社會科學論叢2013年4月
第七卷第一期　47-78　頁

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*

The Economic Impact from Agricultural Products Loss and Overall Economic Caused by Natural Disasters in Taiwan- The Case in Typhoon Moroak and Fanapi

國立嘉義大學應用經濟學系副教授　林幸君**
Hsing-Chun Lin
Associate Professor, Department of Applied Economics, National Chiayi University

國立政治大學經濟學系博士　周秝宸***
Li-Chen Chou
Ph. D., Department of Economics, National Chengchi University

國立嘉義大學應用經濟系碩士　張冠珍****
Kuan-Zhen Chang
MA, Department of Applied Economics, National Chiayi University

*　作者感謝兩位匿名評審提供寶貴意見。本文若有任何謬誤，當屬作者之責。
**　作者簡歷：林幸君，主要研究領域：產業關聯分析，可計算一般均衡模型應用。
***　作者簡歷：周秝宸，主要研究領域：勞動經濟，經濟史，生產經濟。
****　作者簡歷：張冠珍，華寶通訊工程師。

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

林幸君
國立嘉義大學應用經濟學系副教授
周秣宸
國立政治大學經濟學系博士
張冠珍
國立嘉義大學應用經濟系碩士

中文摘要

雖然農業產值僅占現在台灣整體GDP不到2的比例，但農業仍舊扮演帶動其他產業發展的角色。然而在農業生產過程中，常因不可控制的天災影響進而造成最終財、農地或生產器材的損害；且這些損害會透過產業關聯效果傳遞進一步對整體經濟產出及特定區域就業造成影響。一旦這類不可掌控的天然災害爆發，即會對農業活動或勞動市場產生直接與間接的衝擊。爲衡量出這類衝擊所對產出損害與就業效果的影響，本文以莫拉克與凡那比颱風爲例，運用Miller and Blair（1985） 供給面投入產出分析（Input Output Analysis）進行探討。實證結果發現：莫拉克颱風及凡那比颱風使農工業受創，產出減損的乘數效果分別爲1.49及1.33，且造成失業率分別上升0.13個百分點及0.06個百分點。

關鍵詞：投入產出分析、就業效果、天然災害、農業損失

壹、前言

台灣爲環海的海島國家，受到暖濕氣流和洋流之影響，因此屬於海洋性氣候，但因爲距離大陸很近，而且天氣系統大都是從西邊向東邊移動，所以台灣也受到大陸性氣候的影響。台灣島中部有北回歸線（23.5°N）經過，於是南部氣候屬熱帶、北部屬副熱帶，氣候溫暖濕潤。東岸外海有黑潮主流北上，攜來熱濕氣流，配合不同季節盛行風，如冬季的東北風、夏季的西南風，在迎風坡及內陸山區致雨，使得台灣雨量豐沛。台灣在每年6至9月時常受到颱風的影響，平均每年在夏、秋會有三至四個颱風侵襲台灣。雖然帶來豐沛的雨量，但因降雨的時間與空間分布非常不均，常引發洪水與土石流等災害，可是如果缺少了颱風所帶來的雨水，在冬季就容易產生乾旱的情況。

2009年8月莫拉克颱風侵襲台灣，不到幾天的降雨量可媲比一年的降雨量，至少造成六百多人死亡、近百人失蹤，農產、農田及農業設施損失超過164.7億元（參見表1），所造成的農業損失亦僅次於賀伯颱風。2010年9月挾帶強風豪雨的凡那比颱風橫掃台灣，造成高雄市、高雄縣及屏東縣等地區汪洋一片，爲50多年來最嚴重的淹水災情。大高雄愛河河水滿溢，6小時連續降雨量超過200年一次暴雨頻率。屏東造成13鄉鎮市淹水，屏東市淹水嚴重更是50年來首見，農產、農田及農業設施損失超過45億元（參見表2），也因南部地區嚴重淹水，致使當地如大社、仁武、永安等工業區部分機具當機，生產線一度停擺，故農業及工業部門均造成重大損失。

颱風來襲不單影響到的是農損，更間接影響到當地的就業問題。如2009年莫拉克颱風過境後，災區勞動力面臨到暫時性失業的問題；致使政府修法輔導勞動者就業。[1]Belasen and Polachek（2009）比較美國佛羅里達州在1998-2005年間受颶風侵襲與未受侵襲的縣市（county）勞動者就業情況。該研究即發現季節性颶風對區域的侵襲導致當地出現勞動人口短期遷移避開颶風的現象，致使勞動參與率下降；以致於受颶風侵襲地區因爲勞動供給大量減少，平均薪資反而提升。相對的相鄰未遭遇颶風的地區雖然沒因此受到直接經濟損失，但因

1 見莫拉克颱風災後重建僱用災區失業者獎勵辦法。

納入了那些受颶風影響地區的勞動者，以致平均薪資下跌。

本文以基於天然災害產物損失屬於供給面生產損失，因此，利用Miller and Blair（1985）供給面投入產出分析（Input Output Analysis）方法，探討因莫拉克颱風及凡那比颱風侵台，導致農業天然災害產物損失對國內可能造成的經濟影響。其次利用農委會及工業局發佈之2009年莫拉克風災及2010年凡那比風災損失統計資料，以及主計處發佈台灣2006年52部台灣產業關聯表進行實證分析。希冀藉此分析出颱風等天災來襲時對台灣造成的損害與就業影響，以利後續有關單位參考。本文內容除前言外另分爲四個部分，第二節爲文獻回顧；第三節爲說明研究方法；第四節實證結果與分析；第五節爲結論與建議。

