

台灣颱風災害之影響評估——以蔬菜 供需為例*

許聖章**、張靜貞***

摘 要

台灣每年幾乎皆會遭受颱風侵襲，為評估颱風災害所造成的影響，我們利用颱風所挾帶的豪雨對蔬菜供給產生的負面衝擊，及颱風來臨前因民眾對未來蔬菜價格上漲預期對蔬菜需求的外生改變，做為認定需求及供給函數之工具變數，並進一步估計蔬菜需求及供給函數。我們的實證結果顯示台北第一市場葉菜類之需求彈性估計值介於 -0.30 至 -0.31 之間，而台北第二市場則介於 -0.35 至 -0.36 之間，不過此兩市場之供給曲線在極短期下皆幾為垂直線。另外，結果亦顯示大豪雨造成蔬菜價格上漲，而其影響程度呈現先遞增再遞減的趨勢，且影響時間持續約四週。所以平均在大豪雨過後四週內，以台北第一市場為例，葉菜類消費者剩餘將減少 4,873 萬元，生產者收益增加 3,157 萬元，而整體社會福利損失則為 1,717 萬元。然而此處生產者收益增加部分並非全由農民所獲得，其中部分收益將為中間商及進口商所獲。

關鍵詞：颱風災害、蔬菜需求、蔬菜供給、工具變數

JEL 分類代號：Q11, Q13, Q54

* 作者們感謝行政院農業委員會提供本文之研究計畫補助，文中論點謹代表作者之立場，如有任何疏漏及謬誤，概由作者負責。

** 國立高雄大學應用經濟系助理教授。本文聯繫作者。Email：ssheu@nuk.edu.tw。

*** 中央研究院經濟研究所研究員。

台灣颱風災害之影響評估—以蔬菜 供需為例

許聖章、張靜貞

壹、前言

隨著地球的暖化，海水溫度也隨之上升，除海平面上升所造成的影響外，地球上極端氣候的發生頻率亦隨之增加，由 Webster et al. (2005) 及 Elsner et al. (2008) 的研究發現，在過去近 30 年來，對強烈熱帶氣旋 (Tropical Cyclone) 發生的數目及風速強度皆有明顯的增加。熱帶氣旋對人類所帶來的威脅，除強風所產生的破壞外，其所挾帶的豪雨所造成的災害亦不容小覷，而台灣處於亞熱帶，夏秋時節常有熱帶氣旋（即颱風，以下皆以颱風稱之。）經過。從 1897 年有颱風統計至 1996 年為止百年間之資料統計結果顯示，總計有 666 個颱風經過台灣附近，其中有 374 個颱風侵襲台灣（謝信良等，2002），然而依颱風侵台路徑不同對台灣的影響亦不盡相同，其中有 73% 的颱風其行進路徑為由東向西行走。對台灣西部平地主要蔬菜生產區而言，颱風所帶來的強風因中央山脈阻擋，對其影響較小，反而因台灣山脈多為南北走向，且颱風為逆時針繞行，所以西行時台灣西部為迎風面，降雨機率大增，因此此類颱風所夾帶之豪雨對西部之影響反而更大。颱風所帶來的豐沛雨量雖為台灣的水庫儲水有相當大的助益，但短時間內過多的雨量對台灣農業生產造成嚴重的衝擊，農產品價格也因在這段期間生產的極大不確定性而有較大的波動，其中又以蔬菜類價格波動幅度最大。颱風所帶來的豪雨常使蔬菜類農產品因泡水而腐爛，所以蔬菜的供給在颱風過後時常短缺，進而導致颱風過的蔬菜價格上漲（王鎬杰，2007），但農民收入卻未必因菜價上漲而增加，反而消費者福利卻因此大受影響。

然而欲評估天然災害，尤其是颱風，對蔬菜價格、菜農所得收入及消費者福利的影響，我們必須先估計相關農產品的需求及供給函數，並計算其需求及供給彈性。由於我們所觀察到的農產品價格及其交易量，均為某一時點上該產品供給與需求達到均衡時之均衡價格及數量，若個別估計供給或需求曲線時，將因解釋變數為內生而導致估計結果產生不一致性。最早由 Wright (1928) 發現此問題，並利用工具變數 (instrument variable) 幫助認定供給及需求曲線，而工具變數法之估計結果並非完全不偏，因此進一步 Theil (1953) 利用工具變數發展出兩階段最小平方方法 (two stage least square method)，而其估計結果將具一致性，之後以兩階段最小平方方法估計聯立方程式，即被廣泛運用 (Angrist and Krueger, 2001)。因此為估計供給及需求曲線，我們需要尋找適當的工具變數，以幫助我們認定供給與需求函數，然而尋找適合的工具變數，卻不是一件容易的事，合適工具變數必需與內生變數有相關，但卻不能與估計式中的誤差項有關，也因此氣候的變化相當適合被當作估計農產品需求函數時的工具變數，因農產品生產易受氣候改變的影響，但消費者對大多數農產品消費行為並不易受氣候改變而調整。Angrist et al. (2000) 利用海上天氣的變化，當作估計英國 Fulton 地區牙鱈 (Whiting) 需求函數的工具變數，由於海上氣候不佳時，漁民的魚貨量將會減少，但牙鱈相對其它魚類在市場上交易頻率穩定，且便宜又少有其它魚類可替代，因此其需求並不太受海上氣候變化的影響，所以海象不佳時供給的減少，剛好提供作者用來認定需求的變數。Park and Lohr (1996) 則利用每周累計低溫及高溫天數的變化作為認定美國有機蔬菜需求的工具變數，並找出影響有機蔬菜需求的重要因素。

由於颱風形成的時間及地點、行經的路徑、及其可能降雨的多寡在其未發生前皆難以預測，所以颱風所帶來的豪雨對菜農生產而言應屬外生的衝擊。因地形關係，受西行颱風影響的西部平地及山區中，又以阿里山單日降雨量為最大的可能性最高，所以當阿里山降下大雨時，台灣中南部同時降下大雨的機率亦相對升高。以 1996 年 7 月 29 日登陸的賀伯颱風為例，登陸當天阿里山當日降雨為 1,049 毫米，而台中、嘉義、台南及高雄之當日降雨量則分別為 269、122.5、101.5、85.5 毫米。因颱風侵襲短時間內所帶來的豪

雨，對蔬菜生長將造成負面的衝擊，尤其是葉菜類蔬菜，所以本文利用颱風侵台時所挾帶的豪雨量做為估計蔬菜需求函數的工具變數，以豪雨對蔬菜生產的負面影響而造成的供給曲線移動來認定需求曲線。另外由於以往的經驗，一般民眾皆知道在颱風過後有可能因蔬菜生產受損，將使蔬菜價格大幅上升，因此每當颱風來臨前，雖然不確定蔬菜供給是否會受到影響，但消費者預期未來蔬菜價格可能大幅上漲，所以導致對颱風來臨前蔬菜需求增加，我們將利用此預期心理所造成的需求移動來認定供給函數。接著再藉由蔬菜類農產品需求及供給彈性之估計結果，我們將可進一步評估颱風對菜農收益及消費者福利的影響，從而提出可行之因應對策。

本文以下在第二節中將建立蔬菜供給及需求的實證模型，第三節則介紹資料來源及工具變數的設定，第四節為蔬菜供給及需求函數估計的結果，及福利及政策的評估，最後一節則為結論及政策意涵。

貳、實證模型架構

假設果菜批發市場中蔬菜之供給及需求函數分別為 $Q_t^s = S(P_t, M_t)$ 及 $Q_t^d = D(P_t, N_t)$ ，當市場達到均衡時， $Q_t^s = Q_t^d = Q_t$ ，所觀察到的蔬菜價格及其交易量為該市場在某一時點上產品供給與需求達到均衡時之均衡價格 (P_t^*) 及數量 (Q_t^*)。若以觀察到的均衡價格及數量資料來分別估計供給或需求曲線時，將會遭遇因解釋變數為內生而導致估計結果產生不一致性的情況，所以必須藉由只影響供給（需求）之工具變數以認定需求（供給）曲線。

假設在颱風前，第 t 期時蔬菜供給曲線為 S_t ，當颱風來時因豪雨對蔬菜供給產生負面的衝擊，所以在颱風過後蔬菜供給曲線將向右移動至 $t+1$ 期的 S_{t+1} ，因豪雨的影響可能持續 $t+2$ 期，則供給曲線將繼續向右移動至 S_{t+2} 。若在蔬菜需求 D_t 不變的情況下，我們可藉由前後期供給與需求所決定的均衡數量及價格估計出蔬菜的需求曲線。同理，藉

