

# 氣象資訊服務經濟價值評估—以臺灣主力農家為例 \*

林桓億 \*\*、許聖章 \*\*\*、劉哲良 \*\*\*\*

## 摘 要

本研究之主要目的為評估台灣主力農家對於現有中央氣象局所提供氣象資訊服務應用於農業上的主觀評價，並以此做為氣象資訊服務經濟價值推估之基礎。本研究採用假設市場評估法之標準化流程，透過行政院主計總處協助進行之全國主力農家隨機代表性抽樣，以訪員親自到訪方式進行問卷資料蒐集，利用有效估計的最小絕對離差法 (least absolute deviation, LAD) 估計氣象資訊服務對農家之經濟價值。我們的估計結果顯示主力農家使用既有氣象資訊服務所願意支付的費用為每年 4,134 元~4,307 元，因此所實現的總經濟價值估計為每年 395.38 百萬元~643.97 百萬元。另一方面，若以潛在待實現的角度進行評估，則氣象資訊服務應用對臺灣主力農家而言，其待實現潛在經濟價值估計為每年 577.66 百萬元~941.16 百萬元。本研究所得之推估結果一方面可以協助公部門主管機關對後續教育推廣策略之規劃安排，另一方面則有助於私部門了解氣象資訊服務的潛

---

\* 作者們感謝交通部中央氣象局提供本文之研究計畫補助，作者們亦感謝兩位匿名審查人所提供之寶貴意見。文中論點僅代表作者之立場，如有任何疏漏及謬誤，概由作者負責。

\*\* 中華經濟研究院科技政策評估研究中心主任。

\*\*\* 國立高雄大學應用經濟學系副教授，本文通訊作者，Email：[ssheu@nuk.edu.tw](mailto:ssheu@nuk.edu.tw)。

\*\*\*\* 中華經濟研究院綠色經濟研究中心研究員。

DOI：10.3966/054696002021060109002

在可開發之市場價值。

**關鍵詞：**氣象資訊服務、經濟價值評估、假設市場評估法、願意支付價格、農糧生產者、  
主力農家

**JEL 分類代號：**Q12、Q51、Q54

# 氣象資訊服務經濟價值評估——以臺灣主力農家為例

林桓億、許聖章、劉哲良

## 壹、前言

氣象資訊一直是人類各種不同決策過程中不可或缺的元素之一，有效利用氣象資訊和以其為基礎所產生的相關服務，將有助於增加氣象資訊應用對決策品質可帶來的正面影響或減少對其的負面衝擊。近年來，各地天氣受到全球氣候變遷 (global climate change) 的影響而使其變化加劇，氣候與人類生存社會環境之互動，亦開始變為更加複雜，這也使得人們對於各種氣象資訊服務的需求顯著增加。氣象資訊服務的產生通常需要大量的投資，且由於常因其具備準公共財 (quasi-public good) 之特徵，氣象服務目前在各國仍多由公部門提供。因此，在政府有限的預算之下，如何確保氣象服務公共投資能產生淨社會效益 (net social benefits) 為一個重要議題，這也使氣象資訊服務的社會經濟價值評估成為近年氣象領域的研究焦點之一 (Freebairn and Zillman, 2002; Lazo et al., 2009; Lee and Yoo, 2013; Perrels et al., 2013; World Meteorological Organization, 2015; Tall et al. 2018; Lin et al. 2019)。

在眾多受到氣象資訊服務影響的部門中，農業部門中生產的相關活動對於氣候或氣象變化十分敏感，因此氣象資訊服務之應用對農業決策的重要性將高於其他部門。世界氣象組織 (World Meteorological Organization, WMO, 2011) 的報告顯示，農業生產和糧食安全的改善是氣象資訊服務可以為世界所帶來的四大重要效益之一。然而，與其他部門相較，農業產值相對較低。在公部門可能存在的預算排擠問題之下，農業部門的氣象資

訊服務很可能無法獲得足夠的資源支持，進而對該領域的生產或災防活動產生重大影響。因此，針對農業氣象資訊服務可帶來的經濟價值進行評估，建立論述以獲得足夠的資源支持將有其必要性 (Ouédraogo et al., 2018; Ziolkowska, 2018)。

在方法論上，回顧過去氣象資訊價值內涵的相關文獻，我們可以依據需求與應用端使用氣象或氣候資訊之方式，將氣象資訊價值內涵細分為二類，其一為決策輔助角色定位的「知覺價值」(perceived value) 內涵，其二為因取得該資訊並採取相關行動而帶來的損害成本之節省或利益之增加的「兌現價值」(realistic value of information) 內涵 (Ahituv, 1989; Leviäkangas, 2008; Leviäkangas, 2009; Leviäkangas and Hautala, 2009)。以知覺價值角度衡量氣象資訊服務之經濟價值與學理較為一致，但如何精確地衡量資訊需求者心中的評價，為此一概念的最大挑戰。反之，以兌現價值觀點進行評估時方法上較為容易，但往往無法判斷氣象資訊在價值兌現過程中，其所扮演的角色及貢獻。

對臺灣在內的大多數國家而言，氣象資訊服務皆被視為公共財，因為目前主要由公共部門提供此項服務。因此氣象資訊服務不像一般商品，不需透過市場交易即可獲得。因此為評估氣象資訊服務的經濟價值，我們認為應以「非市場財貨評估方法」(non-market good evaluation approach) 做為評估方式。在現有文獻中，大多數研究立基於知覺價值觀點，並使用「假設市場評估法」(contingent valuation method, CVM) 推論資訊需求者對於氣象資訊服務的願意支付價格 (willingness-to-pay, WTP)，做為衡量其經濟價值的基礎 (Lee and Yoo, 2013; Park et al., 2016; Anaman et al., 2017; Ouédraogo et al., 2018)。此方法的優點在於能夠透過調查方式直接取得受訪者對於目標財貨的真實評價，與學理最為一致，但缺點在於操作成本較其他方法來得昂貴及費時 (因需要進行實地抽樣調查)；當類同研究不存在時，不易就結果進行比較。為力求評估結果能夠貼近民眾心中真實的評價，本研究亦採用「假設市場評估法」評估臺灣氣象資訊服務應用，對農業所帶來的經濟價值。

因此本研究主要目的為評估台灣主力農家對於現有氣象資訊服務應用於農業上的主觀評價，並以此做為氣象資訊服務經濟價值推估之基礎。在實證方法上，我們採用「假

設市場評估法」之標準化流程，藉由行政院主計總處之協助，針對主力農家進行隨機抽樣，產生全國代表性樣本，並以訪員親自到戶訪問 (in-face survey) 方式蒐集問卷資料。最後，在實證方法上，我們以有效估計的最小絕對離差法 (least absolute deviation, LAD) 估計農家對氣象資訊的願意支付價格，進而估算氣象資訊服務之經濟價值。本文後續的段落安排如下：第二節介紹本文的研究方法，亦即假設市場評估法的設定方式；第三節闡述實證變數資料及實證模型之設計；第四節針對氣象資訊願付價格實證結果進行分析；第五節則進一步推估氣象資訊服務應用於農糧生產領域的總經濟價值；最後，第六節為結論及後續研究方向。

## 貳、研究方法

「假設市場評估法」透過問卷調查 (questionnaire) 方式蒐集資料，進而推估受訪者心中對於標的財貨之真實願意支付價格的研究方法。為此，本研究透過全國性農糧生產者的親訪問卷調查，並依據國際方法論所建立之評估流程，推估現有氣象資訊服務對臺灣農糧生產 (全國層次) 所帶來的經濟價值高低。為完整地執行以問卷為基礎的「假設市場評估法」分析，我們主要參考國際「假設市場評估法」執行建議原則 (Arrow et al., 1993)，採用如圖 1 所呈現的九個步驟，依序完成此評估工作。以下我們針對幾個重點步驟，進一步說明其所涉及的相關內容。

### 一、研究對象及標的之確認

#### (一)研究對象

本研究之評估對象為台灣農林漁牧普查中的農糧產業作物之主力農家，我們藉由估

計受訪者對氣象資訊平均「每年願意支付的價值」(WTP)，並以此推估每戶農家 WTP，進而推算氣象資訊對全體農家的價值總和，做為目前氣象資訊服務應用於農業生產所產生的經濟價值之推估值。

## (二)氣象資訊對評估對象之貨幣化價值

由於在臺灣，一般民眾使用的氣象資訊多為政府所提供，農民不需透過市場交易即可取得所需的資訊，因此氣象資訊屬於經濟領域中所定義的非市場財，其價值衍生自於人們對於該資訊之「使用價值」(例如利用氣象資訊進行農業生產活動所產生的價值) 與「非使用價值」(例如純粹為了保留氣象資訊而產生的價值)。因此當我們欲對此類非市場財進行價值評估時，主要估算是藉由加總個別農家對使用氣象資訊的 WTP，以做為估計整體農家使用氣象資訊的價值。