■表1　莫拉克颱風農林漁牧業縣市別產物及民間設施損失

單位：千元

	總計	農林漁牧業產物損失					農林漁牧業民間設施損失				
		小計	農產	畜禽	漁產	林產	小計	農田	農業設施	畜禽設施	漁民漁業設施
合計	16,468,632	10,830,618	4,932,034	1,487,300	4,173,795	237,489	5,638,014	4,774,870	244,856	130,165	488,123
台北縣	1,161	861	861	-	-	-	300	-	-	300	-
宜蘭縣	14,705	14,705	13,883	23	800	-	0	-	-	-	-
桃園縣	962	947	947	-	-	-	15	-	15	-	-
新竹縣	10,263	10,138	10,138	-	-	-	125	-	125	-	-
苗栗縣	126,594	125,204	125,204	-	-	-	1,390	1,200	-	10	180
台中縣	389,150	335,564	335,143	421	-	-	53,586	52,300	500	536	0
彰化縣	417,909	407,897	383,566	331	24,000	-	10,012	-	2,132	830	7,050
南投縣	502,408	325,580	269,949	10,322	40,259	5,050	176,828	133,110	8,150	-	35,568
雲林縣	782,494	761,356	401,733	2,663	356,803	156	21,139	338	20,000	791	10
嘉義縣	2,390,506	1,325,711	725,737	190,107	396,138	13,729	1,064,795	929,400	34,300	95,895	-
台南縣	2,596,597	2,148,289	807,510	586,663	749,671	4,445	448,307	367,350	73,259	7,698	-
高雄縣	3,050,476	1,689,602	735,507	204,042	717,324	32,729	1,360,875	1,325,184	21,290	8,231	6,170
屏東縣	4,289,143	2,738,924	622,732	478,111	1,613,605	24,476	1,550,219	1,308,988	61,000	13,813	166,418
台東縣	1,079,244	406,299	280,389	3,506	3,536	118,868	672,945	652,400	15,000	445	5,100

	總計	農林漁牧業產物損失					農林漁牧業民間設施損失				
		小計	農產	畜禽	漁產	林產	小計	農田	農業設施	畜禽設施	漁民漁業設施
花蓮縣	188,395	185,279	175,983	573	100	8,624	3,116	-	3,035	81	-
澎湖縣	31,765	27,565	1,286	-	26,279	-	4,200	-	-	-	4,200
基隆市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
新竹市	837	837	837	-	-	-	-	-	-	-	-
台中市	8,338	8,338	8,338	-	-	-	-	-	-	-	-
嘉義市	26,974	20,909	18,957	1,952	-	-	6,065	4,600	600	865	-
台南市	528,303	264,207	10,341	8,585	245,280	-	264,097	-	-	670	263,427
台北市	24	24	24	-	-	-	-	-	-	-	-
高雄市	2,971	2,971	2,971	-	-	-	-	-	-	-	-
金門縣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
連江縣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
羅東林管處	249	249	-	-	-	249	-	-	-	-	-
新竹林管處	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
東勢林管處	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
南投林管處	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
嘉義林管處	7,625	7,625	-	-	-	7,625	-	-	-	-	-
屏東林管處	16,757	16,757	-	-	-	16,757	-	-	-	-	-
台東林管處	4,781	4,781	-	-	-	4,781	-	-	-	-	-

資料來源：農委會統計室提供。

備註：農產損失包含農作物及養蜂損失（嘉義、台南、高雄縣、嘉義市養蜂損失各1,260千元、3,487千元、1,613千元、540千元）

■表2 凡那比颱風農林漁牧業縣市別產物及民間設施損失

單位：千元

縣市別	總計	農林漁牧業產物損失					農林漁牧業民間設施損失				
		小計	農產	畜禽	漁產	林產	小計	農田	農業設施	畜禽設施	漁民漁業設施
合計	4,516,495	4,043,569	3,124,373	161,871	730,439	26,884	472,927	112,380	283,665	28,503	48,380
台北縣	154	154	154	-	-	-	-	-	-	-	-
宜蘭縣	9,068	9,068	9,065	3	-	-	-	-	-	-	-
桃園縣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
新竹縣	6,170	6,170	6,170	-	-	-	-	-	-	-	-
苗栗縣	4,680	4,645	4,645	-	-	-	35	-	35	-	-
台中縣	189,688	189,667	189,067	600	-	-	21	-	-	21	-
彰化縣	16,360	16,087	16,085	2	-	-	273	-	200	73	-
南投縣	69,942	65,337	65,337	-	-	-	4,605	-	4,605	-	-
雲林縣	120,616	107,048	106,923	125	-	-	13,568	-	12,910	658	-
嘉義縣	616,402	603,545	572,513	1,328	29,550	154	12,857	-	6,215	6,642	-
台南縣	708,904	637,773	621,748	9,848	6,177	-	71,131	4,870	57,930	8,331	-
高雄縣	1,001,911	907,088	449,117	52,165	405,570	236	94,823	58,000	34,430	2,393	-
屏東縣	1,386,894	1,178,317	798,030	92,322	287,965	-	208,577	48,950	157,450	2,177	-
台東縣	82,877	82,216	82,009	207	-	-	661	560	-	101	-
花蓮縣	270,845	210,241	180,149	5,229	949	23,914	60,604	-	5,225	6,999	48,380
澎湖縣	313	273	45	-	228	-	40	-	40	-	-
基隆市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
新竹市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
台中市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
嘉義市	11,099	10,219	10,204	15	-	-	880	-	875	5	-
台南市	9,328	5,578	5,578	-	-	-	3,750	-	3,750	-	-
台北市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
高雄市	2,830	2,770	2,743	27	-	-	60	-	-	60	-
金門縣	5,836	4,792	4,792	-	-	-	1,044	-	-	1,044	-
羅東林管處	322	322	-	-	-	322	-	-	-	-	-

縣市別	總計	農林漁牧業產物損失					農林漁牧業民間設施損失				
		小計	農產	畜禽	漁產	林產	小計	農田	農業設施	畜禽設施	漁民漁業設施
嘉義林管處	1,240	1,240	-	-		1,240	-	-	-	-	-
屏東林管處	88	88	-	-		88	-	-		-	-
台東林管處	501	501	-	-		501	-	-		-	-
台大實驗林	303	303	-	-		303	-	-		-	-

