

農業天然災害產物損失對經濟影響之 區域投入產出分析

林幸君*、高慈敏**

我國農業國內生產毛額所占比重雖已不及 2%，惟農業仍為支援其他產業發展的重要產業，不過農業生產過程中卻經常受到不確定天然災害的影響，導致產物、農田、設施等方面損失，農業一旦遭遇天然災害損失使生產下滑，透過產業關聯效果傳遞，不但影響整體經濟的產出及就業，更導致農產品價格波動，影響整體民間消費。另一方面，國內各區域的農業生產受到自然條件上的差異，以致各區域間農業發展差距的情形甚為明顯，一旦遭逢天然災害，各區域生產活動所致之直接與間接衝擊效果亦不盡相同，對於各產業的影響更為不同。因此，本文試圖結合 Miller 與 Blair (1985)供給面投入產出模型及區域投入產出分析方法，評估近三年農業天然災害產物損失對於全國及各區域可能產生的經濟層面影響。

關鍵詞：區域投入產出分析、天然災害、產物損失、農業生產

* 嘉義大學應用經濟學系助理教授。

** 銘傳大學財務金融學系助理教授。

本文初稿承蒙台灣大學農業經濟系陸怡蕙教授及兩位匿名評審提供諸多寶貴意見，特此致謝。惟文中若有任何疏失之處，悉由作者負全責。

農業經濟叢刊 (Taiwanese Agricultural Economic Review), 12:1 (2006), 105-138。

臺灣農村經濟學會出版

I、前言

我國農業國內生產毛額所占比重雖已不及 2%，惟農業之向前關聯效果高，農業生產仍為其他工商業生產之重要原料。不過農業生產卻經常受到不確定天然災害如：颱風、地震、寒害、豪雨、乾旱等影響，導致產物、農田、設施等方面損失，農業一旦遭遇天然災害損失使生產下滑，透過產業關聯效果傳遞，不但影響整體經濟的產出及就業，更導致農產品價格波動，影響整體民間消費。另一方面，國內各縣市的農業生產受到自然條件差異，各縣市農業占產業之比重也明顯不同，一旦遭受天然災害導致農產損失，對各區域的影響當然不盡相同，對於全台灣經濟與產業結構的影響更為不同。

農業災害損失中包括：產物損失、農田損失、設施損失及水土保持損失，其中以產物損失為最大，依據 2005 年農業統計年報估計，近十年農業災害產物損失占總損失比重除 1999 年及 2001 年略低外，其餘各年均高於五成，其中 2002 年及 2003 年更超過九成。因此，本文以農業災害產物損失為主要研究對象，至於農田、設施等方面損失並非生產面的直接損失，因此，不列入本文的研究範圍。此外，由於各區域農業發展型態不同，本文進一步以區域投入產出分析方法，估算近三年農業天然災害產物損失對於各區域可能產生的經濟面影響。

自 Isard (1951) 以區域投入產出表為評估區域發展影響之分析工具以來，學術界與官方均注意到區域表之重要性。在台灣地區除 1981 年以前由經建會編佈外（姚韻雯、高慈敏，1990），礙於經費及人力限制，1981 年以後即停編。由於以普查法編算區域表，不論就人力投入或編表經費考量，成本均極高，故學界均以非普查法估算區域表，而如何以非普查法編區域表，遂成為一重要研究課題。過去劉泰英（1981）、賈宜鳳等（1988）曾完成台灣與日本、美國之跨國連結表。劉節慈（1991）曾以區位商數法完成台灣東部地

區之區域內 (regional) 產業關聯研究，高慈敏 (1993、1994、1999、2000)、高慈敏、林幸君與賴金端 (2004)、林幸君與高慈敏 (2005) 等分別以 RAS 方法或其混合法，建立區域間 (multi-regional) 表，包括北、中、南、東四區之區域間表、新竹地區與台灣其他地區之區域間表、雲嘉南與其他區域之區域表以及花東與其他區域之區域間表。至於 RAS 方法在台灣適用性之評估方面，王塗發與何俐禎 (1994) 曾以 1981 年表驗證 RAS 方法與其他更新法之準確度，發現 RAS 方法準確度較其他非普查法為高。

編製國內區域表最大困難為缺乏統計資料，尤其是區域間移出、移入資料，並無直接統計資料可引用，導致編表之複雜性較全國表、國際連結表高很多。若有區域間貨物流通之完整資料，區域間交易流量可直接估算，稱直接法。若缺乏直接統計資料，則可以間接估計法估算，包括重力模式、熵模式等。本文即以區位商數雙比例調整混合法 (Location Quotient and RAS Method) 為估計基礎，配合 2001 年台閩地區工商及服務業普查報告中各縣市抽樣調查資料、國民所得統計、2001 年台灣產業關聯表與最終需要面與原始投入等資料，建立台灣地區各縣市與其他區域之區域內與區域間投入產出表 (林幸君、高慈敏，2005)，並且結合 Miller 與 Blair (1985) 供給面 (Supply-Side) 投入產出模型及區域投入產出分析方法，評估近三年農業災害產物損失對於全國及各區域可能產生經濟層面影響。

本文內容除前言及結論外，另分為五個部分，第二節文獻回顧，分別探討天然災害對經濟影響評估、區域投入產出表之編算及應用等相關研究；第三節非競爭移入型區域間投入產出模型之建構；第四節建立本文供給面區域投入產出模型；第五節 2001 年台灣地區各縣市區域投入產出表之估算；第六節利用農業統計年報估計資料推算 2003 年至 2005 年有關農業災害產物損失金額，並利用 Miller 與 Blair (1985) 供給面區域投入產出模型分析方法，探討近三年農業災害產物損失對於全國及各區域可能產生的經濟層面影響。

II、文獻回顧

2.1 天然災害對經濟影響評估相關研究

Charlotte (2003)由總體經濟角度探討衡量災害的潛在影響指標之發展，認為災害潛在影響可分為資本、生產損失之直接成本、透過商品交易產生之間接成本、次級 (secondary) 或總體效果之短期或長期性 (如：政府預算平衡) 損失，對於災害之潛在影響的衡量及檢視方法可包括：對長期經濟影響之成長模型化 (Growth Modelling)、對特定影響之部分均衡模型化 (Partial Equilibrium Modelling Growth Modelling)、衡量短期間接影響及第二回合影響之投入產出分析與可衡量所得移轉及最終支出影響之社會會計矩陣 (Input-Output and Social Accounting Matrices)、可同時衡量某特定災害影響及不同政策組合下影響效果的敏感度分析之可計算一般均衡模型化 (Computable General Equilibrium Modelling)。

Clower (2005)認為評估天然災害之經濟衝擊極為重要，最近學界已針對天然災害損失估算、災後重建、與對災害防治規劃等議題，進行系統性探討。通常災害損失分析角度可分為總體經濟分析及個體經濟分析，前者關注層面為對一個國家或至少一個州的國內生產毛額衝擊評估，後者關注層面為不同時期天然災害成本的跨時動態比較。關於災害對所得及間接影響效果的衡量方法可包括：調查法 (Survey)、計量經濟模型 (Econometric Models)、Box-Jenkins 時間序列分析 (Time Series Analysis)、投入產出模型 (Input-Output Model)、一般均衡模型 (General Equilibrium Models)、經濟會計成長模型 (Economic Accounting Models) 等，各類方法均有不同的優缺點，其中，調查法可提供災害直接影響的資訊，其缺點是存在無回應 (non-response) 的誤

差。計量經濟模型在有可用的實質資料情況下是可行的，不過許多資料具有時差性，於是影響其可行性。Box-Jenkins 時間序列分析主要運用 ARIMA 模型，以過去的資料進行未來的預測，雖其相當簡易，不過具有很強的分析性，因此，值得廣泛使用在災害評估相關研究。投入產出模型可計算災害損失的直接及間接影響效果，而且區域投入產出模型衡量的精確性較全國投入產出模型為高，不過，投入產出模型仍具有靜態及線性分析的缺點，另外，投入產出模型若與社會會計矩陣聯結，則可再進行所得分配及移轉效果的探討。一般均衡模型可如同投入產出模型一般，計算災害損失的直接及間接影響效果，且為全面均衡非部分均衡的設定，不過，若為區域的一般均衡模型甚為複雜，並非一蹴可幾。經濟會計成長模型係以結合其他方法，如：調查法及投入產出模型，進行天然災害損失估算，不過，最大困難在於人力資本的鑑價問題。

國外有許多以區域投入產出模型進行天然災害損失估算相關文獻，Tiebout (1969)結合區域投入產出模型，以 1980 年華盛頓州為例，在預測部分產出、最終需求受限制下，進行區域產業關聯效果。Jiang *et al.* (2005)以 Tiebout (1969)模型為基礎，分析氣候變遷造成乾旱，使得農業灌溉用水與產業限水所導致之經濟損失。

