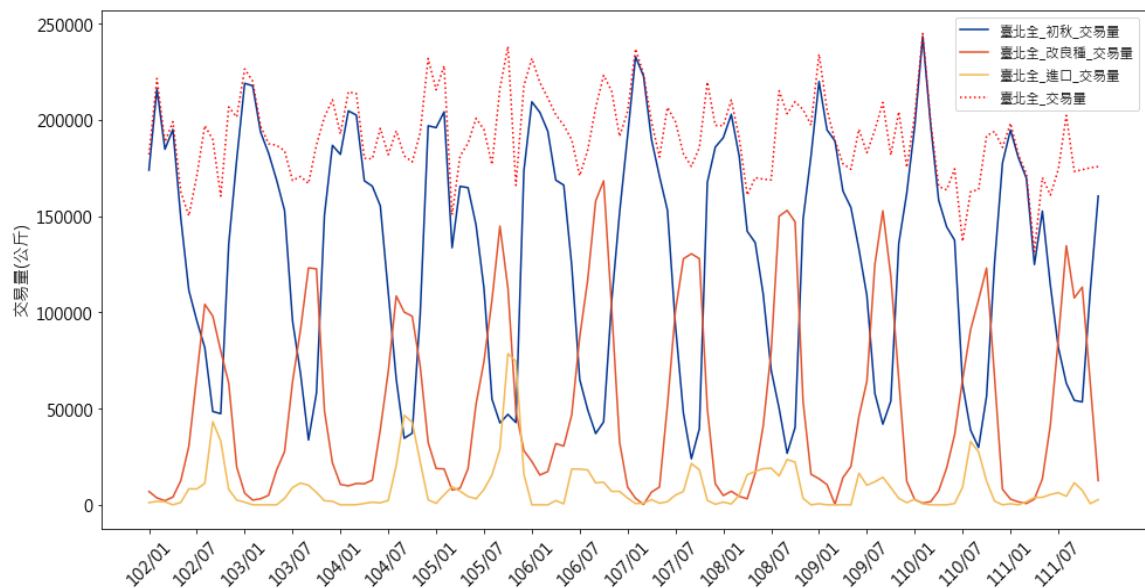


圖 2-5 民國 102 年至 111 年之每月臺北市場甘藍交易量 (初秋、改良種、進口)

以上為可能影響臺北與西螺批發市場之初秋甘藍價格的因素，有些因素可以透過量化數據來呈現與分析，如：各市場的供給需求數據分析、休市日比較等；有些則是數據難以取得，如詳細的運銷成本、各市場到貨的初秋甘藍品質等資訊；有些則是無數據，如交易制度、資訊傳遞與預期心理的影響。因此欲探討兩批發市場的價格之農產品價格比較與價格差異，需要欲先建立合適的假設。

註 2-1：西螺果菜市場之交易數據僅有「甘藍」，無顯示為哪個甘藍品種，致電至西螺市場詢問，得知西螺市場所交易之甘藍幾乎為初秋甘藍

第三章 研究方法

第一節 研究資料



(一) 資料簡介

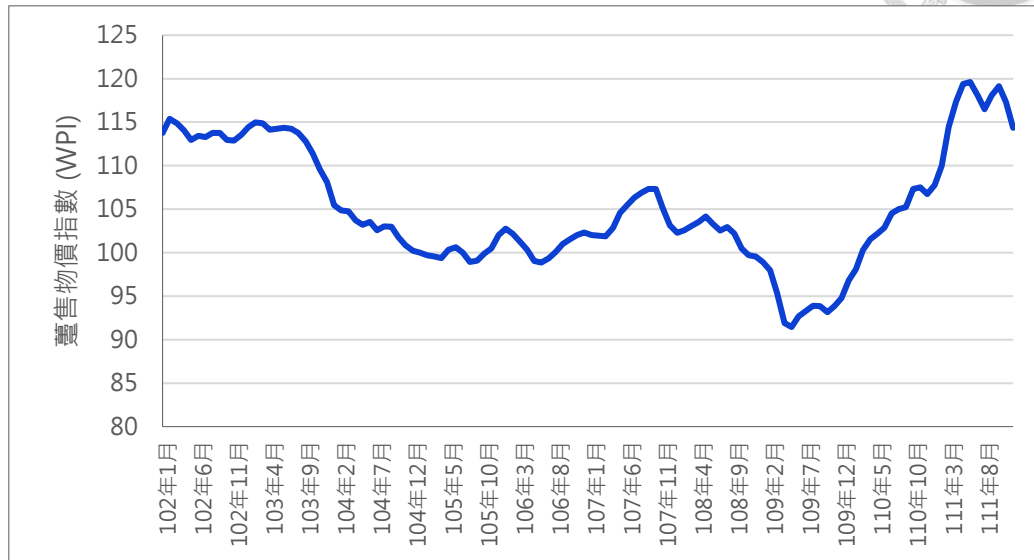
本研究使用之資料取自行政院農業委員會農糧署農產品批發市場交易行情站資料，研究資料期間為 2013 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日，為期 10 年的批發市場交易日資料。交易行情站資料欄位包含：市場、產品、交易日期、上價、中價、下價、平均價（元/公斤）、交易量（公斤）等欄位資料，本研究所使用的原始資料欄位則包含：臺北一市與臺北二市與西螺市場之每日甘藍交易量、平均價，並於後續整理出價格差異、交易量差、月份、休市等特徵變數。

本研究選擇臺灣初秋甘藍交易量前兩大農產品批發市場，分別為臺北果菜市場以及西螺農產品批發市場作為研究之市場，並探討臺北批發市場在 t 期的每日初秋甘藍平均價格 ($P_{\text{Taipei}, t}$) 與西螺批發市場在第 t 期的每日初秋甘藍平均價格 ($P_{\text{Xiluo}, t}$)，以及後續預測價格差異 ($P_{\text{Taipei}, t} - P_{\text{Xiluo}, t}$)，本研究以代號 P_{diff_t} 表示兩市場之價格差異。而 $Q_{\text{Taipei}, t}$ 與 $Q_{\text{Xiluo}, t}$ 則分別為臺北與西螺市場之初秋甘藍交易量。

將臺北一市場與臺北二市場資料合併分析，以更貼近臺北市場之農產品需求與供給狀況，所以臺北市場之初秋甘藍價格為加權平均所求得（第一章），且臺北市場之初秋甘藍交易量為臺北一市和臺北二市交易量相加而得。

(二) 研究資料處理方式

(1) 物價指數修正



資料來源：行政院主計總處

圖 3-1 民國 102 年至 111 年每月躉售物價指數

因為本研究資料涵蓋 10 年資料，須考量通膨因素。臺灣蔬菜的歷史價格資料可以透過物價指數進行修正，以反映通貨膨脹對價格的影響。因為本篇文章探討的標的為初秋甘藍批發價格，交易者皆為批發業者而非零售消費者，故以躉售物價指數 (Wholesale Price Index, WPI) 進行修正較為合理，使用 WPI 修正價格可以消除通貨膨脹對於價格的影響，使得分析不同年份月份的價格更具有可比性。修正方式如下：

$$\text{修正價格} = \text{名目價格} \times 100 / \text{WPI 躉售物價指數} \quad (3-1)$$



(2) 休市日處理

因為臺北市場與西螺市場的例行休市時間不同，臺北市場通常禮拜一休市，西螺市場則是禮拜日休市，如當天該市場休市，則在資料庫當中，休市當天該市場的價格與交易量將被記錄為缺失值。為了解決因休市日而產生的缺失值問題，本研究透過以下方式處理：

$$P_{market,t} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 P_{market,t-i} \quad (3-2)$$

$$Q_{market,t} = 0.001 \quad (3-3)$$

其中 $P_{market,t}$ 與 $Q_{market,t}$ 的下標 market 為臺北或西螺市場。交易價格的缺失值由前 5 日的價格平均數替代，而交易量的缺失值則是因為當日無實際交易，所以將缺失值設為 0.001 公斤，透過極小的數值補上交易量缺失值。此外，休市日也是重要資訊，因此設定缺失值的虛擬變數，可參照表 3-1。

表 3-1 休市日特徵轉變結果

變數名稱	欄位說明
D_closedTaipei, t	臺北市場第 t 期之當天是否休市
D_closedXiluo, t	西螺市場第 t 期之當天是否休市

(3) 解釋變數之移動平均 (Moving average) 與落遲項 (Lag term)

在後續建立初秋甘藍之價格時間序列預測模型時，可將解釋變數透過移動平均 (Moving average) 或是落遲項 (Lag term) 之資料處理方式，增加時間序列模型之預測能力。相關解釋變數代號與舉例可以參考表 3-2。

表 3-2 變數定義說明

Variable	變數名稱	計算方式說明
$Q_{Taipei, t-k}$	第 t 期臺北市場初秋甘藍交易量之落遲 k 期	-
$Q_{Taipei, imp, t-k}$	第 t 期臺北市場進口甘藍交易量之落遲 k 期	-
$Q_{Taipei, ipt, t-k}$	第 t 期臺北市場改良種甘藍交易量之落遲 k 期	-
$Q_{Taipei, all, t}$	臺北市場初秋、進口與改良種甘藍在第 t 期交易量之總和	$Q_{Taipei, t} + Q_{Taipei, imp, t} + Q_{Taipei, ipt, t}$
$Q_{Taipei, imp, t, MA7}$	臺北市場改良種甘藍在第 t 期移動平均 7 天之交易量	$\frac{1}{7} * \sum_{k=1}^7 Q_{Taipei, imp, t-k}$
$Q_{Taipei, ipt, t, MA7}$	臺北市場進口甘藍在第 t 期移動平均 7 天之交易量	$\frac{1}{7} * \sum_{k=1}^7 Q_{Taipei, ipt, t-k}$

第二節 研究假設

(一) 將初秋甘藍運輸到臺北與西螺市場的費用不會隨著季節改變。

(二) 不同批發市場的農產品品質相同，意即臺北市場之初秋甘藍在第 t 期之到貨量品質分布與西螺市場在第 t 期之到貨量品質分布相同。



第三節 研究方法架構

本研究先由敘述性統計分析了解臺北市場與西螺市場之初秋甘藍資料特性，並使用 ARIMA 與 SARIMAX 模型來找出影響兩市場價格之變數，以及預測下一期初秋甘藍價格。選擇 ARIMA 模型主要是因為該模型基於過去時間點之資料進行預測，且能提供對時間序列趨勢和循環性等結構性變化的解釋，對於農產品價格的動態變化能有更深入的理解。選擇使用 SARIMAX 模型的原因是其為 ARIMA 模型的擴展版本，能夠結合外生變數的資訊進行預測，而這些外生變數與農產品價格變動有關，因此加入外生變數之 SARIMAX 模型有機會可以提供額外的解釋力和提升預測成效。

後續透過 Ravallion 市場整合模型進行市場整合之檢定，因 Ravallion 市場整合模型中包含一組中央與地方市場之設定，適用於臺北與西螺市場之關係。最後再透過價格預測結果，進一步預測兩市場之價格差異，並作為後續農民運銷決策之參考。

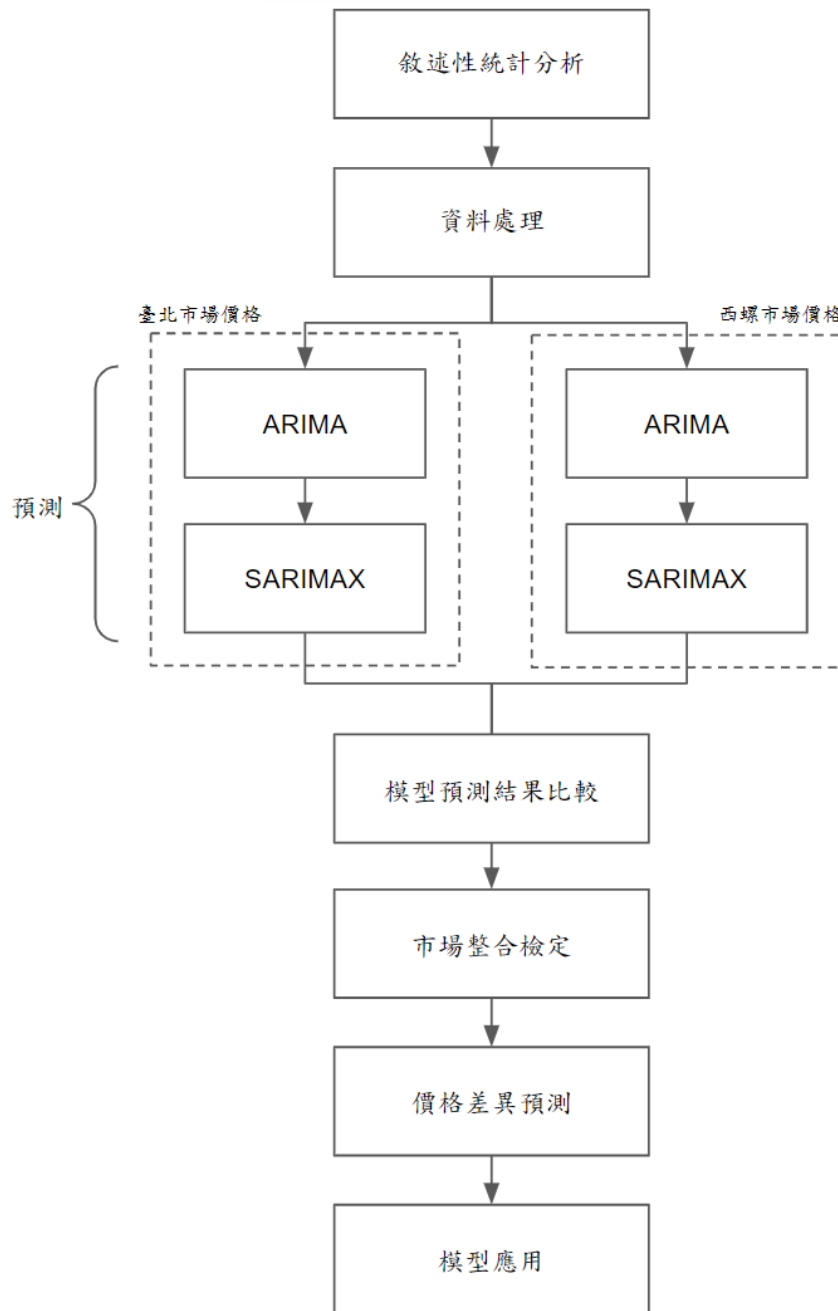


圖 3-2 研究方法架構圖



第四節 研究分析方法

(一) 單根檢定

單根檢定 (Unit Root Test) 是一種常用於時間序列分析的統計檢定方法，主要用來檢測一個時間序列是否具有單根 (unit root)，即是否存在一個單位根，假如該資料被檢定為具有單根，表示該時間序列存在隨機漫步之特性，呈現出不穩定的趨勢，導致分析的不穩定性產生，難以進行模型建立和有效預測。如欲檢定之時間序列資料不平穩，則需透過差分的方式處理。