由消費者在颱風來臨前預期蔬菜未來可能會因颱風損害導致價格上漲而提高蔬菜的需求，故在蔬菜供給不變的情況下，可藉此估計需求曲線。

由以上簡單的蔬菜供需模型，為方便以兩階段最小平方法估計供給及需求曲線，其中我們將不直接估計供給函數，而是估計供給反函數，所以蔬菜的供給反函數及需求函數之估計方程式分別設定如下¹：

$$\ln P_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Q_t^s + T_t \delta + X_t \gamma + e_t \quad (1)$$

$$\ln Q_t^d = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + E_t \eta + Z_t \phi + u_t \quad (2)$$

其中 Q_t^s 和 Q_t^d 為 t 期供給量及需求量， P_t 為 t 期價格。式 (1) 為供給反函數，其中 S_t 為影響蔬菜供給之外部衝擊，本研究基於台灣地形緣故，西部平原各地降雨機會與阿里山降雨有極大的相關，所以在此以阿里山在前 4 週內是否單日降下 200 毫米以上之雨量代表蔬菜供給的外部衝擊，主要因為蔬菜復耕需要一定時間，一個月為一般葉菜類保守估計所需之時間。式 (2) 為需求函數， E_t 為影響需求之外在因素，本文以颱風登陸前 3 天至登陸當天消費者因預期未來蔬菜價格將上漲而增加其對蔬菜的需求，作為影響需求之突發因素。消費者對蔬菜需求通常會受颱風是否侵襲台灣的訊息影響，雖然正式海上颱風警報發佈時間為颱風之 7 級風暴風範圍可能侵襲台灣或金門、馬祖 100 公里以內海域時之前 24 小時；陸上颱風警報發佈時間則為颱風之 7 級風暴風範圍可能侵襲台灣或金門、馬祖陸上之前 18 小時，但氣象局通常會在颱風形成後，且有可能侵襲台灣時發佈訊息，所以在此我們採用較寬的區間，做為需求函數的認定工具變數。

另外，式 (1) 中的 X_t 代表影響供給之其它因素，包括各年度及農曆各月分之虛擬變數，各年度之虛擬變數主要在控制影響農業生產之各項長期因素，而農曆各月分之虛擬變數則考慮農作物生產會受節氣之影響。式 (2) 中的 Z_t 代表影響需求之其它因素，包括

¹ Park and Lohr (1996) 亦利用類似的方法估計有機蔬菜的需求及供給。

各年度、農曆各天及農曆春節前五天之虛擬變數，各年度之虛擬變數代表影響需求之長期因素，如人口的變化，農曆各天之虛擬變數則代表民間習俗對需求之影響，而農曆春節前五天之虛擬變數，則代表農曆春節前一般民眾因採購年貨需要而對蔬菜需求的影響。最後 e_t 和 u_t 則代表誤差項。

在估計方法上，本文採兩階段最小平方法分別估計式 (1) 及 (2)。在第一階段分別以價格之自然對數 ($\ln P_t$) 及數量之自然對數 ($\ln Q_t$) 為被解釋變數，其它所有外生變數 (T_t 、 E_t 、 X_t 、 Z_t) 為解釋變數，以最小平方估計之，並求得價格及數量之預測值。第二階段則是以第一階段所求得之數量及價格預測值，取代式 (1) 及 (2) 中被解釋變數之數量及價格，並同樣以最小平方估計式 (1) 及 (2)。

參、資料來源及工具變數設定

本文中所使用之資料依來源可分為兩大類，一為蔬菜價格及交易量，另一為雨量、溫度及颱風等相關氣象資料。蔬菜價格及交易量來自行政院農業委員會農糧署之農產品交易行情站²，本文主要考慮台北第一及第二市場等兩個主要消費市場中葉菜類蔬菜之每日交易量及價格，以葉菜類為主要研究對象之原因在於葉菜類蔬菜生產易受天災的影響。文中所使用之雨量及颱風等資料，主要來自中央氣象局。

因受限於蔬菜價格及交易量的取得，我們將研究的期間設定為 1996 年 1 月 1 日至 2008 年 5 月 31 日，其中因市場休市，有部分日期並無價格及交易量之資料。經簡單計算價格及交易量之月平均，在取對數後，我們可以觀察在這兩個市場中價格與交易量之關係，如圖 1 所示，雖然價格與數量在圖 1 中呈現反向關係，但圖中每一點其實代表供給與需求在均衡時所決定的均衡價格與數量。為能正確估計供給或需求曲線，因此我們需

² 網址 <http://amis.afa.gov.tw/>

要單獨影響供給（需求）之因素來幫助認定需求（供給）曲線，而每年侵襲台灣的颱風及所帶來豪雨，剛好提供我們一個絕佳的自然實驗，藉此將使我們的估計結果更為可信。

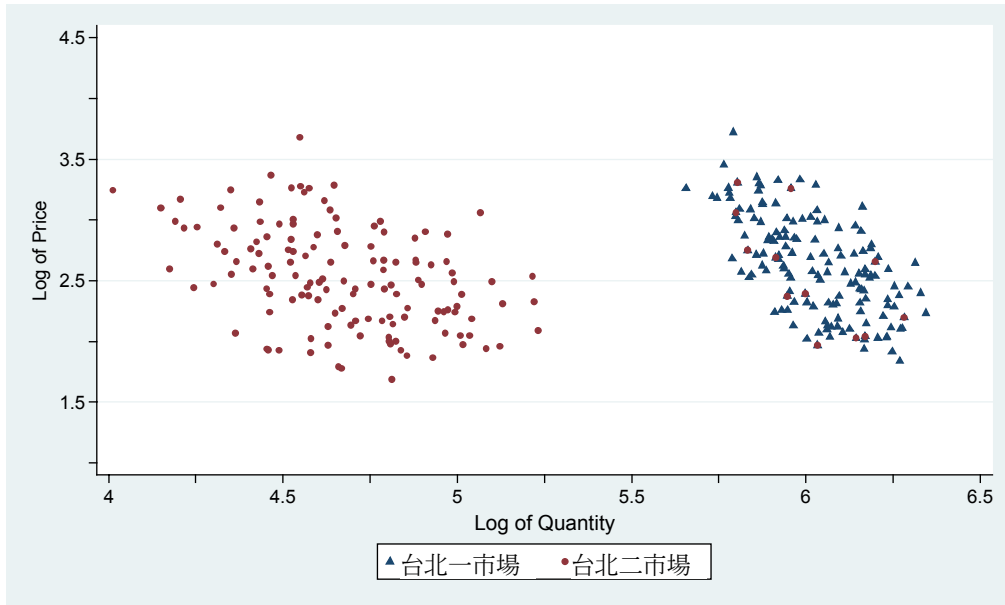


圖 1 葉菜類蔬菜之價格與交易量

註：資料期間為 1996 年 1 月 1 日至 2008 年 5 月 31 日，圖中每一點代表月平均價格及平均交易量之自然對數。價格之單位為元，交易量之單位為公噸。

因為颱風對葉菜類蔬菜供給最大負面衝擊來自降雨，為了進一步瞭解颱風所可能帶來的災害，觀察在 1996 年 1 月 1 日至 2008 年 5 月 31 日期間，由中央氣象局所記載曾經登陸台灣之颱風，我們計算在颱風登陸當日及前後各三日前間之各地降雨量，如表 1 所示。在颱風侵台前的一週中，以阿里山為例，其單日平均降雨量為 50.19 毫米，單日最高降雨量為 1,094.5 毫米，但相較於非颱風期間，阿里山的單日平均降雨量僅有 7.62 毫米，單日最高降雨量為 811.5 毫米，其它西部各地如台中、嘉義、台南、高雄及東部的宜蘭在颱風前後之降雨量亦有類似的情況。由此我們可以歸納出兩個重要的關連性，其一為颱

風侵襲與各地降雨量間之正向關連性；其二為各地降雨量與阿里山降雨量之正向關連性。所以我們進一步整理各月份颱風登陸數目及阿里山降雨的多寡，如表 2 所示，颱風登陸數目與阿里山降雨的多寡存在高度相關，尤其是極端超大豪雨³的發生。然而亦有可能若干颱風雖未登陸台灣，但仍造成各地之降下大雨。所以我們將不以颱風是否登陸作為認定蔬菜需求的工具變數，而是以阿里山單日降雨量大小作為認定蔬菜需求的工具變數。由於短期間降下大雨對蔬菜生產的負面影響最為顯著，本文將以阿里山氣象站觀測到當地降下大豪雨，亦即以單日降雨超過 200 毫米的虛擬變數，代表颱風所帶來的豪雨對蔬菜供給之負面衝擊，藉以認定蔬菜需求函數。

