

研究報告

## 天然災害損失之經濟評估

張簡仕傑<sup>1</sup> 林士彥<sup>2</sup> 郭幸福<sup>3</sup> 鄭心瑩<sup>4</sup> 柳婉郁<sup>1\*</sup>

【摘要】本研究先分析全台灣之天然災害損失趨勢，再針對南投縣地區之天然災害進行分析，天然災害損失中，農業損失確實有逐漸下降的趨勢，而南投縣之農業損失被害面積與農業損失的數量，2005年高峰是海棠颱風雨期後帶來的水災造成，其整體損失的趨勢是逐年下降的。推論南投縣地區農民在應付天然災害時的農產物減收已有一定經驗，能將損失控制在一定程度。其次，本研究進一步利用投入產出法分析2009年莫拉克颱風造成損失之經濟評估，包括造成的產值損失、所得損失與就業損失，並政府復建工程投入所造成的產值、所得與就業之增加數。本研究根據短期的投入產出模型分析，結果顯示總產出效果為政府實際支出總額的1.31倍；政府補助莫拉克災後重建金額為1,385億4,600萬元，為我國創造約1,811億7,975萬元產值、創造807億3,259萬元的所得效益、增加218,029個工作機會。其次，本研究估天然災害造成之災害損失影響，總農業損失約為108億9,679萬元，對南投造成農業損失3億2,104萬元，這樣的直接損失金額，造成全台減少142億4,997萬元產值，降低63億4,970萬元所得，也減少17148個工作機會。南投地區減少4億1,983萬元產出效益，及1億2,8707萬元的所得效益，以及減少505個工作機會。

【關鍵詞】天然災害、投入產出法、經濟評估。

Research paper

## Economic assessment of the loss from natural disasters

Wan-Yu Liu<sup>1\*</sup> Shih-Yen Lin<sup>2</sup> Hsing-Fu Kuo<sup>3</sup> Hsin-Ying Cheng<sup>4</sup> Shin-Jay Chang Jian<sup>1</sup>

【Abstract】 This study accessed the trend of the loss caused by the natural disasters in Taiwan with an emphasis on the natural disasters in Nantou county. For the loss caused by the natural disasters, agricultural loss has a gradually decreased trend. The damaged area and the amount of agricultural loss of Nantou reached the peak in 2005 due to the flood by Typhoon Haitang. The trend of the overall loss decreased annually in the years followed. We inferred that the farmers in Nantou county are experienced in protecting their crops from the natural disasters and therefore the agricultural loss can be well controlled. An input-output

---

1. 國立中興大學森林學系 Department of Forestry, National Chung Hsing University

2. 國立暨南大學觀光休閒與餐旅管理學系 Department of Tourism, Leisure and Hospitality Management, National Chi Nan University

3. 國立金門大學都市計劃與景觀學系 Department of Urban Planning and Landscape, National Quemoy University

4. 國立台中教育大學永續觀光暨遊憩管理碩士學位學程 Graduate Program of Sustainable Tourism and Recreation Management, National Taichung University of Education

\*通訊作者，台中市南區國光路250號。

Corresponding author. No.250, Guoguang Rd., South Dist., Taichung City 402, Taiwan.

E-mail: nellyliu@gmail.com

analysis method was adopted to evaluate the economic impacts caused by the most severe Typhoon Morakot. The economic impacts include loss of output value, income and employment, as well as increase in works, income, and employment attributed from the reconstruction. The results of the short-term input-output analysis showed that the output effects are 1.31 times of the expenses spend by the government. Overall, the 138.5 billion NTD reconstruction expense provided by the government created 181.1 billion NTD of output value, 80.7 billion NTD of income effect, and 218k employment opportunities. In addition, this study accessed the loss caused by the natural disasters. The agricultural loss caused by Typhoon Morako in 2009 is nearly 10.8 billion NTD. The loss directly resulted in 14.2 billion NTD decrease in output value, 6.3 billion NTD income decrease, and reduced 17.1k employment opportunities.

【Key words】 natural disaster; input-output method; economic assessment

## 一、前言

臺灣地處歐亞大陸邊界，東邊鄰近太平洋，氣候容易受季風及海潮漲退影響，加上屬於板塊推擠而形成的島嶼，本身即處於高災害潛勢地區，因此颱風、地震、淹水、土石崩塌等天然災害經常發生。天然災害又為自然災害，每每發生天災時總會造成許多人命、建構物、財產以及公共建設等直接性的損失，更甚者會因前述之損失導致各項活動中斷，如社會生活、經濟活動、親友聯絡、基礎公共設施運作等間歇性的損失(王世堅 2011)。根據內政部消防署災害統計(2015)所顯示，台灣近十多年來，平均每年發生2次以上颱風豪雨，而從2001至2013年以來，臺灣所發生之天然災害所造成的人員傷亡累計達5,443人，其中有1,136人死亡，在這其中以颱風為最大的天然災害損失，特別是2009年的因5,443人中的4,503人皆是颱風所造成，約占了83%的人數，再者，1,136的死亡人數中，颱風損害也是以991人占據了約87%的人數，實為對臺灣的人員傷亡中為最重要的部分，此外，因豪雨造成的水災影響僅有120人的死亡數，約10.5%，而總傷亡人數為285人，也僅佔了約5%左右。有鑑於此，臺灣有必要對於颱風災害造成的損失評估有深入的了解並建立出有效與精簡的估算模式。而近年來颱風災害損失又以莫拉克所造成之經濟損失較為嚴重(行政院農委會 2016a, 2016b)，

因此本研究除了針對全國與南投縣之災害損失進行趨勢分析之外，也針對莫拉克風災進行經濟損失之實證分析。

Miller & Blair (1985)為少數的災害理論發展先驅，並將理論應用於實際的評估上，Yamano et al. (2004, 2007)也根據此理論發展評估自然災害的損失模型，並進一步延伸舊有的概念。國內學者在這方面的探討，林麗容(2007)探討了氣候變遷對於颱風及洪水災害的經濟影響，除了直接損失以外，也估算了相關的間接損失，表示透入產出模型實際上是一種含括範圍較廣的估算方法。游珮珊(2009)研究台灣地區颱風災害造成的農作物損失，其結果指出颱風造成的台灣地區農作物總損失，以中區最大，東區最小。然台灣東區雨量平均值均居四區之冠，中區則平均雨量最少。李霞(2015)則嘗試採用多種不同的研究方法做估算，從成本節約、實際可行性及結果可信度三個角度來探討及比較各種災害損失估算的方法優劣程度，其結論中提出投入產出法與一般均衡模型的估算方式，在以前述之三個觀點為基準時，對於災害損失的估算會是較有效用的評估方式。劉慕華(2015)的論點中提及，許多自然災害造成的間接損失實際上多過直接損失，只是無法在短時間估算並呈現，並同樣認為投入產出模型是一種評估間接損失的實用方式。