ADF 檢定 (Augmented Dickey-Fuller Test) 為常用的單根檢定方法，由 Dickey and Fuller (1979) 提出。透過 ADF 檢定，可以得到檢定統計量的值，可用該值的大小與顯著性水平相比，來判斷該時間序列是否存在單根。如果檢定統計量的值小於對應的臨界值，則可以拒絕原假設，判定該時間序列不存在單根，反之則無法拒絕原假設，認為該時間序列存在單根。

(二) ARIMA 模型

Box and Jenkins (1970) 提出自我迴歸移動平均整合模型 (ARIMA)，該模型被廣泛應用於單變量時間序列分析。ARIMA 模型基於時間序列歷史資料之特性，捕捉時間序列資料與時間之間的相依關係，並探索時間序列資料內在的結構和趨勢，進而提供未來數據趨勢之預測。ARIMA 模型由三部分所構成，分別是自迴歸 (Autoregressive, AR)、整合 (Integrated, I) 和移動平均 (Moving Average, MA)。

(1) AR 模型是指自迴歸模型，表示當前時間點的觀測值與前幾個時間點的觀測值有關，使用 p 表示 AR 模型的參數，可以 $AR(p)$ 表示：

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3-1)$$

(2) I 代表整合模型，表示對原始序列進行差分，使得序列變得平穩，使用 d 表示 I 部分的參數，即差分次數。

(3) MA 模型為移動平均模型，表示當前時間點之觀測值由 q 期隨機誤差加權平均產生，使用 q 表示 MA 部分的參數，可以 MA (q) 表示：

$$X_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j e_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3-2)$$

在 ARIMA 建模後，須要進行殘差檢定，可利用 Ljung and Box (1978) 提出之 Q 統計值 (Q-statistics)，檢定選擇之模型之殘差項是否符合白噪音。整合 AR 模型、MA 模型與差分 (I) 可形成 ARIMA(p, d, q) 模型，其中 p 為自迴歸階數； d 為差分次數； q 則為移動平均階數。ARIMA(p, d, q) 模型可由以下算式表示：

$$(1 - \sum_{i=1}^p \varphi_i L^i)(1 - L)^d X_t = (1 + \sum_{j=1}^q \theta_j L^j) \varepsilon_t \quad (3-3)$$

(三) SARIMAX 模型

SARIMAX (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables) 是一種時間序列分析方法，為 Box and Jenkins (1970) 提出之 ARIMA 模型之季節性擴展，並且透過增加具有解釋性的外生變數，例如季節性或趨勢變化的外在因素，用於調整預測結果，以達到增加模型預測能力的效果。所以 SARIMAX 相對具有高精度和穩定性，可以很好地處理各式複雜時間序列資料，並能夠提供更為準確的預測結果，也能提供解釋性。SARIMAX 模型常見的應用包含零售商品需求預測、股市預測、交通流量預測等場景。

Vagopoulos et al. (2016) 提及 SARIMAX 模型的數學表達方式可由 SARIMA (p, d, q) $\times$ (P, D, Q)_S 加上外生變數導出，其中 p, d, q 表示為非季節性的 AR 模型的階數、差分階數與 MA 階數； P, D, Q 則代表季節性的 AR 模型的階數、差分階數與 MA 階數。SARIMAX 一般數學表示為：

$$\varphi_p(B)\Phi_P(B^S)\nabla^d\nabla_S^D y_t = \beta_k x_{k,t}' + \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\varepsilon_t \quad (3-4)$$

其中 y_t 為預測變數； $\varphi_p(B)$ 為 p 階 AR 多項式； $\theta_q(B)$ 是 q 階 MA 多項式； $\Phi_P(B^S)$ 是 P 階季節性的 AR 多項式； $\Theta_Q(B^S)$ 是 Q 階季節性的 MA 多項式； $x_{k,t}'$ 是在時間點 t 第 k 個解釋變數的向量，以及 β_k 是第 k 個外生解釋變數的係數。此外，SARIMAX 模型的平穩性和可逆性條件與 ARMA 類型的模型相同。

差分運算元 (differentiating operator) ∇^d 和季節性差分運算元 (seasonal differentiating operator) ∇_s^D 分別消除非季節性和季節性非平穩性的資料問題。而 B 則是落後運算元(backshift operator)，使得 $B^k(y_t) = y_{t-k}$ ； ε_t 服從白噪音的設定， s 定義為季節週期。其他運算元的數學表達式如下：

$$\varphi_p(B) = 1 - \sum_{i=1}^p \varphi_i B^i \quad (3-5) \quad \Phi_p(B^s) = 1 - \sum_{i=1}^p \Phi_i B^{s,i} \quad (3-6)$$

$$\theta_q(B) = 1 - \sum_{i=1}^q \theta_i B^i \quad (3-7) \quad \theta_Q(B^s) = 1 - \sum_{i=1}^Q \theta_i B^{s,i} \quad (3-8)$$

$$\nabla^d = (1 - B)^d \quad (3-9) \quad \nabla_s^D = (1 - B^s)^D \quad (3-10)$$

(四) 模型預測成效評估

將不同的初秋甘藍價格時間序列模型之預測成效透過樣本外 MSE 以及 MAPE 指標評斷，找出精準度較高的預測模型，作為後續農產運銷決策之應用參考。

MSE (Mean Squared Error) 以及 MAPE (Mean Absolute Percentage Error) 是常見的評估模型預測準確度指標。MSE 為評估模型預測值與實際值差異的平方平均值，其計算公式如下：

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (3-11)$$

其中 n 為樣本數， Y_i 為第 i 個實際值， $\hat{Y}_i$ 則是第 i 個預測值。若 MSE 值越小，則表示模型預測結果與實際值越接近。此外，MAPE 為評估模型預測值與實際值百分比差異的平均值，其計算公式如下：

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \quad (3-12)$$

其中， n 為樣本數量， Y_i 是第 i 個實際值， $\hat{Y}_i$ 則是第 i 個預測值。MAPE 值越小，表示模型預測結果與實際值的百分比差異越小。MSE 與 MAPE 皆是常見之評估模型預測準確度指標，MSE 更偏向於考慮預測值和實際值的差異大小，而 MAPE 則更注重於呈現預測值和實際值的百分比差異大小。

第四章 研究結果

第一節 敘述性統計分析



本研究所稱之價格為兩市場的每日交易平均價。圖 4-1 為民國 102 年至 111 年臺北市場與西螺市場初秋甘藍的價格趨勢圖，可以看出兩市場的初秋甘藍價格在夏季期間相對其他季節高，且兩市場的初秋甘藍價格差異並非固定，夏季時節兩市場的價格差異相較其他季節大。根據表 4-1 的統計數字，臺北市場的價格平均數為每公斤 20.16 元，高於西螺市場價格平均數 17.13 元。

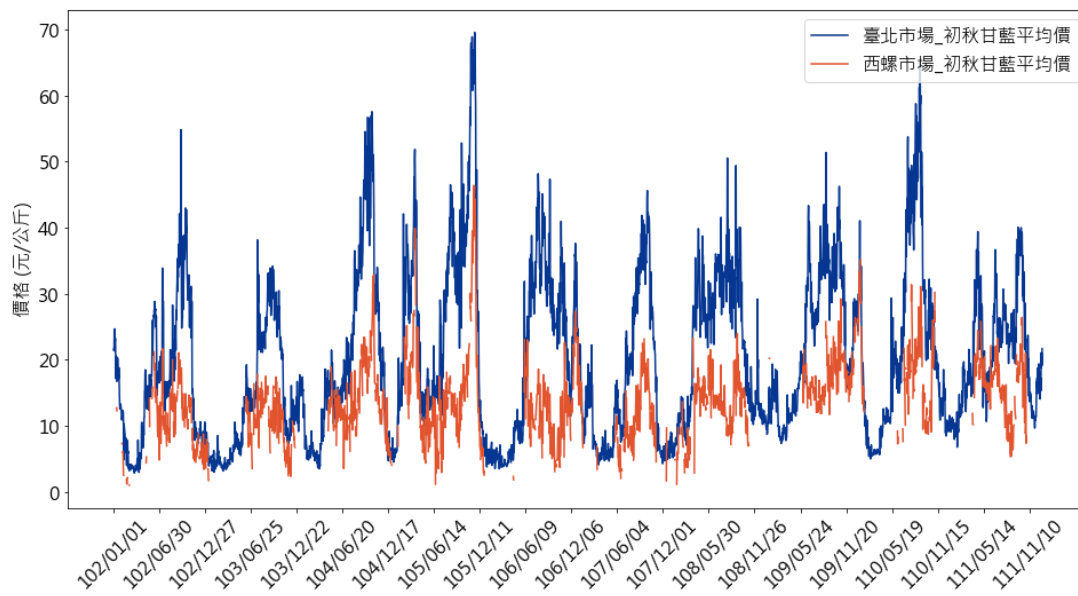


圖 4-1 民國 102 年至 111 年不同批發市場之初秋甘藍每日平均價格趨勢圖

表 4-1 臺北市場與西螺市場之初秋甘藍價格敘述統計表

	臺北市場初秋甘藍價格	西螺市場初秋甘藍價格
樣本數	2993	3153
平均數	20.16	17.13
中位數	17.44	15.40
最小值	2.88	2.26
最大值	69.56	69.19
第 25 百分位數	10.30	8.92
第 75 百分位數	28.77	24.14
標準差	12.33	10.27

將臺北市場與西螺市場初秋甘藍的價格分布以圖 4-2 盒鬚圖呈現，發現臺北市場價格之中位數、最小值、最大值、第 25 百分位數、第 75 百分位數皆大於西螺市場價格，可以得知臺北市場的初秋甘藍價格整體數值較高。

以臺北市場與西螺市場的標準差來看，臺北市場價格標準差較大，為每公斤 12.33 元，西螺市場價格標準差為每公斤 10.27 元，低於臺北市場價格之標準差，表示臺北市場價格波動性較大。

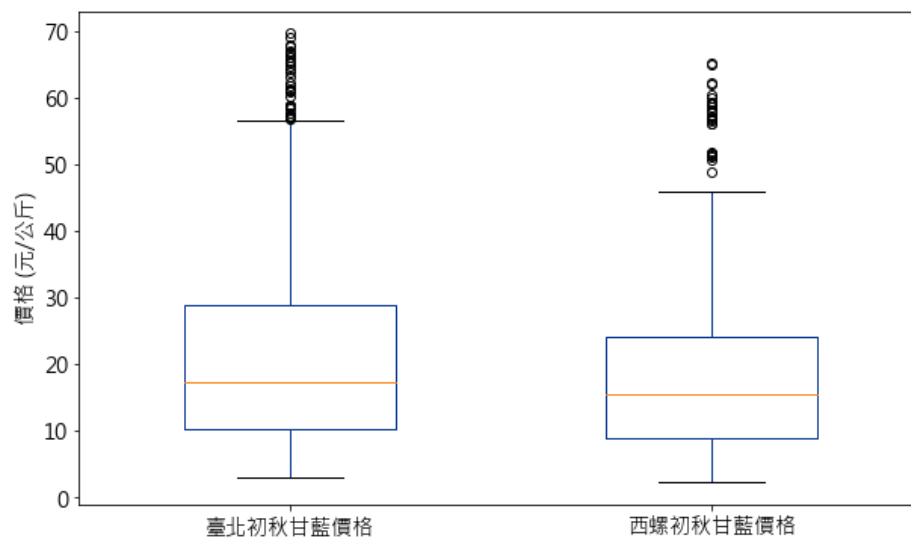


圖 4-2 臺北市場與西螺場之初秋甘藍價格盒鬚圖

為了解臺北與西螺市場的初秋甘藍價格與交易量之不同月份差異，故將民國 102 年至 111 年的資料以月份為橫軸，以臺北與西螺市場的甘藍價格與交易量的月平均數為縱軸，分別產出圖 4-3 與圖 4-4。從圖 4-3 可發現七月、八月、九月與十月的臺北市場與西螺市場初秋甘藍價格差異相對其他月份高。從圖 4-4 則可發現兩市場之交易量在 12 月、1 月與 2 月相較其他月份高，此外，兩市場交易量差異從 1 月到 12 月皆維持在相近的水平。