資料來源：農委會統計室提供。

備註：農產損失包含農作物及養蜂損失（高雄縣、屏東縣、花蓮縣及台南縣養蜂損失各爲320千元、221千元、216仟元及119千元）

貳、文獻回顧

一般統計資料中，對災害損失的統計往往只有直接損失的統計，因爲間接損失估計不易所以常缺乏了間接效果的損失，但除了直接損失之外間接損失的影響更是重要，因爲產業的損失會透過產業關聯效果傳遞至其他產業，使其他的產業遭受衝擊，且間接的損失造成的影響往往大過於直接損失的影響。由過去相關文獻中顯示，使用Leontief投入產出模型可計算當產業的成本及最終需要變動時，透過產業關聯程度矩陣，便可以同時考慮直接及間接誘發效果下，計算對其他產業所造成的影響效果。

關於過去天然災害對經濟影響評估相關研究中，Tiebout（1969）結合區域投入產出模型，以1980年華盛頓州爲例，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）模型爲基礎，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 and 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, et al.（1998; 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 and Blair（1985）價格模型，估算地

震發生之直、間接成本。

近期國外文獻方面，Albert, et al.（2005）討論颶風Katrinaand Rita對農業和相關部門的經濟影響，且因爲密西西比州占美國農業生產很大的比例，所以以密西西比州來分析。使用數據爲密西西比農業和商業部門（MDAC），其中農業除了種植外還包括收穫後的處理、加工及銷售等，文中將颶風對就業、商業收入和勞動所得等分爲短、中及長期來討論，可得出在長期甚至在颶風侵襲後十五年都還是對就業和總收入有顯著影響，但如果政府盡快完成修復及重建，對長遠經濟影響的衝擊也就會減弱許多。

Clower（2005）認爲評估天然災害之經濟衝擊極爲重要，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爲總體經濟分析及個體經濟分析，前者關注層面爲對一個國家或至少一個州的國內生產毛額衝擊評估，後者關注層面爲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、計量經濟模型、Box-Jenkins時間序列分析、投入產出模型、一般均衡模型、經濟會計成長模型等，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，其缺點是存在非頻率響應（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爲高，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，且爲全面均衡非部分均衡的設定，不過，若爲區域的一般均衡模型甚爲複雜，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。

Yamano, et al.（2007）以1995年日本地理環境資料與各區域投入產出表針

對各地區間的產值進行1995年板神、淡路地震災害經濟評估。以每500平方公尺的地理資料揭露的天然災害、人口密度、經濟部門空間分配、生產概況估算災害的直接損失。實證結果發現災害損失程度並不因人口密度、產業間發展呈比例關係。該研究建議在預防措施或是災害發生後重建政策應考量到更多的層面避免整體的經濟損失。

國內文獻部分，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，對中部地區區域整體產業結構及觀光業經濟發展之影響，並以RAS法作爲區域係數推估方法，進行區域產業關聯效果與經濟乘數分析。呂昭麟（2003）以台北市納莉颱風爲例，探討公共設施颱洪損失及防洪的機制。首先，採用公共部門防洪統計資料及利用訪談方式獲得颱洪損失資料，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洪的損失和各單位的防災機制。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。

林幸君等（2008）利用農業年報統計資料以區域投入產出模型結合Miller and Blair（1985）供給面投入產出模型來探討氣候變遷的天然災害農作物損失對區域經濟的影響評估。因農作物抗災能力低，氣候變遷的不確定天然災害對農作物損失的衝擊影響更是首當其衝。文中可得出農業災害損失對所得效果和就業效果影響甚大，對國內生產毛額的最大影響更是近於三成，造成失業率上升及經濟成長率下降。其次，在估計災害對所得及間接影響效果的衡量方法上可使用投入產出模型，若結合社會會計矩陣，則可估算出各部門災害損失的直接及間接影響效果、也可觀察災害發生後對受災地區與非受災地區整體不平衡、安定的部分、推估出在重建過程中的成本以及所得分配及移轉效果的探討。

根據以上文獻回顧，因投入產出模型對災害影響可同時探討直接及間接效果，所以本文使用投入產出分析做爲研究評估方法。其他研究方法如計量經濟模型，雖可進行單一產業之時間序列分析，但無法同時針對某特定時期災害對

於單一產業及其相關上下游產業直接及間接迂迴影響分析。而調查法雖可提供災害直接影響資訊，但缺點是存在非頻率響應誤差。經濟會計成長模型會是以結合其他方法來進行估算，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估價。若延伸投入產出模型爲一般均衡模型分析，一般均衡模型也可和投入產出模型一樣計算災害損失的直接及間接影響效果，且爲全面均衡非部分均衡設定，不過，一般均衡模型較投入產出模型困難且複雜許多，必須做長時間研究才可透徹使用一般均衡模型方法。

參、供給面投入產出模型

供給面投入產出模型最早源自於Ghosh（1958）對於傳統需求面投入產出模型所做的調整，以利在分析經濟體系變動下不單可由需求面進行探討；亦可藉由生產面角度進行研析。其後，Giaeeatani（1978; 1980）、Davis and Salkin（1984）、Miller and Blair（1985）、Chen and Rose（1986）在供給面投入產出模型均以Ghosh （1958）模型爲基準，就實證分析的需要進行模型延展或應用。

根據Miller and Blair（1985）定義$(I - A)^{-1}$爲李昂提夫產業關聯程度矩陣（Leontief's Inverse Matrix），令$B = (I - A)^{-1}$，以b_{ij}代表該矩陣內的元素，則b_{ij}表示第j產業爲了滿足一單位j產品的最終需要，必須向第i產業直接和間接購買i產品的數額，亦即爲了滿足一元j產品的最終需要，第i產業必須生產i產品的總值；$(I - A^D)^{-1}$爲國內（domestic）李昂提夫產業關聯程度矩陣，令$B^D = (I - A^D)^{-1}$，以b_{ij}^D代表該矩陣內的元素，則b_{ij}^D表示第j產業爲了滿足一單位j產品的國內最終需要，必須向國內i產業直接和間接購買i產品的數額；亦即爲了滿足一元j產品的國內最終需要，本國第i產業必須生產i產品的總值。