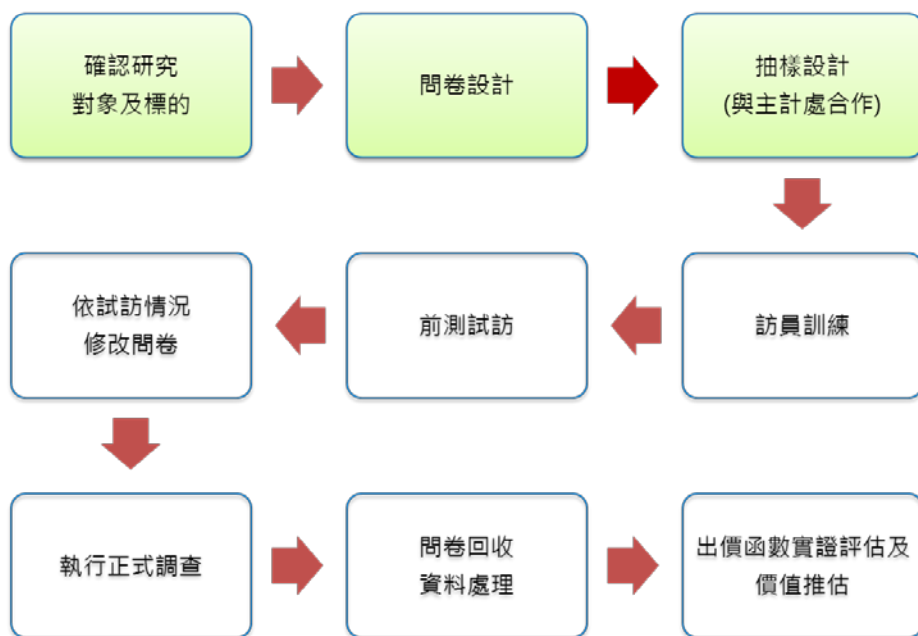


圖 1 本研究「假設市場評估法」調查之執行流程及步驟

### (三)問卷設計

本研究所使用之調查問卷內容，主要參考 Arrow et al. (1993) 所建議的 CVM 進行設計。本研究的問卷內容包含四大部分，第一部份為「氣象預報資訊認知及體驗狀況」之相關問項；第二部份則為「氣象預報資訊的價值評估」問項（詳細內容可參考附錄中所提供的問卷樣本）；第三部份則是詢問受訪者的「災損經驗」；第四部分為「受訪者的個人資料」。在 CVM 的問卷設計過程中，「假設市場」的建立、「支付工具」的選擇及「詢價模式」的設計，對氣象資訊價值的評估結果甚為重要，因此以下我們將簡要說明前述各項之設計方式。

## 二、假設市場建立

CVM 經常是建立在一個假設狀況下，詢問受訪者對某項非市場財貨的評價或消費意願，但由於受訪者在實際生活中對此財貨並無市場交易經驗，因此調查者對其欲研究的非市場財貨，需先建立一個「假設性市場」(contingent or hypothetical market)，並詢問受訪者對於此財貨的購買或消費意願。本研究所要評估的非市場財貨為氣象資訊，當其應用於農業生產時，其所產生的經濟價值為何？因此，如何讓農家清楚的了解「氣象資訊」這個假設性的非市場財貨，為設計此份實證問卷的最大挑戰。我們所採用詢價策略是先讓受訪者針對現有「氣象價值準確度」，以分數尺度的方式進行「主觀評分」；接著，以主觀準確度評分做為基準，詢問這些氣象資訊服務對於受訪者而言，其價值為何？進而推估受訪者對於氣象資訊之「每戶每年 WTP」。綜言之，此詢問方式是以氣象資訊之整體價值做為評估標的，而非資訊品質或數量上的變化。本研究選用 WTP 而非願意接受價格 (willingness to accept, WTA) 做為評估指標，主要目的是為避免受訪者為取得較高補貼而謊報心中價值，可能因而產生所謂的策略性偏誤 (strategic bias) (蕭代基等，2002)。

## (一)支付工具選擇

支付工具 (payment vehicle) 意指詢問受訪者 WTP 時，採用何種支付方式出價。CVM 常見的支付工具包含：支付特定的基金、直接支付、指定稅務償付等方式。由於 CVM 的精神在於盡可能獲取受訪者心中真實之 WTP，因此本研究在支付工具之選擇上，採用「直接支付」方式做為支付工具，並以一般化的商品交易模式來進行詢價。

## (二)詢價模式設計

詢價模式 (elicitation method) 為誘導支付過程所採用的程序，文獻曾使用的方法如支付卡式詢價模式 (payment card)、開放式詢價模式 (open)、二元選擇模式 (dichotomous choice)、二元選擇結合開放欄位 (dichotomous choice with follow-up open ended) 等模式。由於二元選擇結合開放欄位，得以兼具提升效率 (efficiency) 與減少抗議性回覆 (protest response) 的特性 (Su et al., 2011)，因此本研究將採用二元選擇結合開放欄的詢價模式 (可參見附錄中的問卷設計內容)。

## 三、抽樣設計及樣本分布

本研究將調查對象設定為農林漁牧普查中農牧戶之「主力農家」，亦即以臺灣本島之鄉鎮市區為調查範圍，由於林業、漁業及畜牧業的對於氣象資訊的需求型態與農糧產業有較大的差異，因此我們將調查對象限定於為農糧產業之主力農家。主力農家之定義為其全年農牧業收入在 20 萬元以上，且戶內人口有 65 歲以下從事自家農牧業工作者。此乃因為「主力農家」是臺灣農牧業之主要生產力來源，且多為專業農家，並具母體代表性，因此本研究將以主力農家做為調查分析對象。在抽樣設計上，行政院主計總處以 2015 年農林漁牧業普查所調查的農牧戶 844,621 戶為母體，縣市分布如表 1 所示。針對

主要種植作物包含如稻米、雜糧、特用作物、蔬菜、果品以及花卉等作物類別 (如表 2 之分類)，且全年農業收入在 20 萬元以上，戶內人口有 65 歲以下從事自家農業工作者之農戶，以分層隨機抽樣方式，依耕作面積隨機抽出，預計取得 1,068 份有效樣本<sup>1</sup>。為避免過多樣本拒絕受訪以致無法完成理想抽樣結果之情形發生，對於每個相同條件的擬調查對象，主計總處再個別抽出 5 個預備樣本，故總共抽出 5,400 個樣本戶數。在實際執行過程中，主計總處依據上述原則，協助我們完成調查樣本之抽樣，最後調查結果，共完成 1,150 份有效樣本，實際完成樣本之地理分布，如圖 2 與表 3 所示。

表 1 2015 年臺灣地區各縣市主力農家分布家數

| 縣市  | 家數 (戶)         | 比例(%) | 縣市  | 家數 (戶) | 比例 (%) |
|-----|----------------|-------|-----|--------|--------|
| 宜蘭縣 | 2,645          | 1.7   | 彰化縣 | 16,210 | 10.4   |
| 基隆市 | 143            | 0.1   | 雲林縣 | 22,627 | 14.5   |
| 台北市 | 780            | 0.5   | 嘉義市 | 900    | 0.6    |
| 新北市 | 2,958          | 1.9   | 嘉義縣 | 15,218 | 9.8    |
| 桃園市 | 2,420          | 1.6   | 台南市 | 15,118 | 9.7    |
| 新竹市 | 2,432          | 1.6   | 高雄市 | 14,490 | 9.3    |
| 新竹縣 | 2,274          | 1.5   | 屏東縣 | 19,981 | 12.8   |
| 苗栗縣 | 4,566          | 2.9   | 台東縣 | 4,969  | 3.2    |
| 台中市 | 14,836         | 9.5   | 花蓮縣 | 3,047  | 2.0    |
| 南投縣 | 12,356         | 7.9   | 澎湖縣 | 39     | 0.0    |
| 合計  | <b>159,009</b> | 100   |     |        |        |

資料來源：行政院主計總處農業普查科，2015。

<sup>1</sup> 我們參照一般而言在 95% 的信賴水準下，若欲使估計機率誤差不超過 3%，則有效樣本數至少為 1,068。

表 2 農作物行業標準分類表

| 細類行業    | 主要涵蓋的產品                                                                                                                                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 稻作栽培    | 陸稻、水稻之栽培                                                                                                                                                                     |
| 雜糧栽培    | 小麥、大麥、黑麥、甘藷、蕎麥、花豆、紅豆、綠豆、大豆、薏仁、玉米、落花生、粟 (小米)、蜀黍 (高粱) 之栽培                                                                                                                      |
| 特用作物栽培  | 棕櫚、棉花、苧麻、瓊麻、亞麻、黃麻、芝麻、樹薯、甜菜、咖啡、菸草、蛇麻、胡椒、茴香、花椒、仙草、枸杞、山藥、黃耆、柴胡、茶葉、當歸、桑樹、牧草、甜菊、魚藤、薄荷、杭菊、向日葵、蓖麻籽、可可豆、麥門冬、香茅草、洛神葵、芥末籽、除蟲菊、油菜籽、大甲蘭、綠肥作物、食用甘蔗、洋麻 (鐘麻)、製糖用甘蔗、苕苡 (三角蘭)、葛鬱金 (粉薯)、愛玉子之栽培 |
| 蔬菜栽培    | 蘿蔔、豆薯、牛蒡、越瓜、芋類、洋蔥、韭類、荸薺、竹筍、蘆筍、胡瓜、冬瓜、南瓜、苦瓜、茄子、菜豆、草莓、豆芽、白菜、甕菜、芹菜、甘藍、蔥類、山葵、大蒜、薑類、芥菜、菱角、甜瓜、蕃茄、西瓜、馬鈴薯、茭白筍、玉米筍、青花菜、瓜子瓜、花椰菜、金針菜、莢豌豆、蓮子、藕、球莖甘藍、番椒之栽培 (包括甜椒及辣椒)                       |
| 果樹栽培    | 李、梅、杏、桃、柿、棗、栗、梨、枇杷、芒果、橄欖、胡桃、木瓜、蘋果、楊桃、龍眼、鳳梨、香蕉、檳榔、蓮霧、葡萄、荔枝、椰子、番荔枝、柑桔類、百香果、番石榴、楊梅、果桑之栽培                                                                                        |
| 食用菌菇類栽培 | 木耳、靈芝、香菇、洋菇、草菇、金針菇之栽培；食用菌菇類菌種培育                                                                                                                                              |
| 花卉栽培    | 盆景、觀葉植物、盆花植物、切花植物之栽培；觀賞水生植物繁殖業                                                                                                                                               |