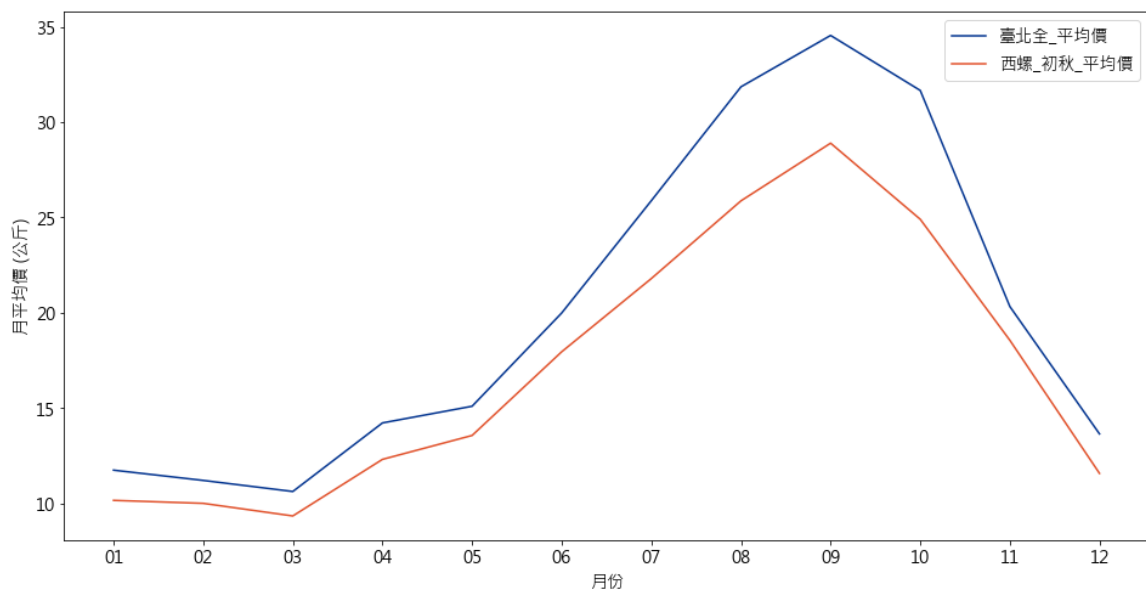


圖 4-3 臺北與西螺批發市場每月平均價格

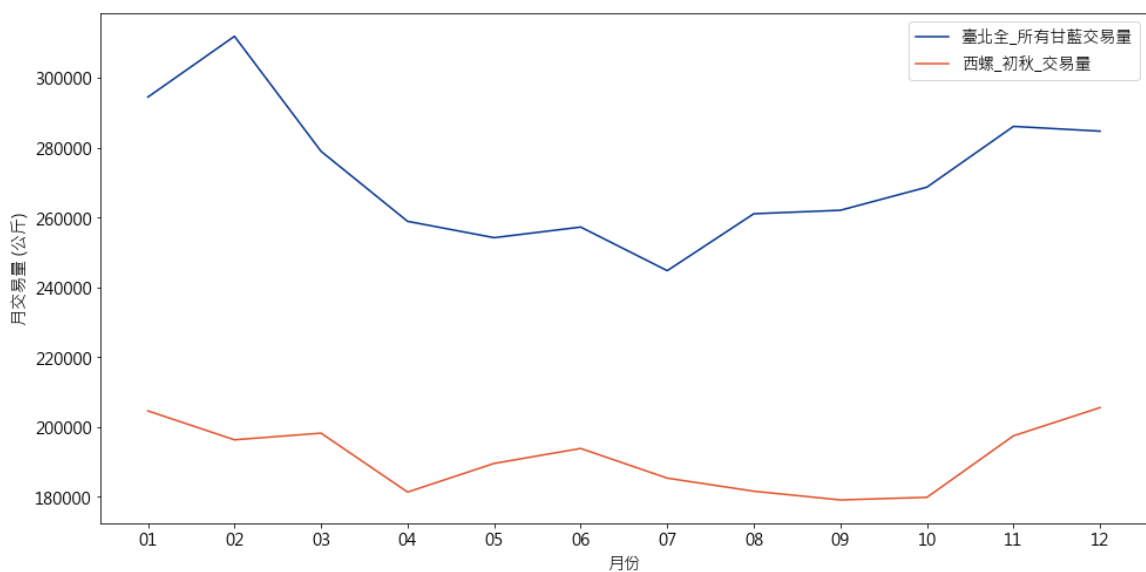


圖 4-4 臺北與西螺批發市場每月平均交易量



第二節 資料處理

將原始資料以 WPI 躉售物價指數修正，修正方式如算式 3-1，因 WPI 躉售物價指數為月資料，所以將 WPI 躉售物價指數從月資料轉換成日資料，即該月每日的 WPI 數值皆相同，並將原始資料修正。

在原始資料中，臺北市場休市日總共 659 天，西螺市場休市日總共 499 天，由於休市日會造成缺失值，故本研究以休市日前 5 日的價格平均數填補批發市場的價格缺失值，以及將交易量的缺失值以 0.001 公斤填補。透過上述填補缺失值方式，臺北市場與西螺市場在填補休市日缺失值後，總共各有 3652 筆交易日資料。此外也新增 $D_closed_{Taipei,t}$ 與 $D_closed_{Xiluo,t}$ 兩虛擬變數，分別表示臺北市場與西螺市場當天是否休市。

在預測價格之前，須將資料切分為樣本內與樣本外資料，根據常見的資料切割比例，以及為了有足夠多的樣本外區間之樣本數以驗證模型成效，選擇將資料以 80% 樣本內與 20% 樣本外的比例切分，切割方式如圖 4-5 所示，樣本內區間資料有 2922 筆、樣本外區間資料有 730 筆驗證資料。後續 ARIMA 與 SARIMAX 分析皆使用樣本內資料估計模型，並將樣本外資料作為模型預測結果之驗證。

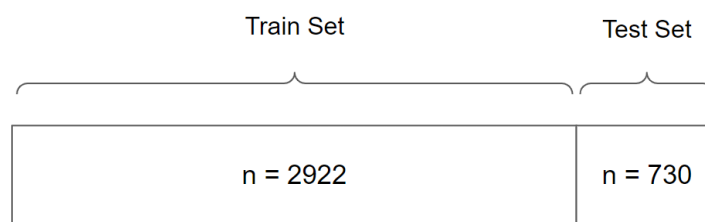


圖 4-5 樣本內與樣本外資料切割示意圖

第三節 臺北與西螺市場價格 ARIMA 建立



自我迴歸移動平均模型 (Autoregressive Integrated Moving Average Model, ARIMA) 為單變量時間序列模型，為 Box and Jenkins (1970) 提出，用於處理時間序列資料與後續的預測，在使用 ARIMA 模型前，須對欲分析之資料進行定態檢定，以確保資料不具隨機趨勢。後續以最小 AIC 與 BIC 的配適指標來選擇最適之 ARIMA 參數，最後再檢定 ARIMA 模型的殘差是否符合白噪音假設，如不符合則須重新設定模型。

將臺北市場與西螺市場之初秋甘藍價格進行單根檢定，透過 ADF (Augmented Dickey-Fuller) 方法檢定此兩市場資料是否為定態 (stationary) 之時間序列。將檢定結果呈現於表 4-2，發現臺北市場與西螺市場之初秋甘藍價格皆為定態時間序列資料。因為兩市場初秋甘藍價格原始資料為定態之時間序列，故後續建立 ARIMA 模型時，其差分階數應設為 0，不需再差分處理。

表 4-2 ADF 單根檢定結果

	臺北市場 初秋甘藍價格	西螺市場 初秋甘藍價格
Test Statistic	-5.58	-5.80
p-value	0.00	0.00
Lags Used	16	24
Number of Observations Used	3635	3627
Critical Value (1%)	-3.43	-3.43
Critical Value (5%)	-2.86	-2.86
Critical Value (10%)	-2.57	-2.57
判定結果	平穩	平穩

(一) 臺北市場價格 ARIMA 建立

基於 AIC 數值最小的方式，找出合適 ARIMA 參數設定，經過分析發現 ARIMA (2,0,3) 為最合適的 ARIMA 模型設定。實證結果顯示，臺北市場價格 ARIMA (2,0,3) 模型估計結果之 AIC 值為 14437.57、BIC 值為 14479.43、R-Square 為 0.9732，意即此模型對於臺北市場初秋甘藍價格之變異數解釋能力達 97.32%。

表 4-3 臺北市場價格之 ARIMA (2,0,3) 模型估計結果

變數代號	係數	標準誤
const	20.6162***	1.708
ar.L1	1.9847***	0.006
ar.L2	-0.9852***	0.006
ma.L1	-1.3069***	0.011
ma.L2	0.2427***	0.017
ma.L3	0.0745***	0.012
AIC	14437.57	
BIC	14479.43	
R-Square	0.9732	

資料來源：本研究整理。

註：*，**，***分別代表在 10%、5% 和 1% 之顯著水準下達到顯著。

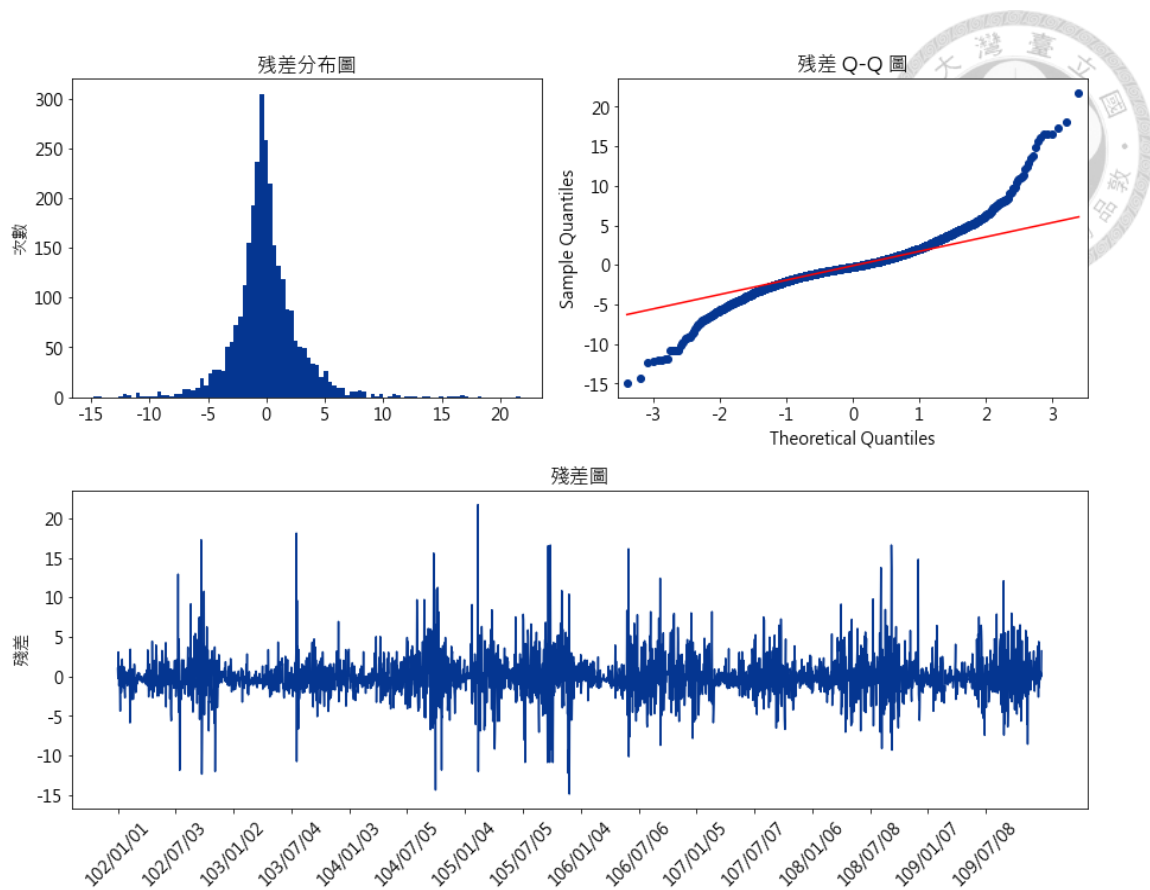


圖 4-6 臺北市場初秋甘藍價格之 ARIMA (2,0,3) 殘差圖

ARIMA 模型估計後，須檢定殘差是否符合白噪音的假設，可透過 Ljung-Box (1978) 所提出之 Q^* 統計量方法，檢定殘差是否為白噪音。檢定結果發現其 p 值為 0.95 高於 0.05，在 95% 信心水準下，無法拒絕殘差獨立且隨機之虛無假說，表示殘差符合白噪音假設。

樣本內模型配適完成後，將所得到的 ARIMA (2,0,3) 模型應用於樣本外預測，透過動態預測，每一次預測一期，再將最新一期資料納入下一期的預測模型中，最終得到樣本外預測結果 MSE 為 9.42、MAPE 為 10.08%。

圖 4-7 為樣本內模型配適結果與樣本外預測的結果呈現，因樣本內區間樣本有 2922 筆資料，資料筆數過多，所以圖 4-9 僅選擇從民國 108 年 11 月至 111 年 12 月的日資料進行圖形繪製，可發現 ARIMA (2,0,3) 模型在樣本內預測與樣本外預測結果皆符合實際臺北市場初秋甘藍價格的趨勢。