若將$B = (I - A)^{-1}$矩陣展開可得：

$$B=(I-A)^{-1}=\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1i} & b_{1j}\cdots b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2i} & b_{2j}\cdots b_{2n} \\ & & \vdots & & \\ b_{i1} & b_{i2} & \cdots & b_{ii} & b_{ij}\cdots b_{in} \\ b_{j1} & b_{j2} & \cdots & b_{ji} & b_{jj}\cdots b_{jn} \\ & & \vdots & & \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{ni} & b_{nj}\cdots b_{nn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

其中，b_{ij}為最終需求對產出乘數（multiplier），b_{jj}為李昂提夫反矩陣中第j欄之對角線元素，以數學式可表示為：

$$b_{jj}=\frac{\Delta X_i}{\Delta F_j}, \quad (2)$$

令b_{ij}^*為b_{ij}對b_{ii}之比例，則b_{ij}^*可被稱為產出對產出乘數（output-to-output multiplier）以數學式可表達為：

$$b_{ij}^*=\frac{b_{ij}}{b_{ii}}, \quad (3)$$

將（3）式代入（1）式，則（1）式可轉化為：

$$B^*=(I-A^*)^{-1}=\begin{bmatrix} \frac{b_{11}}{b_{11}} & \frac{b_{12}}{b_{22}} & \cdots & \frac{b_{1i}}{b_{ii}} & \frac{b_{1j}}{b_{jj}}\cdots\frac{b_{1n}}{b_{nn}} \\ \frac{b_{21}}{b_{11}} & \frac{b_{22}}{b_{22}} & \cdots & \frac{b_{21}}{b_{ii}} & \frac{b_{2j}}{b_{jj}}\cdots\frac{b_{2n}}{b_{nn}} \\ & & \vdots & & \\ \frac{b_{i1}}{b_{11}} & \frac{b_{i2}}{b_{22}} & \cdots & \frac{b_{ii}}{b_{ii}} & \frac{b_{ij}}{b_{jj}}\cdots\frac{b_{in}}{b_{nn}} \\ \frac{b_{j1}}{b_{11}} & \frac{b_{j2}}{b_{22}} & \cdots & \frac{b_{ji}}{b_{ii}} & \frac{b_{jj}}{b_{jj}}\cdots\frac{b_{jn}}{b_{nn}} \\ & & \vdots & & \\ \frac{b_{n1}}{b_{11}} & \frac{b_{n2}}{b_{22}} & \cdots & \frac{b_{ni}}{b_{ii}} & \frac{b_{nj}}{b_{jj}}\cdots\frac{b_{nn}}{b_{nn}} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$(I - A^*)^{-1}$矩陣即爲$(I - A)^{-1}$矩陣中每欄之元素除以每欄之對角線元素。最後，將（4）式進一步改寫爲：

$$B^* = (I - A^*)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & b_{12}^* & \cdots & b_{1i}^* & b_{1j}^* & \cdots & b_{1n}^* \\ b_{21}^* & 1 & \cdots & b_{2i}^* & b_{2j}^* & \cdots & b_{2n}^* \\ & & \vdots & & & & \\ b_{i1}^* & b_{i2}^* & \cdots & 1 & b_{ij}^* & \cdots & b_{in}^* \\ b_{j1}^* & b_{j2}^* & \cdots & b_{ji}^* & 1 & \cdots & b_{jn}^* \\ & & \vdots & & & & \\ b_{n1}^* & b_{n2}^* & \cdots & b_{ni}^* & b_{jn}^* & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

（5）式可視爲將第j欄對角線元素標準化後之李昂提夫反矩陣，用以表示當第j部門產出發生一單位變動時，列部門產出所變動之數額。因此，本文之供給面模型可表示爲：

$$\Delta X = (I - A^*)^{-1}\Delta\overline{X}, \quad (6)$$

（6）式中，$\Delta\overline{X}$表示各部門增加之產出，亦即，假設各部門增加之產出爲$\Delta\overline{X}$向量，再以$(I - A^*)^{-1}$乘之，即可求出變動向量ΔX，表示在整個經濟體系中各部門之總產出變動。

若只看國產品之投入與產出之平衡關係，可將式改寫爲：

$$\Delta X = (I - A^{*D})^{-1}\Delta\overline{X}, \quad (7)$$

若各產業的所得係數向量（g）、就業係數向量（l）、爲固定且已知時，則由上式所求出的產出效果即可分別轉變爲所得（附加價值或GDP）效果（ΔG）就業效果（ΔL）如下：

$$\Delta G = g\Delta\bar{X}, \quad (8)$$ [2]

$$\Delta L = l\Delta X, \quad (9)$$

肆、實證結果及分析

一、資料來源及處理

在農業生產過程中，經常面對不確定的天然災害衝擊影響，導致農業產物的損失，農業遭受天然災害損失造成生產下降，透過產業關聯效果傳遞，影響了整個經濟社會的產出及就業，進而造成農產品價格波動，影響整體民間消費。

莫拉克風災是自1959年八七水災後，造成最大損失的颱風。1959年的八七水災，對台灣中南部縣市形成重大損失，更是造成當時台灣11%的GDP損失。2009年8月的莫拉克颱風侵襲台灣，不到幾天的降雨量可媲比一年的降雨量，改寫歷年來10大單日最大降雨紀錄。2010年9月凡那比風災橫掃南台灣，為南部地區五十多年來最嚴重的淹水災情。相較於莫拉克颱風受創最嚴重的產業集中在農業，凡那比颱風因造成台南、高雄地區嚴重淹水，致使當地如大社、仁武、永安等工業區部分機具當機，生產線一度停擺，故農業及工業部門均造成重大損失。

農業一般包括產物損失與設備損失，本研究為討論產物損失供給面的部分，因為產物損失為農業短暫的生產減少，造成對於需要農業產品投入的其他產業供給面的不足。因受限於發佈統計資料限制，無法蒐集莫 克工商業部門損失統計資料。本文擬根據農委會及工業局發佈之針對2009年莫拉克颱風及2010年凡那比颱風對台灣農業所造成產物損失的統計資料，分別將受損產業損失金額對應至2006年52部門產業關聯表（參見表3及表4），以此推估莫拉

