

臺灣高麗菜需求彈性之估計： 地理氣候資訊之應用

王瑞樺^{*}、許聖章^{**}、林桓億^{***}

臺灣蔬菜價格常因氣候變化而有巨大的變動，其中高麗菜價格與氣候因子更存在極大關聯。本文以高麗菜各主要產地氣象資料作為估計需求彈性之工具變數，實證結果顯示高麗菜需求彈性介於 0.53 與 0.61 之間，並以此彈性進一步評估過去重大氣象事件，如莫拉克颱風及霸王級寒流對消費者福利之影響。此外，高麗菜需求彈性大小受估計期間長短影響，由過去近 20 年彈性變化顯示，2009 年及 2013 到 2015 年期間高麗菜價格需求彈性相對較大。需求彈性在 2009 年期間較大，可能受莫拉克颱風所影響，而臺北農產運銷公司的績效制度改變，可能是影響 2013 到 2015 年期間高麗菜需求彈性較大的因素之一。長期而言，需求彈性的改變可能代表消費者面對高麗菜價格大幅波動時，消費偏好的行為調整。

關鍵詞：高麗菜、需求彈性、氣候、工具變數

JEL 分類代號：Q11, Q13, Q54, C26

^{*} 國立臺灣大學經濟研究所博士生。

^{**} 通訊作者：國立高雄大學應用經濟學系副教授，地址：高雄市楠梓區高雄大學路 700 號，email：ssheu@nuk.edu.tw。

^{***} 中華經濟研究院助研究員。本文承蒙兩位匿名審查人及主編的許多寶貴建議和指正，特此致謝，惟文中若有任何疏誤，概由作者負責。

投稿日期：2020 年 10 月 13 日；第一次修改日期：2020 年 11 月 24 日；第二次修改日期：2020 年 12 月 6 日；接受日期：2020 年 12 月 22 日。

農業經濟叢刊 (Taiwanese Agricultural Economic Review)，26:2(2020)，1-50。

臺灣農村經濟學會出版

I、前 言

「颱風來襲高麗菜價格翻倍漲」、「高麗菜農含淚拋售」、「高麗菜價崩盤！產地價一顆三元」、「供過於求高麗菜價格直直落」、「農政單位鼓勵企業團購高麗菜」相關新聞總會每年週期性的占據媒體新聞版面，高麗菜價格暴漲或暴跌幾乎近年夏天與冬天都會發生的事件。回顧過去高麗菜價格波動，多以颱風或豪雨使得高麗菜泡水腐爛，進而造成供給短缺，價格暴漲為開端，爾後因復耕期趨於一致，災後菜價處於高價的吸引力，農民便開始搶種，加上自初秋開始，降雨減緩、氣溫合宜、氣候事件發生機會較低使得高麗菜生長情況與收成量較夏季佳，因此每年冬季幾乎都會發生因高麗菜過剩導致的市場價格崩盤現象。由此現象可知，氣候變化對高麗菜價格波動有很大的外生影響，因此我們將利用歷年高麗菜生產地區詳細的氣候外生變動資料，估計消費者對臺灣消費者高麗菜的需求彈性，並進一步探討極端氣候事件對消費者福利的影響與其可能的政策意涵。

高麗菜自荷蘭統治時期，開始由歐洲傳入臺灣，為使高麗菜能更適應臺灣的夏季高溫，因此經歷數次的品種改良，隨著高麗菜的耐熱度增加，其產量與品質也因此逐漸提升。從消費面而言，由於高麗菜的營養價值高且消費者的接受度也高，高麗菜已成為臺灣飲食文化中不可或缺的食材，各個不同背景的族群各自發展出融合各自飲食與文化特色的高麗菜料理，客家人著重食材原味以慢煮慢燉的料理方式，發展出「高麗菜封」，傳統的農村家庭因家庭人口多且從事農事工作耗費體力，因此發展出「高麗菜飯」等料理。另外因料理簡易且具多元性，相較於其他葉菜類又容易保存，高麗菜也成為每個家庭冰箱裡的常備蔬菜。就生產面而言，高麗菜的種植技術與投入成本相對種植其他作物低，收成後的銷售也因接受度高與保存容易，因此對農民而言，不論生產投入還是銷售面向的考量，在適合時期種植高麗菜相對於其他

蔬果具有高度吸引力。

由於臺灣地理位置，每年幾乎皆有颱風豪雨侵襲，對於受外在環境影響很大的農業生產有極大的衝擊，過去已有許多研究針對颱風或豪雨對農作物的災害損失進行評估，颱風和豪雨帶來的強降雨使得蔬菜因泡水腐爛，導致蔬菜供給短缺，價格因此上升（王鎬杰，2007；王鎬杰，2010），使得生產者收益增加與消費者福利下降，但是消費者福利下降的幅度高於生產者收益，因此整體社會福利減少（許聖章、張靜貞，2011）；林幸君、周秣宸與張冠珍（2013）以 2009 年莫拉克與 2010 年那凡比颱風為例，探討颱風對農業直接或間接的損害，再透過產業關聯效果傳遞對臺灣整體經濟產出與就業造成的衝擊，發現總產出與總就業人口皆降低。但是對於臺灣飲食文化重要食材且市場價格相當具指標意義的高麗菜卻少有討論；另一方面，高麗菜生長受氣溫與降雨量的影響很大，近年的全球暖化使得極端降雨事件頻傳，以及極端的高溫與低溫出現頻率愈來愈高，且臺灣氣溫上升的幅度高於全球平均（行政院交通部中央氣象局，2019），因此探究氣候因子對我國高麗菜需求彈性的影響變化為一值得深入研究的議題。

過去探討農產品需求彈性的文獻常以 Deaton and Muellbauer（1980）所提出的近似理想需求體系（almost ideal demand system, 以下簡稱 AIDS）進行評估，如魯真與王策玄（2005）利用自行調查資料，以線性近似理想需求體系（LA/AIDS）模型，估計臺灣消費者對水果的需求彈性，但利用 AIDS 模型估計需求彈性，需要有消費者所得或消費支出變數。考量資料限制與屬性，在本文中我們使用拍賣市場的每日總交易資料，以影響供給函數的外生變數做為工具變數，協助我們認定並估計需求函數。因市場交易價格與數量為該商品在某一時間供給與需求均衡的結果，單用觀察到的均衡價格與數量無法直接估計需求或供給函數。若欲估計需求函數，我們可以透過觀察到的外生供給變動，在假設需求函數不變的前提下，藉由供給線的移動來認定需求函數。因此為了估計高麗菜需求函數，我們需要能認定高麗菜需求函數的

供給面外生工具變數。由於適當的工具變數需要滿足兩個要件，第一個要件需要與市場價格有關，而第二要件則是不能與需求函數中的誤差項相關，亦即不能影響需求。

所以本文著重在探究影響高麗菜供給的外生因素，並利用它們作為工具變數，讓我們可以利用市場的交易資料來估計高麗菜的需求函數。因為農產品的生產亦受到氣候變化的影響，如臺灣在秋、夏季節時常有颱風侵襲並伴隨豪雨，造成蔬菜或水果供給大幅減少，而氣候變化所造成的供給變動為外生的，因此在文獻中多用氣候因子作為估計需求函數的外生工具變數，包括氣溫 (Park & Lohr, 1996; Roberts & Schlenker, 2013)、風速與浪高 (Angrist, Graddy, & Imbens, 2000) 和雨量 (許聖章、張靜貞, 2011; Roberts & Schlenker, 2013)。此外，農產品的儲存量 (Roberts & Schlenker, 2013) 與市場交易量的變動 (Tokunaga, 2018) 亦為合適作為工具變數。

因為高麗菜由播種至採收需一段時間的栽培，在這段時間若發生氣候的大幅度變化，將因此造成高麗菜供給的變動，但氣候變化並不是人為控制，因此影響高麗菜生產的外生氣候因素很適合作為估計需求函數時的供給面外生工具變數。除了氣候因子外，我們同時考慮因為臺灣的地形與氣候條件，使農民種植作物的選擇相當多元，因此影響農民種植時的意願與農民農事作業安排之農曆月份亦可以作為評估高麗菜需求函數之合適工具變數，因為這些變數皆會影響高麗菜的供給，但並不影響其需求。

我們將分別以高麗菜產地的氣候因子、農民的種植意願及各農曆月份之虛擬變數作為工具變數，透過高麗菜外生供給變動，藉此估計高麗菜之需求彈性。進一步以所估計之需求彈性，作為未來市場價格的預測及災害損害評估的依據，推估氣象事件對消費者社會福利的可能影響衝擊。在本文中我們利用較為精細的鄉鎮層級高麗菜產地所對應之鄉鎮尺度每小時氣象觀測資料，並考量高麗菜生長周期，建構影響高麗菜生長的精確氣候資訊。就我們所知，由於在過往文獻中，並未曾經以精細的氣象資訊作為影響供給的外生

變數，因此本文藉由利用較為準確的影響供給變動因子，讓我們在高麗菜需求彈性估計及後續災損與社會福利評估時，將可得到較為穩健及準確估計結果。

本文將在第二節建立高麗菜需求的實證模型，第三節將簡述農民種植高麗菜之面積等並介紹本研究所使用的資料與其來源，以及用來認定供給函數的工具變數、外生變數之定義與其敘述統計量，第四節則為實證結果，第五節為結論與政策意涵。

II、實證模型與架構

影響高麗菜的需求主要是受到價格與其他外生變數的影響，可用數學式表示為

$$\ln(Q_t) = \delta_0 + \delta_1 \ln(P_t) + T_t \gamma + \varepsilon_t \quad (1)$$

Q_t 與 P_t 為第 t 期的需求量與價格， T_t 為其他影響需求量的因素（例如：替代蔬菜價格等）。

由於我們所觀察到的市場成交價格與數量為在某一時點供給與需求達均衡的結果，因此，若直接以均衡價格與數量直接進行需求函數的估計，會因為價格具有內生性，造成估計結果偏誤。農產品需求函數評估多以工具變數的方式來處理內生性問題，估計農漁產品的需求函數文獻中，以氣候因子作為工具變數為最主要的估計方法，Park and Lohr（1996）以每周累計高溫與低溫天數作為美國有機蔬菜的需求函數的工具變數；Angrist et al.（2000）以海上的風速與浪高作為估計紐約 Fulton 市場牙鱈（whiting）需求函數的工具變數，當海象不佳時，漁民的漁獲量將會降低，但由於牙鱈的交易頻繁、價格相對便宜且幾乎沒有其他替代魚種，因此需求不受海上氣象的影響；許聖章與張靜貞（2011）以阿里山的雨量作為估計葉菜類蔬菜的需求函數的工

具變數；Roberts and Schlenker (2013) 除了以氣溫與雨量之外，也用前一期與前二期的儲存量做工具變數評估四大主要糧食（包括玉米、稻穀、黃豆與小麥）的供給與需求曲線的工作變數。除了氣候條件外，Tokunaga (2018) 以圍網漁船著陸的變化量與每日與每月築地市場的拍賣量變化為評估築地市場的太平洋藍鰭金槍魚 (Pacific bluefin tuna) 需求曲線的工具變數。由於臺灣的高麗菜主要種植於中部地區以及宜蘭，臺北為主要的消費地，且高麗菜種植時間約兩個月，雖然影響高麗菜生長的外在變動與市場的均衡價格相關，但因時間與空間的差異使得消費者的購買行為不受供給的外生變數影響。因此本研究利用影響供給的外生變動以及兩階段最小平方法進行高麗菜需求函數的估計，第一階段與第二階段估計式分別為

$$\ln(P_t) = \rho + X_t\theta + \gamma T_t + e_t \quad (2)$$

$$\ln(Q_t) = \alpha + \beta \ln(P_t) + \gamma T_t + u_t \quad (3)$$

X_t 為工具變數，主要為產地氣候及農曆月份之虛擬變數。合適的工具變數需要滿足兩個要件，分別是：與價格 (P_t) 有關，但不與 (u_t) 相關。高麗菜的供給受到產地氣候變化的影響，但對消費者來說高麗菜的購買行為不因產地氣候改變而調整；由於二十四節氣對農事耕作的安排有深遠的影響，多數農民仍依此安排農事活動，但對於高麗菜的購買行為影響極小，所以農曆各月份之虛擬變數亦設定為評估高麗菜需求函數之工具變數。另外，農民的種植高麗菜的意願為一影響供給的重要因素，由於高麗菜對土壤的適應能力強，且對農民而言，高麗菜的栽培管理門檻不高，農民在決定下一期是否種植高麗菜時，多以種植決定當時的市場價格作為依據，因此我們透過交易日前 60 天之前 10 天平均價格（註 1）；作為農民種植意願的代理變數 (proxy variable)。但受限於高麗菜保存限制，消費者的購買意願僅受到短期高麗菜價格影響，不會受到較久以前的價格影響，因此農民種植意願的代理變數亦可以作為估計需求函數時的工具變數。一般而言高麗菜在定植後 55

至 60 天採收，冬季溫度偏低時，採收時間將會延後 5 至 10 天（行政院農業委員會臺灣農家要覽增修訂三版策劃委員會，2005），因此我們分別以交易日前 60 天、65 天以及 70 天產地的氣候因子、交易日前 60 天之前 10 天平均價格以及農曆月份之虛擬變數幫助我們認定高麗菜需求函數的工具變數。