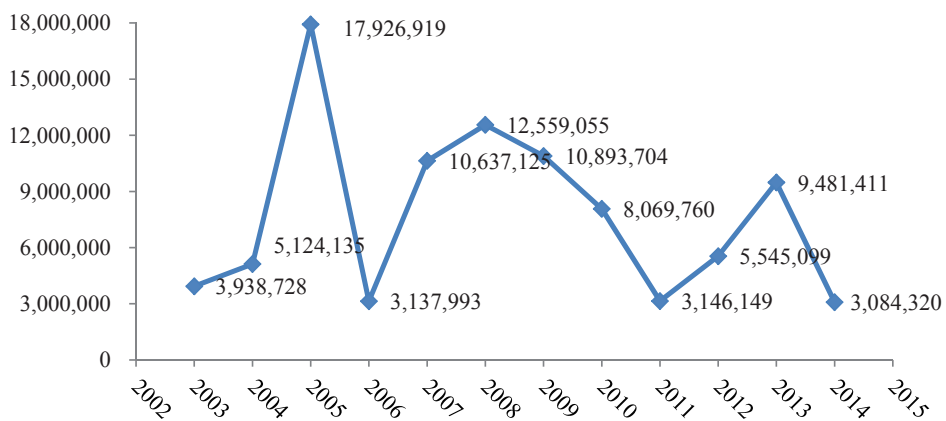
本研究先分析全台灣之天然災害損失趨

勢，再針對南投縣地區之天然災害進行分析，進一步利用投入產出法分析2009年莫拉克颱風造成損失之經濟評估，包括造成的產值損失、所得損失與就業損失，並進一步分析政府復建工程投入所造成的產值、所得與就業之增加數。

## 二、天然災害損失之分析

根據行政院農業委員會的統計，將全國每年的農業損失進行統計，本針對南投縣區的

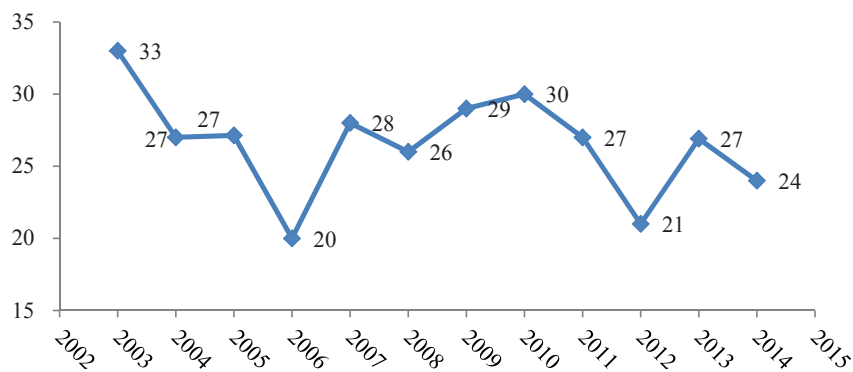
農業損失與全國的農業損失作分析與比較。圖1、2為行政院農業委員會(2016a, 2016b)自2003年至2014年所統計之農業天然災害損失，圖1天然災害損失估計金額，依照「農業天然災害救助辦法」中所記載之項目，統計受災總面積後計算受害百分比，換算實際受害面積後再計算成作物價值金額。純粹以資料高點來看，農業損失確實有逐漸下降的趨勢。



資料來源：行政院農委會(2016a, 2016b)

圖1. 農業損失估計價值(新臺幣千元)

Figure 1. Estimated amount of agriculture loss (thousand NTD)



資料來源：行政院農委會(2016a, 2016b)

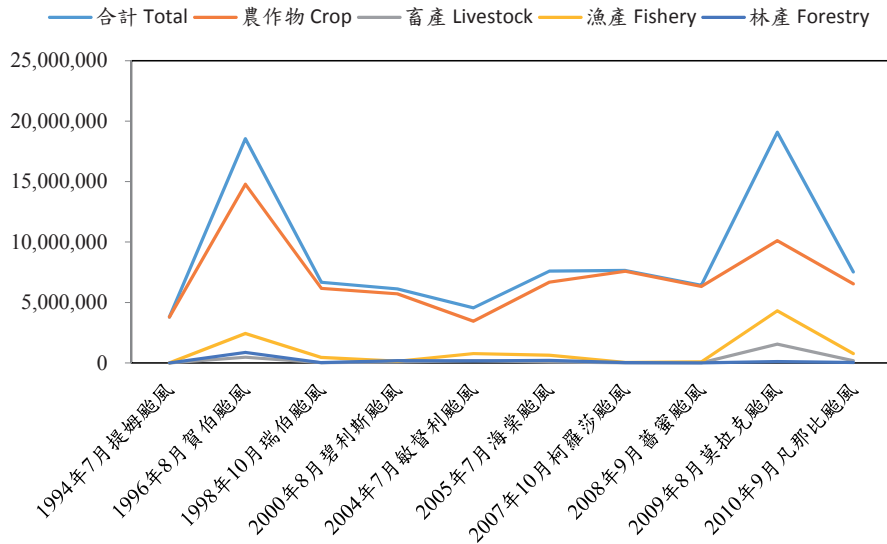
圖2. 農業損失程度(減收%)

Figure 2. Damaged level of agriculture loss (%)

圖2、3則是農業損失受害程度，以當年「應收穫總量」與「受害後收穫總量」的比率計算當年度減收作物的百分比，同樣以損害的高點來說，也是有逐漸下降的趨勢，一般而言被害程度(減收%)應該與損失估計的曲線相近，但由於每年受損的作物價位不同，數量也不同，

因此估計價格與受害百分比的關係就較為不顯著。

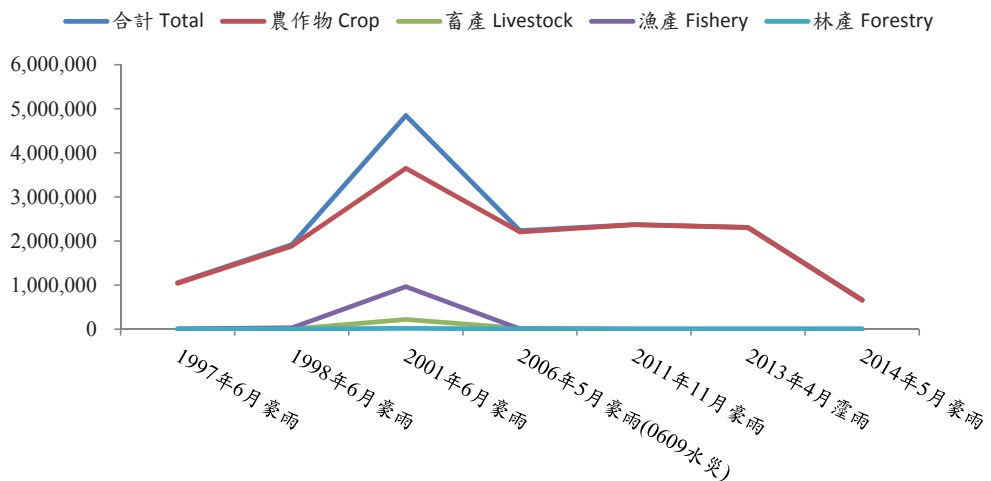
圖3及4為臺灣重大災害所造成之農業損失紀錄，由圖中可以看出，農作物之損失佔了合計的大部分，圖3中，實際有造成較大量的損失的年份為1996年的賀伯颱風及2009年的莫拉



資料來源：行政院農委會(2016a, 2016b)