[2] 其模擬結果詳見表5。

克風災及凡那比風災導致農工業產物損失因而減產時，對農業及總體經濟所造成之影響。

■表3　莫拉克颱風農業產物損失金額及其部門對照

單位：新台幣百萬元

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。

■表4　凡那比颱風農工業產物損失及其部門對照

單位：新台幣百萬元

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運輸倉儲	航空	290
總計損失		5,564

資料來源：農委會統計室、工業局提供。

二、實證結果分析

本研究依據Miller and Blair（1985）之投入產出模型，並利用行政院主計處2006年52部門產業關聯表，以供給面投入產出模型分別估算2009年莫拉克颱風及2010年凡那比颱風侵台，導致農工業產物損失因而減產時，對農業及總體經濟所造成之影響。其經濟效果分別包括產出效果、附加價值（GDP）效果及就業效果。其中，產出效果爲生產總額效果，爲每一單位供給面或需要面衝擊對生產總額直接及間接總衝擊效果，附加價值（所得）效果爲生產毛額（GDP）效果，爲每一單位供給面或需要面衝擊對生產毛額直接及間接總衝擊效果，因此，附加價值效果相對於生產總額效果並不包括中間消費。茲分述如下：

（一）產出效果

由表5顯示，莫拉克颱風侵台，導致農業產物損失因而減產，總產出共減少161.5億元，乘數效果約爲1.49。其中產出減損影響最大的部門爲農產部門52.6億元，占總產出效果32.6%，其次爲漁產部門41.8億元，占總產出效果25.9%，再次之爲畜產部門16.3億元，占總產出效果10.1%。若觀察各產業部門可發現，受到直接衝擊的影響，農業（農、畜、林、漁產部門）生產總額共減少113億元，占總產出效果高達七成。間接受此波及的產業部門中，產出減損最大的部門分別爲批發及零售部門10.9億元、加工食品部門10.3億元及石油煉製品部門6.1億元，三者合占總產出效果一成七。

由表6顯示，凡那比颱風侵台，導致農工業產物損失因而減產，總產出共減少73.9億元，乘數效果約爲1.33。其中產出減損影響最大的部門爲農產部門31.7億元，占總產出效果42.8%，其次爲漁產部門7.3億元，占總產出效果9.9%，再次之爲化學材料部門6.9億元，占總產出效果9.4%。若觀察各產業部門可發現，受到衝擊影響，農業（包含農、畜、林、漁產部門）生產總額共減少41.3億元，占總產出效果五成六。受此波及的產業部門中，產出減損最大的部門分別爲批發及零售部門3.3億元、加工食品部門1.5億元及電力供應部門1億元，三者合占總產出效果7.9%。

（二）所得（附加價值或GDP）效果

由表5顯示，莫拉克颱風侵台，導致農業產物損失因而減產，致使總附加價值共減少72.3億元，若與2009年國內生產毛額12兆5,127億元水準計算，其損失之產值占國內生產毛額比重約0.06%。其中損失最大的部門爲農產部門33.6億元，占總附加價值效果46.5%，其次爲漁產部門16億元，占總附加價值效果22.2%，再次之爲批發零售部門7.8億元，占總附加價值效果10.8%。若觀察各產業部門可發現，受到衝擊影響，農業（農、畜、林、漁產部門）生產毛額共減少54.1億元，占總附加價值效果約七成五。受此波及的產業部門中，分別以批發及零售部門7.8億元、加工食品部門1.6億元、金融及保險部門1.5億元損失最大，三者合占總附加價值效果一成五。

由表6顯示，凡那比颱風侵台，導致農工業產物損失因而減產，致使總附加價值共減少32.7億元，若與2009年國內生產毛額12兆5,127億元水準計算，其損失之產值占國內生產毛額比重約0.03%。其中損失最大的部門爲農產部門20.2億元，占總附加價值效果61.9%，其次爲漁產部門2.8億元，占總附加價值效果8.6%，再次之爲批發零售部門2.4億元，占總附加價值效果7.3%。若觀察各產業部門可發現，受到衝擊的影響，農業（農、畜、林、漁產部門）生產毛額共減少23.6億元，占總附加價值效果約七成二。受此波及的產業部門中，分別以批發及零售部門2.4億元、金融及保險部門0.6億元、鋼鐵部門0.5億元損失最大，三者合占總附加價值效果一成。

（三）就業效果

由表5顯示，莫拉克颱風侵台，導致農業產物損失因而減產，總就業人數將減少14,660人，若與2009年總勞動力1,097萬人水準計算，所產生的就業衝擊效果，將使失業率上升0.13個百分點。其中又以農產部門衝擊最大，因莫拉克颱風肆虐，致使該產業減少9,871人就業機會，占總就業效果67.3%，其次爲漁產部門2,471人，占總就業效果16.9%，再次之爲批發零售部門779人，占總就業效果5.3%。若觀察各產業部門可發現，受到衝擊影響，農業（農、畜、林、漁產部門）就業人數共減少13,045人，占總就業效果約九成。受此波及的產業部門中，就業人數分別以批發及零售部門779人、加工食品部門223人、金融及保險部門84人減少最多，三者合占總就業效果7.4%。

由表6顯示，凡那比颱風侵台，導致農工業產物損失因而減產，總就業人數將減少7,154人，若與2010年總勞動力1,115萬人水準計算，所產生的就業衝擊效果，將使失業率上升0.06個百分點。其中又以農產部門衝擊最大，因凡那比颱風肆虐，致使該產業減少5,945人就業機會，占總就業效果83.1%，其次爲漁產部門432人，占總就業效果6%，再次之爲批發零售部門239人，占總就業效果3.3%。若觀察各產業部門可發現，受到衝擊的影響，農業（農、畜、林、漁產部門）就業人數共減少6,461人，占總就業效果約九成。受此波及的產業部門中，就業人數分別以批發零售部門239人、運輸倉儲部門101人、加工食品部門33人減少最多，三者合占總就業效果5.2%。