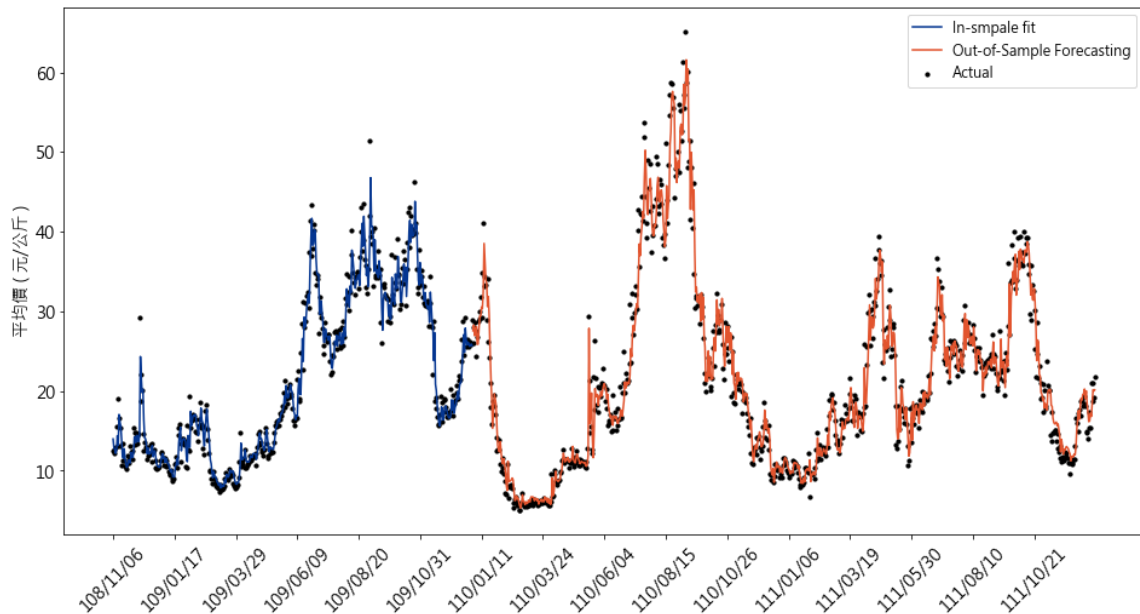


圖 4-7 臺北市場價格 ARIMA(2,0,3) 樣本內預測、樣本外預測與實際值之比較

(二) 西螺市場價格 ARIMA 建立

基於 AIC 數值最小的方式，找出合適 ARIMA 參數設定，經過分析發現 ARIMA (2,0,2) 為最合適的 ARIMA 模型設定。實證結果顯示，西螺市場價格 ARIMA (2,0,2) 模型估計結果之 AIC 值為 11273.75、BIC 值為 11309.63、R-Square 為 0.9868，意即此模型對於臺北市場初秋甘藍價格之變異數解釋能力達 98.68%。

表 4-4 西螺市場價格之 ARIMA (2,0,2) 模型估計結果

變數代號	係數	標準誤
const	17.0634***	2.269
ar.L1	1.9429***	0.023
ar.L2	-0.9441***	0.023
ma.L1	-1.1131***	0.025
ma.L2	0.1784***	0.010
AIC	11273.75	
BIC	11309.63	
R-Square	0.9868	

資料來源：本研究整理。

註：*，**，***分別代表在 10%、5% 和 1% 之顯著水準下達到顯著。

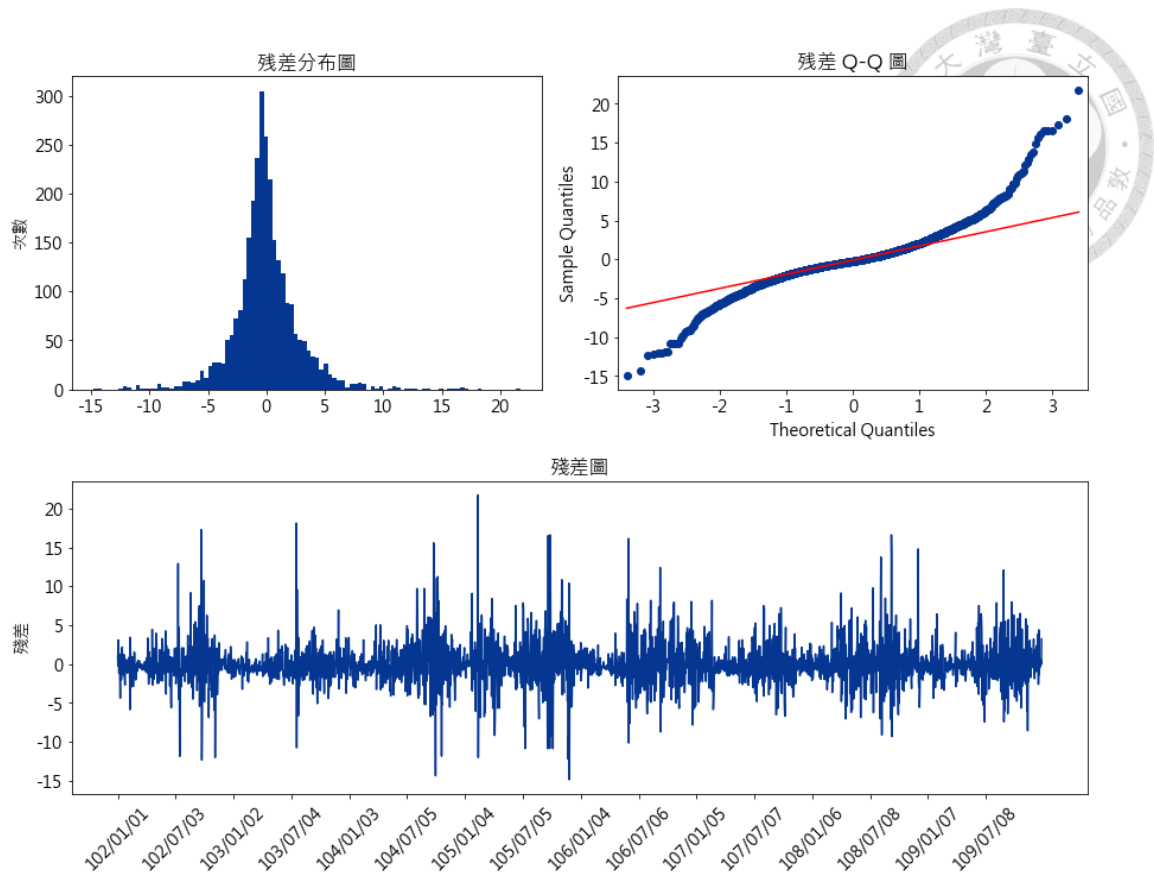


圖 4-8 西螺市場初秋甘藍價格之 ARIMA (2,0,2) 殘差圖

ARIMA 模型估計後，須檢定殘差是否符合白噪音的假設，檢定結果發現其 p 值為 0.98 高於 0.05，在 95% 信心水準下，無法拒絕殘差獨立且隨機之虛無假說，表示殘差符合白噪音假設。

樣本內模型配適完成後，將所得到的 ARIMA (2,0,2) 模型應用於樣本外預測，透過動態預測，每一次預測一期，再將最新一期資料納入下一期的預測模型中，最終得到樣本外預測結果的 MSE 為 3.27、MAPE 為 6.31%。

圖 4-9 為樣本內模型配適結果與樣本外預測的結果呈現，因樣本內區間樣本有 2922 筆資料，資料筆數過多，所以圖 4-9 僅選擇從民國 108 年 11 月至 111 年 12 月的日資料進行圖形繪製，可發現 ARIMA(2,0,2) 模型在樣本內預測與樣本外預測結果皆符合實際西螺市場初秋甘藍價格的趨勢。

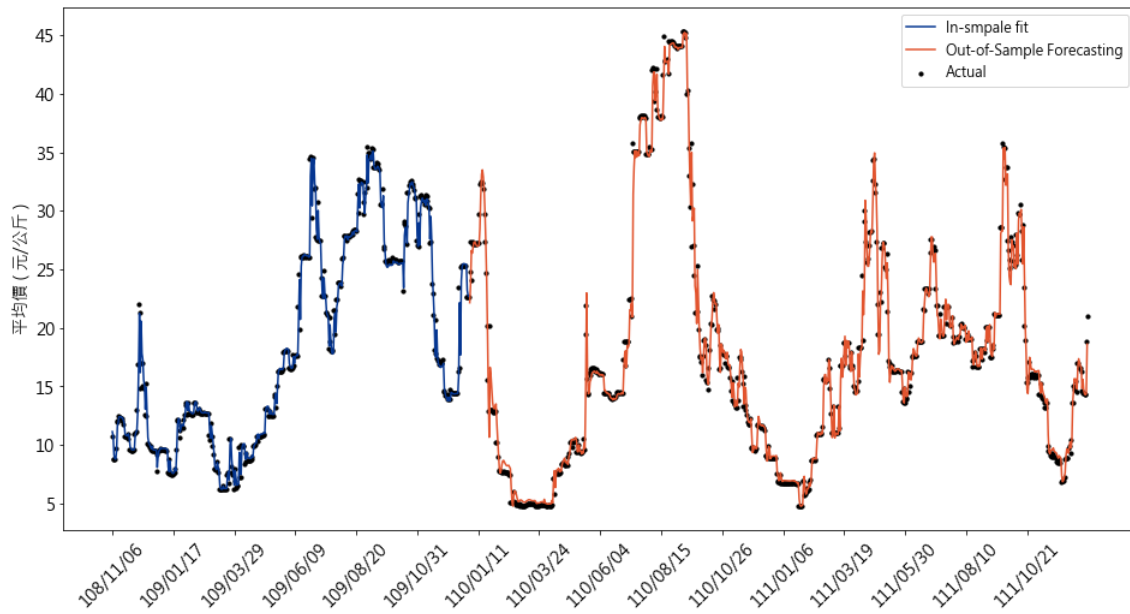


圖 4-9 西螺市場價格 ARIMA(2,0,2) 樣本內預測、樣本外預測與實際值之比較

第四節 臺北與西螺市場價格 SARIMAX 建立

使用其他影響批發市場價格之變數落遲項作為 SARIMAX 模型之外生變數，進而增加模型預測能力。以最小模型之 MSE 與 MAPE 為目標，並根據文獻探討章節之因果關係探究結果，藉由測試不同有意義的變數組合，建立合適的 SARIMAX 模型。

(一) 臺北市場價格 SARIMAX 建立

臺北市場價格可能被前幾期的批發市場交易量與價格影響，將預期使用於 SARIMAX 模型建立的變數與說明整理於表 4-5。



表 4-5 臺北市場價格 SARIMAX 模型之預期使用變數說明

變數代號	變數說明	對臺北市場價格之關係
$P_{Taipei, t-k}$	臺北市場初秋甘藍價格 落遲 k 期	落遲 k 期之臺北市場初秋甘藍價格可能會影響未來價格
$Q_{Taipei, t-k}$	臺北市場初秋甘藍交易量 落遲 k 期	落遲 k 期之臺北市場初秋甘藍交易量可能會影響未來價格
$P_{Xiluo, t-k}$	西螺市場初秋甘藍價格 落遲 k 期	西螺市場之甘藍交易量體大，落遲 k 期之價格可能會影響臺北市場交易行情
$Q_{Xiluo, t-k}$	西螺市場初秋甘藍交易量 落遲 k 期	西螺市場之甘藍交易量體大，落遲 k 期之交易量可能會影響臺北市場交易行情
$P_{diff, t-k}$	臺北與西螺初秋甘藍市場價格差異 落遲 k 期	落遲 k 期之初秋甘藍價格差異越大，越可能使運銷業者改變運銷決策，將甘藍運往價格更好的市場
$P_{Taipei, imp, t-k}$	臺北市場改良種甘藍價格 落遲 k 期	當夏季初秋甘藍產量低時，由改良種甘藍補足市場對於甘藍之需求，所以其交易行情可能影響初秋甘藍價格
$Q_{Taipei, imp, t-k}$	臺北市場改良種甘藍交易量 落遲 k 期	
$P_{Taipei, ipt, t-k}$	臺北市場進口甘藍價格 落遲 k 期	當夏季初秋與改良種甘藍產量低時，由進口甘藍補足市場對於甘藍之需求，所以其交易行情可能影響初秋甘藍價格
$Q_{Taipei, ipt, t-k}$	臺北市場進口種甘藍交易量 落遲 k 期	
$D_{closedTaipei, t}$	臺北市場第 t 期是否休市	休市日可能影響市場行情
$D_{closedXiluo, t}$	西螺市場第 t 期是否休市	休市日可能影響市場行情

以最小模型之 MSE 與 MAPE 為目標，最終最適的模型設定為加入外生變數 $Q_{Taipei, t-1}$ 、 $P_{Xiluo, t-1}$ 、 $Q_{Xiluo, t-1}$ 的臺北市場價格 SARIMAX 模型。將最適臺北市場價格 SARIMAX 模型應用於樣本外預測，透過動態預測，每一次預測一期，再將最新一期資料納入下一期的預測模型中，得到模型樣本外預測結果之 MSE 為 7.85，MAPE 為 10.53%。

表 4-6 SARIMAX 臺北市場價格模型估計結果

變數代號	係數	標準誤
$Q_{Taipei, t-1}$	$-1.551 \times 10^{-6}***$	<0.001
$P_{Xiluo, t-1}$	0.5047***	0.009
$Q_{Xiluo, t-1}$	$2.482 \times 10^{-6}***$	<0.001
$P_{Taipei, imp, t-1}$	-0.0703***	0.013
ar.L1	1.8315***	0.281
ar.L2	-1.4806***	0.388
ar.L3	0.5032***	0.175
ma.L1	-1.8603***	0.280
ma.L2	1.5791***	0.394
ma.L3	-0.5722***	0.195
ma.L4	0.0513**	0.022

資料來源：本研究整理。

註：*，**，***分別代表在 10%、5%和 1%之顯著水準下達到顯著。

研究結果發現除了臺北市場價格 $P_{Taipei, t}$ 本身的 AR 自我迴歸項與 MA 移動平均項之外，SARIMAX 所加入的 $Q_{Taipei, t-1}$ 、 $P_{Xiluo, t-1}$ 、 $Q_{Xiluo, t-1}$ 對於應變數 $P_{Taipei, t}$ 有顯著影響關係，與吳淑華 (2015) 所提及的市場價格與前一期的價格有正向關係，且交易量也會影響市場價格的結果相符。至於 $P_{Xiluo, t-1}$ 、 $Q_{Xiluo, t-1}$ 則是因為西螺為臺灣甘藍交易量體大的批發市場，其批發價格與交易量也會影響臺北市場的初秋甘藍交易行情。