惟農作物復耕需要一定時間，也因此大豪雨對葉菜類供給減少之影響具有遞延性。比較大豪雨發生後 15 日內期間與非豪雨時期，台北第一市場或第二市場葉菜類之平均價格及交易量，如表 3 所示，我們可觀察到葉菜類之價格在大豪雨過後 15 日內期間明顯較其它時期為高，而交易量則相對偏低。以台北第一市場為例，在大豪雨過後 15 日內，葉菜類之價格為 23.2 元，交易量為 350.91 公噸，但在其它期間則價格為 14.02 元，交易量為 429.38 公噸。由於我們並不確定大豪雨衝擊之遞延期間究竟多長，因為各類作物復耕期間不一⁴，保守估計大豪雨衝擊的效果應至少持續一個月，所以我們將設定以大豪雨過後 28 天內期間之虛擬變數，用其代表颱風對葉菜類蔬菜生產所帶來的負面衝擊，並作為認定需求曲線之工具變數。

³ 依據交通部中央氣象局 2004 年 11 月 25 日修訂之定義，若 24 小時累積雨量達 130 毫米以上之降雨則稱之豪雨 (extremely heavy rain)；若 24 小時累積雨量達 200 毫米以上稱之為大豪雨 (torrential rain)；若 24 小時累積雨量達 350 毫米以上稱之為超大豪雨 (extremely torrential rain)。

⁴ 若以行政院農業委員會桃園區農業改良場所研發之「葉菜育苗移植」快速栽培技術，最快也需 12-14 天才可達到採收標準。

表 1 颱風期間之降雨量

單位：毫米

	日數	平均值	標準差	最小值	最大值
颱風期間					
阿里山	326	50.19	134.48	0	1094.50
嘉義	326	21.10	63.09	0	774.50
台中	326	16.31	45.64	0	309.00
台南	326	18.66	42.70	0	266.00
高雄	326	19.80	46.31	0	470.50
宜蘭	326	26.35	54.57	0	383.40
非颱風期間					
阿里山	4,208	7.62	24.23	0	811.50
嘉義	4,200	3.97	15.62	0	381.50
台中	4,209	4.22	14.72	0	252.20
台南	4,205	3.64	16.17	0	293.50
高雄	4,205	4.08	19.00	0	418.00
宜蘭	4,207	6.33	16.58	0	265.50

資料來源：中央氣象局。

註：資料期間為 1996 年 1 月 1 日至 2008 年 5 月 31 日，而颱風期間定義為颱風登陸當天及前後各 3 天。

另外由表 4 可以觀察到，不管在台北第一市場或第二市場，在颱風登陸之前，葉菜類價格及交易數量均呈現逐漸上升之趨勢，而其價格及數量的變化就如同需求增加對均衡價格及數量所產生的影響類似。以台北第一市場為例，葉菜類在颱風登陸前三日之價格為 18.33 元，但至颱風登陸當日價格則上升至 20.75 元，而交易量則由登陸前三日之 368.96 公噸，增加至登陸當日的 391.37 公噸。所以本文以颱風登陸前三天至登陸當天這段期間之虛擬變數來代表因預期心理所導致的需求增加，此變數將可作為認定供給曲線

之工具變數。以上所述各項變數及模型估計中所使用之其它變數定義與其相關統計量，請參見表 5。

表 2 颱風與阿里山降雨量

單位：毫米

月 份	颱風登陸 數目	阿里山日 平均雨量	阿里山日雨量大於 135 毫米之天數	阿里山日雨量大於 200 毫米之天數	阿里山日雨量大於 350 毫米之天數
1	0	2.47	0	0	0
2	0	4.20	0	0	0
3	0	4.94	2	0	0
4	0	7.46	2	0	0
5	3	15.48	6	2	1
6	2	21.54	37	30	25
7	12	26.09	40	37	34
8	12	25.04	44	36	29
9	10	11.22	23	23	21
10	6	6.97	4	3	1
11	2	1.66	0	0	0
12	1	2.06	0	0	0

資料來源：中央氣象局。

註：資料期間為 1996 年 1 月 1 日至 2008 年 5 月 31 日。

表3 大豪雨後^{*}之葉菜類蔬菜交易價格及數量

		價格單位為元；數量單位為公噸			
		平均數	標準差	最小值	最大值
大豪雨後					
台北第一市場	價格	23.20	8.30	9.20	58.20
	交易量	350.91	63.92	127.79	552.42
台北第二市場	價格	22.11	8.19	7.20	55.40
	交易量	121.14	77.34	17.52	464.50
其它期間					
台北第一市場	價格	14.02	6.13	5.20	51.80
	交易量	429.38	88.43	12.45	1144.00
台北第二市場	價格	12.93	6.04	4.00	50.60
	交易量	136.88	92.84	8.06	1086.87

資料來源：中央氣象局；農業委員會農糧署，農產品交易行情站；作者整理。

註：1.資料期間為1996年1月1日至2008年5月31日。

2.*大豪雨後指阿里山降雨超過200毫米當日及之後15日所涵蓋期間。

表4 颱風登陸前葉菜類蔬菜價格及數量

		價格單位為元；數量單位為公噸							
		登陸當日		前一日		前二日		前三日	
		價格	交易量	價格	交易量	價格	交易量	價格	交易量
台北第一市場		20.75	391.37	20.63	388.23	19.11	371.58	18.33	368.96
		(6.32)	(65.45)	(6.87)	(59.13)	(6.09)	(57.87)	(5.96)	(57.29)
台北第二市場		19.49	141.48	20.01	146.60	17.99	141.87	16.75	147.88
		(6.20)	(95.06)	(7.21)	(101.65)	(5.97)	(100.05)	(5.95)	(104.94)
觀察日數		39	39	44	44	45	45	40	40

資料來源：中央氣象局；農業委員會農糧署，農產品交易行情站；作者整理。

註：1.資料期間為1996年1月1日至2008年5月31日。

2.括弧中之數值為標準差。

表 5 主要變數之定義及統計量

變數名稱	定義	樣本數	平均數	標準差	最大值	最小值
LQ_L1	台北第一市場葉菜類蔬菜交易量對數	3,804	6.025	0.210	2.521	7.042
LP_L1	台北第一市場葉菜類蔬菜價格對數	3,804	2.631	0.438	1.720	4.046
LQ_L2	台北第二市場葉菜類蔬菜交易量對數	3,804	4.774	0.470	2.087	6.991
LP_L2	台北第二市場葉菜類蔬菜價格對數	3,804	2.542	0.467	1.457	3.997
NNEWYR	農曆春節前五日之虛擬變數	3,804	0.017	0.130	0.000	1.000
TYPH	颱風登陸當日之虛擬變數	3,804	0.010	0.101	0.000	1.000
TYB_1	颱風登陸前 1 日之虛擬變數	3,804	0.012	0.107	0.000	1.000
TYB_2	颱風登陸前 2 日之虛擬變數	3,804	0.012	0.108	0.000	1.000
TYB_3	颱風登陸前 3 日之虛擬變數	3,804	0.011	0.102	0.000	1.000
Alishan_0	當日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,804	0.008	0.088	0.000	1.000
Alishan_1	前 1 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,803	0.008	0.088	0.000	1.000
Alishan_2	前 2 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,802	0.007	0.082	0.000	1.000
Alishan_3	前 3 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,801	0.007	0.086	0.000	1.000
Alishan_4	前 4 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,801	0.008	0.090	0.000	1.000
Alishan_5	前 5 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,800	0.008	0.091	0.000	1.000
Alishan_6	前 6 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,799	0.008	0.089	0.000	1.000
Alishan_7	前 7 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,799	0.008	0.087	0.000	1.000
Alishan_8	前 8 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,798	0.008	0.087	0.000	1.000
Alishan_9	前 9 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,797	0.006	0.079	0.000	1.000
Alishan_10	前 10 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,796	0.007	0.084	0.000	1.000
Alishan_11	前 11 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,795	0.008	0.089	0.000	1.000
Alishan_12	前 12 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,794	0.008	0.089	0.000	1.000
Alishan_13	前 13 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,793	0.007	0.084	0.000	1.000
Alishan_14	前 14 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,792	0.009	0.093	0.000	1.000
Alishan_15	前 15 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,791	0.007	0.083	0.000	1.000
Alishan_16	前 16 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,790	0.006	0.076	0.000	1.000
Alishan_17	前 17 日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,789	0.008	0.087	0.000	1.000