由以上結果可知，莫拉克颱風及凡那比颱風造成農工業受創，不論產出、附加價值或者是就業效果，皆以農產及漁產部門損失最爲慘重，受此波及的部門中，又以批發及零售部門、加工食品、金融及保險部門影響最劇，主因應來自於上游農業因產物損失而減產，在生產短缺情形下，需要使用這些農產品做爲生產投入的產業部門，面臨供給面來源不足因而受到衝擊。

■表5　莫拉克颱風產物損失之經濟減損效果

單位：新台幣百萬元；%；人

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
01	農產	5,260	32.6	1	3,360	46.5	1	9,871	67.3	1
02	畜產	1,625	10.1	3	258	3.6	4	302	2.1	5
03	林產	238	1.5	8	194	2.7	5	401	2.7	4
04	漁產	4,181	25.9	2	1,603	22.2	2	2,471	16.9	2
05	礦產	6	0.0	43	3	0.0	40	2	0.0	39
06	加工食品	1,032	6.4	5	164	2.3	6	223	1.5	6
07	飲料	2	0.0	47	1	0.0	46	0	0.0	50
08	菸	0	0.0	52	0	0.0	52	0	0.0	52
09	紡織品	30	0.2	27	6	0.1	32	10	0.1	27

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
10	成衣及服飾品	1	0.0	49	0	0.0	48	1	0.0	42
11	皮革、毛皮及其製品	0	0.0	50	0	0.0	50	0	0.0	49
12	木材及其製品	27	0.2	28	7	0.1	28	14	0.1	21
13	紙漿、紙及紙製品	51	0.3	17	11	0.2	26	14	0.1	25
14	印刷及資料儲存媒體複製	32	0.2	25	12	0.2	24	24	0.2	15
15	石油及煤製品	613	3.8	6	77	1.1	9	14	0.1	22
16	化學材料	365	2.3	7	38	0.5	14	14	0.1	24
17	化學製品	97	0.6	13	21	0.3	18	14	0.1	23
18	藥品	47	0.3	20	16	0.2	20	15	0.1	18
19	橡膠製品	10	0.1	37	3	0.0	39	3	0.0	37
20	塑膠製品	76	0.5	14	13	0.2	21	29	0.2	12
21	非金屬礦物製品	15	0.1	33	4	0.1	38	4	0.0	34
22	鋼鐵	39	0.2	22	5	0.1	34	2	0.0	41
23	其他金屬	10	0.1	39	1	0.0	44	1	0.0	45
24	金屬製品	45	0.3	21	13	0.2	23	15	0.1	19

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
25	電子零組件	6	0.0	42	2	0.0	43	1	0.0	46
26	電腦、電子及光學產品	2	0.0	48	0	0.0	49	0	0.0	47
27	電力設備	11	0.1	36	2	0.0	42	3	0.0	38
28	機械設備	25	0.2	29	5	0.1	35	5	0.0	30
29	汽車及其零件	5	0.0	44	1	0.0	45	1	0.0	44
30	其他運輸工具	22	0.1	30	5	0.1	36	5	0.0	31
31	家具	0	0.0	51	0	0.0	51	0	0.0	51
32	其他製品及機械修配	67	0.4	16	23	0.3	17	25	0.2	14
33	電力供應	207	1.3	9	67	0.9	11	10	0.1	26
34	燃氣供應	3	0.0	46	0	0.0	47	0	0.0	48
35	用水供應	8	0.0	40	4	0.1	37	1	0.0	43
36	污染整治	13	0.1	35	6	0.1	31	10	0.1	28
37	營造工程	48	0.3	19	13	0.2	22	16	0.1	17
38	批發及零售	1,088	6.7	4	777	10.8	3	779	5.3	3
39	運輸倉儲	182	1.1	11	70	1.0	10	53	0.4	9
40	住宿及餐飲	21	0.1	31	11	0.2	27	17	0.1	16

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
41	傳播服務	14	0.1	34	6	0.1	33	9	0.1	29
42	電信服務	38	0.2	23	24	0.3	16	3	0.0	36
43	資訊服務	10	0.1	38	7	0.1	29	4	0.0	35
44	金融及保險	203	1.3	10	146	2.0	7	84	0.6	7
45	不動產服務	76	0.5	15	59	0.8	12	4	0.0	33
46	專業、科學及技術服務	150	0.9	12	88	1.2	8	55	0.4	8
47	支援服務	36	0.2	24	25	0.3	15	39	0.3	10
48	公共行政服務	50	0.3	18	39	0.5	13	28	0.2	13
49	教育服務	8	0.0	41	6	0.1	30	5	0.0	32
50	醫療保健及社會工作服務	18	0.1	32	11	0.2	25	14	0.1	20
51	藝術、娛樂及休閒服務	3	0.0	45	2	0.0	41	2	0.0	40
52	其他服務	30	0.2	26	20	0.3	19	39	0.3	11
	合計	16,151	100.0		7,228	100.0		14,660	100.0	

資料來源：本研究整理。

■表6　凡那比颱風產物損失之經濟減損效果

單位：新台幣百萬元；%；人

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
01	農產	3,168	42.8	1	2,024	61.9	1	5,945	83.1	1
02	畜產	205	2.8	8	32	1.0	10	38	0.5	6
03	林產	27	0.4	17	22	0.7	14	46	0.6	5
04	漁產	731	9.9	2	280	8.6	2	432	6.0	2
05	礦產	12	0.2	28	5	0.2	27	5	0.1	28
06	加工食品	153	2.1	9	24	0.7	13	33	0.5	7
07	飲料	0	0.0	49	0	0.0	47	0	0.0	51
08	菸	0	0.0	52	0	0.0	52	0	0.0	52
09	紡織品	10	0.1	32	2	0.1	38	3	0.0	31
10	成衣及服飾品	1	0.0	48	0	0.0	48	1	0.0	44
11	皮革、毛皮及其製品	0	0.0	50	0	0.0	50	0	0.0	49
12	木材及其製品	10	0.1	31	3	0.1	31	5	0.1	25
13	紙漿、紙及紙製品	71	1.0	13	15	0.5	17	19	0.3	12
14	印刷及資料儲存媒體複製	10	0.1	30	4	0.1	29	8	0.1	22
15	石油及煤製品	568	7.7	4	71	2.2	6	13	0.2	17
16	化學材料	694	9.4	3	72	2.2	5	27	0.4	9