T_t 為影響需求的外生變數，包括消費地的氣候、替代蔬菜的價格、前一天高麗菜的交易量以及周末、過年前一周、市場將公休至少兩天、國曆月份與年份的虛擬變數。消費地氣候主要反映國人在不同季節對高麗菜的需求以及上市場的意願，國人於低溫時喜歡食用火鍋，則高麗菜的需求可能會較高，雨天可能導致民眾的出門意願降低，需求即降低；由於芽菜類蔬菜（包括：綠豆芽、黃豆芽、豌豆芽以及苜蓿芽）多種植於室內，其生長不受氣候影響，產量穩定，因此當菜價高時，消費者會轉購買價格相對穩定的芽菜類蔬菜作替代；由於高麗菜相較於葉菜類容易保存且可保存時間較長，且對於一般家庭而言一顆高麗菜應可食用超過一天，因此，欲透過前一天高麗菜交易量來反映此一現象，周末的虛擬變數則代表假期對於高麗菜需求的影響，過年前一周之虛擬變數則代表農曆春節前民眾因採買年貨對高麗菜需求的影響，市場將公休至少兩天以上則表示民眾是否因休市時間較長而影響其消費行為，國曆月份與年份的虛擬變數則代表影響需求的長期因素，例如：物價水準、金融海嘯、人口成長、新品種引進、種植技術進步等。

在實際估計時，則是先以最小平方方法估計第(2)式，並根據資料與估計結果求得價格的估計值，再將價格的估計值取代第(3)式的價格，最後再用最小平方方法估計第(3)式。另外，每個交易日的高麗菜價格存在序列相關，使得 e_t 無法滿足獨立且同分配（independent and identically distributed，簡稱 iid）以及同質性（homogeneity）的假說，因此最小平方方法估計出的標準差需調整，我們以 Newey and West（1987）提出的非均齊變異－序列相關一致估計式（heteroskedasticity autocorrelation consistent estimator，以下簡稱 HAC）調整標準差。

III、背景介紹與變數說明

由於高麗菜為外來品種，因此臺灣的氣候條件與種植地對其生長有一定的限制，經過幾次的品種改良與耕種技術的不斷進步，才使高麗菜的產量可滿足需求，進而使得高麗菜在臺灣的飲食文化扮演的腳色日益重要。因此，以下將簡述農民歷年的高麗菜產量與種植面積等，並簡介本研究運用的兩類資料，分別為蔬菜交易價格與數量以及氣溫與雨量等氣象資料。

3.1 高麗菜背景介紹

高麗菜起源於地中海沿岸，西元 16 世紀傳入北美以及中國大陸，荷蘭統治時期，高麗菜從歐洲傳入臺灣，但因為臺灣氣溫高不利高麗菜的生長，使得不易開花難以結果。直到日治時期，再度引進試種，1954 年自日本引進一代雜交種「初秋」後，在生產上有極大的突破（蕭政弘、陳葦玲，2013）。雖然品質高但耐熱度不佳，因此栽種地仍受到很大的限制，夏季的產量依然短缺，農業研究單位不斷引進國外品種以及不斷研發改良，1969 年臺中農業改良場成功引種試種「夏峰」，使農民在高溫期（春季與秋季）能栽培於平地區域（蕭政弘、陳葦玲，2013），但仍然無法克服夏季供給短缺的問題。直到 1997 年由日本引進甘藍「228」，雖然口感不受消費者青睞，因此多用來製作加工品（例如：水餃、包子等）為主，但耐熱承受度大幅提高，使得夏季在平地種植高麗菜的可能性大幅提升。

由於臺灣的高麗菜品種仰賴日本，為國內需求可以自足臺中區農業改良場自 1980 年代起便開始進行高麗菜育種，至 2004 年由分離自交世代組合育成一代雜交種，接下來幾年不斷進行品行試驗、區域試驗等，直至 2007 年底取得「臺中一號」品種權，此品種具夏季耐熱與冬季產量高和品質優量的

特性（蕭政弘、郭俊毅，2008）。但仍無法完全解決夏季平地栽種產量不足以及品質缺陷的問題，因此臺中農業改良場持續進行高麗菜的品種改良，至 2007 年育成雜交種，並花數年的時間進行相關試驗與調查，至 2013 年中通過「臺中二號」的品種審查（蕭政弘、陳葦玲，2013）。歷次品種改良使耐熱承受度提高也反應在總產量的變化與單位面積收穫量（如圖 1），其中最明顯的為 1997 年引進「228」後，得 1997 年至 1999 年每公頃產量由 28.62 公噸增加至 39.25 公噸，增加幅度高達 37.17%；在 2010 年「臺中一號」推廣上市，單位面積之收穫量也出現一波成長，至 2015 年每公頃產量由 43.32 公噸增加為 48.73 公噸，成長幅度為 12.47%；同樣地，2014 年「臺中二號」推廣上市，2015 年種植面積達 70 公頃，單位面積產量有小幅度的成長，由 2015 年的 48.73 公噸成長至 2018 年的 51.82 公噸，成長率約為 6.34%。

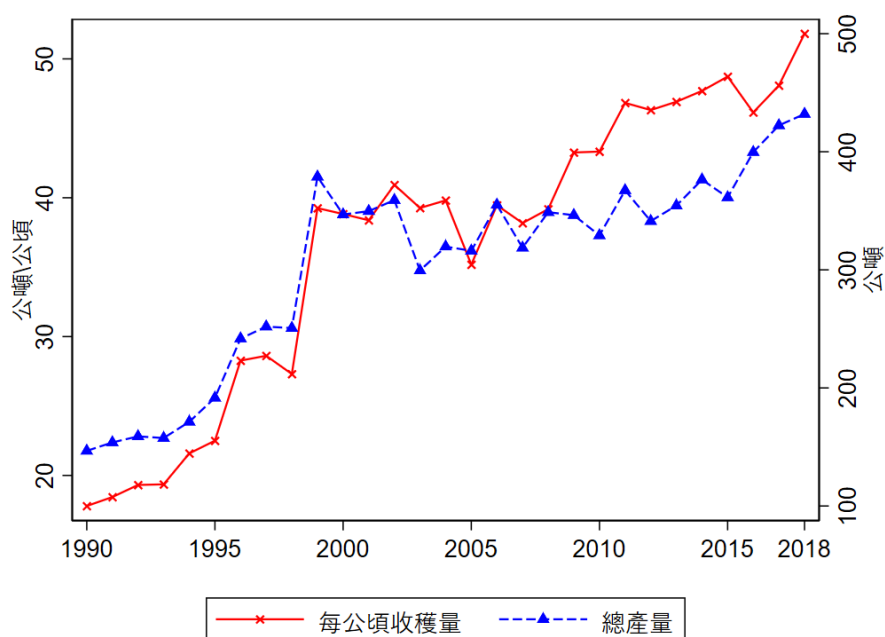


圖 1 高麗菜產量與單位面積產量

資料來源：各期農業統計年報（1990~2018）。

品種改良已協助農民克服外在環境的限制，但高麗菜的生物特性也是影響農民種植的主要原因之一。首先，高麗菜的生長期短，僅需 60 天左右，相較於其他根莖類作物（如：紅蘿蔔、馬鈴薯等）都短。其次，高麗菜的種植技術與成本低，不似其他蔬果，需於栽種期間架設籬架、棚架等、需確保成功授粉才有果實，且授粉的品質與收益有高度的正相關、甚至部分蔬果後續需要費工的套袋保護，高麗菜種植可說僅需田地與水，無需特地搭建遮蔽物保護。對土壤的適應力較強，土壤酸鹼值與黏度對部分蔬果的影響極大。採收後不需任何加工即可送進市場進行交易，且相較其他蔬果，高麗菜的採收彈性佳（成熟度介於 7 至 10 分皆可採收），貯存性佳，可貯存 2 至 6 個月。再加上高麗菜的營養價值與國人的接受度高，使得農民的種植意願相較其他葉菜類來的高。

高麗菜為臺灣栽培面積最大的葉菜，由 1990 年至今的高麗菜種植面積變化趨勢（如圖 2），發現 1999 年高麗菜的種植面積最多，約為 9,644 公頃，占全部蔬菜種植面積的 5.26%。接下來幾年，高麗菜的種植面積銳減，至 2003 年僅剩 7,631 公頃（占比約為 4.60%），2003 年起，有一波成長，至 2008 年約為 8,911 公頃（占比約為 5.78%）。2008 年之後，高麗菜的種植面積下降，至 2012 年為 7,369 公頃，由於總蔬菜的種植面積下降，所以高麗菜種植面積的占比變化不大，到了近期，2015 至 2016 年高麗菜種植面積增加 1,253 公頃，占比也增加至 5.66%，至 2018 年，高麗菜的總種植面積約為 8,339 公頃，占總體蔬菜種植面積的 5.49%。另外，高麗菜歷年的產量（如圖 1）方面，整體而言，高麗菜產量呈增加趨勢，其中 1990 至 1999 年大幅成長，由 146.70 公噸增加至 378.85 公噸，增加幅大達 158.25%，而 1999 年至 2015 產量較為平穩，約為 350 公噸，2015 年至 2018 年也有一波成長，成長率約為 19.55%（由 361.32 公噸增加為 431.97 公噸）。

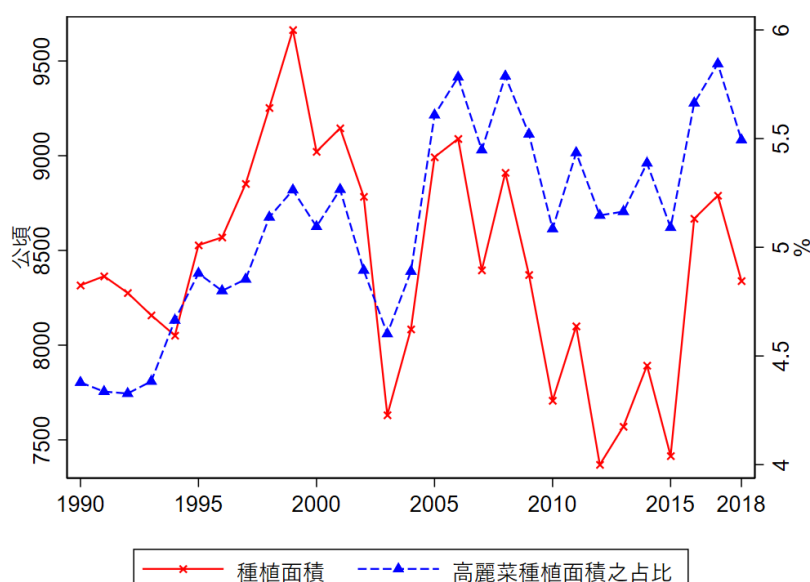


圖 2 高麗菜種植面積與其占比

資料來源：各期農業統計年報（1990~2018）。

3.2 高麗菜交易資料

全臺之果菜批發市場近 50 個，臺北果菜批發市場不僅是其他批發市場制定農產運銷流程以及運作模式的重要參考依據外，其批發價格也是其他批發市場，甚至是農政單位觀察農產品市場的重要指標。臺北果菜批發市場的交易價格相當具有指標性，故臺北農產運銷公司的交易價格為我們的主要研究對象。另外，各批發市場的消費者特性皆不相同，因此農民送至各市場的產品品質也不盡相同，為避免因市場位置所造成的消費者特性之差異，進而造成品質與價格的差異，因此本研究僅以臺北二市的高麗菜交易價格與數量作為代表。自 1996 年 1 月 1 日起，行政院農業委員會農糧署將全臺主要的農產品批發市場各品項的交易日交易價格與數量公開於農產品批發市場交易行情站（註 2）。因此，我們透過此網站蒐集臺北二市各交易日的各高麗菜品

種交易價格與數量。由於本研究將以交易日前 60 天之前 10 天平均價格作為農民種植意願的代理變數，在此考量下，我們將研究期間設定於 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日，扣除休市日，臺北二市有交易的天數為 6,699 天，每天皆有高麗菜的交易紀錄。臺北二市交易的高麗菜品種共計九種，為避免因品種差異造成價格差異，因此我們將擇單一品種進行其需求函數估計。我們以各品種的交易頻率及交易重量作為品種的篩選依據，首先在交易天數方面，交易最頻繁的品種為初秋（6,697 天）、其次為甘藍芽（6,318 天）（詳如表 1）。若以每月平均交易量來看，初秋的每月平均交易量最高，達 39.66 公噸，其次為改良種，12.47 公噸。若更進一步比較各月份高麗菜各品種的每月交易比例也可發現初秋有高達 219 個月的交易比例最高，因此，我們選擇「初秋」作為估計高麗菜需求的研究對象。

在我們觀察的資料期間 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日，初秋平均每日交易價格約為 15.45 元，每日平均交易量約為 39.23 公噸。由歷年每個月的平均交易價格與交易量（如圖 3）可以看出不管是價格或是數量皆呈上升趨勢，且交易價與量的變動幅度愈來愈大。由歷年的年平均交易價格與數量，如圖 4(a)，可發現交易價格與數量呈上升趨勢，且由平均價格與當年度氣象事件的損害程度具一定的關係，2016 年因年初發生霸王級寒流、3 月份降雨與寒流接連來襲，蔬菜受到嚴重的寒害，產量因此銳減；9 月與 10 月莫蘭蒂、馬勒卡和梅姬連續侵襲臺灣，因降雨不斷以致產地泡水，由於此時高冷山區的產季已結束，以致產量大幅縮減。因此，2016 年的高麗菜平均價格（約 20.15 元 / 公斤）較高，平均產量（48.99 公噸）相對低。2018 年因侵襲臺灣的颱風較少，使得雨量較少且溫度較高（註 3），因此交易量較大（55.03 公噸）且價格較低（11.34 元 / 公斤）。

表 1 高麗菜各品種交易概況

品種	交易天數	每月平均交易量 (單位：公噸)	月交易量占比最高的月份數
其他	565	2.13	0
初秋	6,697	39.66	219
改良種	5,506	12.47	44
甜甘藍	1,213	0.35	0
紫色	4,703	0.19	0
甘藍心	3,079	0.26	0
甘藍芽	6,318	0.80	0
改良尖	198	4.44	0
進口	2,489	3.33	1