Rose *et al.* (1997)以區域投入產出模型及線性規劃模型，分析因地震所致電力設施損壞，導致之區域產業衝擊。Rose 與 Liao (2005)則以可計算一般均衡模型進行供水系統因地震損毀之相關衝擊影響評估。Gordon、Richardson 與 Davis (1998)、Gordon *et al.* (2004)分別對南加州地區進行地震模擬，估計對交通運輸破壞程度，並整合區域投入產出模型，以 Miller 與 Blair (1985)之價格模型，估算地震發生之直、間接成本。Yamano *et al.* (2004)以區域投入產出模型，探討日本發生天然災害，因電力與運輸網路破壞，對區域產業之衝擊，研究發現間接損失遠大於直接損失，製造與商業區所受衝擊遠大於其他衛星城鎮。

國內相關文獻並不多，楊純明（1996）簡介台灣地區的農業氣象災害，陳述氣象因子與水稻產量之關係，並說明土壤缺水對不同生育階段的水稻產量所造成的減產效應及與氣象因子之關係。陳文德（1997）就 1954 年至 1995 年來稻作受颱風、豪雨、風災、冷害、乾旱及其他氣象災害之受害程度、受害面積及損失金額加以統計。以上研究僅以統計資料或迴歸分析方法探討農業氣象災害對生產的直接影響，對於災害產物損失所產生的產業關聯效果，以及各區域因不同農業發展情況的不同影響並未加以探討。

呂昭麟（2003）以台北市納莉颱風為例，探討公共設施颱風損失及防洪的機制。首先，採用公共部門防洪統計資料及利用訪談方式獲得颱風損失資料，藉以計算出各個公共設施的損失。其次，設計問卷探討公共設施颱風的損失和各單位的防災機制。

吳雅雯（2003）透過區域投入產出分析模型，評估九二一大地震災後四年重建經費投入後，對中部地區整體產業結構及觀光業經濟發展之影響。主要以 RAS 法作為區域係數推估方法，進行區域產業關聯效果與經濟乘數分析。

黃筱晏（2004）採「福利經濟」與「流量」之觀念，對傳統災害經濟損失評估方式進行評析，並從損害對象是否具市場價值之角度切入，分析目前可應用之各種災害損失評估方式，由政府、企業與家庭三部門建立風災與土石流災害經濟損失估計方法與模型，提出災害對經濟成長衝擊之評估方法說明。

2.2 區域投入產出表之編算及應用相關研究

Isard (1951)倡導以區域投入產出表為區域研究重要工具。由於區域投入產出表除可提供總體資料包括所得、初級要素投入、消費、政府支出、進出口等外，亦包括甚多個體資料如：產業技術面、區域間移出、移入等資料，故為各種區域研究之重要依據。區域投入產出表之應用行之有年，依表的型

式可分為競爭移入型區域內表、非競爭移入型區域內表、競爭移入型區域間表、非競爭移入型區域間表（高慈敏，1993）。所謂競爭與非競爭之意義主要在其對移入、移出品視為是否與本地同質而言，若視為同質，則謂之競爭，則移入品在中間交易矩陣並不分為不同的兩個矩陣列；反之，若非競爭，其移入品視為非同質，故其中間交易矩陣與本地之產品分列為兩個矩陣。

台灣地區區域投入產出表除 1981 年以前由經建會編佈外（姚韻雯、高慈敏，1990），礙於經費及人力限制，1981 年以後即停編。關於國際連結表方面，過去部分學者如：劉泰英（1981）、賈宜鳳等（1988）等分別完成台灣與日本、美國之跨國連結表。區域內表及區域間表雖較完整，然資料處理上仍不如普查法對基礎矩陣事先加以推估，較不會產生資料偏離誤差問題。國外區域表如：日本多以地方為編製單位，再與全國表互相勾稽，資料可信度極高。我國雖無此編製條件，然地區性產業資料可藉工商普查與各縣市統計資料加以克服，不足之處利用 RAS 等更新技術克服，如 Morrison 與 Smith (1974) 區位商數法（註 1），Snower (1990) TAU 法，周文賢（1986）貝氏方法或其他混合法（高慈敏，1994），則可克服上述困局。

若以非普查法編製區域表，國內劉節慈（1991）以區位商數法進行台灣東部地區之產業關聯研究，高慈敏（1993）以 RAS 方法建立北、中、南、東四區之區域表，王塗發與何俐禎（1994）則評估以 RAS 方法更新區域表之效率。高慈敏（1999、2000）則以 RAS 方法為基礎發展廣義三比例調整法，建立新竹地區與台灣其他地區之區域間表。所謂廣義三比例調整法與狹義 RAS 方法差別為 RAS 方法可推估中間交易矩陣，故在中間投入未知，原始投入及最終消費已知的情況下，利用 RAS 方法，藉由基礎矩陣，估算出一個訊息結構最接近基礎矩陣，但卻符合原始投入、中間投入、產值限制之目標矩陣（許嘉棟、郭曼瑾，1986）。廣義三比例調整法則可適用於區域間原始投入與最終需要資料不足之狀況，尤其是區域間移出、移入資料，受制於計價單位、數量單位、中間轉運等問題，產生推估之困難，採用廣義 RAS

方法來彌補這方面限制。

國內區域表編製最大課題為區域間移出、移入資料之估算，若有區域間貨物流通之完整資料，區域間交易流量可直接估算，稱直接法。若缺乏直接統計資料，則可以間接估計法估算。間接估計法又可分為規劃求解法、區位商數法、重力模式法與 RAS 家族等（林幸君、高慈敏，2005），由於規劃求解軟體（如 GAMS）普遍，近年完成之區域表相關研究如 Casiano 與 Dolores (2000)、Canning 與 Wang (2003)、Manique 與 Penate (2000)等多屬規劃求解家族（註 2）。Liu 與 Vilain (2000)屬區位商數法之應用。其中 Canning 與 Wang (2003)所用之目標函數則以極小化系統熵（entropy）方法，可稱為規劃求解與熵之混合應用。Verduras (2003)則屬 RAS 家族。

Casiano 與 Dolores (2000)、Canning 與 Wang (2003)以規劃求解方法嘗試在不同目標函數設定下，區域係數之推估，惟後者更在目標函數列入運費成本。Manique 與 Penate (2000)利用規劃求解法計算差距最小的前提下，全國投入產出技術之估算。該研究指出在部門數很多之情況下，全國表係數之求解非常困難，文中嘗試解決該問題，主要資料為加納列島（Canary islands）全國投入產出表。一般規劃求解過程，為避免係數過度進中或出現角解使規劃求解無法求解，一般均對係數加以限制。但限制過多之反效果，則是降低模型之自由度。因此，該文提一個比較彈性之設定方式。

Liu 和 Vilain (2000)利用區域商數以商品對產業之投入產出模型（Commodity-by Industry Input-Output Model）及商品流通（commodity flow）相關資料。首先估計美國次州別（Sub state）區域產業關聯交易矩陣，再合併為州別（state）投入產出表，以州別產業關聯統計資料加以驗證其正確性。該研究發現除了礦、石油煉製品，煤製品等相關產業外，其正確性極高。全體正確率約在百分之八誤差範圍內。該研究以產業關聯相關資料為估計基礎所推估之區域流量，在一國缺乏貨運供、需普查（Origin-Destination survey）資料時，加以驗證發現結果極正確。

Canning 與 Wang (2003)以規劃求解法配合美國全國產業關聯統計、區域各部門產出、附加價值、最終需求、進出口等資料，配合 GAMS 軟體，求解出 3 區域 10 個部門之區域間投入產出表。而所用之目標函數則分別採最小誤差平方和，極小化系統熵（entropy）方法。其研究結果發現，該方法可以在初始資料極為扭曲情況下，求得與實際狀況極近似之區域交易流量估算。此外，Verduras (2003)以西班牙區域表與全國表、貨運等資料，配合 RAS 方法推估區域間交易係數。

至於區域產業關表在其他研究方面，McGregor、Swales 與 Yin (1996)曾利用可計算一般均衡模型，模擬在投資內生化以後之新古典（neoclassical）成長模型，說明總合需求衝擊下之調整過程。Sonis *et al.* (1997)以印度五個區域之區域間表，利用區域間之回饋迴路（feed back loop），討論何以某些區域會在發展過程中扮演領導地位。