資料來源：行政院主計總處農業普查科，2015。

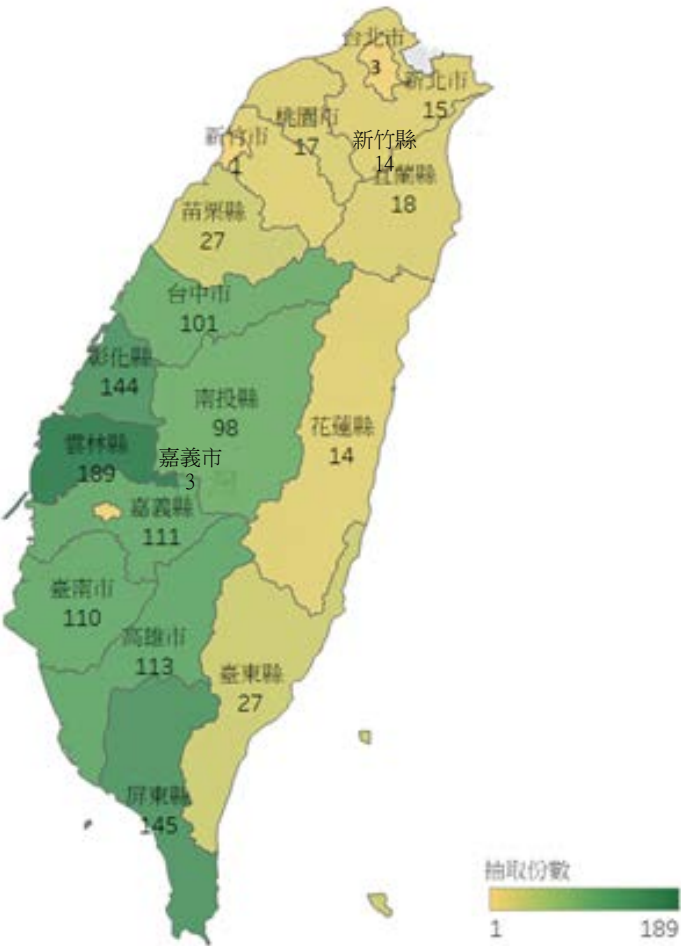


圖 2 本研究調查樣本地區分布

表 3 全國問卷抽樣之鄉鎮市區及樣本數

| 區域 | 縣市  | 抽取份數  | 比例 (%) |
|----|-----|-------|--------|
| 北部 | 宜蘭縣 | 18    | 1.6    |
|    | 臺北市 | 3     | 0.3    |
|    | 新北市 | 15    | 1.3    |
|    | 桃園市 | 17    | 1.5    |
|    | 新竹市 | 1     | 0.1    |
|    | 新竹縣 | 14    | 1.2    |
| 中部 | 苗栗縣 | 27    | 2.3    |
|    | 台中市 | 101   | 8.8    |
|    | 南投縣 | 98    | 8.5    |
|    | 彰化縣 | 144   | 12.5   |
|    | 雲林縣 | 189   | 16.4   |
| 南部 | 嘉義市 | 3     | 0.3    |
|    | 嘉義縣 | 111   | 9.7    |
|    | 臺南市 | 110   | 9.6    |
|    | 高雄市 | 113   | 9.8    |
|    | 屏東縣 | 145   | 12.6   |
| 東部 | 臺東縣 | 27    | 2.3    |
|    | 花蓮縣 | 14    | 1.2    |
| 合計 |     | 1,150 | 100    |

資料來源：本研究依據抽樣結果彙整。

## 參、實證資料及模型設計

爲了瞭解影響氣象資訊主觀 WTP 的影響因子，我們將利用出價函數 (bid function) 描繪受訪者對於氣象資訊主觀 WTP 與其潛在的影響因子之間的關係，藉由出價函數之估

計，我們將可以了解潛在影響因子變動對受訪者 WTP 的變動程度，而估計的結果亦可做為決策者政策工具設計之依據。以下我們將陳述本研究所使用出價函數中，所涵蓋的變數及函數形式的設定 (specification)。

## 一、實證變數資料

本研究實證估計所使用的資料來自研究自身的問卷調查，透過問卷調查，我們收集了主力農家對氣象資訊服務的出價，以其作為估計出價函數的被解釋變數，而解釋主力農家氣象資訊服務出價函數之解釋變數，則可以分為四種類型，其中包括「個人社會經濟特徵」、「個人主觀認知」、「區位及作物類型特徵」及用以檢定是否存在起始點偏誤的「初始詢價金額」等。而以上各類變數之詳細定義及其統計量，詳如表 4 所示。

表 4 出價函數實證變數說明

| 變數名稱           | 定義說明                                                                  | 平均值     | 標準差     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| 被解釋變數          |                                                                       |         |         |
| WTP            | 連續變數，受訪者於開放檔位回覆之氣象資訊每月願付價格 (元)。                                       | 398.92  | 500.82  |
| 解釋變數：初始詢價金額    |                                                                       |         |         |
| Bid            | 連續變數，初始詢價金額 (元)。                                                      | 357.61  | 317.19  |
| 解釋變數：氣象資訊之主觀認知 |                                                                       |         |         |
| effect         | 順序尺度變數，受訪者主觀認知氣象資訊對於作物產出之影響程度，非常有影響= 5、有影響= 4、普通= 3、沒有影響= 2、完全沒影響= 1。 | 4.1567  | 0.9124  |
| degree         | 連續變數，受訪者對於現況下所使用之氣象資訊的主觀滿意度評分，分數區間為 0-100 (分)。                        | 73.6818 | 14.5691 |
| 解釋變數：社會經濟背景特徵  |                                                                       |         |         |
| insur          | 虛擬變數，有購買農業保險者= 1，反之= 0。                                               | 0.0219  | 0.1466  |
| sex            | 虛擬變數，男性= 1，女性= 0。                                                     | 0.7633  | 0.4254  |

表 4 出價函數實證變數說明 (續)

| 變數名稱           | 定義說明                                                                               | 平均值      | 標準差      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| 解釋變數：社會經濟背景特徵  |                                                                                    |          |          |
| <i>age</i>     | 連續變數，受訪者年齡 (歲)。                                                                    | 60.4122  | 12.2998  |
| <i>exp</i>     | 連續變數，受訪者農業從業經驗 (年)。                                                                | 33.1951  | 19.5681  |
| <i>edu</i>     | 順序尺度變數，受訪者教育程度，不識字= 0、自修= 3、國小= 6、國 (初) 中= 9、高中 (職) = 12、專科= 14、大學= 16、研究所及以上= 18。 | 9.0925   | 3.8032   |
| <i>area</i>    | 連續變數，受訪者種植面積 (公頃)。                                                                 | 1.4451   | 3.5615   |
| <i>inc</i>     | 連續變數，受訪者從事農業活動之年收入 (千元)。                                                           | 1,311.41 | 2,979.48 |
| <i>full</i>    | 虛擬變數，是否以農業為主要收入來源，是= 1，否= 0。                                                       | 0.8245   | 0.3807   |
| 解釋變數：地區及作物類型特徵 |                                                                                    |          |          |
| <i>region1</i> | 虛擬變數，北部地區= 1，其他= 0。                                                                | 0.0799   | 0.2714   |
| <i>region2</i> | 虛擬變數，中部地區= 1，其他= 0。                                                                | 0.5705   | 0.4954   |
| <i>region3</i> | 虛擬變數，南部地區= 1，其他= 0。                                                                | 0.2978   | 0.4577   |
| <i>region4</i> | 虛擬變數，東部地區= 1，其他= 0。                                                                | 0.0517   | 0.2216   |
| <i>crop1</i>   | 虛擬變數，主要作物類別，稻作= 1，其他= 0。                                                           | 0.2382   | 0.4263   |
| <i>crop2</i>   | 虛擬變數，主要作物類別，雜糧= 1，其他= 0。                                                           | 0.0517   | 0.2216   |
| <i>crop3</i>   | 虛擬變數，主要作物類別，特作= 1，其他= 0。                                                           | 0.0674   | 0.2509   |
| <i>crop4</i>   | 虛擬變數，主要作物類別，蔬菜= 1，其他= 0。                                                           | 0.2085   | 0.4065   |
| <i>crop5</i>   | 虛擬變數，主要作物類別，果樹= 1，其他= 0。                                                           | 0.4044   | 0.4912   |
| <i>crop6</i>   | 虛擬變數，主要作物類別，菇蕈= 1，其他= 0。                                                           | 0.0094   | 0.0966   |
| <i>crop7</i>   | 虛擬變數，主要作物類別，花卉= 1，其他= 0。                                                           | 0.0204   | 0.1414   |

註：實際調查樣本數為 1,150 筆，但扣除抗議性樣本、極端值以及變數資料有所缺漏樣本後，最後使用在估計出價函數之樣本數為 638 筆。

## 二、出價函數之概念模型：考量起始點偏誤及受限資料特徵

本研究之 CVM 問卷設計，在誘導支付方法上，以「雙界二元開放選擇」做為詢價模式，此模式有二個點特性，在估計出價函數實需特別注意。首先，當經過第一與第二階段的詢問過程後，受訪者對於心中的願付價格 WTP，將會有比較清楚的輪廓。因此，如果在第三階段，請受訪者填入其願意支付的最高金額時，此金額即是經過了完整決策過程的最後結果。此時將能觀察到每位受訪者心中所願意支付的金額，如果我們欲分析受訪者個別特徵對最後金額的影響，則可直接以此金額做為出價函數中之被解釋變數。一般而言，若受訪者對標的不存在任何價值，在假設受訪者不會顯示負值的 WTP 情形下，受訪者對標的物之 WTP 最低應為零。然而，當我們觀察到某受訪者 WTP 為零時，有可能是其 WTP 真正為零，亦有可能為負值，就統計分配上而言，須將 WTP 低於 0 的機率納入考慮，方能得到正確の出價函數估算而不致產生偏誤，此亦即文獻上所定義的「受限資料」(censored data)。