圖3. 臺灣重大農業災害損失—颱風(新臺幣千元)

Figure 3. Estimated amount of major disaster loss in agriculture from typhoons (thousand NTD)



資料來源：行政院農委會(2016a, 2016b)

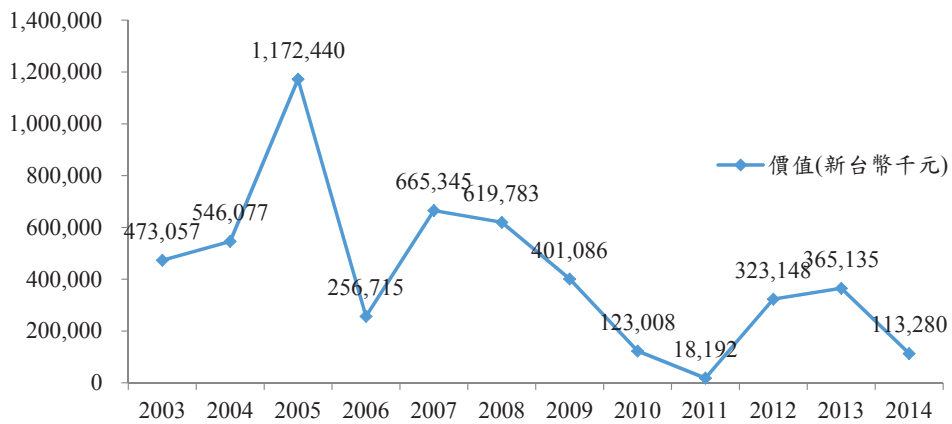
圖4. 臺灣重大農業災害損失—水災(新臺幣千元)

Figure 4. Estimated amount of major disaster loss in agriculture from floods (thousand NTD)

克颱風，除了農業損失佔大部分以外，少部分還有漁產及畜產的損失，尤其2009年的莫拉克颱風有將農作損失的百分比稍微平衡；圖4中較大量損失的部分僅為2001年的6月豪雨。除此之外，農業的損失占總損失的最大部分，尤其水災部分，農業損失幾乎等於水災的產業總損失，漁產及畜產則僅有少部分影響，林產之損失更是趨近無影響。

意的是，2003年雖然杜鵑颱風造的損失數量極大，但在損失金額上卻不及2005年的海棠颱風，目前僅能推測2003年雖然損失量大，但並非高經濟價值的作物，或有許多採收後尚未分級之作物參雜，故計算上將所有損失重量計入，在後續計算損失金額時剔除此一部分，導致此一結果。除此之外，各年度的損失金額也有逐年下降的趨勢。

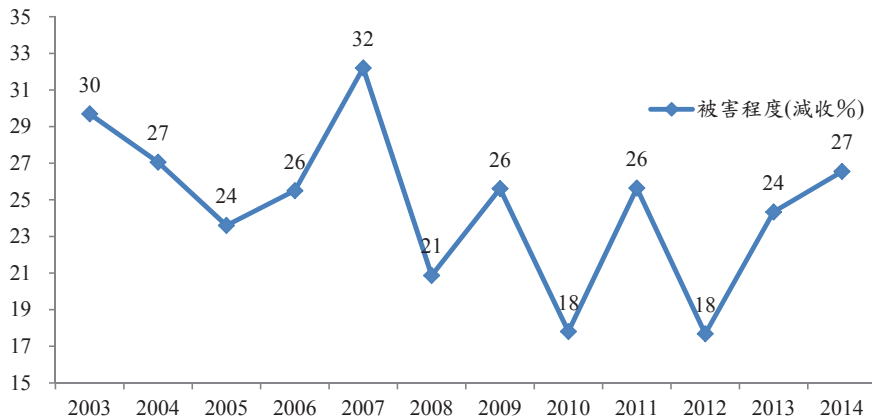
圖5為南投縣農業損失之金額，值得注



資料來源：行政院農委會(2016a, 2016b)

圖5. 南投縣天然災害農業損失－損失金額

Figure 5. Agriculture loss of natural disasters of Nantou County w.r.t. loss amount (thousand NTD)



資料來源：行政院農委會(2016a, 2016b)

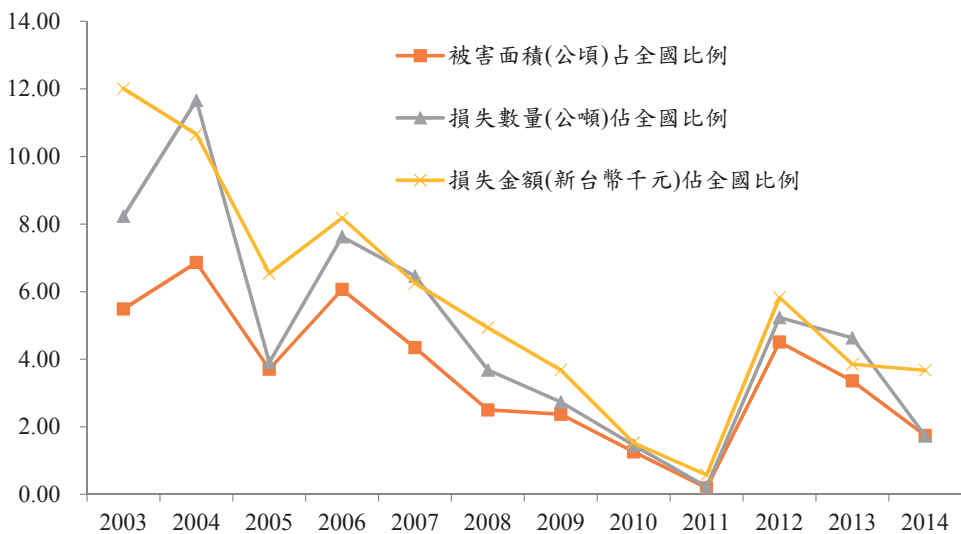
圖6. 南投縣天然災害農業損失－被害程度

Figure 6. Agriculture loss of natural disasters of Nantou County w.r.t. damaged level (%)

圖6為南投縣農業損失的被害程度，以總收穫的減收百分比計算，從圖中的趨勢上來看，減收的程度大致持平，雖然看似有稍微下降但並沒有顯著的改變趨勢，可以推論被害程度較為穩定。可以推論南投縣地區農民在應付天然災害時的農產物減收已經有一定經驗，能將損失控制在一定程度。

比較全國與南投縣的農業損失後之結果如圖7，先從趨勢上來看，可以發現是明顯下

降，表示南投縣的損失占全國的損失比例是逐年下降，尤其在2011年所佔的比例極低，再根據前述之結果來看，推測南投縣每年的農產損失都在受控制的情況下逐漸下降。本研究推測，此一現象可能因其他地區造成之損害增加，因此南投縣之損失比例減少，或有可能因南投縣之災害損失管理能力已趨近穩定，每年都能控制損失在一定程度以下，並有逐年進步的可能。2003年的杜鵑颱風造成的損失數量很



資料來源：本研究整理

圖7. 南投縣農業損失與全國比例(百分比%)

Figure 7. Agriculture loss of Nantou County in national proportion (%)