III、非競爭移入型區域間投入產出模型之建構

本文之區域投入產出模型架構，係以區位商數法推估基礎交易矩陣係數、區域交易流量，再由 RAS 之反覆運算，處理步驟（林幸君、高慈敏，2005）如下：

3.1 估計區域間交易係數與中間交易矩陣

假設全國有 R 個區域， n 種商品。 a_{ij}^{sr} 代表 r 地區 j 商品投入 s 地區 i 商品之投入係數， $r=1..R, s=1..R, i=1..n, j=1..n$ 。若區位商數大於 1，則區域內交易係數 a_{ij}^{sr} 維持 r 地區抽樣調查所推估之係數 a_{ij}^r 。反之若區位商數小於 1，則 $a_{ij}^{sr} = a_{ij}^r LQ_i^r$ 。其餘之交易係數則以區位商數為權重加權：

$$A^{(0)} = \begin{bmatrix} [a_{ij}^{11}] & \cdots & [a_{ij}^{1r}] & \cdots & [a_{ij}^{1R}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [a_{ij}^{s1}] & \cdots & [a_{ij}^{sr}] & \cdots & [a_{ij}^{sR}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [a_{ij}^{R1}] & \cdots & [a_{ij}^{Rr}] & \cdots & [a_{ij}^{RR}] \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中 $a_{ij}^{rr} = L\hat{Q}_i^r \cdot a_{ij}^r$, $L\hat{Q}_i^r = \begin{cases} 1 & \text{若 } LQ_i^r \geq 1 \\ LQ_i^r & \text{若 } LQ_i^r < 1 \end{cases}$

若 m_{ij}^{or} 代表 r 地區 j 商品對其他地區 i 商品之移入係之係數。則

$$m_{ij}^{or} = \sum_{s \neq r} a_{ij}^{sr} \circ$$

根據上式：

$$\sum_{s \neq r} a_{ij}^{sr} = (1 - LQ_i^r) a_{ij}^r \quad (2)$$

加總其他區域之區位商數：

$$\sum_{s \neq r} LQ_i^s = SLQ_i^r \quad (3)$$

$$a_{ij}^{sr} = a_{ij}^r (1 - L\hat{Q}_i^r) LQ_i^s / SLQ_i^r \quad (4)$$

再利用所建構之交易係數，推估中間交易矩陣：

$$Z^{(0)} = \begin{bmatrix} [z_{ij}^{11}] & \cdots & [z_{ij}^{1r}] & \cdots & [z_{ij}^{1R}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [z_{ij}^{s1}] & \cdots & [z_{ij}^{sr}] & \cdots & [z_{ij}^{sR}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [z_{ij}^{R1}] & \cdots & [z_{ij}^{Rr}] & \cdots & [z_{ij}^{RR}] \end{bmatrix}$$

其中

$$z_{ij}^{sr} = a_{ij}^{sr} x_j^r , (r = 1..R, s = 1..R, i = 1..n, j = 1..n) \circ$$

3.2 估計區域最終需求

將最終需求依區位商數加以調整，調整原則類似中間係數之調整：

$$F^{(0)} = \begin{bmatrix} [f_i^{11}] & \cdots & [f_i^{1r}] & \cdots & [f_i^{1R}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [f_i^{s1}] & \cdots & [f_i^{sr}] & \cdots & [f_i^{sR}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [f_i^{R1}] & \cdots & [f_i^{Rr}] & \cdots & [f_i^{RR}] \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中 $F^{(0)}$ 為依全國最終需求結構所推估之矩陣（註 3）。

$$f_i^{rr} = L\hat{Q}_i^r \cdot f_i^r \quad (6)$$

$$f_i^{sr} = f_i^r (1 - L\hat{Q}_i^r)(LQ_i^s / SLQ_i) \quad (7)$$

3.3 推估附加價值矩陣

利用全國表及抽樣調查附加價值，推估區域別附加價值係數 v_i^r ，利用各區域產值 X_i^r 推估區域附加價值矩陣

$$V_i^r = v_i^r X_i^r \quad (8)$$

$$V^{(0)} = [V^1 \ \vdots \ \cdots \ \vdots \ V^r \ \cdots \ \vdots \ V^R] \quad (9)$$

其中， $V^r = [V_i^r]$ 。

3.4 推估國產與進口品交易矩陣

利用全國國產品交易表與進口品交易表與工商普查區域別進口品使用統

計資料，計算中間交易進口品使用比率係數 ma_{ij}^{sr} ，以及最終需求進口品使用比率係數 mf_i^r 。再以所建構之中間交易與最終需求矩陣，推估利用各區域中間需求與最終需求之國產($D^{(0)}$)與進口品交易矩陣($M^{(0)}$)。

$$D^{(0)} = \begin{bmatrix} [zd_{ij}^{11}] & \cdots & [zd_{ij}^{1r}] & \cdots & [zd_{ij}^{1R}] & [fd_i^{11}] & \cdots & [fd_i^{1r}] & \cdots & [fd_i^{1R}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [zd_{ij}^{s1}] & \cdots & [zd_{ij}^{sr}] & \cdots & [zd_{ij}^{sR}] & [fd_i^{s1}] & \cdots & [fd_i^{sr}] & \cdots & [fd_i^{sR}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [zd_{ij}^{R1}] & \cdots & [zd_{ij}^{Rr}] & \cdots & [zd_{ij}^{RR}] & [fd_i^{R1}] & \cdots & [fd_i^{Rr}] & \cdots & [fd_i^{RR}] \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$M^{(0)} = \begin{bmatrix} [zm_{ij}^{11}] & \cdots & [zm_{ij}^{1r}] & \cdots & [zm_{ij}^{1R}] & [fm_i^{11}] & \cdots & [fm_i^{1r}] & \cdots & [fm_i^{1R}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [zm_{ij}^{s1}] & \cdots & [zm_{ij}^{sr}] & \cdots & [zm_{ij}^{sR}] & [fm_i^{s1}] & \cdots & [fm_i^{sr}] & \cdots & [fm_i^{sR}] \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [zm_{ij}^{R1}] & \cdots & [zm_{ij}^{Rr}] & \cdots & [zm_{ij}^{RR}] & [fm_i^{R1}] & \cdots & [fm_i^{Rr}] & \cdots & [fm_i^{RR}] \end{bmatrix}$$

其中

$$zd_{ij}^{sr} = z_{ij}^{sr} \times (1 - ma_{ij}^{sr}), \quad fd_i^{sr} = f_i^{sr} \times (1 - mf_i^s),$$

$$zm_{ij}^{sr} = z_{ij}^{sr} \times ma_{ij}^{sr}, \quad fm_i^{sr} = f_i^{sr} \times mf_i^r.$$

3.5 進行 RAS 反覆運算

利用區域別產值、進口值為控制總數，進行反覆運算調整，直到行與列均收斂為止。

$$\begin{bmatrix}
 [zd_{ij}^{11}] & \cdots & [zd_{ij}^{1r}] & \cdots & [zd_{ij}^{1R}] & [fd_i^{11}] & \cdots & [fd_i^{1r}] & \cdots & [fd_i^{1R}] \\
 \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 [zd_{ij}^{s1}] & \cdots & [zd_{ij}^{sr}] & \cdots & [zd_{ij}^{sR}] & [fd_i^{s1}] & \cdots & [fd_i^{sr}] & \cdots & [fd_i^{sR}] \\
 \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 [zd_{ij}^{R1}] & \cdots & [zd_{ij}^{Rr}] & \cdots & [zd_{ij}^{RR}] & [fd_i^{R1}] & \cdots & [fd_i^{Rr}] & \cdots & [fd_i^{RR}] \\
 [zm_{ij}^{11}] & \cdots & [zm_{ij}^{1r}] & \cdots & [zm_{ij}^{1R}] & [fm_i^{11}] & \cdots & [fm_i^{1r}] & \cdots & [fm_i^{1R}] \\
 \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 [zm_{ij}^{s1}] & \cdots & [zm_{ij}^{sr}] & \cdots & [zm_{ij}^{sR}] & [fm_i^{s1}] & \cdots & [fm_i^{sr}] & \cdots & [fm_i^{sR}] \\
 \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 [zm_{ij}^{R1}] & \cdots & [zm_{ij}^{Rr}] & \cdots & [zm_{ij}^{RR}] & [fm_i^{R1}] & \cdots & [fm_i^{Rr}] & \cdots & [fm_i^{RR}] \\
 [MI_j^1] & \cdots & [MI_j^r] & \cdots & [MI_j^R] & f^1 & \cdots & f^r r & \cdots & f^R
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 [X_i^1] \\
 \vdots \\
 [X_i^s] \\
 \vdots \\
 [X_i^R] \\
 [M_i^1] \\
 \vdots \\
 [M_i^s] \\
 \vdots \\
 [M_i^R]
 \end{bmatrix}
 \quad (11)$$