圖 4-10 為臺北市場初秋甘藍價格之樣本內與樣本外預測結果圖，由於本研究使用的樣本數高達 3652 筆之多，為了方便呈現樣本內與樣本外預測結果，故將樣本內資料從 108 年 11 月開始顯示。在圖 4-10 中，實際的臺北市場初秋甘藍價格由黑點顯示，藍色與橘色線則分別為樣本內與樣本外的預測結果，由圖 4-10 可得知模預測結果與實際價格的趨勢。

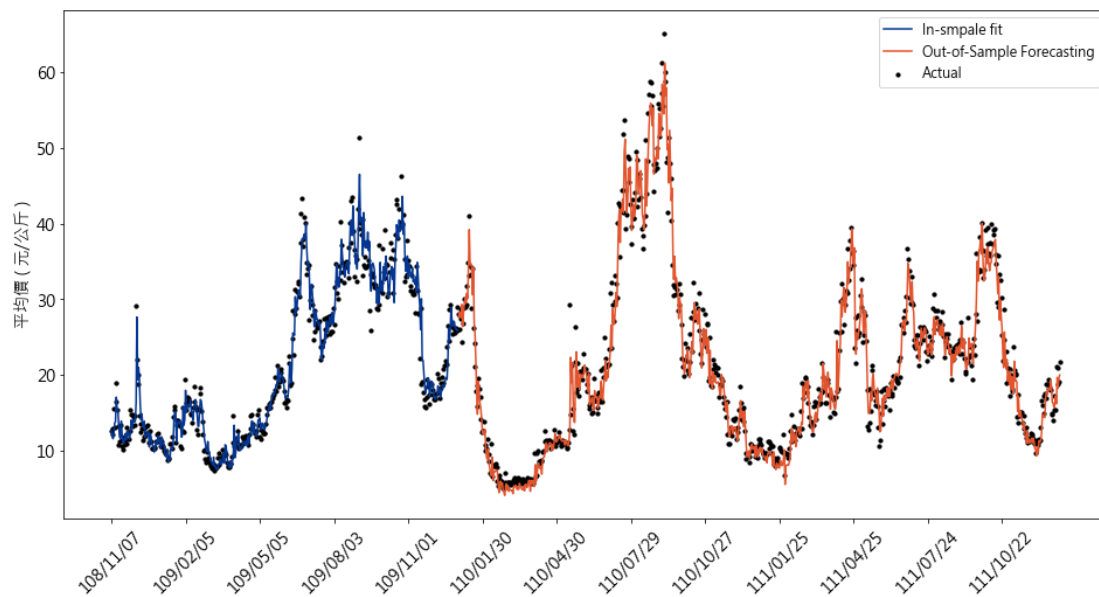


圖 4-10 臺北市場價格 SARIMAX 樣本內與樣本外預測結果

(二) 西螺市場價格 SARIMAX 建立

西螺市場價格可能被前幾期的批發市場交易量與價格影響，將預期使用於 SARIMAX 模型建立的變數與說明整理於表 4-7。

表 4-7 西螺市場價格 SARIMAX 模型之預期使用變數說明

變數代號	變數說明	對西螺市場價格之關係
$P_{Xiluo, t-k}$	西螺市場初秋甘藍價格 落遲 k 期	落遲 k 期之西螺市場初秋甘藍價格 可能會影響未來價格
$Q_{Xiluo, t-k}$	西螺市場初秋甘藍交易量 落遲 k 期	落遲 k 期之西螺市場初秋甘藍交易 量可能會影響未來價格
$P_{Taipei, t-k}$	臺北市場初秋甘藍價格 落遲 k 期	臺北市場為臺灣最主要的消費地市 場，落遲 k 期之初秋甘藍拍賣交易 行情可能影響臺灣各批發市場
$Q_{Taipei, t-k}$	臺北市場初秋甘藍交易量 落遲 k 期	
$P_{diff, t-k}$	臺北與西螺初秋甘藍市場價格差 異落遲 k 期	落遲 k 期之初秋甘藍價格差異越 大，越可能使運銷業者改變運銷決 策，將甘藍運往價格更好的市場
$D_{closedTaipei, t}$	臺北市場第 t 期是否休市	休市日可能影響市場行情
$D_{closedXiluo, t}$	西螺市場第 t 期是否休市	休市日可能影響市場行情

以最小模型之 MSE 與 MAPE 為目標，最終最適的模型設定為加入外生變數 $P_{Taimei, t-1}$ 與 $D_closed_{Xiluo, t}$ 的西螺市場價格 SARIMAX 模型。將最適西螺市場價格 SARIMAX 模型應用於樣本外預測，透過動態預測，每一次預測一期，再將最新一期資料納入下一期的預測模型中，得到模型樣本外預測結果之 MSE 為 2.75，MAPE 為 5.76%。

表 4-8 SARIMAX 西螺市場價格模型估計結果

變數代號	係數	標準誤
$P_{Taimei, t-1}$	0.1592***	0.005
$D_closed_{Xiluo, t}$	0.5385***	0.068
ar.L1	0.5229***	0.125
ar.L2	0.2413**	0.107
ar.L3	0.1382***	0.019
ma.L1	-0.6246***	0.126
ma.L2	-0.2366**	0.119

資料來源：本研究整理。

註：*，**，***分別代表在 10%、5%和 1%之顯著水準下達到顯著。

研究結果發現臺北市場之初秋甘藍價格顯著影響西螺市場批發價格，與預先預期的結果相符，因為臺北市場為全臺最大之消費地批發市場，其交易行情影響臺灣其他批發市場價格，而 $D_closed_{Xiluo, t}$ 西螺市場第 t 期之當天是否休市，顯示休市日影響西螺市場的價格。

圖 4-11 為西螺市場初秋甘藍價格之樣本內與樣本外預測結果圖，由於本研究使用的樣本數高達 3652 筆之多，為了方便呈現樣本內與樣本外預測結果，故將樣本內資料從 108 年 11 月開始顯示。在圖 4-11 中，實際的西螺市場初秋甘藍價格由黑點顯示，藍色與橘色線則分別為樣本內與樣本外的預測結果，由圖 4-17 可得知模預測結果與實際價格的趨勢。

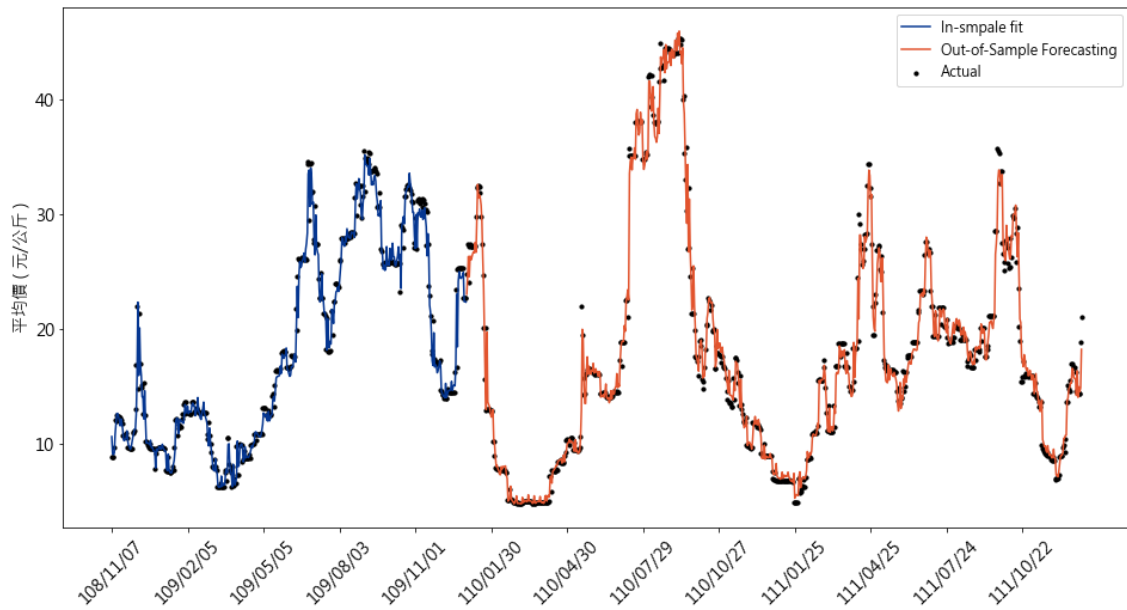


圖 4-11 西螺市場價格 SARIMAX 樣本內與樣本外預測結果

第五節 預測模型結果比較與說明

將臺北與西螺市場之初秋甘藍價格樣本外模型預測結果比較，從表 4-9 結果可發現，以 MSE 為衡量模型預測能力指標，臺北市場價格之 SARIMAX 模型 MSE 為 7.85，ARIMA 模型之 MSE 為 9.42，故臺北市場價格 SARIMAX 模型之預測能力較 ARIMA 模型佳。然以 MAPE 為衡量模型預測能力指標，臺北市場價格 SARIMAX 模型之 MAPE 為 10.53%，ARIMA 模型之 MAPE 為 10.08%，故臺北市場價格 ARIMA 模型之預測能力較 SARIMAX 模型佳。

在西螺市場之初秋甘藍價格預測方面，以 MSE 為衡量模型預測能力指標，西螺市場價格之 SARIMAX 模型 MSE 為 2.75，ARIMA 模型之 MSE 為 3.27，故西螺市場價格 SARIMAX 模型之預測能力較 ARIMA 模型佳。以 MAPE 為衡量模型預測能力指標，西螺市場價格 SARIMAX 模型之 MAPE 為 5.76%，ARIMA 模型之 MAPE 為 6.31%，故西螺市場價格 SARIMAX 模型之預測能力較 ARIMA 模型佳。

綜合以上結果，可以得出在臺北與西螺市場的初秋甘藍價格預測中，SARIMAX 模型的預測表現優於 ARIMA 模型，表示透過加入外生變數的相關資訊，能夠提升模型預測能力。

表 4-9 臺北與西螺市場價格之樣本外模型預測結果比較

市場	臺北市場		西螺市場	
模型	ARIMA (2,0,3)	SARIMAX	ARIMA (2,0,2)	SARIMAX
Out-Sample MSE	9.42	7.85	3.27	2.75
Out-Sample MAPE	10.08%	10.53%	6.31%	5.76%

第六節 Ravallion 市場整合模型

由 Ravallion (1986) 提出可交易商品的空間價格差異 (spatial price differential) 模型，描述在一組市場中，包含一個中央市場以及 N 個地區市場，並探討其 T 期的價格。因為此模型考量中央與地方市場之價格傳遞因素，以及考慮兩市場之落遲期數對於價格之影響，所以本研究以 Ravallion 的市場整合模型來檢定臺北市場與西螺市場的初秋甘藍價格是否具市場整合性質，其中臺北市場價格為 P_{1t} ，表示為中央市場，因臺北市場為主要的消費地市場，影響其他批發市場價格，此外，將西螺市場價格設為 P_{it} 。

$$P_{1t} = \sum_{j=1}^n a_{1j} P_{1t-j} + \sum_{k=2}^N \sum_{j=0}^n b_{1j}^k P_{kt-j} + X_{1t} C_1 + e_{1t} \quad (2-1)$$

$$P_{it} = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_{it-j} + \sum_{j=0}^n b_{ij} P_{1t-j} + X_{it} C_i + e_{it} \quad (i = 2, \dots, N) \quad (2-2)$$

在後續分析步驟中，本研究先使用普通最小平方法 (ordinary least squares, OLS) 估計模型係數，再檢定兩市場是否具備市場區隔、短期與長期市場整合之特性。

在以臺北市場初秋甘藍價格 $P_{\text{Taipei},t}$ 為應變數的 Ravallion 市場整合模型中，模型估計結果之 R-squared 為 0.988，顯示該模型具有良好的配適結果，其估計結果可參考表 4-10。在以西螺市場初秋甘藍價格 $P_{\text{Xiluo},t}$ 為應變數的 Ravallion 市場整合模型中，模型估計結果之 R-squared 為 0.994，顯示該模型具有良好的配適結果，其估計結果可參考表 4-11。

表 4-10 Ravallion 市場整合之臺北市場價格模型估計結果

變數代號	係數	標準誤
P _{Taipei, t-1}	0.5231***	0.017
P _{Taipei, t-2}	0.0755***	0.019
P _{Taipei, t-3}	0.0477**	0.019
P _{Taipei, t-4}	0.0565***	0.019
P _{Taipei, t-5}	0.0719***	0.019
P _{Taipei, t-6}	0.0104	0.019
P _{Taipei, t-7}	0.0250	0.017
P _{Xiluo, t}	0.3585***	0.027
P _{Xiluo, t-1}	0.3873***	0.034
P _{Xiluo, t-2}	-0.3555***	0.035
P _{Xiluo, t-3}	-0.0956***	0.035
P _{Xiluo, t-4}	0.0218	0.035
P _{Xiluo, t-5}	-0.0772**	0.035
P _{Xiluo, t-6}	-0.0021	0.035
P _{Xiluo, t-7}	-0.0167	0.027