其次，採用雙界二元模式時，在兩次詢價過程中，皆會提供「詢價金額」(bid price)給受訪者做為出價參考。提供此詢價金額之目的在於誘導受訪者回答心中真正的 WTP，但在實務上操作上，受訪者卻容易將此金額當做此一待評估財貨的「訂價」，以致於心中原本真正的 WTP 受到影響。然而如果受訪者認為問卷所提供的詢價金額乃是該評估財貨的平均市價時，可能會利用此受訪金額和其心中真正的願付價格產生加權調整後才予以回覆。如此將使得最後估算的平均願付價格，可能產生高估或低估的現象，此即為 CVM 研究文獻上所定義的「起始點偏誤 (starting point bias)」(Herriges and Shogren, 1996; Chien et al., 2005; 吳珮瑛等, 2007; Liou, 2015)。當此偏誤存在時，以直接使用開放欄位所獲得價格，所進行的出價函數估計也將會產生偏誤。

因此，為得到精確的 WTP 估算結果，避免因問卷設計所可能產生的偏誤，在估計出價函數時，須考量上述二個 CVM 問卷工具設計的可能問題，以適當的校正實證估計結

果。

在進行「起始點偏誤」校正時，過去文獻多以 Herriges and Shogren (1996) 所提出的起始點偏誤檢定及校正概念模型為基礎進行分析。該研究認為在雙界的詢價模式中，當農家受訪者面對訪員給予的詢價金額進行詢問時，第二階段受訪  $i$  的願付價格為  $WTP_i^2$ ，實際上為受訪者  $i$  心中真正願意支付價格  $WTP_i^t$  與其起始詢價金額  $Bid_i^1$  依一定比例  $\gamma_1$  之加權平均，如 (1) 式所示：

$$WTP_i^2 = (1 - \gamma_1)WTP_i^t + \gamma_1 Bid_i^1 \quad (1)$$

其中，權數  $\gamma_1$  為「定錨效果係數」(anchoring effect coefficient)，且  $0 \leq \gamma_1 \leq 1$ 。其值若越接近 1，表示受訪者第二階段呈現的願付價格  $WTP_i^2$ ，越接近第一階段的受訪金額  $Bid_i^1$ ，亦即起始點偏誤之定錨效果，對估計結果的影響越大；反之， $\gamma_1$  越接近 0，則受訪者呈現出的願付價格  $WTP_i^2$  越接近心中真正的願付價格  $WTP_i^t$ ，此時起始價格對平均 WTP 之估計結果影響是不明顯的。

我們可以依據 (1) 式所建構之出價函數實證模型，利用調查資料進行估計，並以此估算定錨效果係數  $\gamma_1$  之估計值。如此將可以藉由 (2) 式進行校正，得到受訪者心中真正的  $WTP_i^t$ 。

$$WTP_i^t = (WTP_i^2 - \gamma_1 Bid_i^1) / (1 - \gamma_1) \quad (2)$$

其次，當欲將受限資料納入評估考量時，一般的處理方法是採用受限資料常用的 Tobit 模型來進行出價函數之估計。Tobit 模型之使用有其先決條件，在於資料本身必須滿足常態分配假設，方能進行有效的估計。然而，在實務上，並非所有實證資料皆能符合此條件；特別是在調查資料的應用上，該前提常無法被滿足。為克服這個潛在問題，我們可改採用不需分配假設即能進行有效估計的最小絕對離差法 (LAD) (Powell, 1984)，以中位數做為求解目標來進行出價函數之估計。本研究後續乃先進行 Tobit 模型

之估計，輔以常態性檢定判斷使用該模型之適宜性；在檢定後若無法滿足模型必須的常態性假設，則改採最小離差法進行估計。

### 三、出價函數之實證模型設定

函數形式 (functional form) 的選擇為實證估計時的另一個重要步驟，本文透過不同組合 (線性與非線性設定) 之試誤過程 (trial and error process)，結合模型配適度指標結果，最後選擇出解釋力最佳的函數形式，如 (3) 式所示。最後，以 (3) 式所估計之估計值，進行後續各項推論之基礎。

$$\begin{aligned} \ln WTP_i = & \beta_0 + \beta_1 effect_i + \beta_2 \ln degree_i + \beta_3 insur_i + \beta_4 sex_i + \beta_5 age_i + \beta_6 exp_i + \beta_7 edu_i \\ & + \beta_8 area_i + \beta_9 \ln inc_i + \beta_{10} \ln inc_i^2 + \beta_{11} full_i + \beta_{12} region2_i + \beta_{13} region3_i \\ & + \beta_{14} region4_i + \beta_{15} crop2_i + \beta_{16} crop3_i + \beta_{17} crop4_i + \beta_{18} crop5_i + \beta_{19} crop6_i \\ & + \beta_{20} crop7_i + \beta_{21} \ln Bid_i + u_i \end{aligned} \quad (3)$$

其中  $\beta_j$  為各解釋變數對  $\ln WTP$  之邊際效果；變數前標「ln」者，表示針對該變數取自然對數值； $u_j$  為誤差項。

### 肆、出價函數之實證估計結果

以下我們分別採用 Tobit 模型及 LAD 模型估計 (3) 式之出價函數，各解釋變數之係數估計結果彙整，如表 5 所示。由 Tobit 模型的估計結果顯示，本研究使用資料透過 Swilk 及 Sfrancia 指標檢定後，拒絕其為常態性之假設，亦即 Tobit 模型的估計結果並不適合做為 WTP 的推估。因此後續我們對於氣象資訊的 WTP 推估，主要將採用 LAD 模型估計所得之係數估計值進行估算。

依據表 5，詢價金額取對數值 ( $\ln Bid$ ) 的係數估計值為 0.8337，其在統計上顯著，亦即「定錨效果係數」估計值顯著異於零，表示本研究之調查資料，確實存在起始點偏誤。平均而言，此份調查資料在問卷上所回答的願付價格，事實上是心中真實 WTP 與問卷詢價金額以 0.1663 : 0.8337 的比例，結合非線性關係加權混價而成。也因此，我們無法直接使用表 5 的係數估計值來進行分析，而必須先針對各係數估計值校正後，方能正確的詮釋解釋變數變動對於 WTP 真實之影響。

依據 (3) 式，願付價格與解釋變數之間呈現雙對數之非線性關係 (double-log)，因此真實 WTP 之概念式應修正為 (4) 式，而真實 WTP 可進一步以 (5) 式轉換進行計算。

$$\ln WTP_i^2 = (1 - \hat{\gamma}_1) \ln WTP_i^1 + \hat{\gamma}_1 \ln Bid_i^1 \quad (4)$$

$$\widehat{WTP}^{median} = \exp^{(\ln WTP_i^2 - \hat{\gamma}_1 \ln Bid_i^1) / (1 - \hat{\gamma}_1)} \quad (5)$$

首先，以 (5) 式來進行真實 WTP 中位數之推估值  $\widehat{WTP}^{median} = 344.5$  元/月/每戶，年 WTP = 4,134 元/年/每戶。未校正前的樣本中，每月對於氣象資訊的 WTP「中位數」為 200 元/月，顯著低於校正後的出價，低估幅度高達 58.1%。此一結果亦顯示，本研究存在顯著的「向下起始點偏誤」，若未針對該偏誤進行校正，將大幅低估主力農家心中對於氣象資訊之價值。

## 一、受訪者對於氣象資訊準確度的主觀評價

氣象資訊準確度主觀評價的係數估計值為正，表示當受訪者認為氣象資訊準確度越高時，願意支付給氣象資訊的出價也相對越高。依據表 6，此變數係數估計值經校正後，其值為 4.4969，表示受訪者主觀評分每較平均值 (73.67 分) 上升 1% (相當於 0.74 分) 時，對應的每月願付價格將較目前樣本中位數 (校正後的推估值為 344.5 元) 上升 4.4969% (上升至 359.99 元)。進行邊際效果的換算，當受訪者主觀評分上升 1 分時，每月

願付價格將因而上升約 20.9 元，每年提升約 251.2 元。

## 二、教育程度

受訪者教育程度亦顯著對於願付價格產生影響，其係數估計結果為正值，表示受訪者教育程度越高，願付價格也越高。校正後的係數估計值為 0.228，表示受訪者每增加 1 年的教育年數，將令每月願付價格中立數 (校正後的推估值為 344.5 元) 上升 0.228% (上升至約 345.28 元)。轉換為邊際效果後，可得知受訪者受教育年數每增加 1 年，每月願付價格中位數將提升 0.78 元，每年提升 9.36 元。

## 三、種植面積

種植面積之係數估計值為正值，表示種植面積越高者，對於氣象資訊的出價也就越高。校正後的係數估計值為 0.1839，表示種植面積每增加 1 公頃，每月願付價格中位數 (校正後的推估值為 344.5 元) 將上升 0.1839% (上升至約 345.1 元)。透過邊際效果之換算後，可得知種植面積每增加 1 公頃，每月願付價格僅增加 0.6 元，亦即每年願付價格提升 7.6 元。

## 四、農業年收入

農業年收入對於氣象資訊出價影響亦為正，表示當農業年收入越高，氣象資訊出價也就越高。在出價函數中包含二個與農業年收入相關的解釋變數，一個是農業年收入取對數值 ( $\ln inc$ )、另一個是農業年收入取對數值後再平方處理 ( $\ln inc^2$ )，在包含後者模型設定下，出價函數得以有相對較佳的解釋能力。依據邊際效果之換算，農業年收入每增加 1 萬元 (估計樣本平均值約為 131 萬/年)，每月願付價格將增加 1.05 元，相當於每年增加

12.6 元。

## 五、是否種植菇蕈類作物

本研究之出價函數中包含農家作物類別之虛擬變數，因此讓我們得以區別不同作物類型對於出價之影響。實證估計結果顯示，僅種植菇蕈類農家的出價顯著較稻作農家為高，種植其他作物類型之農家，在出價上與稻作農家並無顯著差異。此估計結果可能因為菇蕈類產品之經濟價值高，且其對生長環境的要求較為嚴苛，溫度過高將阻礙生長，菇農因此需要隨時因應氣候變化調整養菇場的設備，對於氣候資訊有較高的願付價格。而其他產業因與稻作類生長環境多屬戶外而類似，所以估計係數在統計上並無顯著的差異。經過進一步校正後，代表種植菇蕈類農家的係數估計值為 4.19，表示菇蕈類農家對於氣象資訊，每月願付價格中位數 (校正後推估為 344.5 元)，較稻作農家每月高 14.44 元，每年則願意多付 173.3 元。