其中 $[f^1 \dots f^R]$ 為以全國最終需求所推估之區域最終需求矩陣。
 $MI_j^r = X_j^r - V_j^r$ ，為各區域產值減附加價值後之中間投入列合計值，
 $M_i^s = \sum_r \sum_j zm_{ij}^{sr} + \sum_r fm_i^{sr}$ ，為各區域對 s 區域進口之合計值（註 4）。透過反覆
 雙比例調整過程，求解目標矩陣，

$$\tilde{A}(I) = \prod_{i=1}^{\infty} R_i \tilde{A}(0) \prod_{i=1}^{\infty} S_i \quad (註 5) \quad (12)$$

$$R_i = \begin{bmatrix} Rd_i & 0 \\ 0 & Rm_i \end{bmatrix}, Rd_i = \begin{bmatrix} Rd_i^1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & & Rd_i^r & & 0 \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & \cdots & Rd_i^R \end{bmatrix}, Rm_i = \begin{bmatrix} Rm_i^1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & & Rm_i^s & & 0 \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & \cdots & Rm_i^R \end{bmatrix},$$

$$S_i = \begin{bmatrix} SI_i & 0 \\ 0 & Sf_i \end{bmatrix}, SI_i = \begin{bmatrix} SI_i^1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & & SI_i^r & & 0 \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & \cdots & SI_i^R \end{bmatrix}, Sf_i = \begin{bmatrix} Sf_i^1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & & Sf_i^r & & 0 \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & \cdots & Sf_i^R \end{bmatrix},$$

其中 Rd_i^s 、 Rm_i^s 、 SI_i^r 、 Sf_i^r 分別為 Rd_i^{is} 、 Rm_i^{is} 、 SI_i^{jr} 、 Sf_i^{jr} 之對角矩陣，且

$$SI_l^{jr} = \frac{MI}{\sum_s \sum_i (zd_{ij}^{sr} + zm_{ij}^{sr})}, \quad Sf_l^r = \frac{f^r}{\sum_s \sum_i (fd_i^{sr} + fm_i^{sr})},$$

$$Rd_l^{is} = \frac{X_i^s}{\sum_j \sum_i zd_{ij}^{sr} + \sum_r fd_{ij}^{sr}}, \quad Rm_l^{is} = \frac{M_i^s}{\sum_j \sum_r zm_{ij}^{sr} + \sum_r fm_i^{sr}}.$$

IV、供給面區域投入產出效果分析

本文依所推估之區域表及將近三年農業天然災害產物損失金額視為各部門農業投入的變動，計算這些外生化投入的減少，在產出係數固定（fixed output coefficients）及產出分配型態（output distribution patterns）穩定（stable）的假設下，對於不同區域產業所產生之產業關聯產出、所得、就業等影響。區域間非競爭移入型表為區域間競爭移入型表之變化，惟其移出矩陣表示成其他區域非競爭移入型區域內表之對本地移入之交易矩陣，故可稱為區域內非競爭移入型表之綜合。若以矩陣形式表示其關係：

由上節所編製之區域間產業關聯表，在商品帳平衡時，滿足以下條件：

$$X = AX + FD - IM \quad (\text{註 } 6) \quad (13)$$

其中

$$A = \begin{bmatrix} [(zd_{ij}^{11} + zm_{ij}^{11}) / X_j^1] & \cdots & [(zd_{ij}^{1R} + zm_{ij}^{1R}) / X_j^R] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [(zd_{ij}^{R1} + zm_{ij}^{R1}) / X_j^1] & \cdots & [(zd_{ij}^{RR} + zm_{ij}^{RR}) / X_j^R] \end{bmatrix},$$

$$FD = \begin{bmatrix} [fd_{ij}^{11} + fm_{ij}^{11}] & \cdots & [fd_{ij}^{1R} + fm_{ij}^{1R}] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [fd_{ij}^{R1} + fm_{ij}^{R1}] & \cdots & [fd_{ij}^{RR} + fm_{ij}^{RR}] \end{bmatrix},$$

若區分國產品或進口品，只考慮國產品之平衡關係(13)式將改寫為：

$$X = A^D X + FD^D \quad (14)$$

其中

$$A^D = \begin{bmatrix} [zd_{ij}^{11} / X_j^1] & \cdots & [zd_{ij}^{1R} / X_j^R] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [zd_{ij}^{R1} / X_j^1] & \cdots & [zd_{ij}^{RR} / X_j^R] \end{bmatrix}, \quad FD^D = \begin{bmatrix} [fd_{ij}^{11}] & \cdots & [fd_{ij}^{1R}] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [fd_{ij}^{R1}] & \cdots & [fd_{ij}^{RR}] \end{bmatrix}。$$

若 n 表產業數目， r 表區域數， X 表維數為 $(nr) \times 1$ 之產出矩陣， A 為中間投入係數矩陣，維數為 $(nr) \times (nr)$ ， FD 為包括家計部門、固定資本形式、存貨變動、政府支出、出口合計之最終需求矩陣，矩陣維數為 $(nr) \times 1$ 。在投入產出模型固定係數之假設下：

$$(I - A)X = FD - IM \quad (15)$$

式中 $(I - A)$ 為里昂提夫矩陣 (Leontief Matrix)；當其為非奇異 (nonsingular) 矩陣時，可求解 $X = (I - A)^{-1}(FD - IM)$ ，式中 $(I - A)^{-1}$ 為直接加間接需要係數矩陣，又稱為產業關聯程度矩陣或里昂提夫反矩陣 (Leontief Inverse Matrix)。若只看國產品之平衡關係，可求得 $X = (I - A^D)^{-1}FD^D$ ，當最終需要向量發生變動時，即可解出新的均衡產出向量，如下式所示：

$$\Delta X = (I - A^D)^{-1} \Delta FD^D \quad (16)$$

式中 Δ 代表變動量。 ΔX 向量內所有元素之和即為最終需要發生變動後，對整個經濟體系所產生的總產出效果。

若各產業的附加價值係數矩陣 (v)、就業係數矩陣 (l) 為固定且已知時，則由上式所求出的產量效果即可分別轉變為所得效果、就業效果如下：

$$\Delta V = v(I - A^D)^{-1} \Delta FD^D \quad (17)$$

$$\Delta L = l(I - A^D)^{-1} \Delta FD^D \quad (18)$$

依據 Miller 與 Blair (1985) 供給面 (Supply-Side) 投入產出模型，各產業部門之總收益等於投入成本，總收益為產品之價值，而總投入成本包含中間投入與原始投入兩項，總收益與投入成本之關係可以表示如下：

$$\begin{aligned} X_1^R &= \sum_{S=1}^R (Z_{11}^{SR} + Z_{21}^{SR} + \dots + Z_{n1}^{SR}) + V_1^R \\ X_2^R &= \sum_{S=1}^R (Z_{12}^{SR} + Z_{22}^{SR} + \dots + Z_{n2}^{SR}) + V_2^R \\ X_n^R &= \sum_{S=1}^R (Z_{1n}^{SR} + Z_{2n}^{SR} + \dots + Z_{nn}^{SR}) + V_n^R \end{aligned} \quad (19)$$

(總收益即產品之總價值 = 中間投入 + 原始投入)

若以矩陣形式表示其關係：

$$X' = i'Z + V \quad (20)$$

式中 X' 代表 X 的轉置矩陣，其中 i 表示元素為 1 之維數為 $nr \times 1$ 之向量。

利用產出分配型態穩定的假設下：

$$\frac{z_{ij}^{SR}}{X_i^R} = \vec{a}_{ij}^{SR} \quad (21)$$

導出：

$$Z = \hat{X}\vec{A} \quad (22)$$

式中 \hat{X} 為各區域各產業產值所形成之對角矩陣，再將(22)式代入(20)式後，並以矩陣形式表示成：

$$X' = i'\hat{X}\vec{A} + V \quad (23)$$

因為 $X' = i'\hat{X}$ ，所以：

$$X' = V(I - \vec{A})^{-1} \quad (24)$$

則當某部門中間或原始投入發生變動時，即可根據(24)式解出新的產出向量，如下所示：

$$\Delta X' = \Delta V(I - \vec{A})^{-1} \quad (25)$$

同樣，若以國內里昂提夫矩陣 $(I - \vec{A}^D)^{-1}$ 替代里昂提夫矩陣 $(I - \vec{A})^{-1}$ ，則上式改爲：

$$\Delta X' = \Delta V(I - \vec{A}^D)^{-1} \quad (26)$$

綜合上述，需求面投入產出模型特色爲以某一產業部門最終需要（如：消費、投資、出口等）變動，透過產業關聯程度矩陣，可以同時考慮直接及間接誘發效果下，計算對於其他產業所創造的產出效果。一般而言，這種模型較適用於探討向後關聯效果較高產業，例如：有火車頭工業之稱的營造業等，此類產業中間投入率大多較高，一旦投資提高，將帶動上游產業之生產。

相對來說，供給面投入產出模型係以某一產業部門投入（如：中間投入原物料、勞動投入）變動，透過產業關聯程度矩陣，同樣可以考慮直接及間接誘發效果下，計算對其他產業的產出影響效果。這種模型比較適用於探討向前關聯效果較高的產業，例如：農業、石油煉製品、電力、自來水等，因爲此類產業之產出多屬中間原料或勞務，一旦投入變動，將帶動中下游產業之產出變動。

由於農業面臨天然災害形成的產物損失可視爲農業暫時生產短缺，導致使用農業產品做爲生產投入要素之其他產業部門，面臨供給面來源受到短少衝擊，加以國內農業生產分佈具有不同區域性，因此，本文結合 Miller 與 Blair (1985)供給面投入產出模型及區域投入產出分析進行研究。