資料來源：本研究整理。

註：資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

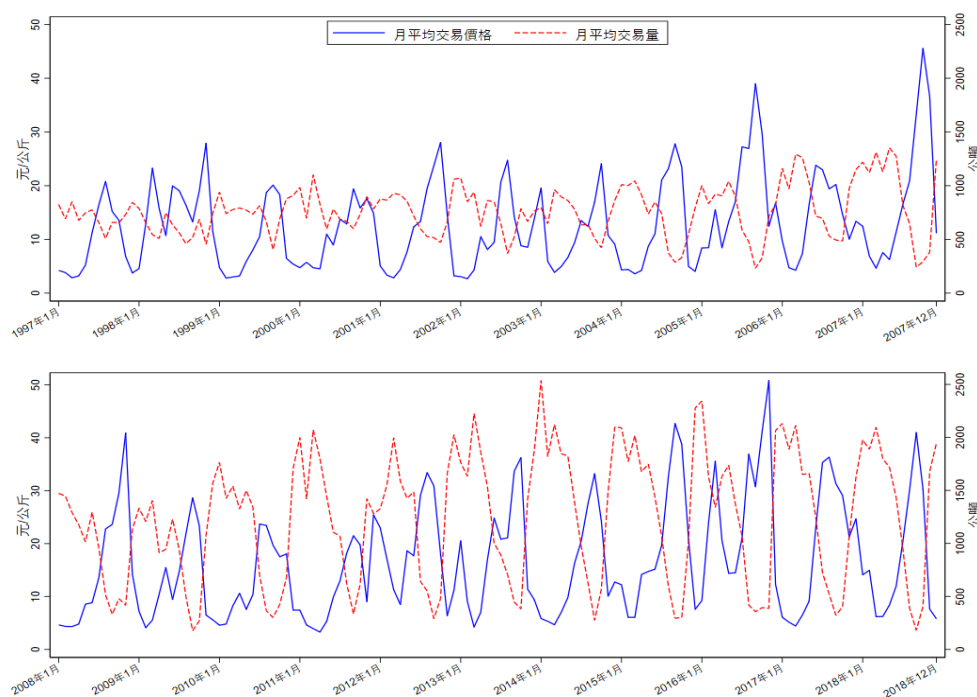


圖 3 高麗菜平均交易價格與交易量 (I)

資料來源：本研究整理。

註：1. 資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

2. 圖中的線條由每個月的平均交易量（公噸）與每個月的平均交易價格（元／公斤）連線而成。

由每月的平均交易價格與數量，如圖 4(b)，除了可看出高麗菜的價格與交易量的負向關係外，同時也可觀察到臺灣高麗菜價格的變化週期，自 5 月與 6 月梅雨季與 7 月至 9 月西南氣流引起的豪大雨與颱風季，使得高麗菜產量降低。所以通常在 9 月時，平均交易量達最低，僅有 15.29 公噸，價格達最高 24.13 元。自 9 月起，災後的高價吸引許多農民投入種植，因氣候合宜且農民復耕時間一致，使得產量增加，價格下跌。到了 1 月至 4 月的價格則處於低點，平均而言以 2 月的平均交易量最高 59.18 公噸，價格約為 7.16 元。圖 4(b)同時也反映出市場價格是臺灣農民挑選栽種品項時的重要參考依據，且也可由過去的農產品價格暴跌案例（例如：2018 年香蕉與鳳梨價格暴跌）看出此一現象。許多農民因前一期（年）的高價格而選擇種植相同的農作物，種植時間趨於一致，導致同一時期的收穫量遠超過市場需求，進而造成市場價格崩跌。

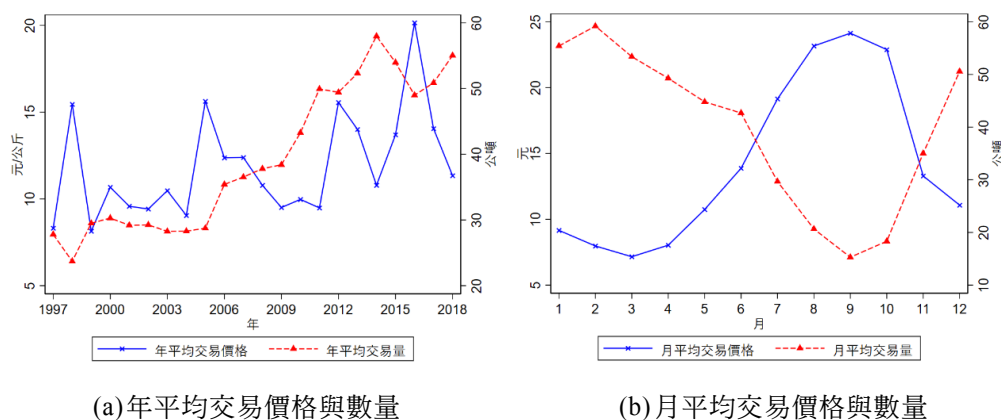


圖 4 高麗菜平均交易價格與交易量 (II)

資料來源：本研究整理。

註：1. 資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

2. 圖中每一個點表示臺北二市每年（月）高麗菜的平均交易價格與數量。

為何常有一窩蜂投入種植相同農作物，進而造成市場價格崩盤的類似事件層出不窮？一方面為農民犯了邏輯上合成的謬誤（the fallacy of composition），

在高麗菜的價格高時，多數農民認為種植高麗菜將可從中獲取較大的利益，因此投入種植，但卻忽略了其他農民也有一樣的想法，導致在收成時節則會發生供給過剩的問題，使得投入種植的農民不僅未能從中獲取更多利潤，甚至未能回收投入的成本。另一方面，各個農民決定是否種植高麗菜猶如「懦夫賽局」(the game of chicken)。假設一位農民的種植量即可滿足市場的需求，但目前有二位農民皆有意願種植高麗菜，報酬矩陣 (payoff table) 如圖 5，農民最好的結果為自己「種植高麗菜」且對方「種植其他作物」，則可得到 7 的報酬 (payoff)；次好的為雙方皆「種植其他作物」則可得報酬 6；最差的情況為雙方皆「種植高麗菜」，則沒有利潤。奈許均衡 (Nash equilibrium) 分別為 (種植高麗菜，種植其他作物)、(種植其他作物，種植高麗菜) 以及 $([\frac{2}{3} \text{ 種植其他作物} + \frac{1}{3} \text{ 種植高麗菜}], [\frac{2}{3} \text{ 種植其他作物} + \frac{1}{3} \text{ 種植高麗菜}])$ ，報酬分別為 (7,2)、(2,7) 與 $(\frac{14}{3}, \frac{14}{3})$ 。但實際上，沒有農民會願意放棄種植高麗菜，讓豐厚收益被其他農民拿走，因此雙方互不相讓，導致超額供給、價格崩盤雙方皆不能從中獲取利益。

		農民 2	
		種植 其他作物	種植 高麗菜
農民 1	種植 其他作物	6, 6	2, 7
	種植 高麗菜	7, 2	0, 0

圖 5 農民是否種植高麗菜決策之報酬矩陣

資料來源：本研究整理。

註：報酬的值源自 Maschler, Solan and Zamir (2013)。

全臺一半以上的高麗菜來自雲林縣、彰化縣與嘉義縣的平原地區，高麗菜在日溫為攝氏 20 度與夜溫為攝氏 15 度時的生長環境最佳，當溫度過低時

(15 度以下)則會發生生育延遲,結球不緊或抽苔;溫度過高(30 度以上)時,則生育衰弱,葉球較小且緊密,葉片的質地較硬,使得口感不好。故除了夏季以外的其他季節,平地產區可大量生產高麗菜;為調節夏季產量,種植區域往高冷地區延伸,主要以梨山與福壽山為主。但由於水土保持因素,高山種植面積受限,高冷地區的產量遠低於平地產區的產量。根據行政院農業委員會農糧署高麗菜主要產區統計,每年 8 月至隔年 4 月主要產區為平地產區,5 月至 7 月為高山產區。因此我們假設臺北二市在 1 月至 4 月與 8 月至 12 月交易的高麗菜皆來自於平地產區,5 月至 7 月交易的高麗菜來自高山產區。臺北二市整體的初秋交易價格為每公斤 15.45 元,平均每日交易量約為 39.23 公噸,若按產區分,平地與高山高麗菜的每日平均交易價格與交易量差異不大,高山產區的每日平均交易價格與數量分別為每公斤 14.90 元與 38.96 公噸,平地產區的每日平均交易價格與數量為每公斤 15.64 元與 39.33 公噸,但由於平地產區的產期經歷過颱風季,因此其價格與交易量的變化幅度較高山產區大,高山與平地產區交易價格的標準差為 7.38 與 15.64,交易量則分別為 15.94 與 25.86 (詳如表 2)。

表 2 初秋交易價格與交易量敘述統計量－按產期分

	整體	產期：5-7 月 －高山高麗菜				產期：1-4 月與 8-12 月 －平地高麗菜			
		平均數	標準差	最小值	最大值	平均數	標準差	最小值	最大值
交易數量 (單位：公噸)	39.23 (23.71)	38.96	15.94	3.10	90.73	39.33	25.86	0.18	180.90
交易價格 (單位：公斤/元)	15.45 (11.04)	14.90	7.38	3.10	50.8	15.64	12.05	1.9	73.40
樣本數	6,697	1,718				4,979			

資料來源：本研究整理。

註：資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

3.3 產地氣候、工具變數設定與變數說明

雖然臺灣幅員較小，但地形豐富，因此各地的氣候差異甚大，為能更精確掌握產地氣候所帶來的影響，因此我們挑選在主要產區所在鄉鎮之所有氣象測站所測得的資料作為該產區的氣象指標。產地與氣象站對應，如表 3。但因資料限制，臺北二市的交易資料為每個交易日各品項的交易總量，無法按產地細分，假設臺北二市在 1 月至 4 月與 8 月至 12 月的高麗菜交易量平均皆來自於平地各產地，5 月至 7 月交易的高麗菜亦平均來自每個高山產地，其中平地產區主要位於雲林縣、彰化縣與嘉義縣，高山產區則為福壽山與梨山地區。另一方面，由於中央氣象局會定期汰舊換新與修繕觀測設備，甚至搬遷氣象測站，造成部分鄉鎮在某些期間，沒有觀測資料，由於產區之各產地的距離相聚較近且地形有相似，遇到此一情形時，則以有觀測資料之側站來代表此一產區之氣候。以高山產區為例，1997 年 1 月至 2004 年 5 月之氣象資訊來源為三個氣象觀測站，分別為梨山站（C0F860）、太平山站（C0U710）與南山站（C1U720）；2004 年 6 月起，中央氣象局移除梨山站（C0F860），所以 2004 年 6 月之高山產區氣象資料以太平山站（C0U710）與南山站（C1U720）代表；2004 年 7 月，新增梨山站（C0F861），2004 年 7 月起則以梨山站（C0F861）、太平山站（C0U710）與南山站（C1U720）。最後，我們根據高麗菜之生長時間，由交易日往前回溯其生長期間，建構出對應高麗菜產季與產區的氣象資料，以生長期兩個月為例，影響臺北二市交易之高麗菜生長的氣象即為分別為 1 至 2 月和 6 至 12 月的平地產區，以及 3 月至 7 月的高山產區。

由於高麗菜為低矮且粗壯的草本作物，因此除了氣溫與雨量外，較不易受風量等其他氣候因素影響，故本文將以產地氣溫與雨量作為高麗菜需求函數的工具變數。我們亦依不同的生長期間的氣候因子作為影響交易供給的外在衝擊，分別為交易日前 60 天、交易日前 65 天與交易日前 70 天。根據以

表 3 氣象測站與高麗菜產地對應

產區	高麗菜產地	氣象站	資料期間
平地產區	雲林縣	土庫鎮	土庫 (C1K340)
		元長鄉	元長 (C0K500)
		水林鎮	水林 (C0K510)
		四湖鎮	四湖 (C0K280)
		崙背鄉	崙背 (C1K250)
		崙背	崙背 (C0K250)
		褒忠鄉	褒忠 (C1K270)
	彰化縣	大村鄉	鹿港 (C0G640)
		員林	員林 (C0G650)
		大城鄉	臺西 (C0G710)
		大城	大城 (C0G750)
		竹塘鄉	竹塘 (C0G750)
		溪湖鎮	溪湖 (C1G660)
		溪湖	溪湖 (C0G660)
	嘉義縣	朴子	朴子 (C1M510)
		六腳鄉	六腳 (C0M740)
		鹿草鄉	魚寮 (C1M500)
		鹿草	鹿草 (C0M780)
		新港鄉	新港 (C0M790)
		東後寮	東後寮 (C1M520)
		義竹鄉	東後寮 (C0M520)
高山產區	臺中市	和平鄉	梨山 (C0F860)
		和平鄉	梨山 (C0F861)
	宜蘭縣	大同鄉	太平山 (C0U710)
		大同鄉	南山 (C1U720)

資料來源：行政院農業委員會農糧署以及中央氣象局。

上假設，產區的每日溫度為產區內所有氣象測站之氣溫的算術平均數；依高麗菜適和生長之溫度，我們分別以溫度高於 30 度以上或 15 度以下作為影響高麗菜生長之極端氣溫事件，是否高於 30 度或是否低於 15 度的天數之定義為只要任一產地之測站日平均溫度符合此一標準，則認定該產區當天為高於

30 度或低於 15 度，以高山產區為例，若太平山測站之當日平均溫度 14 度，不管其他測站之溫度為何，高山產區當日平均溫度即認定為 15 度以下。降雨量相關的變數，以中央氣象局豪（大）雨雨量分級標準（註 4）定義，若產區內任一氣象站的累積雨量達任一分級標準，則認定該產區降雨也達該標準，以平地產區為例，若彰化縣溪湖測站的 24 小時累積雨量達 350 毫米以上，則平地產區的雨量為「大豪雨」等級。根據此一方式，分別建構高山與平地產區的每日氣溫與降雨量資料。