表 5 出價函數實證估計結果

| Tobit 模型                  |            | LAD 模型                    |           |
|---------------------------|------------|---------------------------|-----------|
| 解釋變數                      | 係數估計值      | 解釋變數                      | 係數估計值     |
| <i>lnBid</i>              | 0.7648***  | <i>lnBid</i>              | 0.8337*** |
| <i>effect</i>             | -0.0427    | <i>effect</i>             | -0.0313   |
| <i>lndegree</i>           | 1.0317***  | <i>lndegree</i>           | 0.7476*** |
| <i>insur</i>              | -0.3141    | <i>insur</i>              | -0.3475   |
| <i>sex</i>                | 0.0379     | <i>sex</i>                | -0.0491   |
| <i>age</i>                | 0.0037     | <i>age</i>                | 0.0064    |
| <i>exp</i>                | 0.0001     | <i>exp</i>                | -0.0014   |
| <i>edu</i>                | 0.0206*    | <i>edu</i>                | 0.0379**  |
| <i>area</i>               | 0.0266**   | <i>area</i>               | 0.0305**  |
| <i>lninc</i>              | -0.5750    | <i>lninc</i>              | -0.9800** |
| <i>lninc</i> <sup>2</sup> | 0.9119     | <i>lninc</i> <sup>2</sup> | 1.6464**  |
| <i>full</i>               | 0.0912     | <i>full</i>               | 0.0784    |
| <i>region2</i>            | 0.0181     | <i>region2</i>            | -0.0426   |
| <i>region3</i>            | -0.1138    | <i>region3</i>            | -0.1630   |
| <i>region4</i>            | -0.0872    | <i>region4</i>            | 0.0329    |
| <i>crop2</i>              | -0.2522*   | <i>crop2</i>              | -0.2327   |
| <i>crop3</i>              | 0.0472     | <i>crop3</i>              | -0.0290   |
| <i>crop4</i>              | 0.0173     | <i>crop4</i>              | -0.0319   |
| <i>crop5</i>              | 0.0303     | <i>crop5</i>              | -0.0688   |
| <i>crop6</i>              | 0.5045     | <i>crop6</i>              | 0.6970*   |
| <i>crop7</i>              | 0.2116     | <i>crop7</i>              | 0.3229    |
| 常數項                       | -2.8988*** | 常數項                       | -2.1238** |
| Swilk test                | 4.819***   | Pseudo R <sup>2</sup>     | 0.388     |
| Sfrancia test             | 4.843***   |                           |           |
| 樣本數= 638                  |            |                           |           |

註：標記「\*\*\*」表示在 1% 顯著水準下顯著異於 0；標記「\*\*」表示在 5% 顯著水準下顯著異於 0；標記「\*」表示在 10% 顯著水準下顯著異於 0。

表 6 統計顯著係數之校正結果

| 變數                        | 校正前係數值    | 校正後係數值    | 每月 WTP 邊際效果 (元)     |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------------|
| <i>lnBid</i>              | 0.8337*** | --        | --                  |
| <i>lndegree</i>           | 0.7476*** | 4.4969*** | 20.9348             |
| <i>edu</i>                | 0.0379*** | 0.2281*** | 0.7858              |
| <i>area</i>               | 0.0305**  | 0.1839**  | 0.6335              |
| <i>lninc</i>              | -0.9800*  | -5.8946** | 1.0540 <sup>2</sup> |
| <i>lninc</i> <sup>2</sup> | 1.6464*   | 9.9026*   |                     |
| <i>crop6</i>              | 0.6970*   | 4.1922*   | 14.4421             |

註：1. 本表僅呈現校正後係數估計值於統計上顯著者。

2. 標記「\*\*\*」表示在 1% 顯著水準下顯著異於 0；標記「\*\*」表示在 5% 顯著水準下顯著異於 0；標記「\*」表示在 10% 顯著水準下顯著異於 0。
3. 所得邊際效果的計算需要同時考量 *lninc* 與 *lninc*<sup>2</sup> 兩個變數的估計係數，其意涵為年收入每上升 1 萬元所對應的每月願付價格增加效果。

## 伍、主力農家氣象資訊總價值之推估

在上一小節中，我們估計個別主力農家對氣象資訊所願意付出的價值，為進一步評估全體主力農家對氣象資訊服務的總價值，我們將依照農家主要作物種類不同及在不同情境下，估計氣象資訊服務的每年總價值。

### 一、已實現的氣象資訊總價值推估

在前述的估計結果基礎下，在推估總經濟價值時，我們以加總生產不同主要作物農家的願付價格作為估算的方法，假設生產同一種作物的農家，其對氣象資訊的願付價格

相同。利用前節的估計結果，我們以每一種主要作物農家的平均願付價格代表個別農家的願付價格，因此我們可以利用 (6) 式來進行計算主力農家對氣象資訊應用所產生的總經濟價值 (total economic value, TE)。

$$TE = \sum_{i=1}^5 \widehat{WTP}_i^{median} * N_i + \widehat{WTP}_j^{median} * N_j \quad (6)$$

其中， $i$  = 稻作、雜糧、特用作物、果樹、花卉、蔬菜， $j$  = 菇蕈類； $\widehat{WTP}_i^{median}$  為稻作、特用作物雜糧、果樹、花卉、蔬菜等作物型態主力農家的每年氣象資訊願付價格中位數，在統計上這幾種作物型態主力農家的出價並無顯著差異，其值為每年每戶 4,134 元。而  $\widehat{WTP}_j^{median}$  為以菇蕈類做為主要作物的主力農家每年對於氣象資訊的出價中位數，根據估計結果，此類型主力農家的出價在統計上顯著異於其他作物類型者，其值為每年每戶 4,307 元。 $N_i$  為主力農家中各類非種植菇蕈作物農家之家戶數；而  $N_j$  為主力農家中種植菇蕈作物農家之家戶數。

當採用 (6) 式進行主力農家氣象資訊總價值  $TE$  之計算時，本研究設定二種情境進行推估，第一種情境為樂觀假設，我們假定「抗議性樣本」(亦即受訪者認為氣象資訊並非沒有價值，只是基於部分理由而沒有出價的樣本) 的出價與非抗議性樣本相同，所以推估氣象資訊總價值時會將其納入估算；第二種情境為保守假設，在此情境下，推估總價值時，「抗議性樣本」將不被納入計算，我們之估算有出價農家 (非抗議性樣本) 的總願付價格。

## (一)情境 1：樂觀情境

在情境一的假設下，各類作物的農家估計的氣象資訊願付價格及農家戶數分別列於表 7 的第一及第二欄，在此情境下，我們將屬於「抗議性樣本」主力農家納入推估範圍，總農家戶數共計有 155,735 戶。我們假設雖然屬於「抗議性樣本」的這些農家並沒有出價，

但並不表示其對氣象資訊的願付價格為零，因此我們假設同作物類別的農家其出價的金額與非抗議性樣本相同。所以氣象資訊對各類農家的價值總合，可以用每戶農家的願付價格中位數乘以農家戶數估算，其估算結果列於表 7 的第三欄，對主力農家而言，整體氣象資訊的總價值約為每年新台幣 643.97 百萬元。

表 7 樂觀情境下氣象資訊對主力農家之每年總價值

| 願付價格之中位數 (元/年/戶)<br>(A)                               | 家戶數 (戶)<br>(B) | 總價值 (百萬元)<br>(C)=(A)*(B) |
|-------------------------------------------------------|----------------|--------------------------|
| $\widehat{WTP}_{\text{稻作}}^{\text{median}} = 4,134$   | 29,097         | 120.29                   |
| $\widehat{WTP}_{\text{雜糧}}^{\text{median}} = 4,134$   | 8,474          | 35.03                    |
| $\widehat{WTP}_{\text{特用作物}}^{\text{median}} = 4,134$ | 9,311          | 38.49                    |
| $\widehat{WTP}_{\text{蔬菜}}^{\text{median}} = 4,134$   | 38,985         | 161.16                   |
| $\widehat{WTP}_{\text{果樹}}^{\text{median}} = 4,134$   | 65,865         | 272.29                   |
| $\widehat{WTP}_{\text{花卉}}^{\text{median}} = 4,134$   | 3,063          | 12.66                    |
| $\widehat{WTP}_{\text{菇菌類}}^{\text{median}} = 4,307$  | 940            | 4.05                     |
| 合計                                                    | 155,735        | 643.97                   |

註：本研究整理。

## (二)情境 2：保守情境

在情境 2 中，我們將考慮較保守的估計方式，將「抗議性樣本」依其抽樣比例剔除，也就是說，假設這些樣本所代表的主力農家皆不會出價（事實上這些農家受訪者心中可能認為氣象資訊仍有價值，只是在此處，我們保守地假設這些農家不會出價）。在此情境下，推估各類作物農家的總戶數共計有 95,607 戶，如表 8 第二欄所示。依照前述方法，我們可以估算在保守情境下，氣象資訊對主力農家每年的總價值為新台幣 395.38 百萬元，陳列於同表第三欄。

表 8 保守情境下氣象資訊對主力農家之每年總價值

| 願付價格之中位數 (元/年/戶)<br>(A)                               | 家戶數 (戶)<br>(B) | 總價值 (百萬元)<br>(C) = (A)*(B) |
|-------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|
| $\widehat{WTP}_{\text{稻作}}^{\text{median}} = 4,134$   | 17,823         | 73.68                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{雜糧}}^{\text{median}} = 4,134$   | 5,191          | 21.46                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{特用作物}}^{\text{median}} = 4,134$ | 5,703          | 23.58                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{蔬菜}}^{\text{median}} = 4,134$   | 23,880         | 98.72                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{果樹}}^{\text{median}} = 4,134$   | 40,346         | 166.79                     |
| $\widehat{WTP}_{\text{花卉}}^{\text{median}} = 4,134$   | 1,876          | 7.76                       |
| $\widehat{WTP}_{\text{菇草類}}^{\text{median}} = 4,307$  | 788            | 3.39                       |
| 合計                                                    | 95,607         | 395.38                     |