資料來源：本研究整理。

註：*，**，***分別代表在 10%、5%和 1%之顯著水準下達到顯著。

表 4-11 Ravallion 市場整合之西螺市場價格模型估計結果

變數代號	係數	標準誤
$P_{\text{Taipei}, t}$	0.1250***	0.010
$P_{\text{Taipei}, t-1}$	0.0789***	0.011
$P_{\text{Taipei}, t-2}$	0.0250**	0.011
$P_{\text{Taipei}, t-3}$	0.0027	0.011
$P_{\text{Taipei}, t-4}$	-0.0229**	0.011
$P_{\text{Taipei}, t-5}$	-0.0540***	0.011
$P_{\text{Taipei}, t-6}$	0.0096	0.011
$P_{\text{Taipei}, t-7}$	-0.0586***	0.010
$P_{\text{Xiluo}, t-1}$	0.6420***	0.018
$P_{\text{Xiluo}, t-2}$	0.1192***	0.021
$P_{\text{Xiluo}, t-3}$	0.0873***	0.021
$P_{\text{Xiluo}, t-4}$	-0.0076	0.021
$P_{\text{Xiluo}, t-5}$	-0.0042	0.021
$P_{\text{Xiluo}, t-6}$	0.0323	0.021
$P_{\text{Xiluo}, t-7}$	0.0041	0.016

資料來源：本研究整理。

註：*，**，***分別代表在 10%、5%和 1%之顯著水準下達到顯著。

以下將檢定臺北與西螺市場是否具備 Ravallion 市場整合模型的市場區隔、短期與長期市場整合之特性：

(1) 市場分隔 (Market Segmentation)：檢定第 i 個地區市場不被中央市場影響，也就是西螺市場價格與臺北市場價格是無相關的虛無假設：

$$H_0 : b_{ij} = 0 \quad (j = 0, \dots, n)$$

根據表 4-11，在 95% 之信心水準下， $P_{\text{Taipei}, t}$ 、 $P_{\text{Taipei}, t-1}$ 、 $P_{\text{Taipei}, t-2}$ 、 $P_{\text{Taipei}, t-4}$ 、 $P_{\text{Taipei}, t-5}$ 、 $P_{\text{Taipei}, t-7}$ 對於 $P_{\text{Xiluo}, t}$ 的係數顯著不為 0，因此拒絕虛無假設，表示西螺市場價格會受到臺北市場價格的影響。

(2) 短期市場整合，中央市場的價格改變將立即影響第 i 個地區市場價格，如果滿足：

$$H_0 : b_{i0} = 1$$

根據表 4-10，在 95% 之信心水準下， b_{i0} 也就是 $P_{\text{Taipei}, t}$ 的係數為 0.1250，因此拒絕虛無假設，表示臺北市場的價格改變無法立即影響西螺市場價格。

(3) 長期市場整合，在長期間會趨於一致的均衡價格，表示中央與地方市場之價格在不同時間皆相同，意即對於所有 t ， $P_{it} = P_i^*$ 以及 $P_{1t} = P_1^*$ ，且 $e_{it} = 0$ ，其假設檢定可以轉換如下：

$$H_0 : \sum_{j=1}^n a_{ij} + \sum_{j=0}^n b_{ij} = 1$$

檢定結果發現，無法拒絕虛無假設 H_0 ，表示臺北與西螺市場之初秋甘藍價格具有長期整合關係。

透過 Ravallion 市場整合模型的估計與假設檢定，發現臺北與西螺市場之初秋甘藍價格市場整合檢定結果中，臺北市場與西螺市場無市場區隔，也就是西螺市場價格會受到臺北市場價格的影響。研究結果顯示短期市場不整合，表示可能在兩市場運銷方面存在影響價格傳遞的因素。最後，也發現兩市場具有長期市場整合的結果，表示長期來看，兩市場的初秋甘藍價格趨於相同。

第七節 預測兩市場之初秋甘藍價格差異

預測兩市場之初秋甘藍價格差異前，先透過敘述性統計了解價格差異的統計性質，可由圖 4-12 看出價格差異具有波動性，而民國 102 年至 111 年的價格差異資料樣本數總共為 2559 筆，價格差異平均數為 2.907 元、標準差為 3.6411、最小值為-7.5895 元、最大值為 24.0564 元、第 25 百分位數為 0.4665 元、中位數為 2.0455 元、第 75 百分位數為 4.7785 元。

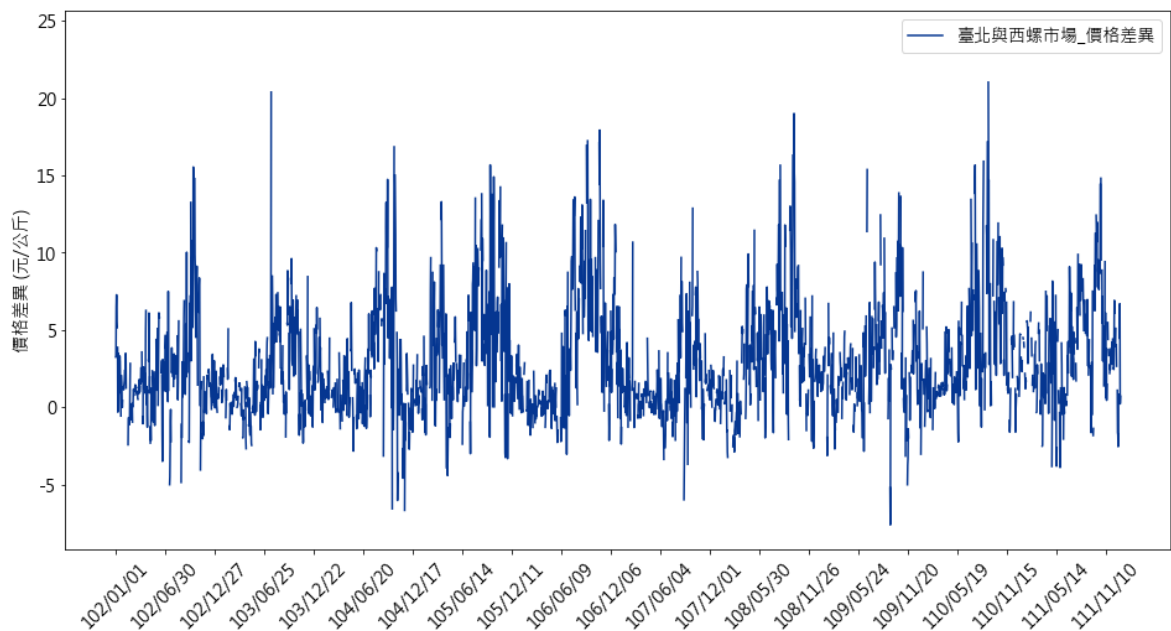


圖 4-12 臺北與西螺批發市場之初秋甘藍價格差異

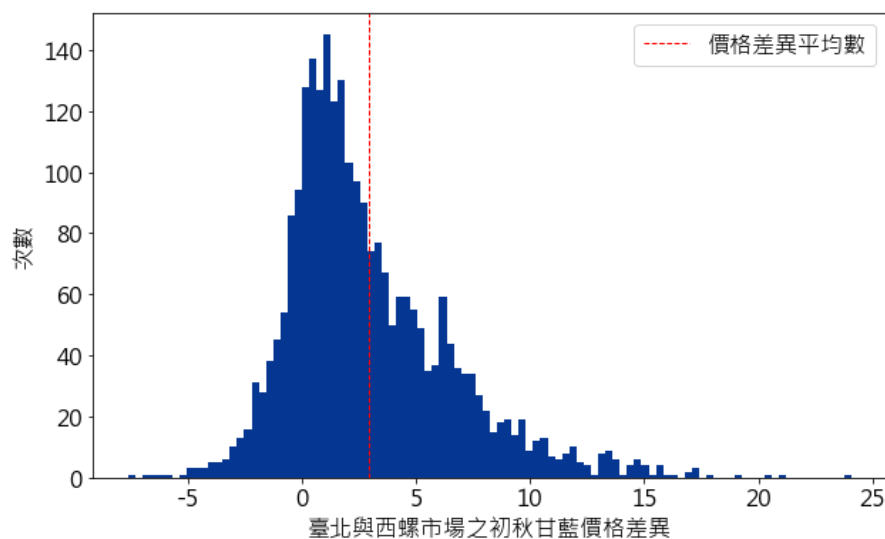


圖 4-13 臺北與西螺批發市場之初秋甘藍價格差異次數分布圖

兩市場的價格差異波動也對應到短期市場非整合的結果，本研究欲透過預測下一交易日價格差異，找出是否有幫助農民運銷決策優化的機會。

藉由公式 (4-1)，將臺北與西螺批發市場價格預測結果相減，以預測下一期的兩市場價格差異，預期的下一期價格差異以 $P_diff_{predict, t+1}$ 表示，實際的下一期價格差異以 P_diff_{t+1} 表示。根據表 4-10 預測結果比較，SARIMAX 模型的預測結果相對 ARIMA 模型佳，所以選定 SARIMAX 模型來預測臺北市場價格與西螺市場價格，並將預測結果 $P_{Taipei, t+1}$ 與 $P_{Xiluo, t+1}$ 與相減，得到下一交易日的兩市場價格差異預測。

$$P_diff_{predict, t+1} = P_{Taipei, predict, t+1} - P_{Xiluo, predict, t+1} \quad (4-1)$$

$$P_diff_{t+1} = P_{Taipei, t+1} - P_{Xiluo, t+1} \quad (4-2)$$

圖 4-14 為臺北與西螺批發市場價格樣本外區間實際與預期的價格差異，研究結果發現價格差異預測結果與實際值之 MSE 為 9.11，且預測結果與實際值之相關係數為 59.99%，模型的預測結果大致符合實際價格差異的趨勢。

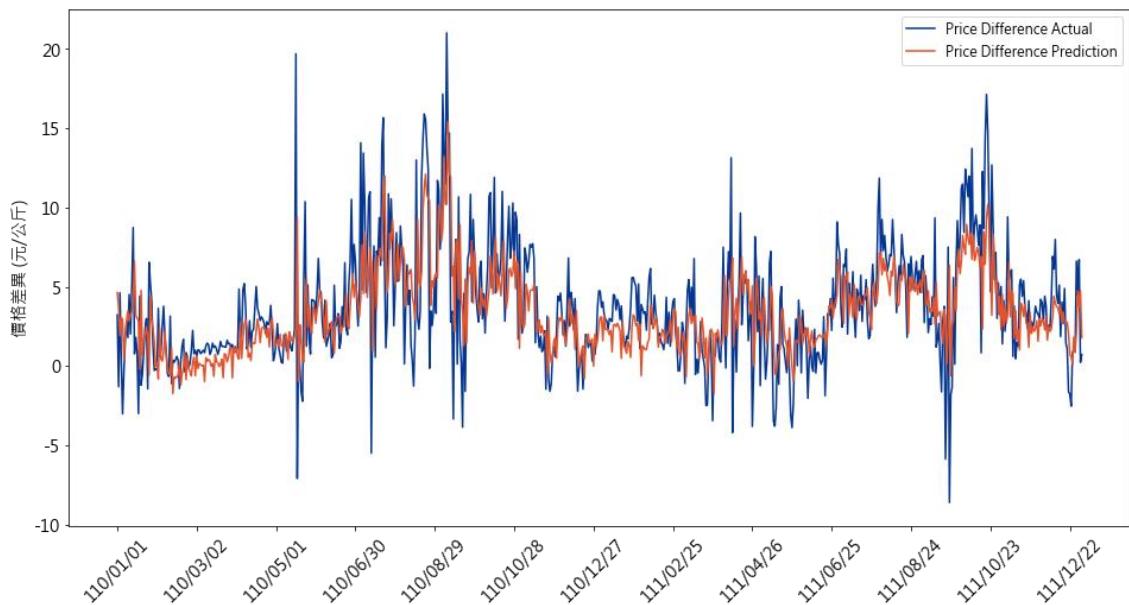


圖 4-14 樣本外區間之兩市場初秋甘藍實際價格差異與預期價格差異對比



第八節 研究結果應用討論

假設中南部農民平時將初秋甘藍運往西螺市場交易，如果能預測下一交易日的臺北市場與西螺市場之價格差異，則有助於農民判斷要將甘藍運往哪個批發市場，以獲得交易利潤較好的機會。如果能預測兩市場的初秋甘藍價格差異，並且提前知道何時有足夠大的價格差異時，則農民可以事先規劃甘藍包裝與運輸方式，將初秋甘藍運往臺北市場以獲取更佳的拍賣交易機會。

本研究透過時間序列模型，預測下一交易日的初秋甘藍價格差異 $P_{Taipei, t+1} - P_{Xiluo, t+1}$ ，並且計算與模擬潛在獲利優化空間。因此可將預測結果應用於批發市場選擇之交易利潤公式 4-3：

$$\text{Margin}_{\text{Transaction}} = \sum_{t=1}^T D_{\text{trading}_t} (P_{\text{diff}_t} - C_{\text{Transition}}) Q_{\text{trading}} \quad (4-3)$$

$$D_{\text{trading}_t} = 1 \text{ if } P_{\text{diff}_{\text{predict},t}} \geq \text{Diff}_{\text{threshold}}$$

$$= 0 \text{ if } P_{\text{diff}_{\text{predict},t}} < \text{Diff}_{\text{threshold}}$$

其中， $\text{Margin}_{\text{Transaction}}$ 為在 T 個交易日期間，農民將原本要送往西螺市場的初秋甘藍，基於價格差異預測模型結果，改運銷至臺北市場拍賣所賺取的額外利潤總和。 D_{trading_t} 為第 t 個交易日是否將初秋甘藍從西螺市場運往臺北市場交易的虛擬變數， $\text{Diff}_{\text{threshold}}$ 為價格差異門檻，當第 t 個交易日之價格差異預測值 $P_{\text{diff}_{\text{predict},t}}$ 大於等於 $\text{Diff}_{\text{threshold}}$ ，則 D_{trading_t} 值為 1，反之為 0； P_{diff_t} 為第 t 個交易日的價格差異； $C_{\text{Transition}}$ 為從西螺運送初秋甘藍至臺北批發市場之每公斤運銷成本； Q_{trading} 為每次具有優化交易機會時的買賣交易量。