V、台灣各縣市區域投入產出表資料來源與 估算過程

本文編算台灣地區區域投入產出表，係以 2001 年台閩地區工商及服務業普查報告中各縣市抽樣調查資料為基礎，以 RAS 方法及區位商數法加以推估非競爭移入型區域間表，再由區域間表加以彙編為競爭移入型區域間表與區域內表。相關資料來源之蒐集與處理過程如下：

5.1 蒐集地區別基本資料

首先根據工商普查資料為基礎，彙整區域表產出、投入等基本資料，並根據 2001 年 162 個產業關聯部門分類再加以合併為 45 個產業部門。其中部分農業、服務業資料則取自產業關聯統計、農漁業年報與相關資料（註 7）。

5.2 訂定縣市別產值與投入係數

縣市別產值主要依工商普查抽樣調查之區域別統計結果，配合產業關聯統計全國表產值加以調整。主要投入係數係取自工商普查抽樣調查之區域別統計結果（註 8）。

5.3 決定縣市別各產業對每區域使用比率矩陣

使用比率矩陣可供參考資料來源包括汽車貨運調查等運輸統計，但上述資料無法排除轉運造成之估計誤差，此外上述資料無法計算服務業之區域使用比例，故本文以區位商數法，估計區域間使用比率。

5.4 訂定縣市別進口與國產品使用比率矩陣

在製造業方面，該比率以工商普查抽樣調查之區域別統計結果，但製造業以外其他產業之進口品使用比率，以及最終需求之進口品使用比率，則引用全國生產者價格交易表與進口品交易表。

5.5 決定行、列限制矩陣

中間需求之行限制式以所訂定之區域別產出減附加價值矩陣求得，最終需求中縣市別家計消費、投資、存貨變動、政府支出、出口、進口之總數，係參考縣市別家計收支調查、工商普查固定資產使用總數、工商普查產品外銷總額、政府支出決算數、工商普查存貨變動總額、抽樣調查之縣市別進口值等統計結果推計。至於列限制則分別以各區域產出與各區域進口矩陣加以計算而得。

5.6 建立非競爭型中間交易表

配合所定限制式、投入係數資料，以前文所示過程，進行 RAS 反覆運算以求算中間交易矩陣，並據以整理如北部、中部、南部、東部等四區域之區域間中間交易矩陣。

5.7 計算區域間交易流量

以前節所整理之區域間交易矩陣，計算各區域間產業別交易流量，計算移出、移入與區域間交易流量表。其中輸出與輸入之交織運輸部分，須先加以扣除，故各區域輸出、入值均為本地生產輸出，或輸入供本地部分。區域間交易流量，僅包含國產品供本國使用之區域間物流關係。

5.8 供給面區域間投入產出分析

以所建立區域表配合外生化之投入變動，計算農業因天然災害產物損失導致減產之經濟效果包括產出效果、所得效果及就業效果等。

VI、農業天然災害產物損失對全國及區域影響評估

6.1 農業天然災害產物損失推估及資料來源

根據供給面區域投入產出模型分析，農業天然災害產物損失減少生產時，將對各產業產生投入面衝擊，進而產生產出效果。首先，進行近三年各縣市農業因天然災害產物損失導致減產之推估。其次，估算結果將進行供給面衝擊之區域投入產出分析。

本文主要根據行政院主計處「2001 年台灣地區產業關聯表部門分類」為依據，為利於後續結果分析，將 2001 年 162 個產業部門區域投入產出表重新整併為 45 個產業部門。

2003 年至 2005 年各縣市農業天然災害產物損失推估方面，首先，由表 1 中 2005 年農業統計年報觀察，近十年農業災害產物損失（以產值估計）占總損失比重除 1999 年及 2001 年略低外，其餘各年均高於五成，其中 2002 及 2003 年更超過九成。

至於 2003 年至 2005 年來自農委會估計之各縣市農業天然災害產物損失原始資料，係以成本估計與農業統計年報計算基礎不同，且為產物損失及設施毀損合計數如表 2 所列，因此，本文以表 3 之全國農業天然災害損失中，產物損失（包括農作物損失、畜產損失、漁產損失、林產損失）占總損失比重，推估各縣市天然災害產物損失金額，其中 2003 年至 2005 年比重分別為 0.94、0.40 及 0.92，最後近三年各縣市天然災害產物損失推估結果如表 4 所列。

表 1 近十年農林漁牧災害損失（以產值計算）

單位：百萬元

| | 1996年 | 1997年 | 1998年 | 1999年 | 2000年 | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 |
|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 災害總損失 | 25,239 | 6,280 | 14,700 | 16,267 | 14,365 | 14,763 | 1,267 | 4,389 | 12,005 | 24,924 |
| 產物損失 | 19,804 | 4,932 | 12,693 | 7,593 | 10,521 | 5,909 | 1,144 | 4,236 | 7,022 | 20,691 |
| 產物損失比重 | 0.78 | 0.79 | 0.86 | 0.47 | 0.73 | 0.40 | 0.90 | 0.97 | 0.58 | 0.83 |

資料來源：行政院農委會（2006），「2005年農業統計年報」。

註：1. 本表所列之農損統計資料係以產值計算。

2. 天然災害農業總損失包括：農田及農業設施損失、農作物損失、畜產損失、漁業損失、林業損失、公共設施損失，農業統計年報將其中與生產損失有關的農作物損失、畜產損失、漁產損失、林產損失加總稱為「產物損失」。

表 2 各縣市農業災害損失（以成本計算）

單位：百萬元

| | 2003年 | 2004年 | 2005年 | | 2003年 | 2004年 | 2005年 |
|------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|
| 台灣地區 | 2,187 | 12,430 | 11,538 | 屏東縣 | 710 | 290 | 1,111 |
| 台北縣 | 77 | 235 | 28 | 台東縣 | 510 | 233 | 323 |
| 宜蘭縣 | 70 | 219 | 217 | 花蓮縣 | 125 | 503 | 697 |
| 桃園縣 | 0 | 17 | 62 | 澎湖縣 | 0 | 4 | 8 |
| 新竹縣 | 7 | 480 | 218 | 基隆市 | 0 | 7 | 2 |
| 苗栗縣 | 38 | 952 | 760 | 新竹市 | 0 | 1 | 5 |
| 台中縣 | 299 | 1,506 | 1,002 | 台中市 | 0 | 309 | 14 |
| 彰化縣 | 1 | 699 | 1,128 | 嘉義市 | 0 | 8 | 36 |
| 南投縣 | 178 | 1,701 | 701 | 台南市 | 0 | 409 | 146 |
| 雲林縣 | 19 | 1,512 | 1,242 | 台北市 | 2 | 3 | 11 |
| 嘉義縣 | 2 | 715 | 896 | 高雄市 | 0 | 0 | 2 |
| 台南縣 | 14 | 400 | 1,696 | 其他單位 | 14 | 1,533 | 34 |
| 高雄縣 | 120 | 696 | 1,199 | | | | |

資料來源：行政院農委會統計室提供。

註：1. 本表所列之農損統計資料係以成本計算。

2. 農損包括產物損失及設施毀損。

表3 全國農業災害損失(以成本計算)

單位：百萬元

| | 2003年 | 2004年 | 2005年 |
|-----------|-------|--------|--------|
| 農業總損失 | 2,187 | 12,430 | 11,579 |
| 農田及農業設施損失 | 12 | 1,304 | 562 |
| 農作物損失 | 1,900 | 3,104 | 8,327 |
| 畜產損失 | 51 | 307 | 530 |
| 漁業損失 | 142 | 2,029 | 1,956 |
| 漁產損失 | 27 | 1,361 | 1,777 |
| 漁民漁業設施損失 | 115 | 668 | 179 |
| 林業損失 | 83 | 1,400 | 204 |
| 林產損失 | 74 | 175 | 204 |
| 林業設備損失 | 9 | 1,225 | - |
| 水土保持損失 | - | 2,437 | - |

資料來源：行政院農委會統計室提供。

註：2005年起公共設施毀損部分另外統計，不包含在農業總損失中。

表4 各縣市農業災害產物損失估計結果(以成本計算)

單位：百萬元

| | 2003年 | 2004年 | 2005年 | | 2003年 | 2004年 | 2005年 |
|------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
| 台灣地區 | 2,051 | 4,947 | 10,622 | 屏東縣 | 666 | 115 | 1,023 |
| 台北縣 | 72 | 94 | 26 | 台東縣 | 478 | 93 | 297 |
| 宜蘭縣 | 65 | 87 | 200 | 花蓮縣 | 117 | 200 | 641 |
| 桃園縣 | 0 | 7 | 57 | 澎湖縣 | 0 | 1 | 7 |
| 新竹縣 | 7 | 191 | 200 | 基隆市 | 0 | 3 | 2 |
| 苗栗縣 | 35 | 379 | 700 | 新竹市 | 0 | 0 | 4 |
| 台中縣 | 281 | 599 | 922 | 台中市 | 0 | 123 | 13 |
| 彰化縣 | 1 | 278 | 1,039 | 嘉義市 | 0 | 3 | 33 |
| 南投縣 | 167 | 677 | 645 | 台南市 | 0 | 163 | 134 |
| 雲林縣 | 18 | 602 | 1,144 | 台北市 | 2 | 1 | 10 |
| 嘉義縣 | 2 | 285 | 825 | 高雄市 | 0 | 0 | 2 |
| 台南縣 | 13 | 159 | 1,562 | 其他單位 | 14 | 610 | 32 |
| 高雄縣 | 113 | 277 | 1,104 | | | | |