註：本研究整理。

## 二、主力農家主觀氣象準確度評分提升之潛在經濟效益推估

除了推估氣象資訊對主力農家的價值外，另一個值得探討的議題在於如何提升氣象資訊的效益，由於主力農家對於氣象資訊準確度的主觀評分高低，顯著影響農家對氣象資訊的願付價格。因此我們想知道透過提高農家對氣象資訊準確度的主觀評分，可以帶來多少經濟效益？由本研究主力農家調查樣本的結果計算，農家主觀準確度評分之樣本平均為 71.66 分。然而若由技術評估角度所建立的客觀準確度指標，氣象局所提供給主力農家使用的氣象資訊準確度可達 95% (可視之為 95 分)。兩者之間存在著相當大的差距，若可以透過各種氣象應用服務的教育與推廣，提升主力農家對氣象資訊準確度的主觀感受，將可以提升氣象資訊的潛在經濟效益。依據前節出價函數之估計結果，主觀評分提升 1%，每月願付價格中位數將增加 4.50%。由於各作物類型農家存在不一樣的評分進步

空間，我們依據各類作物農家主觀評分的可進步空間，估算每戶農家仍有多少的潛在的經濟效益尚待實現，其估算結果彙整，如表 9 所示。

我們進一步加總這些潛在經濟效益在不同情境下 (前述之「情境 1：樂觀情境」與「情境 2：保守情境」) 之經濟價值，彙整如表 10。上述針對「待實現之氣象資訊潛在經濟效益」之評估，其主要政策管理意涵為給予決策單位，後續可以透過「推廣」或「教育活動」提升主力農家主觀評價後，得以實現的潛在經濟效益。我們進一步計算不同作物計的潛在經濟效益，並繪製成圖 3 及圖 4。由此，我們可以清楚發現種植果樹農戶之待實現經濟效益為最高、蔬菜次之、而稻作則居第三位，此一結果亦可做為後續推廣氣象資訊應用服務順序之指引方向 (依待實現效益來決定推動之優先順序)。

表 9 各作物主觀評分提升後可實現之潛在經濟效益

|                                | 總樣本    | 稻作     | 雜糧     | 特用作物   | 蔬菜     | 果樹     | 花卉     | 菇蕈類   |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 平均分數 (分)                       | 71.66  | 70.72  | 70.00  | 71.44  | 72.42  | 71.84  | 73.86  | 79.55 |
| 可提升分數 <sup>1</sup> (分)         | 23.34  | 24.28  | 25.00  | 23.56  | 22.58  | 23.16  | 21.14  | 15.45 |
| 可提升百分比 <sup>2</sup> (%)        | 32.57  | 34.33  | 35.71  | 32.98  | 31.18  | 32.24  | 28.62  | 19.42 |
| 每月願付價格預期上升百分比 <sup>3</sup> (%) | 146.49 | 154.41 | 160.63 | 148.32 | 140.23 | 144.99 | 128.73 | 87.35 |
| 每年效益提升值 (元/年/戶)                | 6,055  | 6,382  | 6,639  | 6,131  | 5,796  | 5,993  | 5,321  | 5,427 |

註 1：可提升分數以氣象資訊技術準確度 95% (定義為 95 分) 為比較基準，以各類作物農家之平均分數與 95 分之差距做為可提升分數。

註 2：可提升百分比則定義為 (可提升分數÷平均分數) × 100。

註 3：每月願付價格預期上升百分比=可提升百分比 × 4.5。

表 10 不同情境下主觀評分提升之總價值推估結果

| 願付價格提升值<br>(元/年/戶) (A)                                | 家戶數 (戶)<br>(B) | 潛在總價值 (百萬元)<br>(C)=(A)*(B) |
|-------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|
| 情境 1：樂觀情境                                             |                |                            |
| $\widehat{WTP}_{\text{稻作}}^{\text{median}} = 6,055$   | 29,097         | 185.71                     |
| $\widehat{WTP}_{\text{雜糧}}^{\text{median}} = 6,382$   | 8,474          | 56.26                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{特用作物}}^{\text{median}} = 6,639$ | 9,311          | 57.08                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{蔬菜}}^{\text{median}} = 6,131$   | 38,985         | 225.97                     |
| $\widehat{WTP}_{\text{果樹}}^{\text{median}} = 5,993$   | 65,865         | 394.74                     |
| $\widehat{WTP}_{\text{花卉}}^{\text{median}} = 5,321$   | 3,063          | 16.30                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{菇蕈類}}^{\text{median}} = 5,427$  | 940            | 5.10                       |
| 潛在可實現價值：941.16 百萬元/年                                  |                |                            |
| 情境 2：保守情境                                             |                |                            |
| $\widehat{WTP}_{\text{稻作}}^{\text{median}} = 6,055$   | 17,823         | 113.76                     |
| $\widehat{WTP}_{\text{雜糧}}^{\text{median}} = 6,382$   | 5,191          | 34.46                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{特用作物}}^{\text{median}} = 6,639$ | 5,703          | 34.96                      |
| $\widehat{WTP}_{\text{蔬菜}}^{\text{median}} = 6,131$   | 23,880         | 138.42                     |
| $\widehat{WTP}_{\text{果樹}}^{\text{median}} = 5,993$   | 40,346         | 241.80                     |
| $\widehat{WTP}_{\text{花卉}}^{\text{median}} = 5,321$   | 1,876          | 9.98                       |
| $\widehat{WTP}_{\text{菇蕈類}}^{\text{median}} = 5,427$  | 788            | 4.28                       |
| 潛在可實現價值：577.66 百萬元/年                                  |                |                            |

註：本研究整理。

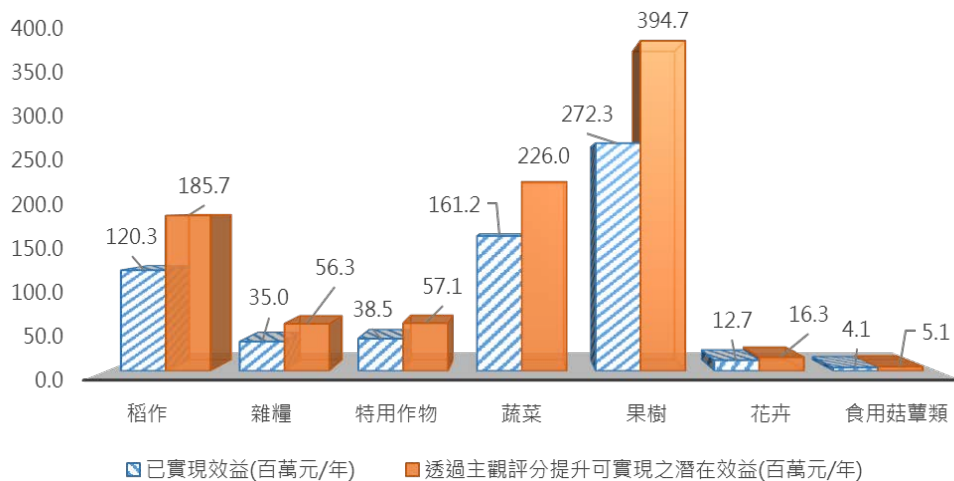


圖 3 已實現及待實現之氣象資訊價值 (樂觀情境結果)

註：本研究整理。

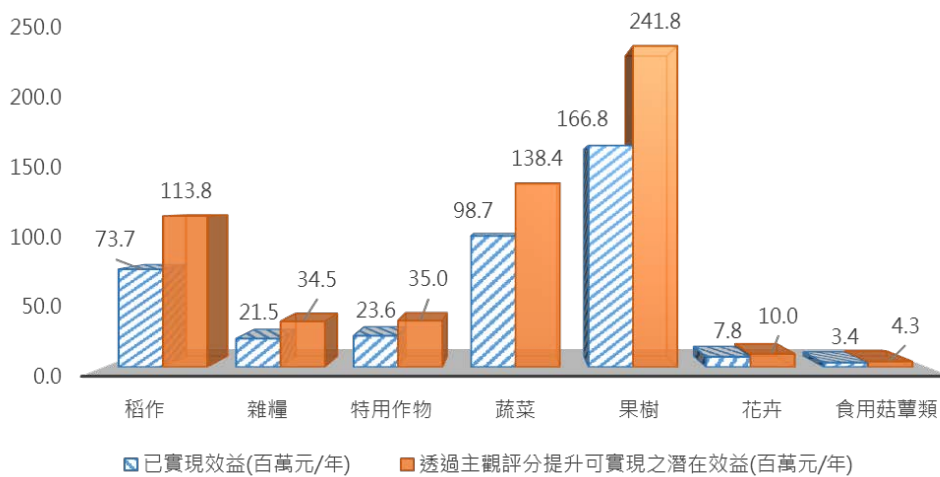


圖 4 已實現及待實現之氣象資訊價值 (保守情境結果)

註：本研究整理。

## 陸、結論及建議

本研究以主力農家做為調查對象，使用 CVM 方法評估臺灣主力農家應用現有氣象資訊服務所帶來的經濟價值。依據出價函數之實證估計結果，影響主力農家的出價因素，包含「受訪者對於氣象資訊準確度的主觀評價」、「是否種植菇蕈類作物」、「教育程度」、「作物種植面積」、「農業年收入」。其中影響程度較高、具備高度政策參考價值者，主要是「受訪者對於氣象資訊準確度的主觀評價」。由於此一變數對於 WTP 呈現顯著之影響，表示透過教育推廣的方式，即有可能提升農糧生產者對於氣象資訊服務的評價，進而使總經濟價值提升。