表5 主要變數之定義及統計量（續）

變數名稱	定義	樣本數	平均數	標準差	最大值	最小值
Alishan_18	前18日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,789	0.008	0.092	0.000	1.000
Alishan_19	前19日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,788	0.008	0.089	0.000	1.000
Alishan_20	前20日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,787	0.007	0.086	0.000	1.000
Alishan_21	前21日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,786	0.008	0.090	0.000	1.000
Alishan_22	前22日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,786	0.008	0.087	0.000	1.000
Alishan_23	前23日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,785	0.007	0.083	0.000	1.000
Alishan_24	前24日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,784	0.008	0.087	0.000	1.000
Alishan_25	前25日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,783	0.008	0.089	0.000	1.000
Alishan_26	前26日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,782	0.008	0.089	0.000	1.000
Alishan_27	前27日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,781	0.008	0.087	0.000	1.000
Alishan_28	前28日阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,780	0.007	0.086	0.000	1.000
Walishan_1	當週阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,804	0.044	0.205	0.000	1.000
Walishan_2	前1週阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,798	0.038	0.191	0.000	1.000
Walishan_3	前2週阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,791	0.038	0.191	0.000	1.000
Walishan_4	前3週阿里山降大豪雨之虛擬變數	3,786	0.039	0.193	0.000	1.000

資料來源：本研究整理。

註：為節省篇幅，年度、農曆單月及農曆單日之虛擬變數之統計量並未列於其中，如有需要可與作者聯繫。

肆、實證結果

一、供給與需求估計結果

我們分別就台北第一及第二市場，依據方程式 (1) 及 (2)，估計葉菜類蔬菜之供給

及需求曲線。另外，在認定需求曲線時，我們考慮兩種不同工具變數的設定方式，以檢驗工具變數的選擇對需求彈性之估計是否有顯著的影響。在第一類設定方式，我們將以阿里山降下大豪雨當天及其後 28 天之單日虛擬變數，作為認定需求曲線之主要工具變數。在第二類設定方式下，則以阿里山降下大豪雨當週及其後 3 週之單週虛擬變數，當作認定需求曲線之主要工具變數。第二類設定方式的另一目的，主要在消除日與日間的波動，使我們能更清楚觀察到，颱風所帶來的大豪雨對蔬菜供給遞延影響的趨勢變化。因此在供給曲線估計時，也將有兩種變數設定方式。

我們先就台北第一及第二市場葉菜類蔬菜供給反函數的估計結果說明之，如表 6 所示，在第一種變數設定方式下 (模型 1 及 3)，估計結果顯示無論在台北第一或第二市場，葉菜類之供給數量與價格間並無顯著關係，此結果表示平均而言平日台北第一及第二市場之葉菜類供給曲線為接近垂直線，亦即在極短期下葉菜類蔬菜之供給彈性很小。在第二種變數設定方式下 (模型 2 及 4)，上述供給彈性估計結果並沒有因改變變數設定方式而變動，顯示估計結果相當穩性。

另外值得注意的是，颱風所帶來的大豪雨對葉菜類之價格有相當程度的影響，以台北第一市場為例，由模型 1 及 2 之估計結果顯示，在大豪雨過後一天，葉菜類價格大幅上漲 22%，但之後稍微下降，在第一週內平均上漲幅度為 19.7%，而在第一週之後，葉菜可能因泡水腐爛，價格上升的幅度逐漸增加，平均而言第二週價格上幅度達 30%，第三週價格上漲幅度降為 23%，而在第四週隨著復耕漸漸收成，上漲幅度降為 14.8%。就模型 1 單日虛擬變數估計結果而言，大豪雨對葉菜類的影響在第 25 天後逐漸消失，由此可知，颱風所帶來的大豪雨對葉菜類供給的影響將持續約 4 週左右。

依據方程式 (2)，我們估計葉菜類蔬菜需求函數，其估計結果則詳列於表 7。模型 1 及 3 為以單日虛擬變數作為工具變數之估計結果，其結果顯示在台北第一及第二市場之葉菜類需求彈性分別為為 -0.31 及 -0.36 。而在單週虛擬變數的設定下，模型 2 及 4 的估計結果顯示台北第一及第二市場之葉菜類需求彈性分別為為 -0.30 及 -0.35 ，故在這兩類設定方式下，估計結果差異不大。此外，在農曆新年前五天，台北第一及第二市場之葉菜類需求平均而言分別增加 43% 及 40%，而在颱風登陸前葉菜類需求也顯著受到預

期心理的影響而增加，且預期心理的影響隨颱風之接近而增大，以台北第一市場為例，在颱風登陸前兩、三天，消費者對葉菜類的需求並無顯著的變化，但在登陸前一天需求則上升 4%，而颱風登陸當天需求增加至 6%。因為正式海上颱風警報發佈時間為颱風之 7 級風暴風範圍可能侵襲台灣或金門、馬祖 100 公里以內海域時之前 24 小時，由此我們可發現，消費者對未來價格預期改變與中央氣象局的颱風警報發佈時間之間具有高度的關聯性，在海上颱風警報發佈後，葉菜類蔬菜的需求將立即增加。

表 6 葉菜類蔬菜供給反函數之估計結果

	台北第一市場 (被解釋變數：LP_L1)		台北第二市場 (被解釋變數：LP_L2)	
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
LQ_L1	0.002 (0.109)	0.019 (0.110)		
LQ_L2			-0.064 (0.123)	-0.047 (0.123)
Walishan_1		0.197 (0.038)		0.215 (0.042)
Walishan_2		0.300 (0.040)		0.326 (0.039)
Walishan_3		0.230 (0.036)		0.242 (0.038)
Walishan_4		0.148 (0.039)		0.145 (0.041)
Alishan_0	0.088 (0.046)		0.089 (0.045)	
Alishan_1	0.220 (0.058)		0.219 (0.076)	
Alishan_2	0.082 (0.055)		0.129 (0.059)	
Alishan_3	0.075 (0.048)		0.079 (0.053)	
Alishan_4	0.124 (0.045)		0.131 (0.048)	
Alishan_5	0.138 (0.044)		0.142 (0.047)	
Alishan_6	0.159 (0.048)		0.158 (0.050)	
Alishan_7	0.197 (0.058)		0.225 (0.054)	
Alishan_8	0.178 (0.055)		0.207 (0.053)	
Alishan_9	0.167 (0.062)		0.209 (0.058)	
Alishan_10	0.213 (0.053)		0.237 (0.057)	
Alishan_11	0.223 (0.047)		0.227 (0.041)	

表 6 葉菜類蔬菜供給反函數之估計結果 (續)

	台北第一市場 (被解釋變數：LP_L1)		台北第二市場 (被解釋變數：LP_L2)	
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
Alishan_12	0.243 (0.049)		0.262 (0.048)	
Alishan_13	0.196 (0.055)		0.184 (0.056)	
Alishan_14	0.217 (0.042)		0.227 (0.044)	
Alishan_15	0.126 (0.045)		0.133 (0.048)	
Alishan_16	0.170 (0.050)		0.172 (0.052)	
Alishan_17	0.171 (0.052)		0.200 (0.051)	
Alishan_18	0.150 (0.046)		0.144 (0.047)	
Alishan_19	0.144 (0.047)		0.155 (0.052)	
Alishan_20	0.142 (0.044)		0.145 (0.046)	
Alishan_21	0.182 (0.045)		0.191 (0.047)	
Alishan_22	0.099 (0.051)		0.100 (0.055)	
Alishan_23	0.126 (0.056)		0.117 (0.060)	
Alishan_24	0.128 (0.050)		0.132 (0.055)	
Alishan_25	0.092 (0.051)		0.099 (0.050)	
Alishan_26	0.078 (0.046)		0.084 (0.043)	
Alishan_27	0.065 (0.043)		0.072 (0.048)	
Alishan_28	0.084 (0.064)		0.066 (0.072)	
YR_86	-0.082 (0.035)	-0.084 (0.035)	-0.113 (0.042)	-0.116 (0.042)
YR_87	0.199 (0.045)	0.186 (0.045)	0.200 (0.048)	0.185 (0.049)
YR_88	-0.078 (0.037)	-0.075 (0.037)	-0.101 (0.044)	-0.100 (0.044)
YR_89	0.066 (0.038)	0.063 (0.038)	0.048 (0.051)	0.041 (0.052)
YR_90	-0.065 (0.037)	-0.078 (0.037)	0.116 (0.208)	0.074 (0.208)
YR_91	-0.039 (0.035)	-0.036 (0.034)	-0.074 (0.053)	-0.076 (0.053)
YR_92	-0.039 (0.038)	-0.041 (0.039)	-0.061 (0.062)	-0.069 (0.063)
YR_93	-0.082 (0.035)	-0.063 (0.036)	-0.080 (0.063)	-0.066 (0.062)
YR_94	0.234 (0.037)	0.242 (0.036)	0.251 (0.063)	0.254 (0.062)