高麗菜產區的平均氣溫不管是平地還是高山皆為上升趨勢（如圖 6 所示），且上升的幅度愈來愈大，平地產區以 2017 年最高，達 23.69 度，2004 年最低僅 22.72 度；高山產區則是於 1998 年最高，達 13.26 度，2011 年最低，為 11.04 度。進一步以每個交易日前 60 天的天氣狀況來看，平地高麗菜生長期間內日平均溫度高於 28 度的天數呈現逐年上升趨勢，而高山高麗菜生長期間日平均溫度低於 15 度的天數呈現逐年下降趨勢（如圖 7）。平地產區日平均溫度高於 28 度的天數以 2017 年的 18.24 天為最多，1999 年的 6.53 天為最低，而高山產區日平均溫度低於 15 度的天數則是以 2008 年的 39.91 天最多，2016 年的 21.14 天為最少。由上述可知，主要的高麗菜產區溫度與全球暖化使臺灣平均溫度上升的影響一致。由於高麗菜最適生長的环境為白天氣溫 20 度，夜晚溫度 15 度，當溫度過低（低於 15 度以下）時，高麗菜將會結球不緊實與生長延遲，當溫度過高（超過 30 度）則會造成生長衰弱，葉球緊密使得口感不佳。因產地氣溫的趨勢為逐年增加，所以本文有關高麗菜供給函數的產地氣溫工具變數分別為「生長期內前三高溫度的平均」、「生長期高於 30 度的天數」以及「低於 15 度的天數」等三個變數。就各產區雨量達大雨、豪雨、大豪雨以及超大豪雨之天數而言，平地產區以 2008 年雨量達大雨與豪雨等級的天數最多，分別為 15 天與 3 天；高山產區的雨量較多，其中以 2005 年大雨等級天數 13 天、豪雨等級天數 7 天、大豪雨等級天數 3 天以及超大豪雨等級 1 天（如圖 8）。同樣地，由圖 9 交易日前 60 天的降雨情況，

平地產區大雨、豪雨皆微幅增加，高山產區則是大雨特報天數微幅增加，而豪雨特報天數持平。

高麗菜適宜生長的溫度為攝氏 20 度左右，根據歷史交易紀錄，高麗菜的價格波動與降雨量有極大的關係，因此產地的氣溫與雨量作為認定需求變數應是一個相當適合的工具變數。根據高麗菜適合生產的溫度與臺灣的溫度概況，我們以生長期間 60 天、65 天以及 75 天前三高溫度的算術平均數、高於 30 度的天數以及低於 15 度的天數，來代表高麗菜生長期間的產地溫度高低。雖然文獻上未指出高麗菜適合生長環境的降雨情形，但根據交易紀錄可發現降雨量與高麗菜價格有著密不可分得關係，因此依中央氣象局的大雨特報（24 小時內累積雨量達 80 毫米）標準來衡量降雨情形，以生長期間內大雨特報天數來表示產地降雨。除了外在的氣候條件影響高麗菜的收穫量外，農民的農事耕作安排與種植意願也是影響供給數量的重要原因，農曆月份為農民安排農事耕作相關事宜的重要參考依據，但對消費者的高麗菜購買行為沒有影響。

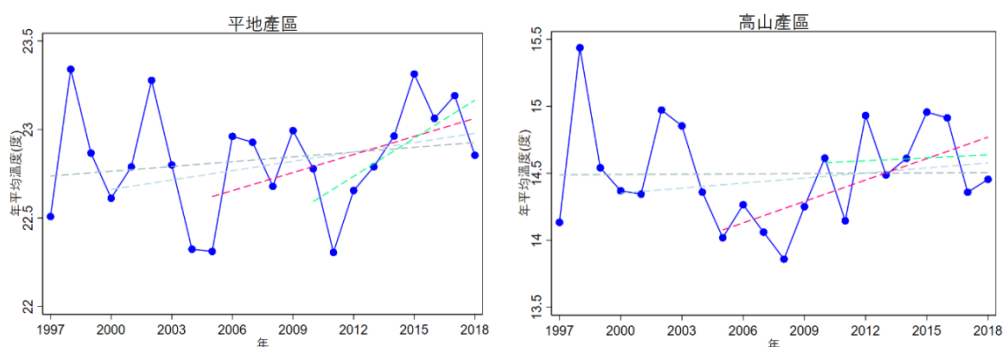


圖 6 交易日前 60 天主要產區的年平均氣溫變化趨勢

資料來源：本研究整理。

註：1. 資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

2. 圖中每一個點表示每年高麗菜種植期間（以 2 個月算）的平均溫度。平地產區的年平均氣溫為每年 1 月至 4 月與 6 月至 12 月的平均氣溫，而高山產區的年平均氣溫為每年 3 月至 7 月間產區的平均氣溫。

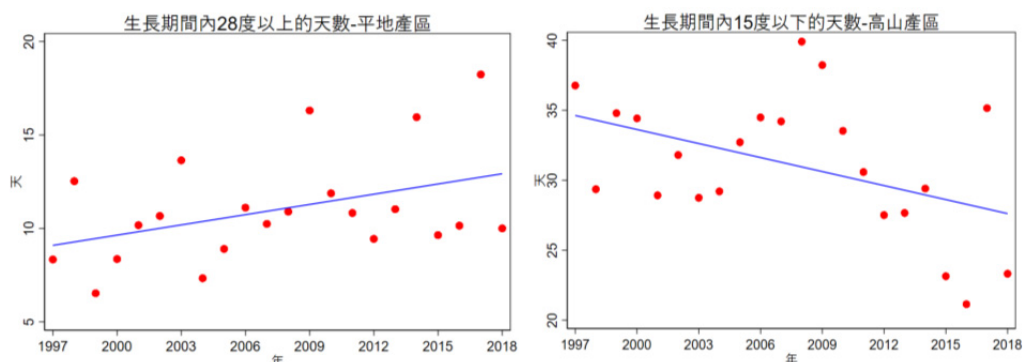


圖 7 交易日前 60 天主要產區的高溫與低溫天數

資料來源：本研究整理。

註：1. 資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

2. 圖中每一個點表示交易前 60 天內的高於 28 度（平地產區）或低於 15 度（高山產區）的每年平均天數。

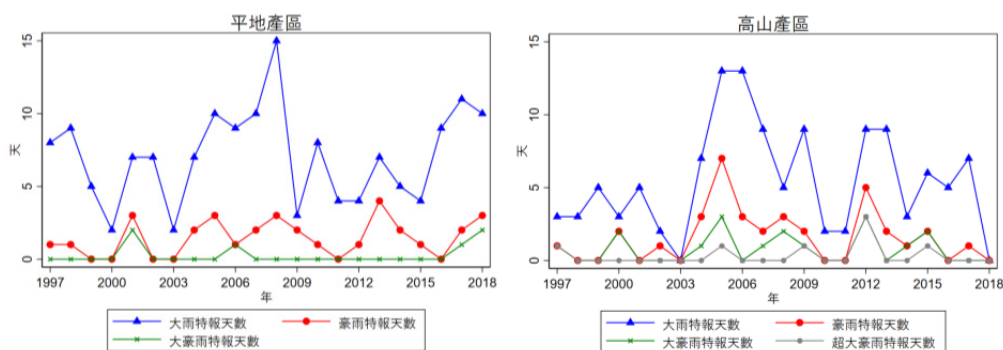


圖 8 交易日前 60 天主要產區的雨量變化趨勢

資料來源：本研究整理。

註：1. 資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

2. 圖中每一個點表示每年高山產區與平地產區雨量達大雨、豪雨與大豪雨標準之天數，平地產區之種植期間為 1 月至 4 月與 6 月至 12 月，而高山產區之種植時間為 3 月至 7 月。

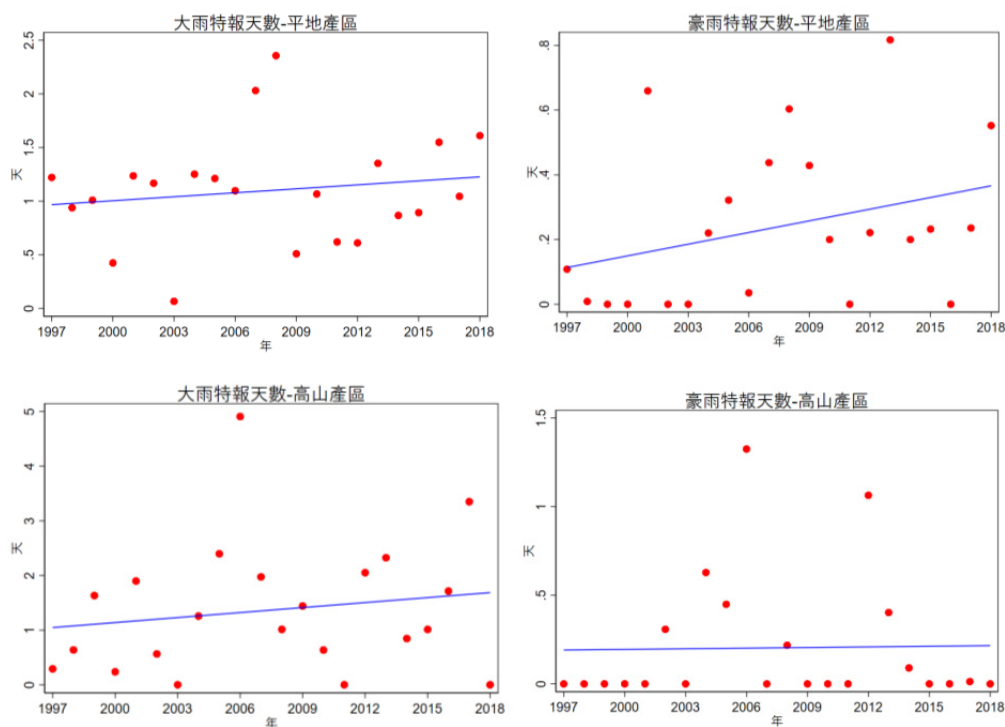


圖 9 交易日前 60 天主要產區的大雨與豪與平均天數

資料來源：本研究整理。

註：1. 資料期間為 1997 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日。

2. 圖中每一個點表示交易日為 5 月至 7 月的交易日前 60 天之內之大雨與豪雨特報年平均天數。

除了氣候因素外，農民的種植意願、種植面積的多寡也是影響供給的另一重要因素，影響農民種植意願與面積的重要因素為種植前的市場價格。因高麗菜的生長期約 60 天，因此我們以交易日前 60 天之前 10 個交易天數的平均市場交易價格來反映農民的種植意願，且因交易日前 2 個月的價格不影響消費者的購買行為，此變數亦是合適的工具變數。以上所述變數之定義及統計量，如表 4 所示，表 5 為影響高麗菜需求函數的外生變數之定義及其統計量。

表 4 工具變數定義及統計量

變數名稱	變數說明	平均數	標準差	最小值	最大值
avg3temp_60	主要產區生長期間內（60 天） 前三高溫度的平均數	24.0876	4.5696	14.6902	30.6548
avg3temp_65	主要產區生長期間內（65 天） 前三高溫度的平均數	24.2267	4.5960	14.6902	30.6548
avg3temp_70	主要產區生長期間內（70 天） 前三高溫度的平均數	24.3608	4.6197	14.6902	30.6548
d3060	主要產區生長期間內（60 天） 氣溫高於 30 度的天數	0.1766	0.9840	0.0000	12.0000
d3065	主要產區生長期間內（65 天） 氣溫高於 30 度的天數	0.1952	1.0423	0.0000	12.0000
d3070	主要產區生長期間內（70 天） 氣溫高於 30 度的天數	0.2148	1.1105	0.0000	12.0000
d3_3060	主要產區生長期間內（60 天） 氣溫高於 30 度的天數超過 3 天	0.0167	0.1280	0.0000	1.0000
d3_3065	主要產區生長期間內（65 天） 氣溫高於 30 度的天數超過 3 天	0.0184	0.1344	0.0000	1.0000
d3_3070	主要產區生長期間內（70 天） 氣溫高於 30 度的天數超過 3 天	0.0206	0.1421	0.0000	1.0000
d1560	主要產區生長期間內（60 天） 氣溫低於 15 度的天數	11.1981	15.3028	0.0000	60.0000
d1565	主要產區生長期間內（65 天） 氣溫低於 15 度的天數	12.4534	16.8573	0.0000	65.0000
d1570	主要產區生長期間內（70 天） 氣溫低於 15 度的天數	13.7462	18.4537	0.0000	70.0000
d3_1560	主要產區生長期間內（60 天） 氣溫低於 15 度的天數超過 3 天	0.5410	0.4984	0.0000	1.0000
d3_1565	主要產區生長期間內（65 天） 氣溫低於 15 度的天數超過 3 天	0.5523	0.4973	0.0000	1.0000
d3_1570	主要產區生長期間內（70 天） 氣溫低於 15 度的天數超過 3 天	0.5603	0.4964	0.0000	1.0000
drain60	主要產區生長期間內（60 天） 大雨特報的天數	1.1615	1.7793	0.0000	10.0000
drain65	主要產區生長期間內（65 天） 大雨特報的天數	1.2710	1.8952	0.0000	10.0000
drain70	主要產區生長期間內（70 天） 大雨特報的天數	1.2710	1.8952	0.0000	10.0000

表 4 工具變數定義及統計量 (續前頁)