高，全國及南投縣都出現了極端值，佔據了全國約8%的數量，雖然損失面積僅占了約5.5%左右，但損失金額卻占了12%，2005年雖然在全國的比例低，但是在南投縣歷年損失金額來說卻是最高，可推測其他地區的損失更大於南投縣區。

圖8為南投縣水里鄉天然災害受損金額(元)，圖9為南投縣水里鄉天然災害受損面積(公頃)，圖10為南投縣魚池鄉天然災害受損金額(元)，圖11為南投縣魚池鄉天然災害受損面

積(公頃)，可以看出以2007年的柯羅莎颱風侵害水里鄉之農業災害受損面積與金額最甚，而2016年三月的雨害影響水里鄉的農業損失金額與面積更是接近柯羅莎颱風的強度。而魚池鄉以2012年的蘇力颱風之農災金額最高，而農業受損面積則以2016年1月的寒害影響面積最廣，顯見近年來的重大氣象災害之影響不僅限於颱風，雨害與寒害對於農災影響也不容小覷。

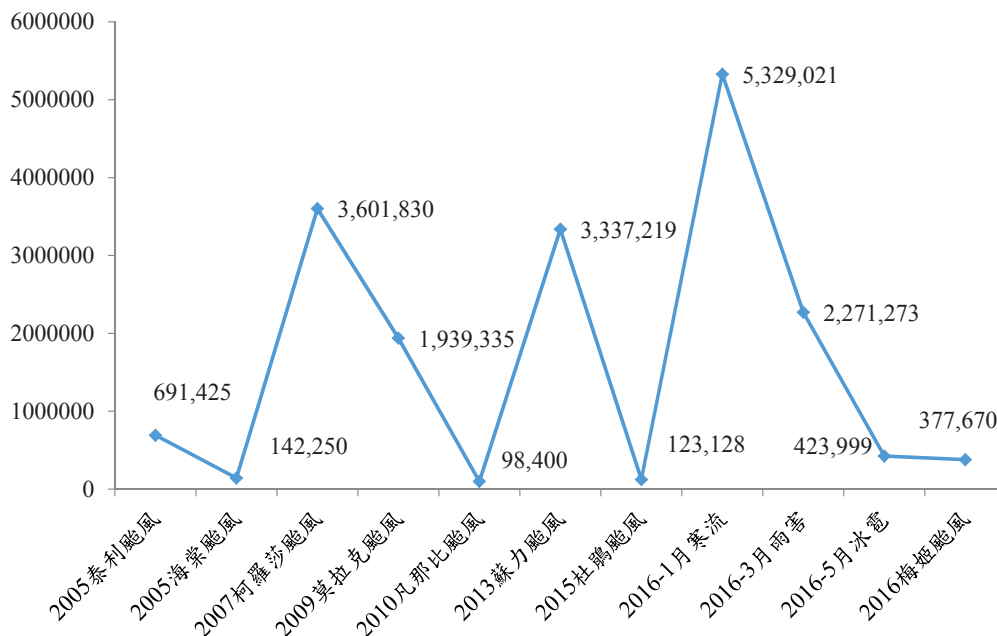


圖8. 南投縣水里鄉天然災害受損金額(單位: 新台幣)  
Figure 8. Amount of natural disaster loss of Shuili Township in Nantou County (NTD)

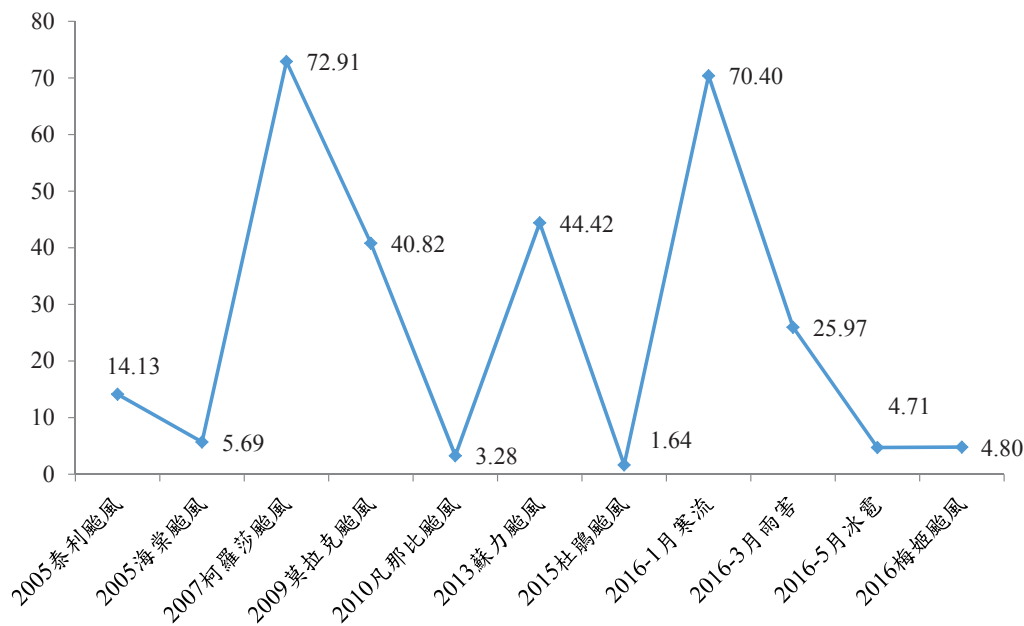


圖9. 南投縣水里鄉天然災害農業受損面積(單位: 公頃)  
Figure 9. Damaged area from natural disasters of Shuili Township in Nantou County (hectare)

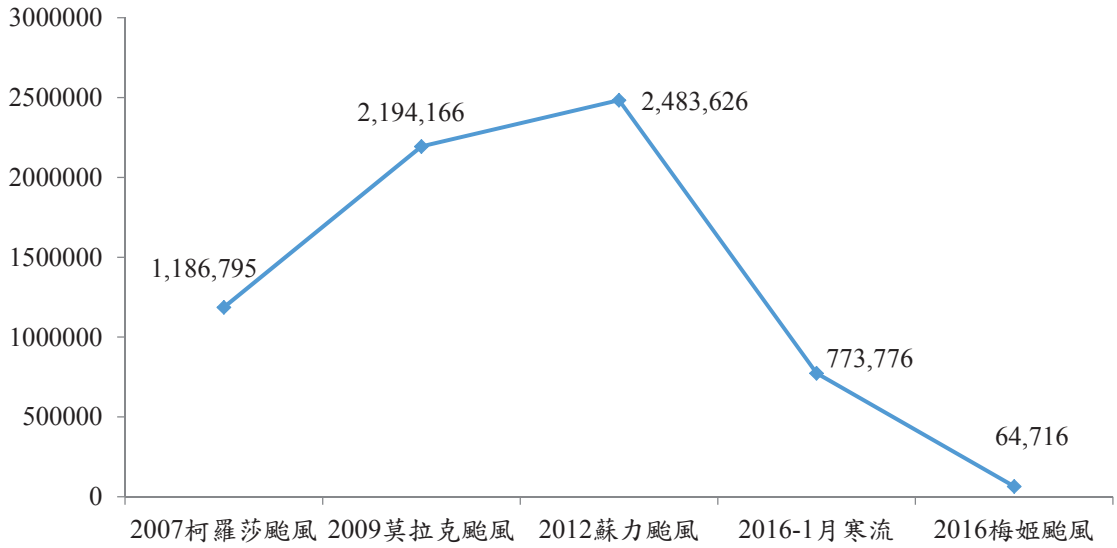


圖10. 南投縣魚池鄉天然災害受損金額(單位: 新台幣)