表6 葉菜類蔬菜供給反函數之估計結果(續)

	台北第一市場 (被解釋變數：LP_L1)		台北第二市場 (被解釋變數：LP_L2)	
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
YR_95	0.015 (0.040)	0.024 (0.040)	0.057 (0.082)	0.057 (0.081)
YR_96	0.099 (0.038)	0.102 (0.039)	0.107 (0.079)	0.102 (0.079)
YR_97	-0.078 (0.052)	-0.09 (0.054)	-0.026 (0.091)	-0.047 (0.093)
NMON_2	0.083 (0.042)	0.083 (0.042)	0.081 (0.044)	0.080 (0.045)
NMON_3	0.078 (0.038)	0.079 (0.039)	0.055 (0.041)	0.056 (0.041)
NMON_4	0.267 (0.042)	0.261 (0.043)	0.252 (0.046)	0.245 (0.046)
NMON_5	0.443 (0.049)	0.439 (0.049)	0.406 (0.055)	0.402 (0.055)
NMON_6	0.615 (0.048)	0.625 (0.048)	0.583 (0.055)	0.594 (0.055)
NMON_7	0.634 (0.047)	0.648 (0.047)	0.622 (0.053)	0.637 (0.054)
NMON_8	0.679 (0.045)	0.661 (0.044)	0.669 (0.049)	0.651 (0.048)
NMON_9	0.589 (0.041)	0.587 (0.042)	0.612 (0.044)	0.611 (0.044)
NMON_10	0.378 (0.041)	0.377 (0.042)	0.416 (0.044)	0.415 (0.044)
NMON_11	0.296 (0.043)	0.294 (0.043)	0.331 (0.046)	0.329 (0.046)
NMON_12	-0.048 (0.045)	-0.057 (0.045)	-0.063 (0.047)	-0.072 (0.048)
Constant	2.227 (1.418)	2.002 (1.424)	2.911 (1.399)	2.714 (1.397)
Sample size	3,780	3,786	3,780	3,786
F-Statistics	39.93	77.09	38.86	74.78

註：括弧中之數值為 HAC (Heteroskedastic and Autocorrelation Consistent) 標準差。

表 7 葉菜類蔬菜需求函數之估計結果

	台北第一市場 (被解釋變數：LQ_L1)				台北第二市場 (被解釋變數：LQ_L2)			
	模型(1)		模型(2)		模型(3)		模型(4)	
LP_L1	-0.307	(0.012)	-0.304	(0.012)				
LP_L2					-0.359	(0.015)	-0.351	(0.014)
NNEWYEAR	0.426	(0.029)	0.427	(0.029)	0.395	(0.029)	0.399	(0.029)
TYPH	0.056	(0.026)	0.056	(0.026)	0.066	(0.032)	0.063	(0.032)
TYB_1	0.045	(0.023)	0.044	(0.023)	0.040	(0.029)	0.037	(0.028)
TYB_2	-0.028	(0.024)	-0.028	(0.024)	-0.018	(0.025)	-0.020	(0.025)
TYB_3	-0.039	(0.022)	-0.040	(0.022)	-0.025	(0.025)	-0.027	(0.025)
YR_86	0.016	(0.020)	0.016	(0.019)	0.046	(0.023)	0.048	(0.022)
YR_87	0.118	(0.020)	0.117	(0.020)	0.170	(0.025)	0.170	(0.024)
YR_88	0.056	(0.020)	0.056	(0.020)	0.136	(0.022)	0.138	(0.022)
YR_89	0.082	(0.021)	0.082	(0.021)	0.270	(0.024)	0.271	(0.023)
YR_90	0.028	(0.020)	0.028	(0.020)	1.644	(0.023)	1.645	(0.022)
YR_91	0.023	(0.019)	0.023	(0.019)	0.272	(0.022)	0.274	(0.022)
YR_92	0.042	(0.021)	0.042	(0.021)	0.315	(0.024)	0.317	(0.023)
YR_93	0.073	(0.020)	0.073	(0.019)	0.364	(0.024)	0.365	(0.023)
YR_94	0.139	(0.020)	0.138	(0.020)	0.477	(0.024)	0.475	(0.024)
YR_95	0.127	(0.019)	0.127	(0.019)	0.564	(0.022)	0.564	(0.022)
YR_96	0.157	(0.020)	0.156	(0.020)	0.592	(0.025)	0.592	(0.025)
YR_97	0.095	(0.025)	0.096	(0.024)	0.567	(0.029)	0.570	(0.028)
NDAY_1	-0.011	(0.026)	-0.011	(0.026)	-0.016	(0.031)	-0.017	(0.030)
NDAY_2	0.024	(0.027)	0.024	(0.027)	0.032	(0.030)	0.031	(0.030)
NDAY_3	-0.029	(0.029)	-0.029	(0.029)	-0.033	(0.034)	-0.033	(0.034)
NDAY_4	0.046	(0.026)	0.047	(0.026)	0.031	(0.030)	0.032	(0.030)
NDAY_5	0.023	(0.025)	0.024	(0.025)	0.025	(0.030)	0.026	(0.030)
NDAY_6	0.001	(0.026)	0.000	(0.025)	-0.010	(0.030)	-0.010	(0.030)
NDAY_7	-0.025	(0.027)	-0.026	(0.026)	-0.025	(0.031)	-0.028	(0.031)
NDAY_8	-0.005	(0.025)	-0.006	(0.025)	-0.011	(0.029)	-0.012	(0.029)

表 7 葉菜類蔬菜需求函數之估計結果 (續)

	台北第一市場 (被解釋變數：LQ_L1)				台北第二市場 (被解釋變數：LQ_L2)			
	模型(1)		模型(2)		模型(3)		模型(4)	
NDAY_9	0.036	(0.026)	0.036	(0.026)	0.020	(0.030)	0.019	(0.029)
NDAY_10	-0.020	(0.029)	-0.020	(0.029)	-0.024	(0.033)	-0.024	(0.033)
NDAY_11	0.051	(0.027)	0.051	(0.027)	0.041	(0.031)	0.041	(0.030)
NDAY_12	0.021	(0.026)	0.021	(0.026)	0.028	(0.030)	0.028	(0.030)
NDAY_13	0.001	(0.026)	0.001	(0.026)	-0.009	(0.030)	-0.008	(0.030)
NDAY_14	-0.005	(0.026)	-0.005	(0.026)	-0.015	(0.030)	-0.015	(0.030)
NDAY_15	0.037	(0.025)	0.036	(0.025)	0.021	(0.029)	0.021	(0.029)
NDAY_16	0.041	(0.023)	0.041	(0.023)	0.031	(0.026)	0.031	(0.026)
NDAY_18	0.095	(0.025)	0.095	(0.025)	0.074	(0.028)	0.074	(0.028)
NDAY_19	0.027	(0.024)	0.027	(0.024)	0.029	(0.028)	0.028	(0.028)
NDAY_20	-0.003	(0.025)	-0.003	(0.025)	0.002	(0.029)	0.002	(0.029)
NDAY_21	-0.018	(0.026)	-0.018	(0.026)	-0.015	(0.030)	-0.015	(0.030)
NDAY_22	-0.024	(0.026)	-0.024	(0.026)	-0.038	(0.031)	-0.039	(0.030)
NDAY_23	-0.019	(0.026)	-0.019	(0.026)	-0.030	(0.030)	-0.030	(0.030)
NDAY_24	0.057	(0.025)	0.057	(0.025)	0.039	(0.029)	0.038	(0.029)
NDAY_25	-0.002	(0.028)	-0.002	(0.028)	-0.024	(0.033)	-0.024	(0.033)
NDAY_26	0.051	(0.027)	0.051	(0.026)	0.048	(0.030)	0.048	(0.030)
NDAY_27	0.030	(0.026)	0.030	(0.026)	0.036	(0.032)	0.035	(0.032)
NDAY_28	0.021	(0.027)	0.021	(0.027)	0.020	(0.031)	0.020	(0.031)
NDAY_29	-0.023	(0.027)	-0.023	(0.027)	-0.035	(0.032)	-0.035	(0.032)
NDAY_30	-0.060	(0.031)	-0.060	(0.031)	-0.068	(0.035)	-0.069	(0.035)
Constant	13.647	(0.041)	13.641	(0.040)	12.171	(0.047)	12.151	(0.046)
Sample size	3,780		3,786		3,780		3,786	
F-Statistics	28.74		28.70		241.21		245.44	