假設從西螺運送初秋甘藍至臺北批發市場之每公斤運銷成本 $C_{\text{Transition}}$ 為 3 元，其中包含初秋甘藍從西螺市場到臺北市場之運輸成本、拍賣費用、風險與其他成本；以及假設每次具有交易優化機會時的買賣交易量 Q_{trading} 為 2,000 公斤。

接下來探討價格差異門檻 ($\text{Diff}_{\text{threshold}}$) 的設定， $\text{Diff}_{\text{threshold}}$ 可以由兩大面向計算，第一為從西螺市場運送甘藍至臺北市場的運銷成本，但本研究缺乏運銷成本等資訊，待後續研究分析相關成本項目；第二，可從預測區間的價格差異分布來觀察，本研究取出價格差異分布的第 70、75、80 百分位數，分別是 5.22 元、5.77 元與 6.73 元，後續分析在不同的價格差異門檻下的模型交易利潤。

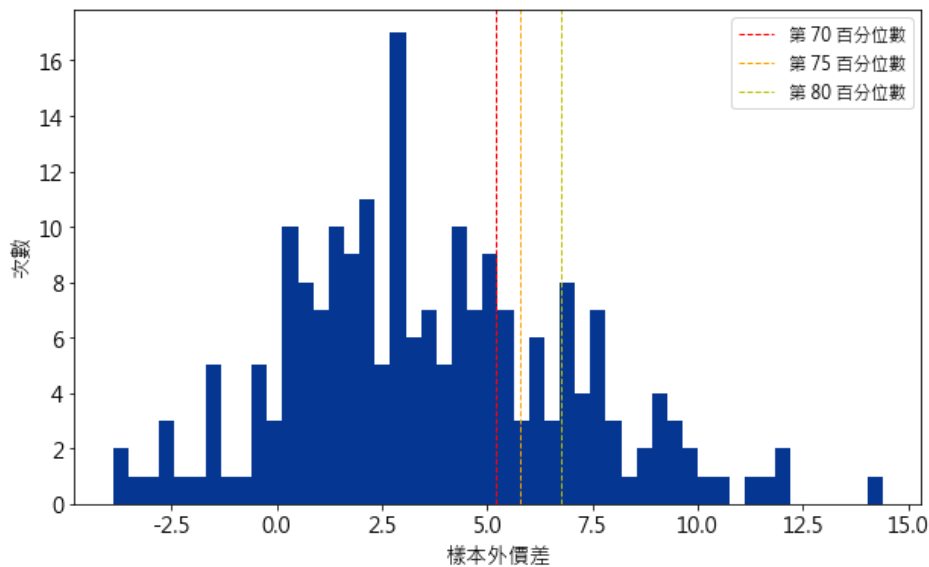


圖 4-15 預測區間之價格差異分布

將以上參數設定納入批發市場選擇之交易利潤公式 4-3，並估算預測區間的潛在獲利機會，得到表 4-12 結果：

表 4-12 不同價格差異門檻之交易次數與交易利潤

價格差異門檻 (元)	樣本外價格差異 百分位數	交易次數	交易利潤 (元)
5.22	第 70 百分位數	101	946497.86
5.77	第 75 百分位數	76	810118.19
6.73	第 80 百分位數	44	510824.83

註：交易次數等於 $\sum_{t=1}^T D_{\text{trading}_t}$

由表 4-12 結果發現最高交易利潤的價格差異門檻設定為 5.22 元，將 SARIMAX 模型之預測結果與批發市場選擇之 $\text{Margin}_{\text{Transaction}}$ 分別呈現於圖 4-16 與圖 4-17，且將預測價格差異大於 5.22 元的交易日標記為交易訊號 (Trading Signal)，並進行買賣之模擬。

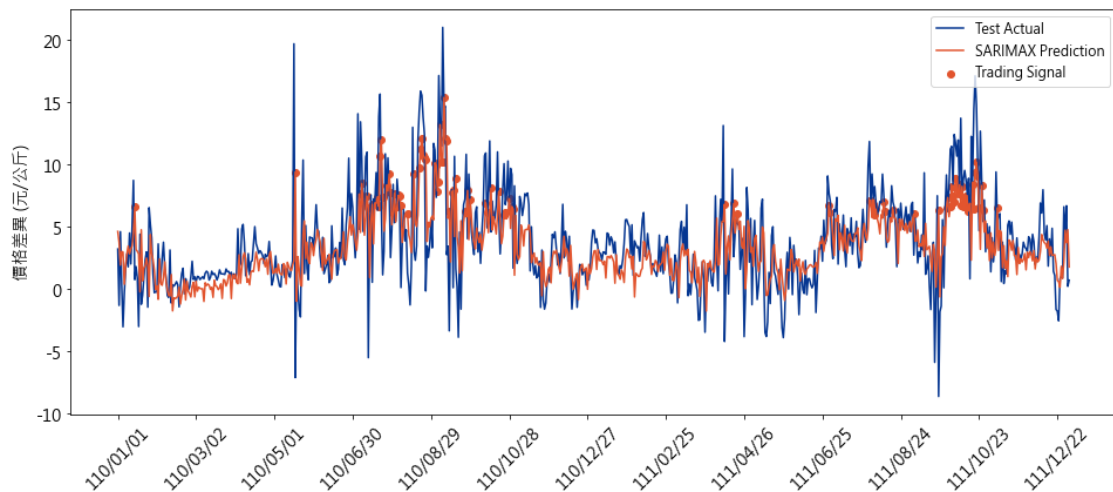


圖 4-16 SARIMAX 樣本外價格差異預測結果與交易信號

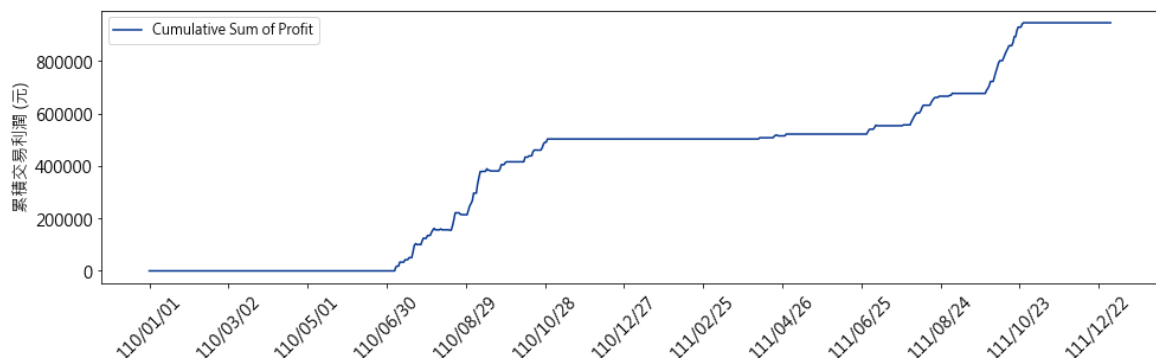


圖 4-17 SARIMAX 預測結果之累積交易利潤

在價格差異門檻設定為 5.22 元的情況下，發現預測區間總共有 101 天交易日的價格差異大於等於價格差異門檻 5.22 元，且模型預測應用可帶來額外交易利潤 946497.86 元。雖然本階段的分析存在許多參數假設，包括初秋甘藍從西螺運送至臺北批發市場之運銷成本 ($C_{\text{Transition}}$)、每次交易的公斤數 (Q_{trading})、價格差異門檻 ($\text{Diff}_{\text{threshold}}$) 等參數，但透過初步的回測結果可以說明本研究的應用方向。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本篇文章探討初秋甘藍在產地與消費地批發市場之價格研究，從分析兩市場價格著手，發現兩市場的初秋甘藍價格趨勢相同，皆在夏季呈現相對高價的現象，但是在價格差異方面顯示其具有波動性，本研究也透過市場整合檢定發現短期市場並非整合，因此可能存在農產運銷優化的機會。

此外，本文也建立預測兩批發市場下一交易日的初秋甘藍價格 ARIMA 和 SARIMAX 模型，發現臺北市場價格受到前一期之臺北與西螺初秋甘藍交易量與價格影響，西螺市場價格則是受到前一期之臺北市場初秋甘藍價格與當天西螺市場是否休市影響。

最後，本研究藉由預測兩市場的下一交易日之初秋甘藍價格差異，來探討農民是否有優化運銷決策的機會，當預測之價格差異大於價格門檻時，表示農民將初秋甘藍直接或請運銷業者協助送往臺北市場拍賣將有更合適的交易機會。

可基於本研究的分析概念與方法做成一套決策系統，並更新每日最新交易資訊與預測下一交易日價格差異大小，可以透過資訊技術提供相關決策資訊，幫助農民與運銷業者判斷要將農產品運往哪個批發市場交易。

第二節 研究限制

本研究的分析標的為整體批發市場的初秋甘藍價格，但在實際決策上，運銷業者是單一個體戶，拍賣的價格與各交易人狀況、當下的情勢有關，包括：願付價格、拍賣氛圍、單筆交易量、品質等，因此單一個體戶的交易決策未必能直接參考整體批發市場的價格分析，須綜合考量更多單一用戶的資訊。

此外，由於臺北與西螺農產品批發市場制度不同，臺北批發市場為消費地市場，西螺市場則是產地市場，且臺北市場採用拍賣制度，並相對西螺市場有更多規範與作業流程，像是：臺北一市不收品質極差的蔬菜、甘藍必須用紙箱包裝、拍賣費用與西螺市場不同等因素，導致在比較兩市場甘藍價格差異時，需要考量更多制度上

的差異，以及透過兩市場價格差異優化運銷決策時，需要評估更多兩市場各自的運銷成本結構資訊。

在批發市場資料取得上，本研究僅使用一般民眾可獲取的農產品批發市場交易行情站之產品日交易行情資料，還缺少交易市場品質、供應人背景等資料，如有更多批發市場資料，則有機會提升模型配適度與預測成效。

最後，本研究假設兩批發市場間的運輸費用為常數，但陳政位等 (2002) 提及運銷成本隨不同季節而有所差異。因為不同季節的初秋甘藍產區不同，夏季時，批發市場有較高比例的甘藍源自於高山產區，導致夏季的運輸費用較高。而運輸費用影響交易利潤模型中的運銷成本 $C_{Transition}$ ，使得運銷門檻可能隨季節改變，進而影響預測模型應用之交易利潤估算。

第三節 後續研究與建議

資料面：在預測臺北市場與西螺市場之初秋甘藍價格時，可以納入更多自變數，如天氣因子、各批農產品拍賣資訊如到貨品質與供貨單位等，藉由獲取更多影響價格的變數來優化模型成效，以及提煉更多農產運銷優化的洞察。此外，農民運送甘藍至兩市場的運銷成本資訊也需要更細節的資料，讓應用預測結果時，考量更多實務可行的細節資訊。

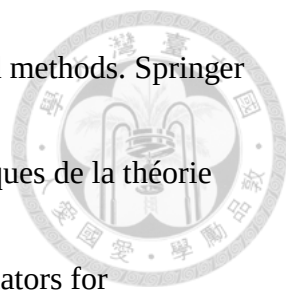
模型與分析方法面：可透過機器學習或深度學習模型如 LSTM 等，產出更精準的預測結果，並將預測結果應用在更精準的農民與運銷業者決策探討。

應用論文結果面：農糧署有農情系統，系統內有農民團體與運銷業者預計的市場到貨量資訊，且也有其他資料可以運用分析，使得模型得以預測更準確。惟目前農情系統尚未完全公開。如果有更多公開資料，則有機會幫助農民與運銷業者提早判斷各市場供貨狀況，以減少殘貨，並造福農民，達到提升批發市場交易效率的目的。