針對已實現的價值進行推估，在「樂觀情境」下，氣象資訊總價值推估為每年 643.97 百萬元；而在「保守情境」下，氣象資訊總價值推估為每年 395.38 百萬元。而若由主政單位可施力方向角度出發，進而推估可透過推廣或教育活動提升主力農家對於氣象資訊主觀評分而得以實現的潛在經濟效益。在「樂觀情境」之下，每年潛在可實現價值推估為 941.16 百萬元；而在「保守情境」下，每年潛在可實現價值推估為 577.66 百萬元。

本研究之推估結果，對於公部門及私部門分別有其應用上之意涵。首先，對於公部門來說，由於在現況之下，氣象資訊服務具備準公共財特性，加上並無相關市場進行交易，因此無法了解氣象資訊服務所創造的價值，不利資源的投入規劃。而經本研究推估出之「已實現價值」，事實上可視公部門目前提供之既有服務對於農業部門帶來的價值貢獻。決策者一方面可站在事後評估的角度來了解目前資源投入所帶來的價值，一方面則是可做為後續資源投入的規劃參考。另一方面，透過不同作物別價值推估結果之檢視，可以發現主力農家中種植果樹、蔬菜及稻作的農家數為前 3 大，所以整體而言「種植果樹農戶」之待實現效益為最高、「種植蔬菜者」次之、而「種植稻作者」則居第三位。此一結果可做為後續推廣氣象資應用服務順序之指引方向，亦即，依待實現效益來決定

應用服務投資及教育推廣活動規劃之優先順序。其次，對於私部門而言，本研究結果有助於推估農糧生產領域發展氣象資訊應用服務產業所可能開發的市場規模潛力，以做為商業化準備及相關投資之參考。

在未來研究方向上，有幾個面向精進本研究的內容。首先，以涵蓋完整度的角度來說，本研究僅聚焦於農業中的農糧生產領域，尚有林業、漁業、以及畜牧業等廣義定義涵蓋下的農業領域。因此後續建議的方向之一，可以針對這些領域分別進行評估，將能使氣象資訊服務應用於農業部門之經濟價值，得到較為完整的評估結果。其次，就深度而言，本研究建立在全國層次的評估，雖具總體層次的代表性，但對於細項活動業別之描繪，則有所不足。舉例而言，在本研究透過調查發現，種植菇蕈作物的業者擁有最高的平均年收入，而對於氣象資訊服務的 WTP 也最高。然而，因為總樣本數量限制之故，目前所持有的樣本，並不足以針對各子業別進行分析，乃本研究的限制。因此，後續另一個可行的研究方向，即是針對農糧生產領域之各子業別，蒐集更多農家樣本，以得到更準確及細緻的分析結果。

(收件日期為民國 109 年 10 月 29 日，接受日期為民國 110 年 1 月 6 日)

## 附錄 調查問卷

|                                                                |
|----------------------------------------------------------------|
| 核定機關：行政院主計總處<br>核定文號：統字第 1071100723 號<br>有效日期：至民國 107 年 12 月底止 |
|----------------------------------------------------------------|

### 氣象預報資訊價值分析 ——農耕工作者的評估

#### 問卷調查表

問卷編號： \_\_\_\_縣市 \_\_\_\_鄉鎮市區

\_\_\_\_村里 \_\_\_\_序號

訪員姓名： \_\_\_\_\_

原作物類別： \_\_\_\_\_

訪問日期： \_\_\_\_年 \_\_\_\_月 \_\_\_\_日

訪問時間： \_\_\_\_時 \_\_\_\_分至 \_\_\_\_時 \_\_\_\_分

督導員確認簽名 \_\_\_\_\_

《問卷說明》：

您好！這是一份由交通部中央氣象局委託財團法人中華經濟研究院進行的問卷調查，主要目的在於了解農耕工作者對於「氣象預報資訊」的認知暨體驗情況、評估「氣象預報資訊」對於農耕工作者的價值，以及農耕工作者的災損經驗。調查的結果可幫助中央氣象局評估氣象資訊之經濟價值並成為日後氣象資訊管理策略規劃之重要參考。

您所回答的一切資料都僅供研究分析之用，絕不對外公開或外流（亦不記名），請您放心作答，感謝您的協助與合作！

順頌

時祺

交通部中央氣象局

中華經濟研究院 敬上

聯絡人/電話：

林桓億 02-2735-6006 轉 626

中華經濟研究院助研究員

### 一、「氣象預報資訊」認知暨體驗情況

以下幾個問題是請教關於您對於「農業氣象預報資訊」的一般印象及體驗情況。

(一) 請問您是由何處獲得氣象預報資訊？使用的頻率的優先排序？（可複選）

| 項目                    | 是                        | 否                        | 排序                       |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 電視(收看頻道：_____)     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 廣播                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 報紙                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. 農民曆                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. 網際網路：『農業氣象諮詢系統』    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. 網際網路：『田邊好幫手』       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. 網際網路：其他，請說明_____   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. 他人轉述               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. 手機 APP             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. 過去經驗判斷，如何判斷：_____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 99. 其他，請說明_____       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 995. 無                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 996. 拒答               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 997. 不知道              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**訪員提醒：**請訪員將獲取管道的資訊依照使用頻率排序，農民的答案可能超過我們想像的多元，請將農民回答的內容，以文字完整記錄下來。「如何判斷」可以將農民所講的一些重點記下來。

(二) 請問您最常用那些氣象預報資訊？（可複選）

- 1 ☐ 氣溫    2 ☐ 降雨    3 ☐ 颱風    4 ☐ 風向    5 ☐ 風力強度  
 7 ☐ 溼度    8 ☐ 舒適度    99 ☐ 其他，請說明 \_\_\_\_\_  
 995 ☐ 無    996 ☐ 拒答    997 ☐ 不知道

(三) 除了前述的氣象預報資訊外，您還需要哪些預報資訊？（可複選）

- 1 ☐ 日照時數    2 ☐ 露點溫度    3 ☐ 土壤溫度    4 ☐ 土壤含水量  
 5 ☐ 氣壓    6 ☐ 霜害    7 ☐ 蒸發量    99 ☐ 其他 \_\_\_\_\_  
 995 ☐ 無    996 ☐ 拒答    997 ☐ 不知道

(四) 如果提供了您在（三）題的預報資訊，請問您主要都是做什麼用呢？（可複選）

- 1 ☐ 決定種植何種作物    2 ☐ 決定收成時間  
 3 ☐ 決定是否採取防災行動    99 ☐ 其他，請說明 \_\_\_\_\_  
 995 ☐ 無    996 ☐ 拒答    997 ☐ 不知道

(五) 在整個農作生產過程中，你最需要多久前提供氣象預報資訊？（單選）

- 1 ☐ 一天前    2 ☐ 兩天前    3 ☐ 三天前    4 ☐ 四天前    5 ☐ 五天前  
 6 ☐ 六天前    7 ☐ 一週前    8 ☐ 一個月    9 ☐ 一季前    10 ☐ 兩季前  
 99 ☐ 其他 \_\_\_\_\_    995 ☐ 無    996 ☐ 拒答    997 ☐ 不知道

## 二、「氣象預報資訊」價值評估

氣象預報資訊是農耕工作決策時的重要參考資料，透過氣象預報資訊之使用，預期能夠為農業生產者的利潤增加（生產成本降低或產量增加）或損害減少之效果。為了解氣象預報資訊所提供的價值，以下問題請教：

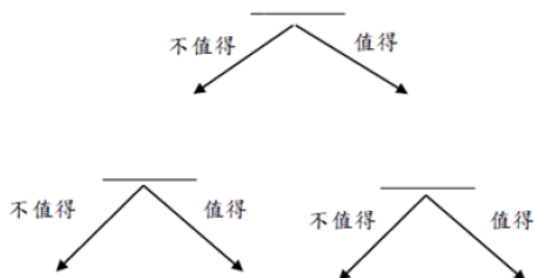
（一）氣象預報資訊對農作物產出的影響程度為何？

1. ☐ 非常有影響 2. ☐ 有影響 3. ☐ 普通 4. ☐ 沒有影響 5. ☐ 完全沒影響

（二）請問您認為目前「整體氣象預報資訊」的「準確度」為\_\_\_\_\_分。

（0-100 分，0 為完全不準確、100 分為完全準確）

（三）在您針對（二）（整體氣象預報資訊）所認定的準確度之下，您認為下述各種每月不同金額是否值得您接受？



最後，請問您最高願意支付之金額為\_\_\_\_\_元

### 訪員提醒：

若受訪者無法回答（二）的問題，提醒受訪者可以「自行猜測或想像沒有任何氣象預報資訊下」做比較，例如與只看農民曆而不看氣象預報來作比較。

訪員提醒：以下第（四）題的選項請不要事先呈現或是唸給受訪者聽，通常受訪者在前述（三）兩層金額都勾選「不值得」且金額為 0 時，均已將他認為不值得的理由說出，請記下他所講的主要理由勾出，當然他也可能講這些選項之外的理由，則請記在「其他」。

（四）若你無法由受訪者在答覆（三）的問題中，勾選出他認為兩層金額均「不值得」的理由且金額為 0 時，此時，你再以開放式的問法詢問他認為「不值得」的理由並記錄在訪員提醒的選項中（單選）。

1. ☐ 氣象預報資訊準不準，對我而言沒有任何價值
2. ☐ 我認為有價值但無法衡量
3. ☐ 氣象預報資訊的提供，本來就是政府的責任
4. ☐ 我現在很忙，無法思考這個問題
5. ☐ 其他，請說明\_\_\_\_\_