變數名稱	變數說明	平均數	標準差	最小值	最大值
d3_rain60	主要產區生長期間內 (60 天) 大雨特報天數超過 3 天	0.1939	0.3954	0.0000	1.0000
d3_rain65	主要產區生長期間內 (65 天) 大雨特報天數超過 3 天	0.2131	0.4095	0.0000	1.0000
d3_rain70	主要產區生長期間內 (70 天) 大雨特報天數超過 3 天	0.2300	0.4208	0.0000	1.0000
avg_price	臺北二市交易日前 60 天之前 10 天高麗菜平均交易價格	13.4206	7.8678	2.5686	53.6141
LM_1	農曆一月的虛擬變數	0.0656	0.2476	0.0000	1.0000
LM_2	農曆二月的虛擬變數	0.0854	0.2795	0.0000	1.0000
LM_3	農曆三月的虛擬變數	0.0810	0.2728	0.0000	1.0000
LM_4	農曆四月的虛擬變數	0.0871	0.2820	0.0000	1.0000
LM_5	農曆五月的虛擬變數	0.0840	0.2774	0.0000	1.0000
LM_6	農曆六月的虛擬變數	0.0849	0.2788	0.0000	1.0000
LM_7	農曆七月的虛擬變數	0.0767	0.2662	0.0000	1.0000
LM_8	農曆八月的虛擬變數	0.0829	0.2757	0.0000	1.0000
LM_9	農曆九月的虛擬變數	0.0906	0.2870	0.0000	1.0000
LM_10	農曆十月的虛擬變數	0.0882	0.2836	0.0000	1.0000
LM_11	農曆十一月的虛擬變數	0.0871	0.2820	0.0000	1.0000
LM_12	農曆十二月的虛擬變數	0.0865	0.2811	0.0000	1.0000

資料來源：本研究整理。

註：樣本數為 6,359。

表 5 主要解釋變數定義及統計量

變數名稱	定義	平均數	標準差	最小值	最大值
lnP	ln (交易量)	10.3999	0.6614	6.9078	12.1057
lnQ	ln (交易價格)	2.4862	0.7549	0.6419	4.2959
lnLQ	ln (前一交易日的交易量)	11.8405	0.3407	9.2393	12.9755
temp_tpe	交易日前一周臺北市平均氣溫	22.9844	5.0196	10.0774	32.1131
d36_tpe	交易日前一周臺北市「高溫」天數	0.1738	0.6780	0.0000	7.0000
d10_tpe	交易日前一周臺北市「低溫」天數	0.1490	0.6366	0.0000	7.0000
drian_tpe	交易日前一周臺北市雨量達大豪雨 等級的天數	0.0755	0.3147	0.0000	3.0000

表 5 主要解釋變數定義及統計量（續前頁）

變數名稱	定義	平均數	標準差	最小值	最大值
weekend	周末的虛擬變數	0.1698	0.3755	0.0000	1.0000
off2day	臺北二市將休市至少 2 天的虛擬變數	0.3222	0.4674	0.0000	1.0000
CNY7	過年前一周的虛擬變數	0.0220	0.1467	0.0000	1.0000
ln(P_SX)	ln（芽菜類的平均交易價格）	2.6898	0.1578	2.1942	3.6367
M_1	一月的虛擬變數	0.0851	0.2790	0.0000	1.0000
M_2	二月的虛擬變數	0.0679	0.2517	0.0000	1.0000
M_3	三月的虛擬變數	0.0868	0.2816	0.0000	1.0000
M_4	四月的虛擬變數	0.0810	0.2728	0.0000	1.0000
M_5	五月的虛擬變數	0.0819	0.2743	0.0000	1.0000
M_6	六月的虛擬變數	0.0793	0.2702	0.0000	1.0000
M_7	七月的虛擬變數	0.0848	0.2785	0.0000	1.0000
M_8	八月的虛擬變數	0.0807	0.2724	0.0000	1.0000
M_9	九月的虛擬變數	0.0818	0.2740	0.0000	1.0000
M_10	十月的虛擬變數	0.0903	0.2866	0.0000	1.0000
M_11	十一月的虛擬變數	0.0885	0.2841	0.0000	1.0000
M_12	十二月的虛擬變數	0.0920	0.2890	0.0000	1.0000
YR_1997	1997 年的虛擬變數	0.0167	0.1280	0.0000	1.0000
YR_1998	1998 年的虛擬變數	0.0425	0.2017	0.0000	1.0000
YR_1999	1999 年的虛擬變數	0.0486	0.2150	0.0000	1.0000
YR_2000	2000 年的虛擬變數	0.0470	0.2117	0.0000	1.0000
YR_2001	2001 年的虛擬變數	0.0484	0.2147	0.0000	1.0000
YR_2002	2002 年的虛擬變數	0.0439	0.2048	0.0000	1.0000
YR_2003	2003 年的虛擬變數	0.0483	0.2144	0.0000	1.0000
YR_2004	2004 年的虛擬變數	0.0480	0.2137	0.0000	1.0000
YR_2005	2005 年的虛擬變數	0.0478	0.2134	0.0000	1.0000
YR_2006	2006 年的虛擬變數	0.0392	0.1940	0.0000	1.0000
YR_2007	2007 年的虛擬變數	0.0475	0.2127	0.0000	1.0000
YR_2008	2008 年的虛擬變數	0.0480	0.2137	0.0000	1.0000
YR_2009	2009 年的虛擬變數	0.0473	0.2124	0.0000	1.0000
YR_2010	2010 年的虛擬變數	0.0475	0.2127	0.0000	1.0000
YR_2011	2011 年的虛擬變數	0.0476	0.2130	0.0000	1.0000
YR_2012	2012 年的虛擬變數	0.0478	0.2134	0.0000	1.0000

表 5 主要解釋變數定義及統計量 (續前頁)

變數名稱	定義	平均數	標準差	最小值	最大值
YR_2013	2013 年的虛擬變數	0.0472	0.2120	0.0000	1.0000
YR_2014	2014 年的虛擬變數	0.0476	0.2130	0.0000	1.0000
YR_2015	2015 年的虛擬變數	0.0475	0.2127	0.0000	1.0000
YR_2016	2016 年的虛擬變數	0.0473	0.2124	0.0000	1.0000
YR_2017	2017 年的虛擬變數	0.0475	0.2127	0.0000	1.0000
YR_2018	2018 年的虛擬變數	0.0469	0.2114	0.0000	1.0000

資料來源：本研究整理。

註：1. 樣本數為 6,359。

2. 臺北市之氣象資料以位於臺北市中正區公園路 64 號 (中央氣象局) 測站作為代表。
3. 依據中央氣象局 107 年 6 月 15 日發布之「高溫資訊」,「高溫」定義為地面上溫度上升至攝氏 36 度以上之現象。
4. 中央氣象局預計最快 11 月起發布「低溫燈號」預警新制,分為黃 (當日低溫下探 10 度以下)、橙 (低溫 6 度以下且高溫低於 12 度)、紅 (連續 24 小時低溫下探 6 度以下) 3 種燈,據此本研究之「低溫」設定為當日最低溫 10 度以下。
5. 芽菜平均價格則為綠豆芽、黃豆芽、豌豆芽以及苜蓿芽之的總交易收入除以總交易量。

IV、實證結果

在本章節中我們將依第(2)式與第(3)式分別進行基準模型 (benchmark model)、不同解釋變數、不同工具變數以及不同資料期間的高麗菜需求函數估計,並利用估計的參數計算氣象事件對社會福利的影響。

4.1 基準模型結果

首先,我們將工具變數設定為生長期間內前三高溫之溫度的算術平均、生長期內產區平均溫度低於 15 度的天數、生長期內產區平均溫度高於 30 度的天數、生長期間內大雨特報天數以及農曆月份之虛擬變數估計第 (2) 式。

影響需求函數之外生變數包括交易日前一周臺北市平均氣溫、交易日前一周臺北市雨量達大雨等級的天數、芽菜類的平均交易價格、國曆月份以及年份之虛擬變數，進行第(3)式的估計，作為本研究之基準模型。

因高麗菜的價格存在序列相關，我們以 Newey and West (1987) 提出的 HAC 調整標準差，因此需預先決定存在自我相關的落後期數，在實務操作上，存在自我相關的落後期數以總期數的 $\frac{1}{4}$ 次方代替 (Greene, 2012)，臺北果菜市場自 1997 年至 2018 年高麗菜的交易天數共計有 6,697 天，在扣除氣象變數遺漏的樣本，最後的有效樣本為 6,359 天，故落後期數將設定為 9。第一階段的估計結果（如附表 1）反映出現實的市場價格狀況，若在生長期間的天氣條件對高麗菜生長愈不利，高麗菜價格會顯著的增加，以生長期間 65 天為例，當前三高平均氣溫高於 1 度，則單位價格会上漲 9.97%；當生長期間高於 30 度的天數、低於 15 度的天數與大雨特報天數每增加一天，則價格分別会上漲 1.34%、0.49% 與 12.14%，根據第一階段結果得到之 $\widehat{\ln(P)}$ 之配適值平均數為 2.49，標準差約為 0.63 左右。第二階段的估計結果亦與預期一致，由表 6 的(1)欄可以得知，在生長期為 60 天之設定下，基準模型之需求彈性估計值約為 0.56（註 5），而生長期間愈長，需求彈性僅呈微幅減少，仍約為 0.56。前一交易日高麗菜的交易數量對今日的交易數量的影響為負向，但沒有顯著的影響。在消費地的氣候對消費者購買行為的影響，交易日前一周的平均溫度對消費者的購買量有顯著的反向影響，當平均溫度降低攝氏 1 度時，高麗菜需求量約增加 4.07% 至 4.09%，而降雨量造成消費者的高麗菜購買量增加，但沒有顯著的影響，芽菜的交叉價格彈性約為 0.51。

4.2 模型穩健性檢驗 (Robustness Check)

我們更進一步加入不同的變數於模型，以檢測模型的穩健性。除了消費地的氣候會影響消費者的購買行為，假期也是改變消費者消費購買行為的因素之一。因此我們加入果菜市場休市超過兩天、周末以及農曆新年前七天之虛擬

表 6 實證結果－基準模型

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)
lnP	-0.5634*** (0.0632)	-0.5582*** (0.0630)	-0.5569*** (0.0623)
lnLQ	-0.0256 (0.0543)	-0.0219 (0.0552)	-0.0209 (0.0553)
temp_tpe	-0.0409*** (0.0050)	-0.0407*** (0.0049)	-0.0407*** (0.0049)
drain_tpe	0.0231 (0.0351)	0.0232 (0.0352)	0.0232 (0.0352)
ln(P_SX)	0.5137*** (0.0736)	0.5120*** (0.0738)	0.5115*** (0.0737)
R ²	0.6824	0.6831	0.6833
Chi ² statistics	2,388.0754	2,406.1336	2,389.3383
N	6,359	6,359	6,359

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1%的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5%的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10%的顯著水準下估計值顯著異於零。

3. 各結果皆包含月分與年份之虛擬變數，為減少篇幅未列出。

變數，以了解消費者是否會因為節慶而調整高麗菜的購買量，第一階段之結果詳如附表 2。由表 7 的(1)至(3)欄的估計結果發現高麗菜的需求彈性介於 0.56 與 0.57 之間，市場將休市至少 2 天，需求量會顯著增加 3.54%至 3.62%，周末的高麗菜需求量較平日大，但沒有顯著的正相關，過年前一周，高麗菜的需求量約顯著的上升 18.04%至 18.24%。其他影響需求量的外生變數方面，前一天的交易量與今日成交量為負向關係，但不具顯著性，消費地的交易日前一周的平均氣溫每降低攝氏 1 度，需求量顯著增加 4.02%至 4.04%，降量情形則對消費者需求量沒有顯著的影響。

最後，消費地前一周的平均溫度改以前一周平均溫度高於攝氏 36 度的天數以及低於攝氏 10 度的天數來取代原來的交易日前一周的平均溫度，由表 7 的(4)至(6)欄可以知道高麗菜的需求彈性微幅提升，介於 0.59 與 0.61

間。消費地的高溫天數對高麗菜需求有顯著的負向影響，低溫天數對高麗菜需求則是有顯著的正向影響，當超過攝氏 36 度的天數每增加一天，高麗菜需求會降低 3.27%至 3.28%，低於攝氏 10 度的天數每增加一天，高麗菜需求提高約 5.27%至 5.34%。由此可知，加入不同的變數與變數形式，臺北二市的高麗菜需求彈性變異不大，且不同的生長期間設定對需求彈性的估計值差異甚小，整體而言，生長期為 60 天，需求彈性介於 0.57 至 0.61 間；生長期為 65 天時，需求彈性約為 0.57 與 0.60 之間；生長期為 70 天時，介於 0.56 與 0.59。

表 7 實證結果－穩健性檢驗

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnP	-0.5719*** (0.0640)	-0.5652*** (0.0637)	-0.5613*** (0.0629)	-0.6061*** (0.0678)	-0.5953*** (0.0669)	-0.5892*** (0.0656)
lnLQ	-0.0603 (0.0565)	-0.0551 (0.0575)	-0.0522 (0.0575)	-0.0662 (0.0584)	-0.0581 (0.0591)	-0.0534 (0.0588)
temp_tpe	-0.0404*** (0.0049)	-0.0402*** (0.0049)	-0.0402*** (0.0049)			
d10_tpe				0.0534*** (0.0155)	0.0530*** (0.0153)	0.0527*** (0.0151)
d36_tpe				-0.0328** (0.0117)	-0.0327** (0.0117)	-0.0327** (0.0116)
drain_tpe	0.0213 (0.0351)	0.0214 (0.0351)	0.0215 (0.0351)	0.0291 (0.0361)	0.0292 (0.0361)	0.0293 (0.0361)
ln(P_SX)	0.4696*** (0.0751)	0.4675*** (0.0751)	0.4662*** (0.0750)	0.4826*** (0.0766)	0.4791*** (0.0764)	0.4771*** (0.0762)
off2day	0.0362** (0.0120)	0.0357** (0.0119)	0.0354** (0.0119)	0.0379** (0.0123)	0.0371** (0.0122)	0.0366** (0.0122)
weekend	0.0094 (0.0104)	0.0098 (0.0104)	0.0100 (0.0104)	0.0083 (0.0106)	0.0089 (0.0105)	0.0093 (0.0105)
CYN7	0.1824** (0.0671)	0.1812** (0.0667)	0.1805** (0.0664)	0.2056** (0.0681)	0.2036** (0.0674)	0.2024** (0.0670)
R ²	0.6830	0.6840	0.6846	0.6686	0.6706	0.6717
Chi ² statistics	2,382.8270	2,405.9518	2,395.9287	2,237.2949	2,268.6949	2,269.3561
N	6,359	6,359	6,359	6,359	6,359	6,359