Figure 10. Amount of natural disaster loss of Yuchi Township in Nantou County (NTD)

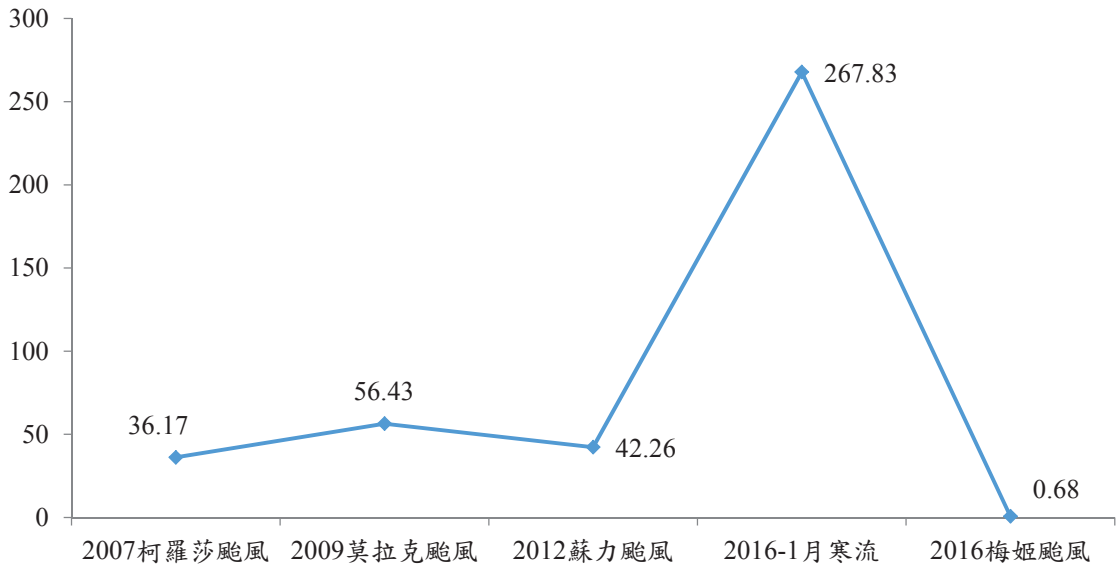


圖11. 南投縣魚池鄉天然災害農業受損面積(單位: 公頃)

Figure 11. Damaged area from natural disasters of Yuchi Township in Nantou County (hectare)



### 三、天然災害損失之經濟評估

林幸君&高慈敏(2006)、林幸君等(2013)運用Miller & Blair (1985)提出之災害供給面投入產出分析，基礎的關聯矩陣為 $B = (I - A)^{-1}$ 。研究中定義為 $(I - A)^{-1}$ Leontief產業關聯程度矩陣(Leontief's Inverse Matrix)。推導公式後的結果如下： $\Delta X = (I - A^*)^{-1} \Delta \bar{X}$ 。 $\Delta \bar{X}$ 表示各部門增加之產出。假設各部分增加產出為，套入此公式中便可計算出 $\Delta X$ ，也就是整個經濟體系中各部分總產出的變化。若只看國產品之投入與產出之平衡關係可將此式改寫為： $\Delta X = (I - A^{*p})^{-1} \Delta \bar{X}$ 。各產業的所得係數( $g$ )、就業係數( $l$ )為固定且已之時，代入上式便可轉變為所得(附加價值或GDP)效果( $\Delta G$ )就業效果( $\Delta L$ )。

投入產出法，理論係根據投入產出模型，由美國經濟學家李昂提夫(Wassily Leontief)於1936年發表投入產出第一篇論文《美國經濟制度中投入產出的數量關係》，並於1941年發表了《美國經濟結構 1919-1929》一書，介紹了「投入產出分析」的基本內容，至1953年出版了《美國經濟結構研究》一書，進一步闡述了「投入產出分析」的基本原理和發展，係依據產業間「相互依存」的概念，主要簡化自法國學者華爾拉斯(Leon Walras)的一般均衡理論模型，使其得以應用在實證研究當中。投入產出亦被認為是一般均衡模型的簡化方式，作為一種科學的方法來說，是研究經濟體系(國民經濟、地區經濟、部門經濟、公司或企業經濟單位)中各個部分之間投入與產出的相互依存關係的數量分析方法。基本內容為編製投入產出表、建立相應的線性代數方程體系，綜合分析和確定國民經濟各部門之間錯綜複雜的聯繫，分析重要的巨集觀察經濟比例關係及產業結構等基本問題。

投入產出模型是指用數學形式體現投入產出表所反映的經濟內容的線性代數方程組。其整體理論架構主要表現在三個表格當中，分別為投入產出表(又稱產業關聯交易表或基本表)、投入係數表與產業關聯程度表。通過編

製表格和模型，能夠清晰檢視國民經濟各部門及產業結構之間的關係，特別也能反映國民經濟中各部門及各產業之間在生產過程中的直接、間接，以及平衡(均衡)關係。

投入產出表是指反映各種產品生產投入來源和去向的一種棋盤式表格，為投入產出模型分析的起始，主要由三個部門所組成，包括購買部門(中間需求部門)、銷售部門(中間投入部門)及最終需求部門，可紀錄某一國家段時間內各種商品從生產部門(或銷售部門)送往所有消費部門(或購買部門)的所有資料。其中，李昂提夫投入產出模型主要依據三個基本假設，分別為單一產品假設、固定係數假設及固定比例假設，分述如下：1.單一產品假設：假設某廠商只生產一種主要商品，若一廠商同時生產兩種以上的商品時，則將此廠商歸入它主要產品的產業中。2.固定係數假設：指投入與產出之比例固定不變，生產特性則存在規模報酬(constant returns to scale)。3.固定比例假設：生產一種產品所需要的生產要素間之比例固定不變，亦即各投入要素間之相互替代關係不存在。

目前的整理如產業與災害的適用評估方法、實際金額的統一、及實際調查資料方法等尚缺完整的討論，對於間接損失的部分仍偏向以總體經濟來做估算，也就是採用投入產出模型或一般均衡模型，本研究以南投縣為例，使用短期就能計算的投入產出模型來估算其損失。

#### (一)天然災害損失評估之研究方法

產業程度關聯表係指各部門的中間投入與各該部門的產出水準成一比例關係。此逆矩陣除了可用來衡量最終需求對各種產業產值變化的影響效果，亦可表示各產業相互依存程度所以稱為產業關聯表。在投入產出的模型中，一個產業的生產會對其他產業具有雙重的影響(王塗發 1986)。當某產業的產量增加時，其原料需求也會增加，換句話說，對生產這些原料之產業的購買量也會增加。如此將有助於刺激