### 三、災損經驗

以下須請教您在從事農耕工作過程中遭遇氣象災害的經驗與對農業保險的意象。

(一) 請問您從事農耕工作過程中，是否曾遭遇過以下災害？

1 ☐ 颱風    2 ☐ 寒害    3 ☐ 豪雨    4 ☐ 旱害    99 其他 \_\_\_\_\_

(二) 請問您最近一次遭遇的天氣災害為：

1 ☐ 颱風    2 ☐ 寒害    3 ☐ 豪雨    4 ☐ 旱害    99 其他 \_\_\_\_\_  
災損金額：\_\_\_\_\_ 元。

(三) 請問您是否知道農業保險？

1 ☐ 知道    2 ☐ 不知道

(四) 請問您是否有投保農業保險？

1 ☐ 有    2 ☐ 沒有

(五) 為預防因氣候變化（颱風、豪雨、溫差）所導致的災害，請問您是否願意購買相關的農業保險？

1 ☐ 是

1-1 若災害造成 10 萬元的損失，您願意事前付\_\_\_\_\_元的保費。

1-2 您願意與以下哪個單位洽談承保事宜？

(a) 您所參加的農會或合作社

(b) 商業保險公司

(c) 以上兩者皆可

2 ☐ 否，原因：\_\_\_\_\_

3 ☐ 不一定

#### 四、主要經營管理者個人資料

以下需要請問您一些個人基本資料（不記名），以便我們做進一步綜合分析。您所回答的一切資料都僅供研究之用，絕不對外公開或外流，請您放心作答。

（一）性別：1 ☐ 男      2 ☐ 女

（二）請問您的出生年次：\_\_\_\_\_年

（三）請問您過去總共從事農耕工作的時間：\_\_\_\_\_年

**訪員提醒：**

若受訪者無法回答（三）的問題，請換「請問您\_\_\_\_\_歲開始從事農耕工作」，再換算為農耕工作的工作時間。

（四）請問您的最高教育程度：

1 ☐ 不識字      2 ☐ 自修      3 ☐ 國小      4 ☐ 國（初）中  
5 ☐ 高中（職）      6 ☐ 專科      7 ☐ 大學      8 ☐ 研究所及以上

（五）請問您去年（106年）種植的主要作物為：\_\_\_\_\_（請填「產值」最高者）

（六）請問您去年（106年）主要作物的種植面積有：\_\_\_\_\_（分、甲、公頃）

（七）請問您去年（106年）主要作物收成\_\_\_\_\_次

（八）請問您去年（106年）主要作物一次收成有：\_\_\_\_\_（斤、公斤、箱、打、盆、瓶）

（九）是否以農耕為主要收入來源？1 ☐ 是      2 ☐ 否

**感謝您抽空填答!!**

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 吳珮瑛、吳巽庚、楊壽麟與吳麗敏，2007，「條件評估選擇式資料的理論詮釋與實證檢視－對台灣戶外遊憩效益評估研究的一些啟示」，*戶外遊憩研究*，20：1-37。(Wu, P. I, S. K. Wu, S. L. Yang, and L. M. Wu, 2007, “Theoretical Interpretation and Empirical Examination of Discrete Type of Contingent Valuation Data: Some Implication for the Benefit Measurement of Outdoor Recreational Studies in Taiwan”, *Journal of Outdoor Recreation Study*, 20: 1-37.)
- 蕭代基、鄭蕙燕、吳珮瑛、錢玉蘭與溫麗琪，2002，*環境保護之成本效益分析：理論、方法與應用*，臺北：俊傑書局。(Shaw, D., H. Y. Jeng, P. I. Wu, Y. L. Chien, and W. L. Chyi, 2002, *Cost-Benefit Analysis of Environmental Protection: Theory, Methods and Applications*, Taipei: Jun Jie Book.)

### 二、英文部分

- Ahituv, N., 1989, “Assessing the Value of Information: Problems and Approaches”, in *Proceedings of 1989 International Conference on Information Systems (ICIS 1989)*, 315-325, Boston, Massachusetts.
- Anaman, K. A., R. Quaye, and E. Amankwah, 2017, “Evaluation of Public Weather Services by Users in the Formal Services Sector in Accra, Ghana”, *Modern Economy*, 8: 921-945.
- Arrow, K., R. Solow, P. R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner, and H. Schuman, 1993, “Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation”, *Federal Register*, 58: 4601-4614.

- Chien, Y. L., C. J. Huang, and D. Shaw, 2005, "A General Model of Starting Point bias in Double-bounded Dichotomous Contingent Valuation Surveys", *Journal of Environmental Economics and Management*, 50: 362-377.
- Freebairn, J. W. and J. W. Zillman, 2002, "Economic Benefits of Meteorological Services", *Meteorological Applications*, 9: 33-44.
- Herriges, J. A. and J. F. Shogren, 1996, "Starting Point bias in Dichotomous Choice Valuation with Follow-up Questioning", *Journal of Environmental Economics and Management*, 30: 112-131.
- Lazo, J. K., R. E. Morss, and J. L. Demuth, 2009, "300 Billion Served: Sources, Perceptions, Uses, and Values of Weather Forecasts", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90: 785-798.
- Lee, J. S. and S. H. Yoo, 2013, "The Economic Value of Residential Natural Gas Consumption: The Case of Korea", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 8: 313-319.
- Leviäkangas, P., 2008, "Value Analysis of Information Services: On Theory and Methods", in Vähä P., I. Salkari, P. Alahuhta, and P. Leviäkangas, ed., *VTT Symposium on Service Science, Technology and Business*, 73-83, Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Leviäkangas, P., 2009, "Valuing Meteorological Information", *Meteorological Applications: A Journal of Forecasting, Practical Applications, Training Techniques and Modelling*, 16: 315-323.
- Leviäkangas, P. and R. Hautala, 2009, "Benefits and Value of Meteorological Information Services—The Case of the Finnish Meteorological Institute", *Meteorological Applications: A Journal of Forecasting, Practical Applications, Training Techniques and Modelling*, 16: 369-379.
- Lin, H. I., J. L. Liou, and S. H. Hsu, 2019, "Economic Valuation of Public Meteorological Information Services—A Case Study of Agricultural Producers in Taiwan", *Atmosphere*, 10: 753.
- Liou, J. L., 2015, "Bias Correcting Model of Starting Point bias with Censored Data on

- Contingent Valuation Method”, *Environmental Economics*, 6: 8-14.
- Ouédraogo, M., S. Barry, R. B. Zougmore, S. T. Partey, L. Somé, and G. Baki, 2018, “Farmers’ Willingness to Pay for Climate Information Services: Evidence from Cowpea and Sesame Producers in Northern Burkina Faso”, *Sustainability*, 10: 611.
- Park, S. Y., S. Y. Lim, and S. H. Yoo, 2016, “The Economic Value of the National Meteorological Service in the Korean Household Sector: A Contingent Valuation Study”, *Sustainability*, 8: 834.
- Perrels, A., T. Frei, F. Espejo, L. Jamin, and A. Thomalla, 2013, “Socio-economic Benefits of Weather and Climate Services in Europe”, *Advances in Science and Research*, 10: 65-70.
- Powell, J. L., 1984, “Least Absolute Deviations Estimation for the Censored Regression Model”, *Journal of Econometrics*, 25: 303-325.
- Su, M. T., P. I. Wu, and J. L. Liou, 2011, “An Almost Ideal Elicitation Contingent Valuation Method”, *Environmental Economics*, 2: 32-45.
- Tall, A., J. Y. Coulibaly, and M. Diop, 2018, “Do Climate Services Make a Difference? A Review of Evaluation Methodologies and Practices to Assess the Value of Climate Information Services for Farmers: Implications for Africa”, *Climate Services*, 11: 1-12.
- World Meteorological Organization, 2011, *WMO Strategic Plan 2012-2015*, Geneva: World Meteorological Organization.
- World Meteorological Organization, 2015, *Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services*, Geneva: World Meteorological Organization.
- Ziolkowska, J. R., 2018, “Economic Value of Environmental and Weather Information for Agricultural Decisions – A Case Study for Oklahoma Mesonet”, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 265: 503-512.

# **Benefit Evaluation of Weather Information Service—The Case of Major Farm Households in Taiwan\***

Hen-I Lin<sup>\*\*</sup>, Sheng-Jang Sheu<sup>\*\*\*</sup>, and Je-Liang Liou<sup>\*\*\*\*</sup>

## **Abstract**

In this paper, we evaluate agricultural farmers' economic benefit of weather information service provided by the Central Weather Bureau in Taiwan. Following the standard procedure of the contingent valuation method, we conducted an in-person survey using a representative sample of major farm households randomly drawn by the Bureau of Census. We applied the method of Least Absolute Deviation (LAD) to estimate farmers' willingness to pay for weather information service. The estimated results show that a farmer is willing to

---

\* The financial support from the Central Weather Bureau, Ministry of Transportation and Communication is gratefully acknowledged. The opinions from this paper do not reflect the view of the Central Weather Bureau, Ministry of Transportation and Communication. We are also grateful to two anonymous referees for their helpful comments. Errors are all ours.

\*\* Director, Center for Science and Technology Policy Evaluation, Chung-Hua Institution for Economic Research.

\*\*\* Associate Professor, Department of Applied Economics, National University of Kaohsiung. Corresponding Author. Email: [ssheu@nuk.edu.tw](mailto:ssheu@nuk.edu.tw).

\*\*\*\* Research Fellow, Center for Green Economy, Chung-Hua Institution for Economic Research.

pay 4,134 NTD~4,307 NTD per year for the weather information service and thus the total economic benefits of weather information service is 395.38 million NTD~643.97 million per year. We also evaluate the potential economic benefit that can be realized and find that the benefits of weather information service can reach 577.66 million NTD~941.16 million per year. The results here provide the public sector to improve the educational and extensive strategy in the future and help the private sector to understand the potential market value of weather information services.

**Keywords:** Meteorological Information Services, Economic Valuation, Contingent Valuation Method, Willingness to Pay, Agricultural Farmers, Major Farm Households

**JEL Classification:** Q12, Q51, Q54