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
17	化學製品	126	1.7	10	27	0.8	12	19	0.3	13
18	藥品	15	0.2	24	5	0.2	26	5	0.1	26
19	橡膠製品	5	0.1	38	2	0.0	40	2	0.0	36
20	塑膠製品	33	0.4	15	6	0.2	25	13	0.2	19
21	非金屬礦物製品	8	0.1	34	2	0.1	37	2	0.0	33
22	鋼鐵	354	4.8	5	48	1.5	8	17	0.2	15
23	其他金屬	13	0.2	27	2	0.0	39	1	0.0	43
24	金屬製品	23	0.3	20	7	0.2	24	8	0.1	23
25	電子零組件	3	0.0	42	1	0.0	44	0	0.0	46
26	電腦、電子及光學產品	1	0.0	47	0	0.0	49	0	0.0	47
27	電力設備	6	0.1	35	1	0.0	41	2	0.0	35
28	機械設備	11	0.2	29	2	0.1	34	2	0.0	32
29	汽車及其零件	3	0.0	41	1	0.0	45	1	0.0	45
30	其他運輸工具	4	0.1	40	1	0.0	43	1	0.0	40
31	家具	0	0.0	51	0	0.0	51	0	0.0	50
32	其他製品及機械修配	31	0.4	16	10	0.3	19	11	0.2	20
33	電力供應	100	1.3	11	32	1.0	11	5	0.1	27

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
34	燃氣供應	1	0.0	46	0	0.0	46	0	0.0	48
35	用水供應	5	0.1	39	3	0.1	32	1	0.0	42
36	污染整治	20	0.3	22	9	0.3	21	14	0.2	16
37	營造工程	26	0.3	18	7	0.2	23	9	0.1	21
38	批發及零售	333	4.5	7	238	7.3	3	239	3.3	3
39	運輸倉儲	349	4.7	6	134	4.1	4	101	1.4	4
40	住宿及餐飲	9	0.1	33	5	0.1	28	8	0.1	24
41	傳播服務	6	0.1	36	2	0.1	35	4	0.1	30
42	電信服務	13	0.2	26	8	0.3	22	1	0.0	39
43	資訊服務	3	0.0	43	2	0.1	36	1	0.0	38
44	金融及保險	78	1.1	12	56	1.7	7	32	0.5	8
45	不動產服務	24	0.3	19	19	0.6	15	1	0.0	37
46	專業、科學及技術服務	63	0.9	14	37	1.1	9	23	0.3	10
47	支援服務	18	0.2	23	13	0.4	18	20	0.3	11
48	公共行政服務	23	0.3	21	17	0.5	16	13	0.2	18
49	教育服務	3	0.0	44	2	0.1	33	2	0.0	34
50	醫療保健及社會工作服務	5	0.1	37	3	0.1	30	4	0.1	29

	產業部門	產出效果	百分比	排序	GDP效果	百分比	排序	就業效果	百分比	排序
51	藝術、娛樂及休閒服務	1	0.0	45	1	0.0	42	1	0.0	41
52	其他服務	14	0.2	25	9	0.3	20	18	0.3	14
	合計	7,393	100.0		3,268	100.0		7,154	100.0	

資料來源：本研究整理。

伍、結論

本文以基於天然災害產物損失屬於供給面生產損失，因此，以Miller and Blair（1985）供給面投入產出分析（Input Output Analysis）方法爲基準；並利用行政院主計處2006年52部門產業關聯表，結合農委會及工業局針對2009年莫拉克颱風及2010年凡那比颱風對台灣農工業造成產物損失的統計資料，探討2009年莫拉克颱風及2010年凡那比颱風侵台，導致國內農工業產物損失因而減產時，對農業及總體社會可能造成的經濟影響。

研究結果發現，莫拉克颱風及凡那比颱風造成農工業受創，因而產生的經濟減損效果，總產出分別減損161.5億元及73.9億元，乘數效果爲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，產出減損分別爲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。其中，不論產出、附加價值或者是就業效果，皆以農產及漁產部門損失最爲慘重。受此波及的部門中，又以批發及零售部門、加工食品、金融及保險部門影響最劇，主因應來自於上游農業因產物損失而減產，在生產短缺情形下，需要使用這些農產品做爲生產投入的

產業部門，面臨供給面來源不足因而受到衝擊。

鑒於每年夏、秋季節，台灣定期會遭逢到颱風侵襲。颱風過境固然一方面對台帶來可供蓄積的水源，爲台灣部分產業生產活動供續水利；然則其豐沛雨量亦對部分地區帶來程度大小不一的損害。本文估計莫拉克颱風及凡那比颱風對於台灣農工業的減損效果，不僅希冀藉此分析出颱風等天災來襲時對台灣造成的生產損害與就業影響，提供政府或民間有關單位參考做爲參考；以利未來在面臨颱風、豪大雨等天災時對於經濟體系波動有一預測基準依據。亦期盼後續研究可與國內外探討天災對經濟體系影響相關文獻進行比較，探討自然災害對台灣所帶來的經濟損害效果是否有隨不同期間有所減緩、加劇或頻率變化的現象。

參考書目

中文

中央氣象局全球資訊網，http://www.cwb.gov.tw。2012年2月18日。

中華民國交通部全球資訊網，http://www.motc.gov.tw。2012年2月19日。

行政院主計處，2010，2006年台灣52部門產業關聯表，http://www.dgbas.gov.tw/lp.asp?ctNode=3294&CtUnit=1038&BaseDSD=7&mp=1。2011年12月3日。