註：1.括弧中之數值為 HAC (Heteroskedastic and Autocorrelation Consistent) 標準差。

2.模型 (1) 及模型 (3) 所使用之認定變數為阿里山大豪雨後 28 天之單日虛擬變數。

3.模型 (2) 及模型 (4) 所使用之認定變數為阿里山大豪雨後 28 天之單週虛擬變數。

表 8 葉菜類蔬菜供給反函數之敏感度分析

	台北第一市場 (被解釋變數: LP_L1)				台北第二市場 (被解釋變數: LP_L2)			
	降雨超過 130 毫米 模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	降雨超過 130 毫米 模型(5)	模型(6)	模型(7)	模型(8)
LQ_L1	-0.005 (0.108)	0.007 (0.107)	0.003 (0.109)	0.022 (0.109)	-0.077 (0.122)	-0.061 (0.120)	-0.068 (0.123)	-0.046 (0.122)
LQ_L2						0.238 (0.034)		0.311 (0.057)
Walishan_1		0.221 (0.029)		0.301 (0.047)				0.436 (0.055)
Walishan_2		0.312 (0.028)		0.424 (0.055)		0.327 (0.030)		0.323 (0.054)
Walishan_3		0.239 (0.028)		0.316 (0.049)		0.234 (0.030)		0.185 (0.049)
Walishan_4		0.134 (0.028)		0.179 (0.045)		0.116 (0.030)		
Alishan_0	0.088 (0.035)		0.148 (0.063)		0.081 (0.038)		0.138 (0.069)	
Alishan_1	0.154 (0.041)		0.314 (0.072)		0.159 (0.056)		0.299 (0.097)	
Alishan_2	0.138 (0.038)		0.243 (0.076)		0.163 (0.040)		0.278 (0.080)	
Alishan_3	0.105 (0.038)		0.132 (0.058)		0.114 (0.042)		0.180 (0.067)	
Alishan_4	0.141 (0.039)		0.178 (0.047)		0.136 (0.044)		0.221 (0.055)	
Alishan_5	0.108 (0.035)		0.237 (0.052)		0.122 (0.038)		0.221 (0.057)	
Alishan_6	0.145 (0.038)		0.252 (0.063)		0.147 (0.043)		0.241 (0.065)	
Alishan_7	0.164 (0.042)		0.266 (0.068)		0.185 (0.044)		0.286 (0.077)	
Alishan_8	0.172 (0.041)		0.326 (0.084)		0.196 (0.041)		0.367 (0.076)	
Alishan_9	0.194 (0.039)		0.355 (0.078)		0.226 (0.039)		0.370 (0.082)	
Alishan_10	0.211 (0.037)		0.271 (0.084)		0.217 (0.038)		0.300 (0.101)	
Alishan_11	0.219 (0.037)		0.357 (0.071)		0.226 (0.036)		0.369 (0.071)	
Alishan_12	0.186 (0.042)		0.313 (0.068)		0.193 (0.043)		0.340 (0.058)	
Alishan_13	0.169 (0.040)		0.307 (0.067)		0.160 (0.043)		0.286 (0.065)	
Alishan_14	0.202 (0.035)		0.248 (0.062)		0.204 (0.039)		0.223 (0.066)	
Alishan_15	0.139 (0.035)		0.259 (0.076)		0.126 (0.037)		0.275 (0.091)	

表 8 葉菜類蔬菜供給反函數之敏感度分析 (續)

台北第一市場 (被解釋變數: LP_L1)		台北第二市場 (被解釋變數: LP_L2)					
降雨超過 130 毫米		降雨超過 350 毫米		降雨超過 130 毫米		降雨超過 350 毫米	
模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)	模型(7)	模型(8)
Alishan_16	0.175 (0.031)	0.221 (0.065)	0.180 (0.032)	0.180 (0.032)	0.202 (0.075)		
Alishan_17	0.162 (0.034)	0.255 (0.077)	0.175 (0.036)	0.175 (0.036)	0.270 (0.085)		
Alishan_18	0.139 (0.036)	0.247 (0.066)	0.141 (0.037)	0.141 (0.037)	0.260 (0.070)		
Alishan_19	0.121 (0.036)	0.192 (0.064)	0.105 (0.041)	0.105 (0.041)	0.186 (0.065)		
Alishan_20	0.099 (0.035)	0.192 (0.055)	0.107 (0.038)	0.107 (0.038)	0.207 (0.066)		
Alishan_21	0.152 (0.034)	0.212 (0.046)	0.152 (0.036)	0.152 (0.036)	0.203 (0.050)		
Alishan_22	0.097 (0.034)	0.194 (0.062)	0.074 (0.036)	0.074 (0.036)	0.192 (0.068)		
Alishan_23	0.110 (0.036)	0.165 (0.058)	0.106 (0.038)	0.106 (0.038)	0.134 (0.057)		
Alishan_24	0.103 (0.032)	0.184 (0.061)	0.089 (0.037)	0.089 (0.037)	0.201 (0.071)		
Alishan_25	0.087 (0.033)	0.163 (0.051)	0.086 (0.035)	0.086 (0.035)	0.196 (0.056)		
Alishan_26	0.059 (0.031)	0.062 (0.047)	0.070 (0.032)	0.070 (0.032)	0.050 (0.053)		
Alishan_27	0.037 (0.029)	0.138 (0.060)	0.025 (0.033)	0.025 (0.033)	0.134 (0.077)		
Alishan_28	0.049 (0.042)	0.084 (0.053)	0.023 (0.047)	0.023 (0.047)	0.100 (0.061)		
Constant	2.335 (1.404)	2.178 (1.392)	2.190 (1.413)	1.946 (1.416)	3.061 (1.384)	2.883 (1.362)	2.924 (1.399)
Sample size	3,780	3,786	3,780	3,786	3,780	3,786	3,780
F-Statistics	43.95	92.25	51.13	89.06	41.79	86.44	48.50
							82.14

註：括弧中之數值為 HAC (Heteroskedastic and Autocorrelation Consistent) 標準差。模型 (1)、(2)、(5)、(6) 分別使用阿里山降雨超過 130 毫米後 28 天內單日虛擬變數及單週虛擬變數之估計結果；模型 (3)、(4)、(7)、(8) 則分別使用阿里山降雨超過 350 毫米後 28 天內單日虛擬變數及單週虛擬變數之估計結果。各模型中均包含年度及農曆各月份之虛擬變數，在此為減少篇幅並未列出。

表 9 葉菜類蔬菜需求函數之敏感度分析

	台北第一市場 (被解釋變數: LQ_L1)		台北第二市場 (被解釋變數: LQ_L2)	
	降雨超過 130 毫米 模型(1)	模型(2)	降雨超過 130 毫米 模型(5)	降雨超過 350 毫米 模型(8)
LP_L1	-0.300 (0.012)	-0.297 (0.011)	-0.307 (0.012)	-0.305 (0.012)
LP_L2				
NNLWYEAR	0.429 (0.029)	0.430 (0.029)	0.426 (0.029)	0.427 (0.029)
TYPH	0.054 (0.026)	0.053 (0.026)	0.056 (0.026)	0.056 (0.026)
TYB_1	0.042 (0.023)	0.042 (0.023)	0.045 (0.023)	0.044 (0.023)
TYB_2	-0.030 (0.024)	-0.030 (0.024)	-0.028 (0.024)	-0.028 (0.024)
TYB_3	-0.041 (0.022)	-0.042 (0.022)	-0.039 (0.022)	-0.040 (0.022)
Constant	13.629 (0.040)	13.622 (0.039)	13.648 (0.041)	13.643 (0.040)
Sample size	3,780	3,786	3,780	3,786
F-Statistics	29.52	29.86	28.34	28.95
			243.47	248.51
			3,780	3,786
			240.34	243.43

註：括弧中之數值為 HAC (Heteroskedastic and Autocorrelation Consistent) 標準差。模型 (1) 及模型 (5) 所使用之認定變數為阿里山降雨超過 130 毫米後 28 天之單日虛擬變數；模型 (2) 及模型 (6) 所使用之認定變數為阿里山超過 130 毫米後 28 天之單週虛擬變數。模型 (3) 及模型 (7) 所使用之認定變數為阿里山超過 350 毫米後 28 天之單日虛擬變數；模型 (4) 及模型 (8) 所使用之認定變數為阿里山超過 350 毫米後 28 天之單週虛擬變數。各模型中均包含年度及農曆各天之虛擬變數，在此為減少篇幅並未列出。