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1%的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5%的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10%的顯著水準下估計值顯著異於零。
3. 各結果皆包含月份與年份之虛擬變數，為減少篇幅未列出。

4.3 使用不同的工具變數

根據前述的估計結果，本研究模型設定具相當程度的穩健性。接下來在本小節中，我們進一步欲了解不同工具變數的選擇對高麗菜需求彈性估計是否會有影響？因此我們將產地氣溫與雨量的變數設定改為高溫、低溫與大雨特報天數是否超過三天的虛擬變數。另一方面，除了氣象因子外，「農民種植的意願」也是影響高麗菜供給的重要因素，如種植前農民所觀察到的高麗菜價格，當種植前的價格很高時，若部分農民是短視的 (myopic)，則將增加這些農民的種植意願，而兩個月前的價格應該不會影響當前消費者的購買行為，所以我們將以交易日前 60 天之前 10 天平均價格當做影響農民種植意願的代替變數，並以此作為工具變數。以下將對兩組工具變數的估計結果分別討論：

4.3.1 氣象變數為虛擬變數

我們延續表 7，將認定需求函數的工具變數由原來的生長期間內高於攝氏 30 度的天數、低於攝氏 15 度的天數以及大雨特報的天數改為生長期間日平均氣溫高於攝氏 30 度的天數是否超過 3 天、低於攝氏 15 度的天數是否超過 3 天以及大雨特報的天數是否超過 3 天的虛擬變數，第一階段之結果詳如附表 3，第二階段結果如表 8 所示。相較於表 7 需求彈性皆降低。首先，我們改以虛擬變數形式的工具變數，由表 8 的 (1) 至 (3) 欄的估計結果，需求彈性介於 0.53 與 0.54 之間，且其他影響需求的外生變數之影響程度皆變小。同樣的，當消費地的氣溫變數由交易前一周的平均溫度改為高溫（高於攝氏 36 度以上）與低溫（低於攝氏 10 度）的天數，估計結果如表 8 的 (4) 至 (6) 欄所示，相較於 (1) 至 (3) 欄的結果，需求彈性的估計結果較大，落於 0.57 至 0.58 之間，其他的外生變數的估計結果也是如此。

4.3.2 加入農民種植高麗菜意願

高麗菜的供給除了受到生長期間之氣候影響外，農民在決定是否種植時的市場價格也是影響供給的另一重要因素。因此除了考慮主要產區的氣候外，我們以交易日前 60 天之前 10 天平均交易價格視為農民種植意願的代理變數，並以此作為衡量需求函數的工具變數。我們以結果表 8 的設定為基礎，第一段之被解釋變數加入交易日前 60 天之前 10 天平均交易價格，結果詳如附表 4，第二階段估計結果如表 9，高麗菜需求彈性介於 0.53 至 0.55 之間；工具變數改變，對其他外生變數的估計結果僅有些微的差異。

表 8 實證結果－工具變數的產地氣溫改為虛擬變數

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnP	-0.5411*** (0.0699)	-0.5350*** (0.0638)	-0.5309*** (0.0597)	-0.5828*** (0.0743)	-0.5747*** (0.0673)	-0.5664*** (0.0627)
lnLQ	-0.0367 (0.0628)	-0.0320 (0.0602)	-0.0289 (0.0575)	-0.0487 (0.0656)	-0.0425 (0.0625)	-0.0363 (0.0595)
temp_tpe	-0.0397*** (0.0048)	-0.0396*** (0.0047)	-0.0395*** (0.0047)			
d10_tpe				0.0525*** (0.0150)	0.0522*** (0.0148)	0.0519*** (0.0146)
d36_tpe				-0.0327** (0.0116)	-0.0326** (0.0116)	-0.0326** (0.0116)
drain_tpe	0.0219 (0.0352)	0.0220 (0.0352)	0.0221 (0.0352)	0.0294 (0.0361)	0.0295 (0.0361)	0.0296 (0.0361)
ln(P_SX)	0.4597*** (0.0735)	0.4577*** (0.0727)	0.4564*** (0.0728)	0.4750*** (0.0750)	0.4724*** (0.0740)	0.4697*** (0.0739)
off2day	0.0339** (0.0124)	0.0335** (0.0122)	0.0332** (0.0120)	0.0362** (0.0128)	0.0356** (0.0125)	0.0350** (0.0123)
weekend	0.0112 (0.0104)	0.0115 (0.0103)	0.0117 (0.0105)	0.0096 (0.0107)	0.0101 (0.0105)	0.0106 (0.0106)
CYN7	0.1769** (0.0652)	0.1758** (0.0647)	0.1751** (0.0643)	0.2012** (0.0665)	0.1982** (0.0658)	0.1997** (0.0652)
R ²	0.6872	0.6880	0.6885	0.6728	0.6742	0.6755
Chi ² statistics	2,464.8415	2,546.0449	2,529.6249	2,307.1849	2,375.8390	2,375.0011
N	6,359	6,359	6,359	6,359	6,359	6,359

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1% 的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5% 的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10% 的顯著水準下估計值顯著異於零。

3. 各結果皆包含月份與年份之虛擬變數，為減少篇幅未列出。

表 9 實證結果－工具變數的產地氣溫改為虛擬變數與加入農民的種植意願

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnP	-0.5317*** (0.0643)	-0.5285*** (0.0595)	-0.5253*** (0.0557)	-0.5532*** (0.0673)	-0.5500*** (0.0620)	-0.5443*** (0.0579)
lnLQ	-0.0295 (0.0583)	-0.0270 (0.0566)	-0.0245 (0.0541)	-0.0263 (0.0599)	-0.0239 (0.0579)	-0.0196 (0.0552)
temp_tpe	-0.0395*** (0.0048)	-0.0394*** (0.0047)	-0.0394*** (0.0047)			
d10_tpe				0.0514*** (0.0145)	0.0513*** (0.0143)	0.0511*** (0.0142)
d36_tpe				-0.0325** (0.0116)	-0.0325** (0.0116)	-0.0324** (0.0116)
drain_tpe	0.0221 (0.0352)	0.0222 (0.0352)	0.0222 (0.0352)	0.0298 (0.0362)	0.0298 (0.0361)	0.0299 (0.0362)
ln(P_SX)	0.4567*** (0.0734)	0.4557*** (0.0728)	0.4546*** (0.0729)	0.4654*** (0.0742)	0.4643*** (0.0735)	0.4625*** (0.0734)
off2day	0.0332** (0.0122)	0.0330** (0.0120)	0.0328** (0.0119)	0.0340** (0.0125)	0.0338** (0.0123)	0.0333** (0.0121)
weekend	0.0117 (0.0104)	0.0119 (0.0103)	0.0121 (0.0104)	0.0113 (0.0106)	0.0115 (0.0104)	0.0118 (0.0105)
CYN7	0.1752** (0.0643)	0.1747** (0.0641)	0.1741** (0.0637)	0.1957** (0.0644)	0.1951** (0.0641)	0.1941** (0.0637)
R ²	0.6884	0.6887	0.6891	0.6775	0.6779	0.6787
Chi ² statistics	2,482.3493	2,552.6728	2,541.8992	2,370.0892	2,428.5177	2,428.3114
N	6,359	6,359	6,359	6,359	6,359	6,359

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1%的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5%的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10%的顯著水準下估計值顯著異於零。
3. 各結果皆包含月份與年份之虛擬變數，為減少篇幅未列出。

由以上的各種估計模型及不同工具變數的設定，我們的實證估計結果顯示整體而言，高麗菜的需求性值介於 0.53~0.61 之間，其相較於文獻中的其他蔬菜需求彈性為大，如許聖章與張靜貞（2011）估計葉菜類之需求彈性值為 0.35~0.36，Huang, Chang and Lin（2011）則是估計以不同生產方式所產出的蔬菜需求彈性，其中有機蔬菜的彈性值為 0.15、產銷履歷蔬菜（traceable agricultural products，簡稱 TAP）為 0.50，而良好農業規範蔬菜（good agricultural practices，簡稱 GAP）則為 0.54。雖本文估計的結果相較於文獻中的其他蔬菜需求彈性略大，但尚屬合理範圍。

4.4 資料期間長短對需求彈性需估計的影響

上述的估計結果為 1997 至 2018 年臺北二市場高麗菜的平均需求彈性的估計結果，由於估計涵蓋時間相當長，有可能隨著時間改變高麗菜的需求彈性值產生變化，因此我們進一步按年份將資料分割，再依照基準模型（第 4 式與第 5 式）分別估計各個子樣本（subsample）的高麗菜的需求函數，結果如表 10。根據個別年度的估計結果可發現 2009 年的需求彈性較大，且由個別年度與三個年度一起估計的結果可發現 2013 至 2015 年的彈性也較其他年度的需求彈性大。其中 2009 年高麗菜需求彈性大的原因可能為當年 8 月份重創臺灣中南部的莫拉克颱風及西南氣流，多處降下刷新歷史紀錄的大雨，有 31 個測站的 24 小時累積雨量高達 1,000 釐米以上，使得農作物因泡水而腐爛，農業損失高達 101.09 億元。葉菜類嚴重短缺，雖高麗菜之主要種植地區並非位於主要災區，但仍受到強降雨嚴重的衝擊，產量銳減。在此情形之下，消費者預期高麗菜價格將會提高，因此當市場價格高於消費者的預期價格，則消費者就會轉買其他就不受災害影響的蔬菜（例如：芽菜、海帶等）；當市場價格低於預期價格，則消費者則會有買到賺到的心態，所以將其他蔬菜的預算都轉買高麗菜。因此，消費者的需求量因市場價格的變動而有較大的反應，亦即需求彈性較高。

2013 年至 2015 年高麗菜需求彈性較大，可能的原因為臺北農產運銷公司的經營策略改變。在 2012 年以後，透過提升產銷組織送菜至市場拍賣的意願來提升經營績效（註 6），因此鼓勵交易員拉高拍賣價格。臺北農產運銷公司的主業收入為供、銷雙方各負擔一半的市場管理費，目前市場管理費為 3%，因此透過比較旗下之臺北一市與臺北二市的交易價格與數量外，也與隸屬新北市果菜運銷股份有限公司的三重果菜批發市場的成交價格與數量比較，透過價格提高以及成交量提高來提高公司績效。在此競爭循環下，可預期一市與二市甚至是三重果菜市場的拍賣員皆會嘗試拉高拍賣價格，因此蔬

菜價格愈來愈高。由於加入批發市場的承銷人門檻低，依據歷史拍賣價格，農民可以有彈性的決定農產品送至各批發市場的數量，以追求較高利潤。因此，在此績效制度下，高麗菜的市場價格將會愈來愈高，這也反映在臺北二市歷年的高麗菜交易量變動逐年上升（圖 4）。另外，我們分別以資料期間每天平均每公斤交易價格之第 90 百分位數與第 95 百分位數（註 7）作為極高價的臨界值，由歷年極高價出現的交易天數（如圖 10）可發現 2005 年至 2010 年極高價的出現頻率變異相較大，而 2010 年以後極高價出現的頻率呈現逐年增加，其中 2012 年至 2016 年為出現極高價交易天數成長幅度最大的一段期間。當市場價格出現極高價的頻率提高，無形中吸引農民增加高麗菜的意願，這反映在歷年的市場的平均交易數量不斷上升（如圖 4），因為農民試圖能夠遇到是市場交易價格出現極高價，進而獲得超額利潤。