上游的原料產業擴大生產，這種生產部門與提供原料的其他產業間之關係稱為向後關聯效果(backward linkage effect)；若某一產業的向後關聯效果較大，表示該產業對整體經濟體系的生產活動也比較大。另外，當j產業的產量增加時，即代表j產品可提供其他產業做為投入原料的商品增加，又j產品容易取得，將誘使利用j產業產品做為投入原料之其他產業擴大生產，此種生產部門與使用其產品當做投入原料的其他生產部門間之關係，稱為向前關聯效果(forward linkage effect)。

向後關聯效果為當每一產業部門之最終需求皆變動一單位時，對特定產業產品需求之總變動量，也就是特定產業受感應的程度。

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

當 $U_j > 1$ 時，表示j產業影響度指數高於整體產業平均值；反之，若 $U_j < 1$ 時，表示j產業影響度指數低於整體產業平均值。影響度指數高低代表j產業帶動其他產業發展的程度。向前關聯效果為當某一產業部門之最終需求變動一單位時，各產業必須增(減)產量，也就是該特定產業對所有產業的影響程度。

$$U_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

當 $U_i > 1$ 時，表示i產業感應度指數高於整體產業平均值；反之，若 $U_i < 1$ 時，表示i產業感應度指數低於整體產業平均值。感應度指數高低代表i產業促使其他產業發展的程度。根據產業關聯理論，當某一產業部門的最終需求發生變動時，將會影響整個經濟體系的乘數效應。而投入產出分析中最常見的三種乘數，

分別為產出乘數(Output Multiplier)、所得乘數(Income Multiplier)和就業乘數(Employment Multiplier)，相關介紹如下：

### 1. 產出乘數( $O_j$ )

當j部門產品增加一單位最終需求時，經濟體系內各部門所要增加的總產出，稱之為j部門的產出乘數。其計算方式如下：

$$O_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

### 2. 所得乘數( $I_j$ )

當最終需求部門增加一單位支出，經濟體系內所得增加的單位數，稱之為j部門的所得乘數。在計算所得乘數前，必須先求得各產業的所得係數，令 $V(V_1, V_2, \dots, V_n)$ 為各產業的所得係數向量，估算方式為各產業的要素所得與各產業的生產總值之比。其計算方式如下：

$$I_j = \sum_{i=1}^n V_i * b_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

### 3. 就業乘數( $E_j$ )

當最終需求增加一單位支出，經濟體系內所必須增加的就業數量，稱之為j部門的就業乘數。在計算就業乘數前，必須先求得各產業的勞動投入係數，令 $L(L_1, L_2, \dots, L_n)$ 為勞動投入係數向量，估算方式為各產業的就業量與各產業的生產總值之比。其計算方式如下：

$$E_j = \sum_{i=1}^n l_i * b_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

根據過去文獻，林幸君等(2013)根據投入產出模型，利用行政院主計處2006年52部門產業關聯表，以供給面投入產出模型估算2009年及2010年天災產生的總體經濟影響。在2006年產業關聯表與2009年、2010年的損失產業

關聯的對照表如表1及表2所示。總產出分別減損161.5億元及73.9億元，乘數效果為1.49及1.33；總附加價值分別減損72.3億元及32.7億元，占國內生產毛額比重約0.06%及0.03%；總就業人數分別減少14,660人及7,154人，致使失業率上升0.13個百分點及0.06個百分點。對農

業(農、畜、林、漁產部門)之衝擊，產出減損分別為113億元及41.3億元，占總產出效果七成及五成六；附加價值分別減少54.1億元及23.6億元，占總附加價值七成五及七成三；颱風肆虐使得農業就業機會減低，減少之就業人數皆占總就業效果約九成。

表1. 莫拉克颱風農業產物損失及其部門對照(單位：新臺幣百萬元)

Table 1. Agriculture loss and the associated sectors from Typhoon Morakot (million NTD)

產業關聯表52部門	受損產業	產物損失金額
01農產	農產	4,932
02畜產	畜禽	1,487
03林產	林產	237
04漁產	漁產	4,174
總計損失		10,831

資料來源：農委會統計室提供，林幸君等(2013)整理

表2. 凡那比颱風農工業產物損失及其部門對照(單位：新臺幣百萬元)

Table 2. Loss in agricultural industry and the associated sectors from Typhoon Fanapi (million NTD)

產業關聯表52部門	受損產業	產物損失金額
01農產	農產	3,124
02畜產	畜禽	162
03林產	林產	27
04漁產	漁產	730
13紙漿、紙及紙製品	造紙	54
15石油及煤製品	石化	307
16化學材料	石化	466
17化學製品	石化	66
22鋼鐵	鋼鐵	337
39運輸船族	航空	290
總計損失		5,564

資料來源：農委會統計室提供，林幸君等(2013)整理

## (二) 天然災害損失評估之實證結果

### 1. 天然災害損失之經濟評估-政府重建投入金額法

本研究先參考政府投入之重建預算金額，利用我國行政院莫拉克颱風災後重建推動委員

會公布之重建總預算視為本研究模型之投入項，總計1,385億4600萬元。計算政府支出投入之經濟效果。本研究以我國政府針對莫拉克風災災後重建預算金額予以探討，並設定以政府支出做為投入產出模型的投入項(即為農林漁

畜產業)，分析2009年莫拉克風災所產生政府支出之直接經濟效益(即產出效果)及所得效果與就業效果。

根據產業關聯表換算2009年莫拉克風災的發生，總產出效果為政府實際支出總額的1.31倍(如下表3所示)，表示當政府多投入1單位，則可創造1.31倍之產出效果；此結果也顯示莫拉克風災除了對農、林、漁、畜產業產生之效果較為顯著外，並未對其他產業造成明顯效果。2009年政府補助莫拉克災後重建約新臺幣1,385億4,600萬元，為臺灣地區實際創造約1,811億7,975萬元的價值。

表3. 2009年政府支出對各產業之產出效果表  
Table 3. Output effect of government spending in each industry in 2009

產業項目	產出乘數
農畜林漁產	1.3077
礦產	0.1709
加工食品	0.2206
飲料	0.0006
菸	0.0000
紡織品	0.0087
成衣及服飾品	0.0002
皮革、毛皮及其製品	0.0002
木材及其製品	0.0061
紙漿、紙及紙製品	0.0139
印刷及資料儲存媒體複製	0.0045
石油及煤製品	0.1365
化學材料	0.1383
化學製品	0.0243
藥品	0.0108
橡膠製品	0.0033
塑膠製品	0.0194
非金屬礦物製品	0.0038
鋼鐵	0.0242
其他金屬	0.0202

產業項目	產出乘數
金屬製品	0.0131
電子零組件	0.0070
電腦、電子及光學產品	0.0021
電力設備	0.0047
機械設備	0.0192
汽車及其零件	0.0012
其他運輸工具	0.0066
家具	0.0001
其他製品及機械修配	0.0161
電力供應	0.0358
燃氣供應	0.0007
用水供應	0.0020
污染整治	0.0042
營造工程	0.0092
批發及零售	0.1706
運輸倉儲	0.0310
住宿及餐飲	0.0082
傳播服務	0.0033
電信服務	0.0061
資訊服務	0.0021
金融及保險	0.0350
不動產服務	0.0113
專業、科學及技術服務	0.0314
支援服務	0.0106
公共行政服務	0.0082
教育服務	0.0015
醫療保健及社會工作服務	0.0027
藝術、娛樂及休閒服務	0.0007
其他服務	0.0046