二、豪雨強度的敏感度分析

在前節中，我們以阿里山發生大豪雨，即單日降雨量超過 200 毫米四週內的單日虛擬變數作為認定需求函數之工具變數，所以本節將檢驗若以不同降雨量標準當作認定需求函數之工具變數時，則前節所估計之供給及需求彈性是否會因此而有大幅變動。在此本文分別考慮另外兩種中央氣象局界定豪雨的降雨量標準，一為豪雨，即單日降雨量超過 130 毫米，另一為超大豪雨，即單日降雨量超過 350 毫米。

首先以阿里山單日降雨量超過 130 毫米後四週內的單日及單週虛擬變數，當作認定需求函數之工具變數，重新估計方程式 (1) 及 (2)，台北第一及第二市場的供給反函數及需求函數估計結果分別列於表 8 及表 9 中之第 1、2 及第 5、6 行。由供給反函數的估計結果顯示，台北第一及第二市場葉菜類之交易數量對價格並無顯著的關係，亦即在極短期下蔬菜的供給彈性極小，與前節估計結果相似。在需求函數之估計結果方面，在單日及單週兩種不同的虛擬變數設定下，雖其彈性估計值較前節估計結果略小，但差距甚微。

接著再以阿里山單日降雨量超過 350 毫米後四週內的單日及單週虛擬變數，當作認定需求函數之工具變數，台北第一及第二市場的供給反函數及需求函數估計結果分別列於表 8 及表 9 中之第 3、4 及第 7、8 行。供給反函數的估計結果仍然顯示台北第一及第二市場葉菜類之交易數量對價格並無顯著的關係，此結果前述兩種工具變數之估計結果相同。在需求函數之估計結果方面，其彈性估計值與前節也同樣是極為接近。

另外值得一提的是，由表 6 及表 8 我們可以觀察到降雨量大小對葉菜類供給曲線影響程度呈現正向關係，且其影響程度都是隨時間先遞增再遞減，在第二週到達高峰。以台北第一市場為例，在阿里山降雨量超過 350 毫米後，第一週內葉菜類蔬菜價格平均上漲 30.1%，第二週漲幅則增加至 42.4%，至第三週其漲幅稍微減緩至 31.6%，至第四週始有明顯降低。相較於當阿里山降雨量超過 130 毫米，第一週內葉菜類蔬菜價格平均僅上

漲 22.1%，第二週高峰上漲至 31.2%，幅度均比降雨量超過 350 毫米之漲幅要來得小。

三、颱風災害影響評估

本節以葉菜類蔬菜為例，評估颱風豪雨對菜農及消費者福利之影響。假設因颱風所挾帶的豪雨造成葉菜類蔬菜的供給減少，供給曲線將由 S_t 向左移動至 S_{t+1} ，如圖 2 所示，市場均衡交易量由 Q_t 下降至 Q_{t+1} ，而均衡價格由 P_t 上升至 P_{t+1} 。利用以上的彈性估計結果，先計算消費者剩餘的改變，為圖 2 中 (A+B) 部分，其大小如下：

$$\begin{aligned}\Delta CS &\approx \frac{(Q_{t+1} + Q_t)}{2} \times (P_t - P_{t+1}) \\ &= -\frac{(Q_{t+1} - Q_t + 2Q_t)}{2} \times (P_{t+1} - P_t) \\ &= -P_t Q_t \left[\left(1 + \frac{1}{2} \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} \right) \times \left(\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} \right) \right],\end{aligned}\quad (3)$$

另外因供給曲線為水平線，並無生產者剩餘，所以生產者收益因價格上漲而所造成的變動如圖 2 中 (A-C) 部分，其計算方式如下：

$$\begin{aligned} \Delta PS &= (P_{t+1} - P_t) \times Q_{t+1} - (Q_t - Q_{t+1}) \times P_t \\ &= P_t Q_t \left[\left(\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} \right) \times \left(1 + \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} \right) - \left(1 - \left(1 + \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} \right) \right) \right] \\ &= P_t Q_t \left[\left(\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} \right) \times \left(1 + \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} \right) + \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

在整體社會福利損失方面，本文以消費者及生產者剩餘總和之變化為衡量方式，故應該是圖 2 中 B 之三角形部分。但農民在颱風前生產成本已投入，如同沈入成本 (sunk cost)，若計入此部分之損失，則整體社會福利損失應增為圖 2 之 (B + C) 部分，其大小如下：

$$DL \approx \frac{1}{2} (P_{t+1} - P_t) (Q_{t+1} - Q_t) + P_t (Q_{t+1} - Q_t) = P_t Q_t \left[\left(\frac{1}{2} \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} + 1 \right) \times \left(\frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} \right) \right] \quad (5)$$

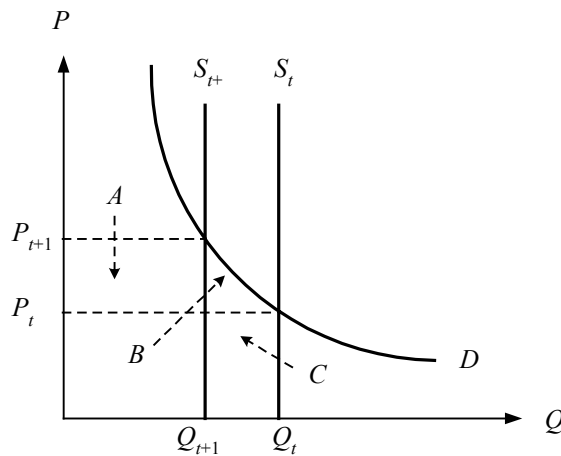


圖 2 颱風後葉菜類蔬菜消費者剩餘及生產者收益之變動

註：颱風過後葉菜類蔬菜供給減少，供給曲線由由 S_t 向左移動至 S_{t+1} ，消費者剩餘變動量為 $(A + B)$ ，生產者收益變動量為 $(A - C)$ ，整體社會福利損失為 B 。

以台北第一市場為例，並利用表 6 及表 7 中不同設定下供需曲線彈性的估計值，可計算出在颱風過後不同時間點，消費者剩餘、生產者剩餘及整體社會福利之變動，如表 10 所示。在需求彈性之估計值為 -0.30 （表 7 第 2 行）下，假設 P_t 及 Q_t 分別為 2007 年台北第一市場之日平均價格及每日交易量，即 P_t 為每公斤 18.65 元， Q_t 為 442 公噸。則在颱風大豪雨之後，因供給減少，第一週內單日葉菜類蔬菜價格上漲幅度為 19.74%（表 6 第 2 行），交易量將減少 6.01%，因此消費者剩餘每日將減少 158 萬元，佔當日交易金額的 19.15%；生產者收益則增加 103 萬元，佔當日交易金額的 12.55%；整體社會福利減少 54 萬元，佔當日交易金額的 6.60%。葉菜類價格上漲在第二週內幅度則提高至 29.98%，交易量減少 9.13%；消費者剩餘在這週內單日減少 236 萬元，佔單日平均交易金額的 28.62%；生產者收益增加 149 萬元；整體社會福利減少 97 萬元。價格在第三週之上漲幅度降為 23%，仍高於第一週之上漲幅度，直到第四週價格才趨於平緩。所以，總計在大豪雨過後四週內，台北第一市場消費者剩餘將減少 4,873 萬元，生產者收益增加 3,157 萬元，而整體社會福利損失則為 1,717 萬元。

由於農民並非直接提供其所生產之蔬菜至台北市場，而必須透過中間商在產地收購或農會、合作社等集貨，經過分級包裝後載運至台北，因此這裡所計算之『生產者收益』，未必全為農民本身之收益。因中間商在農產品運輸過程扮演的重要角色，產地與消費市場間存在運銷利差，再加上貿易自由化以來，消費市場中來自進口之比重逐漸增加，因此實際上農民獲得之收益將低於本文估計的金額。若以台北第一市場與西螺果菜市場葉菜類平均價格之差距，做為產地與消費市場之價差，在 2007 年其價差為每公斤 2.5 元，進一步假設進口葉菜蔬菜佔葉菜類蔬菜總交易量的 20%，則葉菜類生產者之收益將只增加 2,187 萬元，為先前估計值的 69%，此比例意味著中間商及進口商分得 31% 的生產者收益。