行政院主計處，http://www.dgbas.gov.tw。2012年2月19日。

行政院災害防救委員會，http://www.ndppc.nat.gov.tw。2012年2月28日。

行政院農委會，http://www.coa.gov.tw。2012年3月5日。

呂昭麟，2003，「公共設施颱洪損失及防災機制之研究——以台北市納莉颱風爲例」，國立台灣大學農業經濟學系碩士論文。

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」，台灣大學森林學研究所碩士論文。

林幸君、高慈敏和張靜貞，2008，「天然災害農作物損失對區域經濟之影響分析」，2008年臺灣災害管理研討會論文集。（台北：財團法人臺灣災害管理學會）。

林幸君，2010，「台灣農業投資變動對經濟影響分析—靜態及動態產業關聯分析」，**農業與經濟**，第45期，12月：頁1-22。

陳律宇，2010，「兩岸農業天然災害損失對經濟影響之產業關聯分析」，嘉義大學應用經濟學系碩士論文。

英文

Albert E. Myles, Albert J. Allen and Saleem Shaik. 2005. “An Inter-Sector Impact of Hurricanes Katrina and Rita On The Agribusiness Industry In Mississippi,” Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural conomics

Association Annual Meeting, Mobile, Alabama, February, pp. 1～5.

Albert E. Steenge and Marija Bockarjova. 2007. "Thinking about Imbalances in Post-catastrophe Economies: An Input-Output based Proposition," *Economic Systems Research*, vol. 19 (May), pp. 205～223.

Belasen, Ariel R. and Solomon W. Polachek. 2009. "How Disasters Affect Local Labor Markets: The Effects of Hurricanes in Florida," *Journal of Human Resources*, vol. 44, no. 1 (Spring), pp. 251～276.

Chen, C. Y. and A. Rose. 1986. "The Joint Stability of Input-Output Production and Allocation Coefficients," *Modeling and Simulation*, vol. 17, pp. 251～255.

Clower, T. L. 2005. "Economic Applications in Disaster Research, Mitigation, and Planning,"
http://training.fema.gov/EMIWeb/edu/docs/Disciplines%20Disasters%20and%20EM%20Book%20-%20Chapter-Econ%20appli%20in%20disasters%20research.doc. (accessed: April 2, 2012).

Davis, H. C. and L. F. Salkin. 1984. "Alternative Approaches to the Estimation of Economic Impacts Resulting from Supply Constraints," *Annals of Regional Science*, vol. 18 (July), pp. 25～34.

Fischer, G., Shah, M. and Velthuizen, H. van. 2002. "Climate change and agricultural vulnerability," presented at World Summit on Sustainable Development. Johannesburg.

Furen Jiang, Hirokazu Tatano, Yasuhisa Kuzuha and Tomonori Matsuura. 2005. "Economic Loss Estimation of Water Supply Shortage Based on Questionnaire Survey in Industrial Sectors," Disaster Prevention Research Group, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention(NIED) , Japan.

Ghosh, A. 1958. "Input-Output Approach to an Allocation System," *Economica*, vol. 25, no. 1 (February), pp. 58～64.

Giarratani, F. 1978. "Application of an Industry Supply Model to Energy Issues," in William Miernyk, Frank Giarranti and Charles Socher eds, *Regional Impacts of Rising Energy Prices*. (Cambridge, MA: Ballinger).

Giarratani, F. 1980. "The Scientific Basis for Explanation in Regional Analysis," *Papers of the Regional Science Association*, vol. 45, no. 1 (January), pp. 185～196.

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. http://www-rcf.usc.edu/～pgordon/pdf/earthquake. pdf (accessed: January 12, 2012).

Gordon, P., H. W. Richardson and B. Davis. 1998. "Transport-related Impacts of the Northridge Earthquake," *Journal of Transportation and Statistics*, vol. 1, no. 2 (May), pp. 21～36.

Miller, R. E. and P. D. Blair. 1985. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions* (Prentice Hall, , NJ: Englewood Cliffs).

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.
http://www.bosai.go.jp/library/pub/report/PDF/68/68jiang.pdf. (accessed: December 28, 2009).

Okuyama. 2007. "Economic Modeling for Disaster Impact Analysis Past Present and Future," *Economic Systems Research*, vol. 19, no. 2 (May), pp. 115～124.

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*, vol. 37, no. 3 (Auguest), pp. 437～458.

Rose, A. and S. Liao. 2005. "Modeling Reginal Economic Resilience to Disasters: Computable General Equilibrium Analysis of a Water Service Disruption," *Journal of Regional Science*, vol. 45, no. 1 (February), pp. 75～112.

Tiebout, C. M. 1969. "An Empirical Regional Input-output Projection Model: The State of Washington 1980," *Review of Economics and Statistics*, vol. 51, no. 3

(Auguest), pp. 334～340.

Yamano, N., Yoshio, K. and H. Yoshiharu. 2007. "Modeling the Regional Economic Loss of Natural Disasters the Search for Economic Hotspots," *Economic Systems Research*, vol. 19, no. 2 (May), pp. 163～181.

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC

The Economic Impact from Agricultural Products Loss and Overall Economic Caused by Natural Disasters in Taiwan- The Case in Typhoon Moroak and Fanapi

Hsing-Chun Lin,
Associate Professor, Department of Applied Economics, National Chiayi University
Li-Chen Chou
Ph. D., Department of Economics, National Chengchi University
Kuan-Zhen Chang
MA, Department of Applied Economics, National Chiayi University

Abstract

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 output and employment in that particular region. Once these uncontrollable natural disasters happen, the direct and indirect impact will change the agricultural activities and the labor market. Therefore, in this paper we try to apply supply side Input-Output analysis which constructed by Miller and Blair (1985) to evaluate the economic impacts from products loss and the employment effect which caused by the typhoon Moroak and Vanapi in Taiwan. The empirical results indicate that the typhoon Moroak and Vanapi not only

create the multiplier of production losses (1.49 and 1.33), but also raise the unemployment rate to 0.13% and 0.06%.

Keywords: Input-Output Analysis, Employment Effect, Natural Disaster, Products Losses in Agriculture