資料來源：本研究。

6.2 農業天然災害產物損失減產所產生的經濟效果與分析

本文根據供給面區域投入產出模型及自行編算的各縣市區域投入產出表進一步模擬評估，近三年農業天然災害產物損失導致減產，將對總體經濟所發生影響。另為利後續分析本文將 23 個縣市合併成北部（宜蘭縣、基隆市、台北縣市、桃園縣、新竹縣市）、中部（苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣）、南部（嘉義縣市、台南縣市、高雄縣市、屏東縣、澎湖縣）、東部（花蓮縣、台東縣）等四個地區。

6.2.1 產出效果

由表 5 模擬結果顯示，近三年農業天然災害產物損失致減產，生產分別減少 39.3、87.8、221.6 億元，各地區產出效果方面，2003 年以南部地區、中部地區生產總額減少 14.4 及 12.3 億元最多，兩者合占 68%，2004 年以中部地區減少 52.4 億元最多，分別占 60%，2005 年以中部地區、南部地區生產總額減少 97.3 及 96.3 億元最多，兩者合占 87%，因此，近三年農業天然災害產物損失致減產以中部及南部最劇，所占比重超過六成，主因中南部地為主要農業生產地區。

各產業地區產出效果方面，2003 年以石油煉製品業、非金屬礦物製品業、皮革及皮製品業三者生產總額減少最多，合占近四成，2004 年以紙、紙製品及印刷出版、化工原料、皮革及皮製品業三者生產總額減少最多，合占二成五，2005 年則以塑膠及塑膠製品、化工原料、其他化學製品、石油煉製品業生產總額減少最多，合占三成。

6.2.2 所得效果

由表 5 模擬結果同時顯示，近三年農業天然災害產物損失致減產，所得分別減少 11.5、23.5、57.1 億元，若與 2005 年國內生產毛額 11 兆 1,468 億

元相比，以區域投入產出模型進行評估 2003 至 2005 年總所得減損效果約分占 0.01%、0.02%、0.05%。

表 5 農業天然災害產物損失所產生的各區域經濟減損效果彙整

| | 單位：百萬元；人 | | |
|--------|----------|--------|--------|
| | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 |
| 產出減損效果 | | | |
| 北部地區 | 549 | 1,009 | 1,750 |
| 中部地區 | 1,228 | 5,235 | 9,730 |
| 南部地區 | 1,440 | 2,194 | 9,631 |
| 東部地區 | 714 | 341 | 1,046 |
| 合 計 | 3,931 | 8,778 | 22,156 |
| 所得減損效果 | | | |
| 北部地區 | 200 | 353 | 595 |
| 中部地區 | 329 | 1,304 | 2,383 |
| 南部地區 | 403 | 639 | 2,584 |
| 東部地區 | 218 | 53 | 149 |
| 合 計 | 1,150 | 2,349 | 5,712 |
| 就業減損效果 | | | |
| 北部地區 | 312 | 522 | 803 |
| 中部地區 | 607 | 2,368 | 4,509 |
| 南部地區 | 486 | 870 | 3,502 |
| 東部地區 | 331 | 114 | 324 |
| 合 計 | 1,736 | 3,874 | 9,138 |

資料來源：本研究。

註：所得效果包括勞動報酬、經營盈餘、折舊及間接稅等效果。

6.2.3 就業效果

若與 2005 年總就業人數 994.2 萬人相比，近三年農業天然災害產物損失致減產就業效果方面，總就業將分別減少 1,736、3,874、9,138 人，各地區就業效果方面，2003 年以中部地區、南部地區就業減少 607 及 486 人最

多，兩者合占 63%，2004 年以中部地區減少 2,368 人最多，占 61%，2005 年以中部地區、南部地區就業總額減少 4509 及 3,502 人最多，兩者合占 88%，因此，若以 2005 年總勞動力觀察，基於近三年農業天然災害產物損失致減產完全如期影響之假設前提下，2003 至 2005 年所產生的就業衝擊效果，將使失業率上升 0.0002 至 0.0009 個百分點。

表 6 農業天然災害產物損失所產生的各產業經濟減損效果彙整

單位：百萬元；人

| | 產出減損效果 | | | 所得減損效果 | | | 就業減損效果 | | |
|------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 |
| 1 農林漁產 | 195 | 396 | 805 | 89 | 175 | 348 | 225 | 456 | 932 |
| 2 礦產 | 153 | 309 | 939 | 35 | 61 | 194 | 38 | 77 | 235 |
| 3 加工食品 | 7 | 25 | 125 | 2 | 7 | 37 | 1 | 4 | 18 |
| 4 飲料及菸 | 62 | 458 | 1,047 | 15 | 121 | 269 | 22 | 165 | 377 |
| 5 紡織及成衣服飾品 | 72 | 474 | 972 | 25 | 175 | 355 | 45 | 299 | 614 |
| 6 皮革及皮製品 | 301 | 647 | 1,045 | 34 | 75 | 124 | 129 | 276 | 446 |
| 7 木材及木製品 | 38 | 369 | 1,228 | 10 | 84 | 269 | 28 | 274 | 915 |
| 8 紙、紙製品及印刷 出版 | 223 | 810 | 1,027 | 68 | 253 | 302 | 117 | 424 | 537 |
| 9 化工原料 | 36 | 747 | 1,496 | 4 | 44 | 95 | 3 | 72 | 143 |
| 10 人造纖維 | 13 | 320 | 913 | 3 | 83 | 238 | 2 | 50 | 143 |
| 11 塑膠及塑膠製品 | 123 | 494 | 2,510 | 31 | 107 | 532 | 32 | 128 | 649 |
| 12 其他化學製品 | 149 | 345 | 1,307 | 40 | 93 | 349 | 49 | 112 | 425 |
| 13 石油煉製品 | 687 | 224 | 1,280 | 161 | 64 | 326 | 89 | 29 | 165 |
| 14 非金屬礦物製品 | 509 | 162 | 483 | 179 | 51 | 153 | 220 | 70 | 209 |
| 15 鋼鐵 | 213 | 398 | 1313 | 12 | 25 | 79 | 35 | 65 | 214 |
| 16 其他金屬 | 23 | 40 | 141 | 5 | 8 | 23 | 6 | 11 | 37 |
| 17 金屬製品 | 127 | 318 | 845 | 36 | 88 | 233 | 74 | 186 | 496 |
| 18 機械 | 110 | 258 | 578 | 28 | 69 | 158 | 51 | 119 | 267 |
| 19 家用電子電器產品 | 25 | 170 | 127 | 5 | 37 | 28 | 9 | 60 | 45 |
| 20 資訊及通信產品 | 36 | 57 | 143 | 6 | 10 | 19 | 6 | 9 | 24 |
| 21 電子零配件 | 41 | 246 | 328 | 15 | 79 | 107 | 12 | 64 | 86 |
| 22 電機及其他電器 | 35 | 72 | 186 | 8 | 17 | 47 | 12 | 24 | 66 |
| 23 運輸工具 | 97 | 243 | 582 | 26 | 67 | 164 | 33 | 82 | 196 |
| 24 其他製品 | 46 | 122 | 304 | 14 | 37 | 92 | 23 | 62 | 154 |