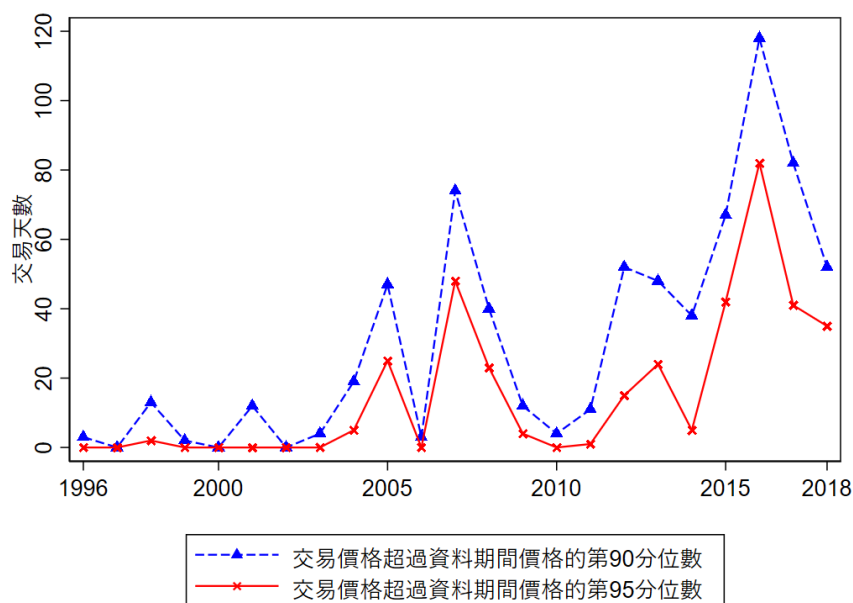


圖 10 極高價出現頻率

資料來源：本研究整理。

註：1996 至 2018 年初秋每日平均每公斤交易價格之第 90 百分位數與 95 百分位數分別為 30.80 與 36.40。

表 10 不同資料期間之需求彈性估計結果

資料期間	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年
1997	0.0387 (0.0936)	-0.1765** (0.0666)			
1998	-0.4905*** (0.0972)				
1999	-0.1333 (0.0924)	-0.2705*** (0.0738)	-0.1375* (0.0562)	-0.4045*** (0.0629)	-0.3988*** (0.0562)
2000	-0.1841 (0.1702)				
2001	-0.5774*** (0.0919)	-0.3892*** (0.0469)	-0.3954*** (0.0455)		
2002	-0.5018*** (0.0805)				
2003	-0.6524*** (0.1684)	-0.3230*** (0.0714)		-0.2782*** (0.0670)	
2004	-0.1092 (0.1391)				
2005	-0.2296 (0.1727)	-0.2438** (0.0882)	-0.0591 (0.0829)		-0.2864*** (0.0559)
2006	-0.5613*** (0.1178)				
2007	-0.4209*** (0.0612)	-0.3694*** (0.0939)	-0.2088* (0.0917)	-0.2595** (0.0898)	
2008	-0.5474* (0.2189)				
2009	-0.8405*** (0.1453)	-0.8259*** (0.1531)			
2010	-0.5658*** (0.1485)				
2011	-0.5586*** (0.1201)	-0.2610*** (0.0607)	-0.2467*** (0.0494)	-0.3902*** (0.0803)	-0.4930*** (0.0750)
2012	-0.3751*** (0.0896)				
2013	-0.5670* (0.2470)	-0.4721*** (0.1170)	-0.4375*** (0.0964)		
2014	-0.4879 (0.2696)				
2015	-0.6430*** (0.1581)	-0.3029*** (0.0697)		-0.4535*** (0.0667)	-0.4565*** (0.0703)
2016	-0.6896*** (0.1700)				
2017	-0.5446*** (0.1352)	-0.3881*** (0.0638)	-0.3581*** (0.0553)		
2018	-0.5934*** (0.1159)				

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1%的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5%的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10%的顯著水準下估計值顯著異於零。

3. 各結果皆包含月份與年份之虛擬變數，為減少篇幅未列出。

4.5 情境模擬－災害損失評估

氣象事件對農產品市場的影響途徑為供給量銳減，進而導致交易價格提高。因此，我們可利用已知的災損量以及高麗菜的價格彈性估計值，推估氣象事件造成的市場價格變動幅度，再進一步估算消費者社會福利的變化。由於高麗菜的生長主要受到溫度及雨量的影響，因此，本研究挑選歷年因降雨量與溫度造成農業損失最大的兩個天然災害，作為進一步評估價格變動幅度以及消費者福利變化的情境，自 1994 年以來，因颱風與降雨量造成農業損失最慘重的災害為 2009 年 8 月份侵襲臺灣中南部的莫拉克風災，侵臺期間，瞬間的強降雨使得農業損失高達 101.09 億元（註 8）；因溫度造成的農業損失以 2016 年 1 月份的霸王級寒流最大，霸王級寒流持續時間將近一周，氣溫皆在 10 度以下，使農業產值約降低 39.71 億元（註 9）。以下我們將分別以此二氣象事件進行高麗菜市場價格的變動以及消費者剩餘變動的影響評估。

4.5.1 價格變化幅度

我們根據表 9 之估算結果（假設需求彈性為 0.55）進行上述兩個氣象事件的進一步推估。莫拉克風災造成高麗菜主要產區的災損量分別為 132 公噸（宜蘭縣）、528 公噸（臺中市）、1,594 公噸（彰化縣）以及 608 公噸（雲林縣），其中產量減少比例（註 10）最多的為彰化縣，高達 39.25%，平均整體產量約降低 12.67%。在需求彈性為 0.55 的假設下，可估得莫拉克風災使得高麗菜市場價格上漲 23.04% ($0.1267/0.5500$)。霸王級寒流對高麗菜主要產區產量的影響，以嘉義縣的降幅最大（約為 6.07%），其次為宜蘭縣（4.88%），其他依序為雲林縣（3.04%）、臺中市（2.65%），彰化縣受影響的幅度較小，約為 0.28%，整體而言主要高麗菜產區的平均產量降低 3.18%，在彈性為 0.55 的假設下，估得高麗菜的市場價格上漲 5.78%，詳如表 11。

表 11 氣象事件對農產品市場的影響估算

災害	主要產區	總產量 ¹ (單位：公噸)	平均每月產量 (單位：公噸)	災損量 ² (單位：公噸)	產量 降低比例 ³	價格 變動幅度 ⁴
2009 年 8 月 莫拉克颱風	宜蘭縣	53,041	4,420.08	132	2.90%	
	臺中市	43,252	3,604.33	528	12.78%	
	彰化縣	48,736	4,061.33	1,594	28.19%	
	雲林縣	91,704	7,642.00	608	7.37%	
	總計	236,733	19,727.75	2,862	12.67%	+21.12%
2015 年 1 月 霸王級寒流	宜蘭縣	86,496	7,207.98	352	4.88%	
	臺中市	30,669	2,555.77	68	2.65%	
	彰化縣	55,231	4,602.62	13	0.28%	
	雲林縣	90,794	7,566.15	230	3.04%	
	嘉義縣	25,473	2,122.78	129	6.07%	
	總計	288,664	24,055.31	791	3.18%	+5.30%

資料來源：本研究整理。

註：1. 資料來源為各期農業統計年報。

2. 資料來源為臺閩地區農業作物災害損失，表號：1140-00-01，編制單位：行政院農業委員會農糧署（統計室）。

3. 產量變動比例=災損量 / (災損量+平均每月產量)。

4. 市場價格變化幅度=產量變動幅度 / 需求彈性，在此假設彈性值為-0.55。

4.5.2 消費者剩餘變化幅度

當市場價格上漲時，因消費者的願付價格與實際支付價格的差減少，使得消費者福利降低。透過圖 11，消費者剩餘的變動量為－（A + B），用數學式可表示為：

$$\begin{aligned}
 CS_{t+1} - CS_t &= \Delta CS_t = -\frac{(Q_{t+1} + Q_t)(P_{t+1} - P_t)}{2} \\
 &= -\frac{(Q_{t+1} - Q_t + 2Q_t) \times \Delta P_t}{2} \\
 &= -\frac{(\Delta Q_t + 2Q_t) \times \Delta P_t}{2} \\
 &= -Q_t P_t \frac{\Delta Q_t \Delta P_t + 2Q_t \Delta P_t}{2} \\
 &= -Q_t P_t \left[\frac{1}{2} \frac{\Delta Q_t}{Q_t} \frac{\Delta P_t}{P_t} + \frac{\Delta P_t}{P_t} \right]
 \end{aligned}$$

其中， $\frac{\Delta Q_t}{Q_t}$ 為交易量的變動比例， $\frac{\Delta P_t}{P_t}$ 為交易價格的變動比例。

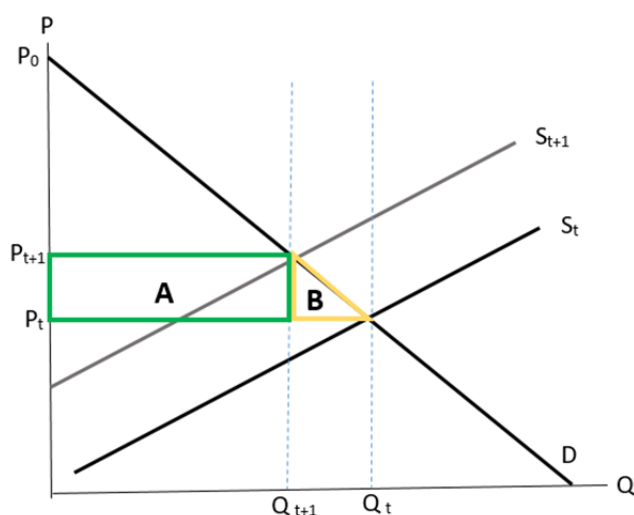


圖 11 氣象事件發生導致消費者剩餘的變動量

資料來源：本研究整理。

因此，根據上一階段估得的價格變動幅度，我們可評估因氣象事件所造成的消費者剩餘減損情形。對臺北二市的消費者而言，莫拉克風災使得每日的消費者剩餘減少 13.30 萬元（註 11），霸王級寒流使每日的消費者剩餘降低 7.84 萬元（註 12），若需一個月才可使市場的高麗菜交易回復至原來的價格與數量，則前述的兩個氣象事件將分別減損消費者剩餘約 399.00 萬元與 235.15 萬元。假設全臺的高麗菜的交易日數、交易價格與需求彈性與臺北二市一樣，且全臺的高麗菜產量即為交易量，則可估得莫拉克風災與霸王級寒流每個交易日的消費者剩餘分別減少 269.47 萬元與 115.69 萬元，同樣的，若氣象事件的影響時間為 30 天，則因氣象事件所造成的生產者剩餘高達低 8,084.12 萬元與 3,470.57 萬元。消費者剩餘下降幅度的模擬結果詳表 12。

表 12 情境模擬－消費者剩餘下降幅度

災害	莫拉克風災	霸王級寒流
臺北二市		
每日平均交易量（單位：公斤）	56,593.03	81,022.69
每日平均交易價（單位：元/公斤）	10.8940	17.0079
每日消費者剩餘變動量（單位：萬元）	-13.30	-7.84
若影響時間為 1 個月，消費者剩餘的變動量（單位：萬元）	-399.00	-235.15
全臺		
年總交易量（單位：公斤） ¹	345,015,552	361,140,160
市場交易天數	301	302
每日平均交易量（單位：公斤）	1,146,231.07	1,195,828.34
每日平均交易價（單位：元/公斤）	10.8940	17.0079
每日消費者剩餘變動量（單位：萬元）	-269.47	-115.69
若影響時間為 1 個月，消費者剩餘的變動量（單位：萬元）	-8,084.12	-3,470.57

資料來源：本研究整理。

註：1. 假設總交易量極為總生產量。

2. 資料來源為 https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。

V、結論與政策建議

高麗菜為臺灣消費者日常不可或缺的蔬菜之一，因其生長期較其他蔬菜短、成本低，使得農民種植意願高，所以高麗菜為栽種面積最大的葉菜類蔬菜。然而近年來，高麗菜價格暴漲暴跌的相關事件一直週期性的上演，其結果常造成社會的紛擾，高麗菜的價格大幅波動發生的時機與氣候因素有密不可分的關連性。由於過去文獻並未針對高麗菜的需求彈性進行估計，本文因此企圖以精細的地理氣象資訊變化代表對高麗菜供給的外生改變，估計高麗菜需求函數並計算其需求彈性，藉以了解消費者對高麗菜價格變動所引起的需求量變動之敏感度。同時，我們亦考慮其他影響高麗菜供給的外生變數，如種植意願及種植時節等。透過這些高麗菜供給的外生變動，讓我們得以估

計高麗菜需求函數，實證估計結果發現高麗菜的需求彈性介於 0.53 與 0.61 之間，而高麗菜需求函數中其他外生變數估計的結果顯示，消費地氣溫與高麗菜需求數量呈現反向關係，氣溫愈低，需求數量愈大，反之亦然；農曆過年前一周，因民眾採購年貨，使需求量增加約 17% 至 20%；若果菜批發市場將休市至少 2 天，消費者可能為儲存較多蔬菜，高麗菜需求量提高約 3%。

由於彈性估計值所使用的資料期間相當長，為了解此彈性值是否會因估計期間長短而有變動，我們將觀察區分為不同時間長短，實證結果的確發現彈性估計值將因資料時間不同而有所差異，其中我們特別觀察到 2009 年與 2013 年至 2015 年間的彈性較其他時間高。我們認為前者需求彈性較高可能導因於莫拉克颱風葉菜類嚴重供給不足，使得消費者的預期市場價格上漲，進而造成消費者對價格的敏感度提高。後者則可能因為臺北農產運銷公司的績效制度改變所致，不過這需要未來進一步的研究確認，因為若拍買交易制度的改變會影響交易價格的波動程度，則其將可能會影響生產者或消費者對於未來價格的預期 (D'Acunto, Malmendier, Ospina, & Weber, 2019)，進而影響生產者的生產決策或消費者的偏好。

另外，需求彈性的估計值可以讓我們從社會福利的角度評估極端氣候事件所造成的損害。由於臺灣的地理位置與地形，每年幾乎皆有極端氣象事件發生，由農業災損的資料，我們因此嘗試估算過去兩個比較嚴重氣象事件（2009 年的莫拉克颱風及 2016 年發生的霸王級寒流）對高麗菜市場價格的衝擊，進而造成對消費者社會福利的損害。我們的估計結果顯示這兩個氣象事件分別使高麗菜產量降低 12.67% 與 3.18%，市場價格因此上漲 23.04% 與 5.78%。假設市場在一個月內仍無法回復至原本的交易價格與數量，則前述的兩個事件將分別造成全國高麗菜消費者剩餘損失約 8,000 萬元與 3,400 萬元。

最後，農產品需求彈性估計對政府農業政策執行及成效評估扮演相當重要的角色，若已知需求彈性估計值，將可以幫助農政單位執行蔬菜價格維持政策，並事前評估政策可能效果。例如每當有嚴重氣象事件發生後，市場交