表 10 颱風過後葉菜類蔬菜消費者剩餘、生產者收益及整體社會福利之變化—台北第一市場

單位：元；%

	價格變動 百分比 ¹	交易量變動 百分比 ²	每日消費者剩餘 變動量 ³	每日生產者收益 變動量 ⁴	每日生產者收益 百分比 ⁶	整體社會福利 變動量 ⁵	整體社會福利 百分比
	$(100 \times \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t})$	$(100 \times \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t})$	變動量 ³	變動量 ⁴	百分比 ⁶	變動量 ⁵	百分比
第一週	19.74	-6.01	-1,579,604	1,035,001	-19.15	-48,931	-6.60
第二週	29.98	-9.13	-2,360,408	1,494,770	-28.62	-112,859	-10.49
第三週	23.00	-7.00	-1,830,837	1,186,967	-22.20	-66,411	-7.81
第四週	14.77	-4.50	-1,191,172	792,884	-14.44	-27,396	-4.83

註：1.各週價格變動之百分比，主要依據表6第2行之估計結果。

2.在葉菜類蔬菜之需求彈性為-0.30下計算所得。

3.消費者剩餘的變動量 = $-P_t Q_t [(1 + \frac{1}{2} \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t}) \times (\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t})]$ ，其中 P_t 及 Q_t 分別採用2007年台北第一市場之年平均價格及交易量， $P_t = 18.65$ 元， $Q_t = 442,207$ 公斤。

4.生產者收益的變動量 = $P_t Q_t \left[(\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t}) \times (1 + \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t}) + \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} \right]$ 。

5.整體社會福利變動量 = $P_t Q_t [(\frac{1}{2} \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} + 1) \times (\frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t})]$ 。

6.百分比的計算係以 $P_t Q_t$ 為基準。

最後，雖然整體菜農可能因蔬菜供給減少、價格提高而使其收益增加，但並不表示每一個生產者均可平分此收益，個別菜農之收益大小仍需依其產量多寡及受天災影響之程度而定，在受影響期間內，若個別菜農其產量並未受到大雨衝擊，則其將為價格上漲的受益者，然而若個別菜農的產量因大雨而大幅減少，則雖價格上漲但其收益仍將因此下降。

伍、結論及建議

台灣地區每年在夏秋季節都會遭受颱風的侵襲，颱風所挾帶的強風及豪雨常在各地造成農業生產嚴重的損失，尤其是蔬菜的生產，也因此在此類季節蔬菜價格常有較大的波動。為瞭解颱風災害對整體社會福利可能的影響，本文首先利用颱風所挾帶的豪雨對蔬菜生產所產生的負面衝擊，以及因消費者在颱風來臨前預期未來價格上漲之心理所引發的蔬菜需求增加，估計出葉菜類之供給及需求曲線，並進一步由估計結果評估颱風對消費者、生產者及整體社會福利之衝擊。

研究結果發現台北第一市場葉菜類之需求彈性估計值介於 -0.30 至 -0.31 之間，而台北第二市場則介於 -0.35 至 -0.36 之間。供給曲線的估計結果有兩個主要發現，首先，在這兩個台灣主要的蔬菜消費市場，供給數量與價格並不存在顯著的正向關係，隱含在極短期下葉菜類蔬菜供給曲線接近垂直線。第二，由供給曲線估計式中可發現，颱風所挾帶的豪雨對蔬菜供給的負面衝擊持續約一個月，在第一週內平均價格約上漲 2 成，至第二週價格會上漲 3 成以上，之後才逐漸下降，第三週上漲幅度仍維持在 2 成以上，直至第四週才會降至 1 成。

根據所觀察到的價格變化，再加上需求彈性之估計值，以台北第一市場為例，本文估算在颱風豪雨過後的四週內，葉菜類消費者剩餘平均每日將減少 21%，若以 2007 年平均價格及交易量計算，這四週之損失約達新台幣 5 千萬元。在相同四週內，生產者收益平均每日可增加 14%，換算為金額，四週共增加 3 千 2 百萬元之收益，但扣除掉中間商在供應鏈中所分得之報酬及來自進口的部份後，實際國內菜農之收益增加只有 2 千 2 百萬元。

在政策層面，為降低颱風對葉菜類供給之衝擊，政府通常藉由釋出冷凍冷藏庫存與緊急進口蔬菜來抑制價格的上漲，以減低對消費者的衝擊，但其受益者並非國內的菜農，而且緊急進口蔬菜往往也無法符合消費者對葉菜類之需求。即使政府長久以來辦理夏季蔬菜製作保價運銷計畫，或是在颱風過後會釋出庫存蔬菜，但是本文研究發現，葉菜類

價格在颱風豪雨後的影響週期仍長達四週，由此可知這些夏季蔬菜契作計畫之執行仍有窒礙難行之處，癥結為何需務實檢討。而災後政府的釋出動作為何無法及時反映到零售市場中，產生足夠之價格平抑效果？是因受限於傳統市場的經營規模過小？還是供銷商藉機從中賺取超額利潤？必須要加以檢討。如果上述問題無法解決，就必須思考其他替代方案，例如：增加進口蔬菜的比重與管道，或是從災前預防的角度，透過設施農業技術之提升與投資，來幫助農民減少天災損失，或是多研發加工蔬菜，鼓勵民眾改為消費加工食品等方式，以紓解災後葉菜類短缺之壓力等，都是未來政府可以多加考慮的途徑。

（收件日期為民國 98 年 2 月 25 日，接受日期為民國 98 年 11 月 9 日）

參考文獻

(1)中文部分

1. 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，186：49-54。
2. 謝信良、王時鼎、鄭明典與葉天降，2002，「百年 (1897~1996) 侵襲台灣颱風之統計分析」，中央氣象局專題研究報告，行政院交通部中央氣象局。

(2)英文部分

1. Angrist, J. D. and A. B. Krueger, 2001, "Instrumental Variables and the Search for Identification: From Supply and Demand to Natural Experiments," *Working Paper No. 01-33*, MIT Department of Economics.

2. Angrist, J. D., K. Graddy, and G. W. Imbens, 2000, "The Interpretation of Instrumental Variables Estimators in Simultaneous Equations Models with an Application to the Demand for Fish," *Review of Economic Studies*, 67:499-527.
3. Elsner, J., J. P. Kossin, and T. H. Jagger, 2008, "The Increasing Intensity of the Strongest Tropical Cyclones," *Nature*, 445:92-95.
4. Park, T. A. and L. Lohr, 1996, "Supply and Demand Factors for Organic Produce," *American Journal of Agricultural Economics*, 78:647-655.
5. Theil, H., 1953, *Repeated Least Squares Applied to Complete Equation Systems*, Central Planning Bureau, Hague.
6. Webster, P. J., G. J. Holland, J. A. Curry, and H. R. Chang, 2005, "Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment," *Science*, 309: 1844-1846.
7. Wright, P. G., 1928, *The Tariff on Animal and Vegetable Oils*, Macmillan, New York.

Assessing Damage by Typhoon in Taiwan — an Example of Vegetable Demand and Supply*

Sheng-Jang Sheu** and Ching-Cheng Chang***

Abstract

Taiwan has been hard hit by typhoons every year. In order to assess the damage caused by typhoon on the agriculture sector, we use leafy vegetable as an example. Particularly, we use the heavy rain fall which comes along with a typhoon as a negative shock on leafy vegetable production to identify the demand on the vegetable. Before the arrival of a typhoon, consumers usually expect that the future leafy vegetable price will rise. Thus, the information with regard to the arrival of a typhoon is used a positive shock on demand to identify the supply of leafy vegetable. Our empirical results show that the elasticity of demand on leafy vegetables is ranged from -0.30 to -0.31 in the first Taipei market and from -0.35 to -0.36 in the second Taipei market, while the supply is nearly a vertical line. The possible reason may be that the supply is fixed and inelastic in very short run. Besides, the impact of heavy rain on the price of leafy vegetable increases at beginning and falls after the second week and lasts around four weeks long. As the result, over the four-week period the consumer surplus

* The financial support from the Council of Agriculture is gratefully acknowledged. The opinions from this paper do not reflect the view of the Council of Agriculture. Errors are all ours.

** Assistant Professor, Department of Applied Economics, National University of Kaohsiung. Corresponding Author. Email: ssheu@nuk.edu.tw.

*** Research Fellow, Institute of Economics Academia Sinica.

decreases 48.73 million NT dollars and producer surplus increases 31.57 million NT dollars in the first Taipei market. The welfare loss after the heavy rain fall is 17.17 million NT dollars, but note that the increase in producer surplus is not completely acquired by farmers. Instead, middlemen and vegetable importers gain part of the surplus.

Keywords: Typhoon, Vegetable Demand, Vegetable Supply, Instrumental Variable

JEL Classification: Q11, Q13, Q54