表6 農業天然災害產物損失所產生的各產業經濟減損效果彙整(續)

| | 產出減損效果 | | | 所得減損效果 | | | 就業減損效果 | | |
|------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 |
| 25 房屋工程 | 61 | 106 | 252 | 19 | 32 | 77 | 32 | 56 | 133 |
| 26 公共及其他工程 | 82 | 141 | 337 | 28 | 48 | 116 | 42 | 73 | 175 |
| 27 電力 | 12 | 139 | 264 | 6 | 40 | 74 | 6 | 22 | 38 |
| 28 燃氣 | 2 | 7 | 10 | 1 | 2 | 4 | 0 | 1 | 2 |
| 29 自來水 | 3 | 4 | 6 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 30 鐵路運輸 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 其他陸上運輸 | 34 | 51 | 114 | 17 | 25 | 58 | 29 | 43 | 98 |
| 32 水上運輸 | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 33 空中運輸 | 7 | 14 | 23 | 2 | 4 | 6 | 2 | 3 | 5 |
| 34 運輸服務 | 3 | 7 | 10 | 2 | 4 | 6 | 3 | 6 | 10 |
| 35 旅行服務 | 2 | 5 | 7 | 1 | 3 | 3 | 2 | 6 | 7 |
| 36 倉儲及通信 | 13 | 10 | 27 | 5 | 4 | 11 | 3 | 3 | 6 |
| 37 商品買賣 | 110 | 190 | 519 | 67 | 122 | 324 | 115 | 202 | 554 |
| 38 金融保險服務 | 8 | 13 | 25 | 5 | 9 | 17 | 3 | 5 | 9 |
| 39 不動產服務 | 32 | 38 | 82 | 25 | 29 | 64 | 3 | 3 | 7 |
| 40 餐飲服務 | 37 | 61 | 98 | 18 | 31 | 48 | 45 | 74 | 120 |
| 41 旅館服務 | 9 | 8 | 17 | 5 | 5 | 10 | 8 | 7 | 16 |
| 42 工商服務 | 25 | 47 | 97 | 11 | 20 | 41 | 13 | 24 | 50 |
| 43 教育醫療服務 | 46 | 88 | 196 | 28 | 58 | 132 | 37 | 72 | 162 |
| 44 娛樂文化服務 | 11 | 19 | 37 | 7 | 11 | 22 | 9 | 14 | 29 |
| 45 其他服務 | 112 | 128 | 306 | 50 | 65 | 152 | 122 | 140 | 322 |
| 合計 | 3,931 | 8,778 | 22,156 | 1,150 | 2,349 | 5,712 | 1,736 | 3,874 | 9,138 |

資料來源：本研究。

VII、結 論

本文以供給面區域投入產出分析方法，探討農業天然災害產物損失減產對於各區域發展可能產生的經濟面影響。首先根據 2001 年工商普查抽樣調查資料、2001 年台灣產業關聯表及相關統計資料，估算完成台灣地區各縣

市與其他區域之區域內及區域間投入產出表，並據以探討農業天然災害產物損失減產對於各區域產業可能產生的影響。

根據供給面區域投入產出模型及本文編算的各縣市區域投入產出表評估結果，近三年農業天然災害產物損失減產，對總體經濟變數發生若干影響，根據評估結果，生產分別減少 39.3、87.8、221.6 億元，各地區產出效果方面，2003 年以南部地區、中部地區生產總額減少 14.4 及 12.3 億元最多，2004 年以中部地區減少 52.4 億元最多，2005 年以中部地區、南部地區生產總額減少 97.3 及 96.3 億元最多，因此，近三年農業天然災害產物損失致減產以中部及南部最劇，所占比重超過六成，主因中南部地為主要農業及相關產業生產地區。其次，總所得效果分別減少 11.5、23.5、57.1 億元，若與 2005 年國內生產毛額 11 兆 1,468 億元相比，各年總所得減損效果介於 0.01 與 0.05 之間。

若與 2005 年總就業人數 994.2 萬人相比，近三年農業天然災害產物損失致減產就業效果方面，總就業將分別減少 1736、3874、9138 人，各地區就業效果方面，2003 年以中部地區、南部地區就業減少 607 及 486 人最多，2004 年以中部地區減少 2368 人最多，2005 年以中部地區、南部地區生產總額減少 4509 及 3502 人最多，因此，若以 2005 年總勞動力觀察，基於近三年農業天然災害產物損失致減產完全如期影響之假設前提下，2003 至 2005 年所產生的就業效果，將使失業率上升 0.0002 至 0.0009 個百分點。

此外，本文仍有若干研究限制，首先，由於受到資料上的限制及災害損失跨期遞延效果，本文無法將 2001 年全國或區域投入產出表中屬於當年的農業災害損失的經濟效果完全釐析為沒有災害的投入產出表，因此，本文確實無法進行反向事實模擬，惟未來若能將靜態分析轉為動態投入產出分析，或可考慮災害損失跨期遞延效果及提高模型預測功能、政策建議。其次，農業災害損失估計的物價膨脹效果可能會有低估或高估其經濟效果，由於本文所採用的投入產出分析為部分均衡分析，因此，農業災害損失估計的物價膨

漲效果，確實無法完全反映在本文所評估的經濟影響效果中，有待未來另以一般均衡模型進行全面的評估，納入價格傳導過程。

附 註

1. Round (1978, 1979)曾以投射法 (projection method) 對區位商數法在區域表之適用性及準確度加以評估。
2. 目標函數遵循 Macgill (1977)之極小化對數、Morrison 與 Thuman (1980)之加權誤差最小平方和目標式、Mankinen (1993)之一般化條件最小平方和(generalized or conditioned least squares)、Matuszewski、Pitts 與 Sawyer (1964)之線性規劃解。
3. 包括家計消費、政府支出、固定資本形成、存貨變動、出口之合計。
4. 進口矩陣在計算各區域表實際進口值時，須將進口品轉運數扣除。
5. $\tilde{A}(0) = \begin{bmatrix} D^{(0)} \\ \dots \\ M^{(0)} \end{bmatrix}$, $\tilde{A}(1) = \begin{bmatrix} D^{(1)} \\ \dots \\ M^{(1)} \end{bmatrix}$ 。
6. FD 包括家計消費、政府支出、固定資本形成、存貨變動、出口之合計。
7. 關於北中南東四個地區各業產值資料主要利用 2001 年台閩地區工商及服務業普查報告原始資料乘以各縣市各廠商擴大係數彙計而得。其中區域別農林漁牧業、礦業、公共行政及部分服務業產值因無法由工商普查調查直接取得資料，則分別參考 2001 年台灣農業年報、普查礦業場所別、普查營造業場所別、普查不動產暨租賃專業科技服務業場所別、縣市別政府支出決算數。產值主要以產業關聯統計所推算產值為依據，並以上述資料之縣市別結構攤算。
8. 產值部分，若以 2001 年台灣產業關聯表部門分類，農業(001 至 012 部門)、礦業(013 至 015 部門)，營造業(117 至 120 部門)，部分服務業(139,145,148,150,155,156,159,161 部門)，產值由於工商普查抽樣調查與產業關聯編算基礎差距頗大，故均加以調整。以上部門，其投入結構亦以 2001 年全國產業關聯統計為依據。產值主要以產業關聯統計所推算產值為依據，並以下列其他縣市別調查產值為權重，重新加以攤算，其中農業(001 至 012)部門以農業統計年報縣市別產值結構攤算，礦業(013 至 014)部門以普查礦業場所別縣市別產值結構攤算，營造業(117 至 120)部門以普查營造業場所別縣市別結構加以攤算，部分服務業(139,145,148,150,155,156,159)等部門則以普查不動產即租賃專業科技服務業場所別縣市別結構攤算、公共行政服務(161)部門以縣市別政府支出決算數縣市別結構攤算。以上列舉之其他部門則仍以工商普查抽樣調查縣市別結構攤算。

參考文獻

- 行政院農委會，2002。『2001年農業統計年報』。台北：行政院農委會。
- 行政院農委會，2006。『2005年農業統計年報』。台北：行政院農委會。
- 行政院主計處，2001。『2001年台閩地區工商及服務業普查報告』。台北：行政院主計處。
- 行政院主計處，2002。『2001年產業關聯表(162部門)』。台北：行政院主計處。
- 行政院主計處，2002。『2001年產業關聯表編製報告』。台北：行政院主計處。
- 行政院主計處，2002。『2001年台灣地區國民所得』。台北：行政院主計處。
- 王塗發、何俐禎，1994。「區域投入係數非普查法之比較研究」。『台灣經濟學年會論文集』。頁 83-122。台灣經濟學會。
- 呂昭麟，2003。「公共設施颱風損失及防災機制之研究—以台北市納莉颱風為例」。碩士論文，台灣大學農業經濟學研究所。
- 吳雅雯，2003。「九二一震災後觀光資源重建對臺灣中部地區之經濟影響分析」。碩士論文，台灣大學森林學研究所。
- 周文賢，1986。「中共 1984 年投入產出表編製：貝氏 RAS 方法之運用」。『中國經濟學會 1986 年年會論文集』。頁 161-204。中國經濟學會。
- 林幸君、高慈敏，2005。「蘇花國道興建期及通車後之區域經濟效果分析」，發表於中央研究院經濟研究所環境資源經濟、管理暨系統分析學術研討會。台北：中央研究院。9月23日。
- 姚韻雯、高慈敏，1990。「區域產業關聯表編製之研究」，發表於國際統計學術研討會。台北：台北國際會議中心。6月28日。
- 高慈敏，1993。「民國 78 年台灣地區區域產業關聯表之編製—RAS 方法之應用」，『台灣經濟預測』。24 卷，2 期，119-156。
- 高慈敏，1994。「在有限訊息下產業關聯表更新方法之研究」，發表於國際統計學術研討會。台北：中央研究院。
- 高慈敏，1999。「台灣地區高科技產業發展之經濟分析-新竹地區區域產業關聯研究」。行政院國家科學委員會專題研究計畫。NSC 88-2415-H-159-001。明新技術