易價格與交易量將隨之受到影響，如何有效穩定市場價格常常是農政單位棘手的課題，通常農政單位會透過釋出庫存、調度供應與進口調節等作法穩定市場供給，進而調控價格（廖春梅，2009）；冬季當蔬菜生產過剩時，為維持農產品價格，農政單位近期常透過收購劣質品的方式減少供給，如為避免高麗菜價崩盤，農委會於 2019 年推出「甘藍種植登記制度」，只要登記的農民皆可以每公斤 6 元的價格由政府收購。然而農政單位需要預先準備多少庫存，或收購多少數量，都須仰賴對農產品需求彈性大小的認知。雖然我們只針對高麗菜需求彈性進行估計，但本文的估計結果仍可以作為評估極端氣象事件所造成的社會福利損失，抑或是農政單執行農產品價格穩定政策或措施的重要參考依據。

附註

1. 交易日前 60 天之前 10 天平均交易價格定義為 $\frac{1}{10} \sum_{d=D-70}^{D-61} P_d$ ，其中 D 為交易日。
2. <https://amis.afa.gov.tw/main/MainMobile.aspx>
3. 2019 年臺灣 13 個平地站的平均氣溫較過去百年氣候值高出 1.19 度，為百年來偏暖的第五名。
4. 根據交通部中央氣象局 104 年 9 月 1 日修正定義，本研究將 24 小時累積雨量達 80 毫米以上之降雨現象稱為「大雨」，24 小時累積雨量達 200 毫米以上稱為「豪雨」，24 小時累積雨量達 350 毫米以上稱為「大豪雨」，24 小時累積雨量達 500 毫米以上稱為「超大豪雨」。
5. 為避免混淆，內文所提之彈性值皆為 $\ln(P)$ 係數之絕對值。
6. 參考自林倖妃 (2016)，天下雜誌，「一年暴賺六億，柯文哲為何抓不住臺北農產運銷？」。
7. 1996 至 2018 年初秋每日平均每公斤交易價格之第 90 百分位數與 95 百分位數分別為 30.8000 元與 36.4000 元。
8. 臺閩地區農作物災害損失，表號：1140-00-01，編制單位：行政院農業委員會農糧署（統計室）。
9. 臺閩地區農作物災害損失，表號：1140-00-01，編制單位：行政院農業委員會農糧署（統計室）。
10. 產量減少比例 = 災損量 / (災損量 + 平均每月產量)。
11. $\Delta CS = 56,693.04 \times 10.89 \times [0.55 \times (-0.1267) \times 0.2304 + 0.2304]$ 。
12. $\Delta CS = 81,002.69 \times 17.01 \times [0.55 \times (-0.0318) \times 0.0578 + 0.0578]$ 。

參考文獻

- 王鎬杰 (2007)。歷年重大農業天然災害蔬菜批發價格變動分析。農政與農情，186。
- 王鎬杰 (2010)。近年颱風、豪雨後批發市場蔬菜交易價量變動分析。農政與農情，219。
- 行政院交通部中央氣象局 (2019)。氣候監測報告—2019年3月。氣候監測報告，121。
- 行政院農業委員會臺灣農家要覽增修訂三版策劃委員會 (2005)。臺灣農家要覽—農作篇 (二) (增修訂三版)。臺北市：行政院農業委員會。
- 林幸君、周秣宸、張冠珍 (2013)。重大天然災害產物損失對農業及整體經濟影響—以莫拉克與凡那比颱風為例。社會科學論叢，7 (1)，47-77。
- 林倖妃 (民 105 年 11 月 24 日)。一年暴賺六億，柯文哲為何抓不住農產運銷。天下雜誌。取自 <https://www.cw.com.tw/>
- 許聖章、張靜貞 (2011)。臺灣颱風災害之影響評估—以蔬菜供需為例。應用經濟論叢，89，31-62。
- 魯真、王策玄 (2005)。臺灣水果需求及消費型態分析。農業經濟叢刊，10 (2)，125-162。
- 廖春梅 (2009)。莫拉克颱風災後農產品穩定供應分析。農政與農情，207。
- 蕭政弘、陳葦玲 (2013)。甘藍新品種臺中 2 號育成簡介。農政與農情，256。
- 蕭政弘、郭俊毅 (2008)。甘藍「臺中一號」之育成。臺中區農業改良場研究彙報，100，39-54。
- Angrist, J. D., Graddy, K., & Imbens, G. W. (2000). The interpretation of instrumental variables estimators in simultaneous equations models with an application to the demand fish. *Review of Economic Studies*, 67(3), 499-527.
- D'Acunto, F., Malmendier, U., Ospina, J., & Weber, M. (2019). Exposure to daily price changes and inflation expectations (NBER Working Paper 26237). Cambridge, England: National Bureau of Economic Research.
- Deaton, A., & Muellbauer, J. (1980). An almost ideal demand system. *American Economic Review*, 70(3), 312-326.

- Greene, W. H. (2012). *Econometric analysis, 7th edition*. London, England: Pearson.
- Huang, T., Chang, J., & Lin, Y. T. (2011). Demand elasticities of organic vegetables in Taiwan. *Proceedings of the third Scientific Conference of ISOFA-Organic is Life-Knowledge for Tomorrow*, 2, 46-50.
- Maschler, M., Solan, E., & Zamir, S. (2013). *Game theory*. Cambridge, England: Oxford University Press.
- Newey, W. K., & West, K. D. (1987). A simple, semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, 55(3), 703-708.
- Park, T. A., & Lohr, L. (1996). Supply and demand factors for organic produce. *American Journal Agriculture Economic*, 78(3), 647-655.
- Roberts, M. J., & Schlenker, W. (2013). Identifying supply and demand elasticities of agricultural commodities: Implications for the US ethanol mandate. *American Economic Review*, 103(6), 2265-2295.
- Tokunaga, K. (2018). Estimating elasticity of demand for Pacific bluefin tuna in Tsukiji fish market. *Marine Resource Economics*, 33(1), 27-60.

附錄

附表 1 表 6 之第一階段估計結果

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)
生長期內前三高溫度的平均數	0.0958*** (0.0164)	0.0997*** (0.0163)	0.0975*** (0.0159)
生長期內氣溫高於 30 度的天數	0.0127 (0.0081)	0.0134* (0.0079)	0.0142* (0.0075)
生長期內氣溫低於 15 度的天數	0.0049* (0.0029)	0.0049* (0.0028)	0.0044 (0.0027)
生長期內大雨特報的天數	0.1234*** (0.0110)	0.1214*** (0.0106)	0.1185*** (0.0101)
F-statistics	74.79	73.65	72.75
$\widehat{\ln P}$	2.4862 (0.6305)	2.4862 (0.6317)	2.4862 (0.6322)

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1%的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5%的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10%的顯著水準下估計值顯著異於零。
3. 此結果僅呈現主要工具變數的係數，且皆包含第二階段之解釋變數，為減少篇幅未列出。
4. $\widehat{\ln P}$ 為第一階段結果之配適值（fitted value）的平均數與標準差。

附表 2 表 7 之第一階段估計結果

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
生長期內前三高 溫度的平均數	0.0962*** (0.0165)	0.1003*** (0.0163)	0.0991*** (0.0158)	0.0818*** (0.0158)	0.0871*** (0.0158)	0.0867*** (0.0156)
生長期內氣溫高 於 30 度的天數	0.0127 (0.0081)	0.0134* (0.0079)	0.0141* (0.0075)	0.0112 (0.0079)	0.0117 (0.0077)	0.0126* (0.0073)
生長期內氣溫低 於 15 度的天數	0.0048 (0.0029)	0.0048* (0.0028)	0.0043 (0.0027)	0.0070** (0.0029)	0.0068** (0.0028)	0.0061** (0.0027)
生長期內大雨特 報的天數	0.1228*** (0.0109)	0.1209*** (0.0106)	0.1180*** (0.0101)	0.1203*** (0.0110)	0.1189*** (0.0106)	0.1164*** (0.0101)
F statistics	69.95	70.99	72.03	66.99	68.29	69.51
$\widehat{\ln P}$	2.4862 (0.6311)	2.4862 (0.6323)	2.4862 (0.6329)	2.4862 (0.6289)	2.4862 (0.6302)	2.4862 (0.6309)

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1%的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5%的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10%的顯著水準下估計值顯著異於零。
3. 此結果僅呈現主要工具變數的係數，且皆包含第二階段之解釋變數，為減少篇幅未列出。
4. $\ln P$ 為第一階段結果之配適值 (fitted value) 的平均數與標準差。

附表 3 表 8 之第一階段估計結果

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
生長期間內前三高溫度的平均數	0.0894*** (0.0162)	0.0970*** (0.0162)	0.0967*** (0.0157)	0.0727*** (0.0154)	0.0808*** (0.0154)	0.0814*** (0.0152)
生長期間內氣溫高於 30 度的天數超過 3 天	0.1971*** (0.0624)	0.1775*** (0.0663)	0.1550*** (0.0679)	0.1889*** (0.0631)	0.1672** (0.0670)	0.1484** (0.0690)
生長期間內氣溫低於 15 度的天數超過 3 天	0.2635*** (0.0572)	0.2980*** (0.0572)	0.3113*** (0.0571)	0.2773*** (0.0591)	0.3104*** (0.0590)	0.3278*** (0.0586)
生長期間內大雨特報的天數超過 3 天	0.4120*** (0.0381)	0.4288*** (0.0376)	0.4454*** (0.0375)	0.4072*** (0.0381)	0.4227*** (0.0376)	0.4383*** (0.0375)
F statistics	77.56	79.46	81.36	73.98	75.63	77.74
$\widehat{\ln P}$	2.4862 (0.6279)	2.4862 (0.6303)	2.4862 (0.6319)	2.4862 (0.6259)	2.4862 (0.6282)	2.4862 (0.6300)

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1% 的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5% 的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10% 的顯著水準下估計值顯著異於零。
3. 此結果僅呈現主要工具變數的係數，且皆包含第二階段之解釋變數，為減少篇幅未列出。
4. $\widehat{\ln P}$ 為第一階段結果之配適值（fitted value）的平均數與標準差。

附表 4 表 9 之第一階段估計結果

	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天	生長期 60 天	生長期 65 天	生長期 70 天
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
生長期內前三高溫度 的平均數	0.0852*** (0.0161)	0.0919*** (0.0161)	0.0923*** (0.0156)	0.0700*** (0.0152)	0.0771*** (0.0152)	0.0783*** (0.0150)
生長期內氣溫高於 30 度的天數超過 3 天	0.1886*** (0.0577)	0.1714*** (0.0619)	0.1487*** (0.0634)	0.1803*** (0.0579)	0.1615*** (0.0620)	0.1422** (0.0640)
生長期內氣溫低於 15 度的天數超過 3 天	0.2291*** (0.0559)	0.2662*** (0.0559)	0.2841*** (0.0559)	0.2388*** (0.0571)	0.2749*** (0.0571)	0.2973*** (0.0569)
生長期內大雨特報 的天數超過 3 天	0.4014*** (0.0376)	0.4205*** (0.0370)	0.4406*** (0.0368)	0.3965*** (0.0376)	0.4144*** (0.0370)	0.4340*** (0.0368)
臺北二市交易日前 60 天之前 10 天高麗菜 平均交易價格	-0.0114*** (0.0023)	-0.0113*** (0.0023)	-0.0118*** (0.0023)	-0.0121*** (0.0024)	-0.0120*** (0.0023)	-0.0125*** (0.0023)
F statistics	77.85	79.29	81.25	74.39	75.58	77.75
$\widehat{\ln P}$	2.4862 (0.6311)	2.4862 (0.6334)	2.4862 (0.6353)	2.4862 (0.6311)	2.4862 (0.6334)	2.4862 (0.6353)

資料來源：本研究整理。

註：1. 括弧內之值為 HAC 標準差。

2. ***表示在 1%的顯著水準下估計值顯著異於零，**表示在 5%的顯著水準下估計值顯著異於零，*表示在 10%的顯著水準下估計值顯著異於零。

3. 此結果僅呈現主要工具變數的係數，且皆包含第二階段之解釋變數，為減少篇幅未列出。

4. $\widehat{\ln P}$ 為第一階段結果之配適值 (fitted value) 的平均數與標準差。

Estimating the Elasticity of Demand of Cabbage: An Application of Geographical Climate Information

Ruei-Hua Wang^{*}, Sheng-Jang Sheu^{**}, Hen-I Lin^{***}

In Taiwan, the price of vegetable often moves closely with fluctuations in weather, especially the cabbage prices. This study estimates the elasticity of demand for cabbages using meteorological data in the main production areas as instrumental variables. Our empirical results indicate that cabbages' elasticities of demand are ranged from 0.53 to 0.61. We also assess the impact of the historical climate events including Typhoon Morakot in 2009, and extreme cold weather in 2016 on consumer surplus. Moreover, the cabbage's elasticities of demand are varied by the length of estimated period. For the past 20 years, we find that the elasticity in 2009, and 2013-2015 are particularly larger than other periods. Typhoon Morakot probably contributes to higher cabbage's elasticity of demand in 2009, while the reason behind the greater elasticities observed over the three-year

* PhD. Student of Department of Economics, National Taiwan University, Taipei City, Taiwan, R.O.C.

** Corresponding author: Associate Professor of Department of Applied Economics, National University of Kaohsiung, Kaohsiung City, Taiwan, R.O.C. Address: 700, Kaohsiung University Rd., Nanzih District, Kaohsiung 811, Taiwan, R.O.C. Email: ssheu@nuk.edu.tw.

*** Assistant Research Fellow of The Third Research Division, Chung-Hua Institution for Economic Research. Suggestions from the editor and two anonymous referees are greatly appreciated. Errors are all ours.

Received 13 October 2020; Received in first revised form 24 November 2020; Received in second revised form 6 December 2020; Accepted 22 December 2020.

period from 2013 to 2015 may be the new incentive scheme implemented by the company in charge of auction.

Keywords: *cabbage, elasticity of demand, climate, instrumental variable*

JEL Classification: Q11, Q13, Q54, C26