資料來源：本研究整理

所得乘數為所得係數與產出乘數的相乘值(如表4所示)，將所得乘數與最終需求變動相乘即可算出所得效果。經計算，2009年政府補助莫拉克風災災後重建金額之所得效果為政府

實際支出總額的0.58倍，表示當政府多投入1單位，則可創造0.58倍之所得效果。2009年政府補助莫拉克風災災後重建金額為1,385億4,600

萬元，為臺灣地區創造了約807億3,259萬元的所得效益。政府的重建金額確實對災害損失所造成的所得損失有正面效益。

表4. 2009年莫拉克風災造成農業災害損失之所得效果

Table 4. Income effect of agriculture loss from Typhoon Morakot in 2009

區域	所得乘數	災害損失總額 (百萬元)	所得效果 (百萬元)
農產業 (包括農林漁畜業) 臺灣地區	0.58	138546	80732.59175

資料來源：本研究整理

就業乘數為就業係數與產出乘數的相乘值(如表5所示)，將就業乘數與最終需求變動相乘即可算出就業效果。經計算，2009年政府

補助莫拉克風災災後重建為臺灣地區分別增加218,029個工作機會。

表5. 2009年莫拉克風災造成農業災害損失之就業效果

Table 5. Employment effect of agriculture loss from Typhoon Morakot in 2009

區域	就業乘數	災害損失總額(百萬元)	就業效果(個)
農產業 (包括農林漁畜業) 臺灣地區	1.57	138546	218029

資料來源：本研究整理

本研究將估算2009年莫拉克風災造成之災害損失金額，而後針對災害損失情形之經濟效益做一探討，包括產出效果、所得效果與就業效果。採用2009年行政院農業委員會「莫拉克颱風農業損失統計」臺灣地區資料用來瞭解農、林、漁、畜業個別災害損失情形，彙整如下表6所示。

採用2009年行政院農業委員會「莫拉克颱風農業損失統計」南投地區資料用來瞭解農、林、漁、畜業個別災害損失情形，彙整如下表7所示。其中可見在農、林、漁、畜業中以農業受災損最為嚴重，而林業則最不受影響。

表6. 2009年莫拉克風災對臺灣地區造成農業損失情形

Table 6. Agriculture loss of entire Taiwan from Typhoon Morakot in 2009

產業項目	災害損失總額(百萬元)
農業	4998.20
林業	237.49
漁業	4173.80
畜業	1487.30
總計	10896.79

資料來源：本研究整理

表7. 2009年莫拉克風災對南投地區造成農業損失情形

Table 7. Agriculture loss of Nantou County from Typhoon Morakot in 2009

產業項目	災害損失金額(百萬元)
農業	269.949
林業	0.505
漁業	40.259
畜業	10.322
總計	321.035

資料來源：本研究整理

## 2. 天災害損失之經濟評估-災害直接損失法

本研究進一步以災害損失金額方式，分析莫拉克風災產生之直接經濟效益，並設定以全國農業損失做為投入產出模型的投入項，進而推估莫拉克風災所造成的整體經濟效果。研究結果可知，2009年莫拉克風災對臺灣地區及南投地區所造成農業損失約為108億9,679萬元及3億2,104萬元，為臺灣地區及南投地區實際創造約142億4,997萬元及4億1,983萬元，總產出效果為全國實際農業損失的1.31倍(如下表8所示)，表示當行業多損失1單位，可造成1.31倍之產出效果；此結果也顯示莫拉克風災除了對農、林、漁、畜產業產生之效果較為顯著外，並未對其他產業造成明顯效果。

表8. 2009年莫拉克風災對各產業之產出效果表  
Table 8. Output effect of Typhoon Morakot in each industry in 2009

產業項目	產出乘數
農畜林漁產	1.3077
礦產	0.1709
加工食品	0.2206
飲料	0.0006
菸	0.0000
紡織品	0.0087
成衣及服飾品	0.0002
皮革、毛皮及其製品	0.0002
木材及其製品	0.0061
紙漿、紙及紙製品	0.0139
印刷及資料儲存媒體複製	0.0045
石油及煤製品	0.1365
化學材料	0.1383
化學製品	0.0243
藥品	0.0108
橡膠製品	0.0033
塑膠製品	0.0194
非金屬礦物製品	0.0038
鋼鐵	0.0242
其他金屬	0.0202
金屬製品	0.0131

產業項目	產出乘數
電子零組件	0.0070
電腦、電子及光學產品	0.0021
電力設備	0.0047
機械設備	0.0192
汽車及其零件	0.0012
其他運輸工具	0.0066
家具	0.0001
其他製品及機械修配	0.0161
電力供應	0.0358
燃氣供應	0.0007
用水供應	0.0020
污染整治	0.0042
營造工程	0.0092
批發及零售	0.1706
運輸倉儲	0.0310
住宿及餐飲	0.0082
傳播服務	0.0033
電信服務	0.0061
資訊服務	0.0021
金融及保險	0.0350
不動產服務	0.0113
專業、科學及技術服務	0.0314
支援服務	0.0106
公共行政服務	0.0082
教育服務	0.0015
醫療保健及社會工作服務	0.0027
藝術、娛樂及休閒服務	0.0007
其他服務	0.0046

資料來源：本研究整理

所得乘數為所得係數與產出乘數的相乘值(如表9所示)，將所得乘數與最終需求變動相乘即可算出所得效果。經計算，2009年莫拉克風災所創造所得效果為災害損失總額的0.58倍，表示當災害損失多1單位，則可折損0.58倍之所得效果。2009年莫拉克風災為臺灣地區及南投地區造成農業災害損失108億9,679萬元及3億2,104萬元，且分別折損了約63億4,970萬元及1億2,8707萬元的所得效益。

表9. 2009年莫拉克風災造成農業災害損失之所得效果

Table 9. Income effect of agriculture loss from Typhoon Morakot in 2009

	區域	所得乘數	災害損失總額 (百萬元)	所得效果 (百萬元)
農產業 (包括農林漁畜業)	臺灣地區	0.58	10896.79	6349.70
	南投地區	0.58	321.035	187.0713524

資料來源：本研究整理

就業乘數為就業係數與產出乘數的相乘值(如表10所示)，將就業乘數與最終需求變動相乘即可算出就業效果。經計算，2009年莫拉克

風災為臺灣地區及南投地區分別損失17,148個及505個工作機會。

表10. 2009年莫拉克風災造成農業災害損失之就業效果

Table 10. Employment effect of agriculture loss from Typhoon Morakot in 2009

	區域	就業乘數	災害損失總額 (百萬元)	就業效果(個)
農產業 (包括農林漁畜業)	臺灣地區	1.57	10896.79	17148
	南投地區	1.57	321.035	505

資料來源：本研究整理

### 3. 天災害損失之農業部門經濟評估-災害直接損失法

由前述可知，主要影響產業為與農產業關係較密切之產業，如農業、林業、漁業及畜業等，其各別影響程度分述如下(如表11至表

12所示)。研究結果顯示，2009年莫拉克對農業、林業、漁業及畜業等農產業影響分別為1.2306倍、1.0686倍、1.0488倍、1.2437倍，表示農業與畜業受業影響程度較高，產出效果分別為6,150百萬元及1,850百萬元。