參考文獻



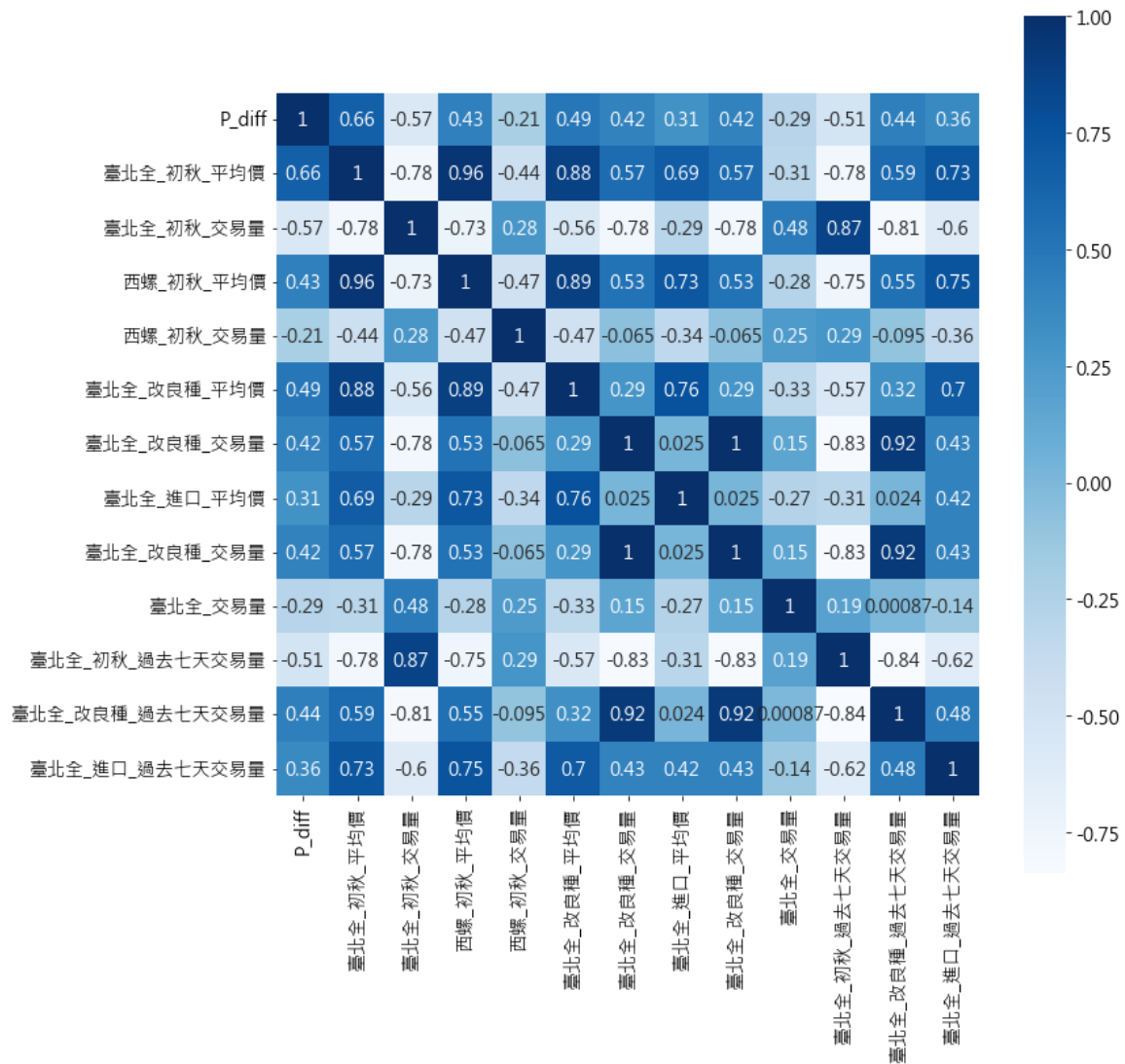
1. 公平交易委員會，2020，我國農畜產品產業概況、生產結構、運銷通路及交易制度之研究。
2. 王品翔，2019，應用倒傳遞類神經網路於農產品價格預測並探討其產銷模式-以甘藍為例，碩士論文，國立勤益科技大學工業工程與管理研究所。
3. 行政院主計總處，2023，物價統計資料庫
(<https://nstatdb.dgbas.gov.tw/dgbasAll/webMain.aspx?sys=100&funid=dgmaine>)。
4. 行政院農業委員會農糧署，2021，110 年農業統計年報。
5. 行政院農業委員會農糧署，2022，中華民國 110 年臺灣地區農產品批發市場年報。
6. 行政院農業委員會農糧署農產品批發市場交易行情站資料
(<https://amis.afa.gov.tw/main/Main.aspx>)。
7. 余奕奎，2017，氣候因子與交易量對批發市場甘藍菜交易價格影響之分析，碩士論文，國立臺灣大學農業經濟系。
8. 呂秀貞，2017，國產甘藍與結球白菜運銷通路與價格之研究，碩士論文，國立臺灣大學農業經濟系。
9. 吳淑華，2015，臺北果菜批發市場交易制度與成交價格之相關性研究，碩士論文，佛光大學應用經濟學系。
10. 陳政位、楊奕農、范宇平、莊雅男，2002，臺灣養殖魚類市場整合研究—以吳郭魚為例，農業與經濟。
11. 黃加安，2012，雲林縣與非雲林縣產地之蔬菜價格差異探討—以小白菜、蕃薯葉、芹菜、青蔥為例，碩士論文，國立臺灣大學農業經濟學研究系。
12. 翟柏森，2018，應用開放資料預測農產品菜價之研究：以甘藍為例，碩士論文，國立師範大學資訊工程系。
13. 賴瀚棠，2003，多條供應鏈的向量自我迴歸模式與共整合分析，碩士論文，國立陽明交通大學工業工程與管理學研究所。
14. 彭作奎，1991，農產價格理論與分析，臺北市：茂昌圖書有限公司。
15. Baulch, B. (1997). Transfer costs, spatial arbitrage, and testing for food market integration. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(2), 477-487.
16. Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). Time series analysis: forecasting and control. John Wiley & Sons.

- 
17. Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2009). Time series: theory and methods. Springer science & business media.
 18. Cournot, A. A. (1838). Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses par Augustin Cournot. chez L. Hachette.
 19. Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American statistical association, 74(366a), 427-431.
 20. Goodwin, B. K. (1990). Empirically testing the law of one price in an international commodity market: a rational expectations application to the natural rubber market. Agricultural Economics, 4(2), 165-177.
 21. Goodwin, B. K., Grennes, T., & Wohlgenant, M. K. (1990). Testing the law of one price when trade takes time. Journal of international money and finance, 9(1), 21-40.
 22. Ruan, J., Cai, Q., & Jin, S. (2021). Impact of COVID-19 and nationwide lockdowns on vegetable prices: evidence from wholesale markets in China. American journal of agricultural economics, 103(5), 1574-1594.
 23. Sexton, R. J., Kling, C. L., & Carman, H. F. (1991). Market integration, efficiency of arbitrage, and imperfect competition: methodology and application to US celery. American journal of agricultural economics, 73(3), 568-580.
 24. Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. Econometrica: journal of the Econometric Society, 1-48.
 25. Shrestha, M. B., & Bhatta, G. R. (2018). Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis. The Journal of Finance and Data Science, 4(2), 71-89.
 26. Vagropoulos, S. I., Chouliaras, G. I., Kardakos, E. G., Simoglou, C. K., & Bakirtzis, A. G. (2016). Comparison of SARIMAX, SARIMA, modified SARIMA and ANN-based models for short-term PV generation forecasting. In 2016 IEEE international energy conference (ENERGYCON) (pp. 1-6). IEEE.

附錄



將可能影響價格差異 (P_diff_t) 的變數透過相關矩陣圖 (correlation matrix) 呈現，以了解不同變數之間的相關性。從附圖 1 可得知，價格差異與臺北市場的初秋甘藍交易量與平均價最相關，其次是臺北市場的改良種甘藍平均價與初秋甘藍過去七天的交易量。



附圖 1 甘藍批發市場資料之相關係數矩陣圖

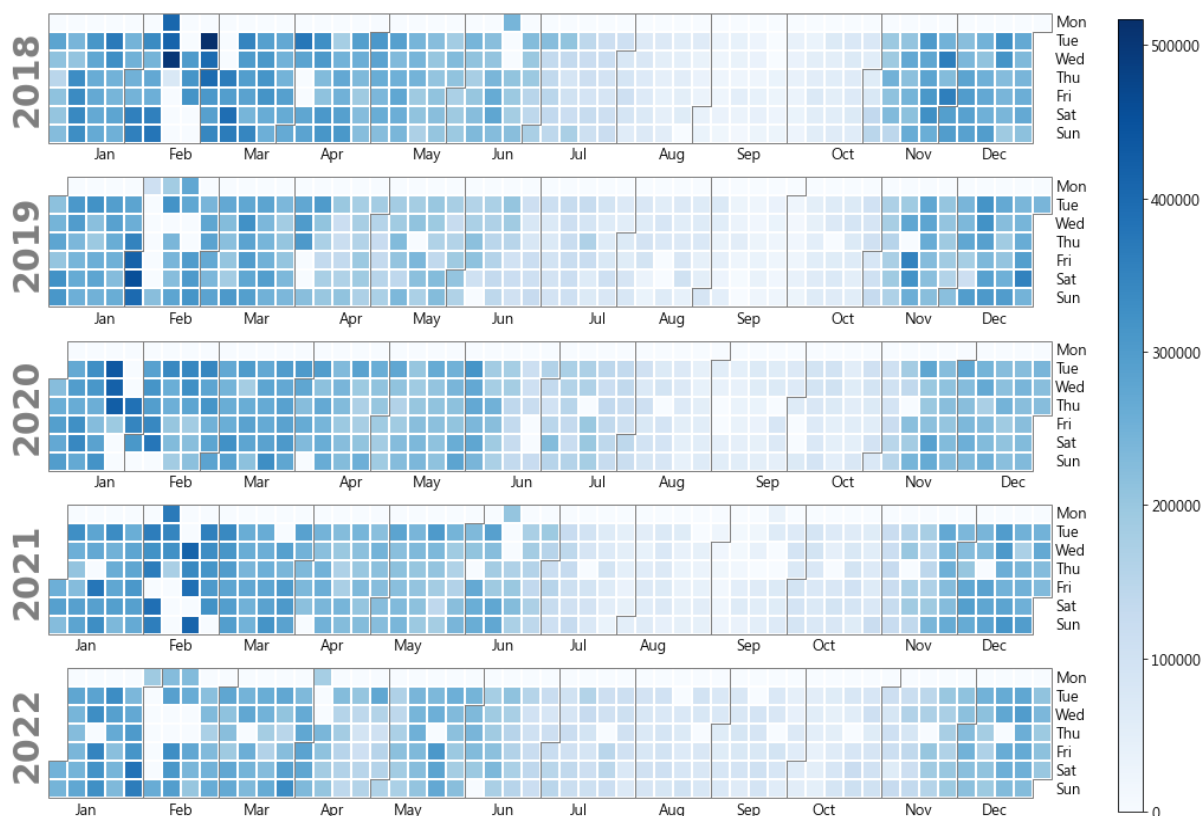
附圖 2 和附圖 3 將臺北市場之初秋甘藍交易平均價與交易量以可視化熱區圖 (heatmap per calendar year) 呈現，此兩圖由 python 程式語言之 calmap 套件繪製出，可將原始時間序列資料以年度、月份與星期的軸度呈現。



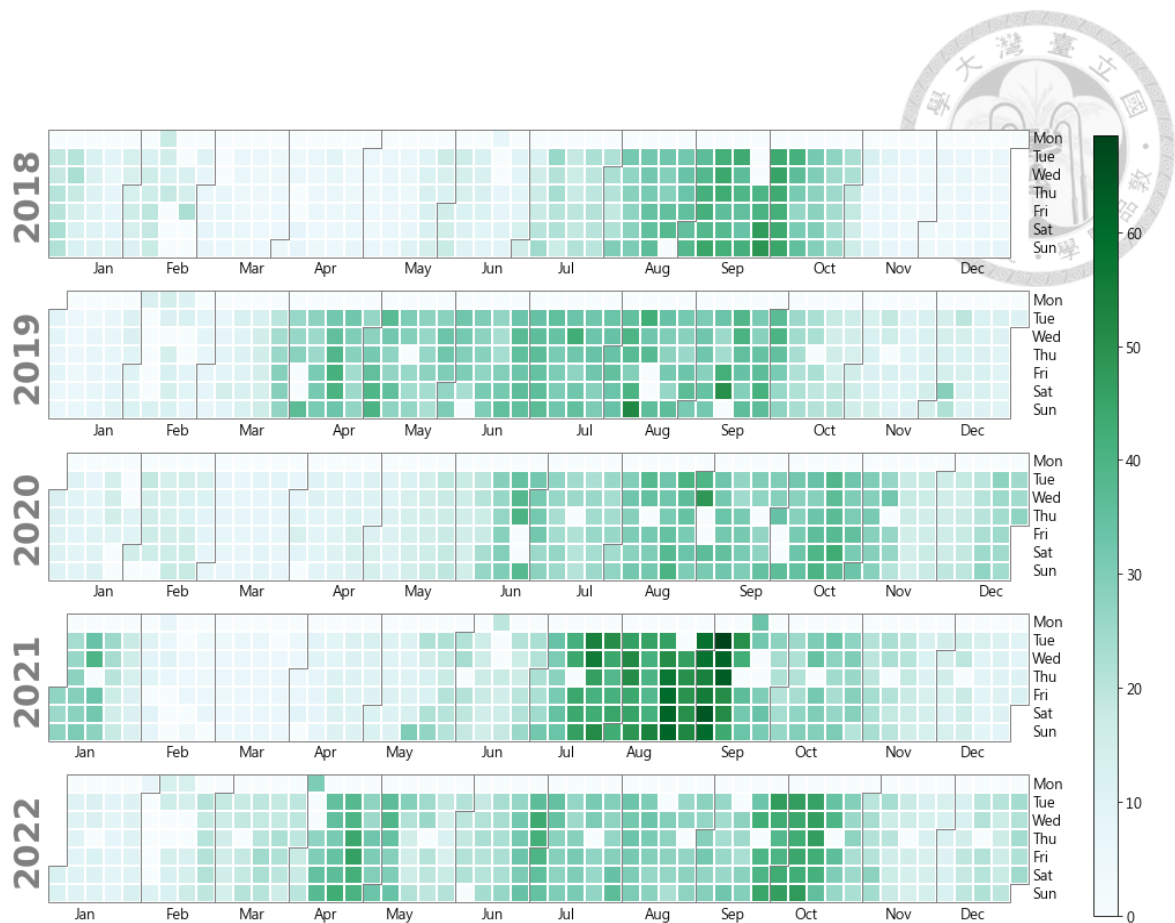
從附圖 2 和附圖 3 可以看出臺北市場休市日為每週星期一、每月第三週的星期四、部分民俗節日。

以年份與月份的維度觀察，臺北市場之初秋甘藍價格在不同年間的交易量月份分布趨近相同，此外也發現每年春節連假前後的交易量相對較高；在價格方面，每年夏季的初秋甘藍價格相對其他季節高，但在 2021 年 8 月的甘藍價格特別高，經過查驗發現該年 8 月因為豪雨釀災，導致甘藍災損嚴重，使得初秋甘藍價格上升至 50 元以上的高價區間。

以縱向星期的維度觀察，暫無發現明顯初秋甘藍交易平均價與交易量在不同的星期差異；以每日的平均價與交易量趨勢觀察，休市日前後的平均價與交易量變化不大。



附圖 2 臺北市場初秋甘藍交易量可視化熱區圖 (heatmap per calendar year)



附圖 3 臺北市場初秋甘藍平均價可視化熱區圖 (heatmap per calendar year)