學院國貿系。

高慈敏，2000。「台灣地高科技產業發展之經濟分析-新竹地區區域產業關聯研究」。

『第九屆中華民國管理教育研討會論文集』。頁 335-346。嘉義：國立中正大學。

高慈敏、林幸君、賴金端，2004。「雲嘉南地區區域產業關聯分析」，發表於第五屆全國實證經濟論文研討會。台中：逢甲大學。6月12日。

陳文德，1997。「臺灣地區氣象災害對稻作損害之分析」，『台灣土地金融季刊』。1卷，1期，43-55。

黃筱晏，2004。「台灣天然災害經濟損失評估之研究－以台北都會區風災與土石流災害為例」。碩士論文，中國文化大學建築及都市計劃研究所。

許嘉棟、郭曼謹，1986。「投入產出表 RAS 更新法在台灣之應用性」，『台灣經濟預測』。17卷，1期，53-69。

楊純明，1996。「臺灣地區的乾旱災害及土壤缺水對水稻產量之影響」，『台灣農業』。6卷，1期，76-88。

賈宜鳳、黃吉實、羅孟珠、林秀桃，1988。「中美兩國產業關聯連結模型之研究」。專題研究報告，行政院主計處。

劉泰英，1981。『台灣與日本產業關聯分析』。台北：台灣經濟研究所。

劉節慈，1991。「東部地區觀光事業之經濟效果分析」。碩士論文，中興大學經濟學研究所。

Canning, P. and Z. Wang, 2003. "A Flexible Modeling Framework to Estimate Interregional Trade Patterns and Input-Output Accounts," Paper presented at the 6th Annual Conference on Global Economic Analysis. The Hague, Scheveningen, The Netherlands, June 12-14.

Casiano, M. L. P. and S. P. Dolores, 2000. "A Nonlinear Approach for the Adjustment and Updating of IO Accounts," Paper presented at the 13th International Conference on Input-Output Techniques. University of Macerata, Italy, August 18.

Charlotte, B. 2003. "Potential Approaches to the Development of Indicators for Measuring Risk from a Macroeconomic Perspective," *Information and Indicators Program for Disaster Risk Management, Execution of Component II, Indicators for Disaster Risk Management*. OPERATION ATN/JF-7907-RG. Inter-American Development Bank, IDEA.

- Clower, T. L., 2005. *Economic Applications in Disaster Research, Mitigation, and Planning*, 取自 <http://training.fema.gov/EMIWeb/edu/docs/Disciplines%20Disasters%20and%20EM%20Book%20-%20Chapter-Econ%20appli%20in%20disasters%20research.doc>。
- Gordon, P., Moore II, H. W. Richardson, M. Shinozuka, and S. Cho, 2004. *Earthquake Disaster Mitigation for Urban Transportation Systems: An Integrated Methodology that Builds on the Kobe and Northridge Experiences*. 取自 <http://www-rcf.usc.edu/~pgordon/pdf/earthquake.pdf>。
- Gordon, P., H. W. Richardson, and B. Davis, 1998. "Transport-related Impacts of the Northridge Earthquake," *Journal of Transportation and Statistics*. 1(2): 21-36.
- Isard, W., 1951. "Interregional And Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space Economy," *Review of Economics and Statistics*. 33(4): 318-328.
- Jiang, F., H. Tatano, Y. Kuzuha, and T. Matsuura, 2005. *Economic Loss Estimation of Water Supply Shortage Based on Questionnaire Survey in Industrial Sectors*. Report of the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, No.68. 取自 <http://www.bosai.go.jp/library/pub/report/PDF/68/68jiang.pdf>。
- Liu, L. N. and P. Vilain, 2000. "Estimating Commodity Inflows to a Sub-state Region Using Input-Output Data: Accuracy Tests Using Commodity Flow Survey," Paper presented at the 13th International Conference on Input-Output Techniques. University of Macerata, Italy, August 18.
- Macgill, S. M., 1977. "Theoretical Properties of Biproportional Matrix Adjustment," *Environment and Planning*. 9: 687-701.
- Manique, L. P. and S. Penate, 2000. "A Nonlinear Approach for the Adjustment and Updating of IO Accounts," Paper presented at the 13th International Conference on Input-Output Techniques. University of Macerata, Italy, August 18.
- Mankinen, M., 1993. "Updating the IO Coefficients by Using Generalized Conditioned LeastSquares Method," Paper presented at the IIOA Conference of Seville. March 27-April 2, Seville, Spain.
- Matuszewski, T. I., P. R. Pitts, and J. A. Sawyer, 1964. "Linear Programming Estimates of Changes in Input Coefficients," *Canadian Journal of Economics and Political Science*.

32(2): 203 – 211.

- McGregor, P. G., J. K. Swales, and Y. P. Yin, 1996. "A Long-Run Interpretation of Regional Input-Output Analysis," *Journal of Regional Science*. 36(3): 479-501.
- Miller, R. E. and P. D. Blair, 1985. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Morrison, W. I. and P. Smith, 1974. "Nosurvey Input-output Techniques at the Small Area Level : an Evaluation," *Journal of Regional Science*. 14(1): 1-14.
- Morrison, W. I. and R.G. Thuman, 1980. "A Lagrangian Multiplier Approach to the Solution of a Special Constrained Matrix Problem," *Journal of Regional Science*. 20: 279–292.
- Rose, A., J. Benavides, S. Chang, P. Szczesniak, and D. Lim, 1997. "The Regional Economic Impact of an Earthquake : Direct and Indirect Effects of Electricity Lifeline Disruptions," *Journal of Regional Science*. 37: 437-458.
- Rose, A. and S. Liao, 2005. "Modeling Resilience to Disasters : Computable General Equilibrium Analysis of a Water Service Disruption," *Journal of Regional Science*. 45 (1): 75-112.
- Round, J. I., 1978. "An Interregional Input-Output Approach to the Evaluation of Non-survey Methods," *Journal of Regional Science*. 19: 179-194.
- Round, J. I., 1979. "Compensating Feed Back Effects in Interregional Input-Output Models," *Journal of Regional Science*. 19: 145-155.
- Snowder, D. J., 1990. "New Methods of Updating Input-Output Matrices," *Economic Systems Research*. 2(1): 27-37.
- Sonis, M., G. J. D. Hewings, J. Guo, and E. Hulu, 1997. "Interpreting Spatial Economic Structure : Feedback Loops in the Indonesian Interregional Economy,1980-1985," *Regional Science and Urban Economics*. 27(3): 325-342.
- Tiebout, C. M., 1969. "An Empirical Regional Input-output Projection Model: The State of Washington 1980," *Review of Economics and Statistics*. 51(3): 334-340.
- Verduras, C. L., 2003. "The Estimation of the Interregional Trade in the Context of an Interregional Input-Output Model for the Spanish Economy," Paper presented at the 13th International Conference on Input-Output Techniques. University of Macerata, Italy,

August 18.

Yamano, N., Y. Kajitani, and Y. Shumuta, 2004. *Modelling the Regional Economic Loss of Natural Disasters : Indirect Loss Diffusion Due to the Disruptions of Electricity Lifeline and Interindustry Economic Activities*. Paper presented at the International Conference on Input-Output and General Equilibrium: Data, Modelling and Policy Analysis. Brussels, Free University of Brussels, September 2. 取自 http://www.ecomod.net/conferences/iioa2004/iioa2004_papers/423.pdf。

The Economic Impact from Agricultural Products Loss Caused by Natural Disasters and Regional Input-Output Analysis in Taiwan

Hsing- Chun Lin* and Tzu-Min Kao**

Although Taiwan's agricultural production only accounts for less than 2% of total GDP, agriculture industry still plays an important role to support the development of other industries. However, during the production process, agriculture industry often suffers loss, in final production result and farming field and facility, caused by uncontrollable natural disasters. And transferred by the industrial linkage effect, this kind of production decrease impact will be seen on overall economy development output and employment in that particular region; moreover, this will also create agricultural product price fluctuation which will influence final consumer consumption. From the other aspect, in Taiwan we observed some obvious gap already exist in each regions' agricultural production which resulted from the differences of the natural environment. Once these uncontrollable natural disasters happen, the direct and indirect impact on agricultural activities will also vary from region to region. Therefore, in this paper we try to apply Miller and Blair (1985) input-output model in supply side and the approach of regional input-output analysis in order to evaluate all possible economic impact from production loss caused uncontrollable natural disasters for the last three years in Taiwan.

Keywords: Regional Input-Output Analysis, Natural Disasters, Product Loses, Agricultural Production

* Assistant professor, Department of Applied Economics at National Chiayi University, Chiayi, Taiwan.

** Assistant professor, Department of Finance at Ming-Chuan University, Taipei, Taiwan. We acknowledge with the usual caveat the very helpful comments of the reviewers and editor.