表11. 2009年莫拉克對我國農業部門之影響

Table 11. Loss amount in agriculture sectors of Taiwan from Typhoon Morakot in 2009

產業項目	災害損失總額 (百萬元)	產出乘數	產出效果(百萬元)
農業	4998.2000	1.2306	6150.6901
林業	237.4900	1.0686	253.7871
漁業	4173.8000	1.0488	4377.4945
畜業	1487.3000	1.2437	1849.8177

資料來源：本研究整理

表12. 2009年莫拉克對南投地區農業部門之影響

Table 12. Loss amount in agriculture sectors of Nantou County from Typhoon Morakot in 2009

產業項目	災害損失總額 (百萬元)	產出乘數	產出效果(百萬元)
農業	269.9490	1.2306	332.1941
林業	0.5050	1.0686	0.5397
漁業	40.2590	1.0488	42.2238
畜業	10.3220	1.2437	12.8379

資料來源：本研究整理

#### 四、結論

一般大眾對於天然災害的定義較為淺顯，只要認定是發生在周圍自然環境的災害都會被定義成自然災害，但在學術層面上，則需要從災害的成因至災害的結果，審慎分析中間的發生過程。而對其評估方式，則需要針對評估對象的特性做改變與尋找相對應的定義。以臺灣現階段的適合方式，因颱風與水患次數多，理論上應建有較為廣大的資料庫，藉由直接觀察災害損失現況與搭配過去的資料庫為基礎進行分析。例如Mary & Pielke Jr. (2005)曾以美國災害損失資料庫為基礎進行洪水災害特性分布之分析。本研究另根據2009年莫拉克風災所造成的災害損失為研究對象，透過數據並採用投入產出模型來計算風災產生之災害損失情形。研究以估算農、林、漁、畜等產業災害損失之方式，分析2009年莫拉克風災所產生之直接經濟效益，並設定以政府支出及農、林、漁、畜等行業災害損失金額做為投入產出模型的投入項，進而推估莫拉克風災的整體經濟效果。

根據本研究之分析結果顯示，2003年至2014年所統計之農業天然災害損失中，農業損失確實有逐漸下降的趨勢，若以當年「應收穫總量」與「受害後收穫總量」的比率計算當年度減收作物的百分比，也是有逐漸下降的趨勢。而以南投縣而言，2004年的損失金額為極端值，原因是敏督利颱風引起的七二水災，造成南部(高雄、屏東地區)農業區大量損失，因

此在損失數量上遠高於其他年份。南投縣之農業損失被害面積，2005年的高峰可能是海棠颱風雨期後帶來的水災造成，其他損失面積都較小，整體損失的趨勢是逐年下降的。南投縣農業損失的被害程度，以總收穫的減收百分比計算，減收的程度大致持平，雖然看似有稍微下降但並沒有顯著的改變趨勢，以推論南投縣地區農民在應付天然災害時的農產物減收已經有一定經驗，能將損失控制在一定程度。而南投縣農業損失的數量，2003年的杜鵑颱風造成的巨量影響使損失出現極端值。移去極端值後的其他年分可以看出，2004、2005及2007年的敏督利、海棠、科羅莎等三個颱風所造成的損失較大，其餘的損失在趨勢上也有逐年下降的趨勢。此部分雖然損失有逐年下降，但總收穫減收的程度大致持平顯示農業受天災影響是有固定比率，因此建議政府可以針對此部分的損失比率建立補償措施。

其次，本研究根據投入產出法估算莫拉克風災之損失，評估包括產出效果、所得效果與就業效果三種效果。根據本研究之實證結果顯示，總產出效果為政府實際支出總額的1.31倍；政府補助莫拉克災後重建金額為1,385億4,600萬元，為我國創造約1,811億7,975萬元產值、創造807億3,259萬元的所得效益、增加218,029個工作機會。其次，本研究估計天然災害造成之災害損失影響，2009年莫拉克風災對



全國造成農業損失約為108億9,679萬元，對南投造成農業損失3億2,104萬元，這樣的直接損失金額，造成全台減少142億4,997萬元產值，降低63億4,970萬元所得，也減少17,148個工作機會。而南投地區而言，減少4億1,983萬元產出效益，及1億2,8707萬元的所得效益，以及減少505個工作機會。而對於農業部門再進行細分而言，2009年莫拉克對農業、林業、漁業及畜業等農產業影響分別為1.23倍、1.07倍、1.05倍、1.24倍，顯示影響農業與畜牧業程度為最高。建議政府可以鼓勵農民將部分農地造林以分散風險，並可以防風林的概念減少農地上農作物的損失。

## 五、引用文獻

- Mary WD, Pielke Jr. RA (2005) How Accurate are Disaster Loss Data? The Case of U.S. Flood Damage. *Natural Hazards* 35(2):211-228.
- Miller S, Blair EL (1985) An interactive approach to facilities design using microcomputers. *Computers & Industrial Engineering* 9(1):91-102.
- Yamano N, Kajitani Y, Shumuta Y (2004) Modeling the Regional Economic Loss of Natural Disasters: Indirect Loss Diffusion due to the Electricity Disruptions and Interindustry Economic Activities. *Regional Economic Applications Laboratory Discussion Paper*.
- Yamano N, Yoshio K, Yoshiharu S (2007) Modeling the Regional Economic Loss of Natural Disasters: The Search for Economic Hotspots. *Economic Systems Research* 19(2):163-181.
- 內政部消防署 (2015) 中華民國103年消防統計年報。中華民國內政部消防署，新北。
- 王世堅 (2011) 1985-2011年臺灣因氣象因素導致各項災害損失統計 <http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/hazards/meteo-hazards-data.htm>。
- 王塗發 (1986) 投入產出分析及其應用-臺灣地區實證研究。臺灣銀行季刊37(1)：86-218。
- 行政院農業委員會 (2016a) 行政院農委會農業統計資料查詢-公務統計。 <http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/official/OfficialInformation.aspx>。
- 行政院農業委員會 (2016b) 莫拉克颱風農業應變處置實錄-農損統計。 <http://www.coa.gov.tw/ws.php?id=21937>。
- 李霞 (2015) 氣象災害間接經濟損失評估方法研究。南京資訊工程大學碩士學位論文。
- 林幸君、周秣宸、張冠珍 (2013) 重大天然災害產物損失對農業及整體經濟影響—以莫拉克與凡那比颱風為例。社會科學論叢 7(1)：47-77。
- 林幸君、高慈敏 (2006) 農業天然災害產物損失對經濟影響之區域投入產出分析。農業經濟叢刊 12(1)：105-138。
- 林麗容 (2007) 氣候變遷對颱風經濟損失之估計。國立中興大學應用經濟學研究所碩士學位論文。
- 游珮珊 (2009) 台灣地區颱風災害損失之研究-以農作物為例。東南科技大學防災科技研究所碩士學位論文。
- 劉慕華 (2015) 基於投入產出模型的災害間接經濟損失評估方法研究。經營管理者(10)：3-3。

